

內政部建築研究所
前瞻建築防火避難及結構防火科技研
發整合應用計畫(二)協同研究計畫
第3案「防音輕隔間牆之防火性能驗證
研究」

資料蒐集分析報告

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 108 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

10815B0007

內政部建築研究所

前瞻建築防火避難及結構防火科技研

發整合應用計畫(二)協同研究計畫

**第3案「防音輕隔間牆之防火性能驗證
研究」**

資料蒐集分析報告

研究主持人：蔡綽芳

協同主持人：林大惠

研究員：雷明遠、蘇鴻奇、陳佳玲、陳俊貴

研究助理：梁益誠、蔡政堯

研究期程：中華民國108年2月27日至108年12月31日

研究經費：新台幣157萬1仟元整

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國108年12月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

目次

目次.....	I
表次.....	V
圖次.....	IX
摘要.....	XIII
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與背景.....	1
第二節 研究目的.....	2
第三節 研究目標與成效.....	3
第二章 研究方法與進度說明.....	5
第一節 本研究採用之方法.....	5
第二節 計畫時程與進度說明.....	7
第三章 文獻回顧.....	9
第一節 建築技術規則於隔音與防火相關條文 分析.....	9
第二節 相關 CNS 試驗法.....	17
第三節 綠建材標章.....	22
第四節 牆面種類與隔間工法.....	25
第五節 輕隔間牆的防火時效與隔音工法研 究.....	32
第六節 各構件對輕隔間牆之防火性能的影響	40
第四章 乾式輕隔間牆的性能分析.....	43

第一節	防火輕隔間牆的設計與施工.....	43
第二節	隔音輕隔間牆的設計與施工.....	52
第三節	防火與隔音輕隔間牆的差異性.....	54
第四節	隔音規格法規與性能報告比較.....	62
第五章	乾式輕隔間牆防火與隔音測試.....	71
第一節	乾式輕隔間牆的設計與施工(試體 1).....	71
第二節	乾式輕隔間牆的防火與阻熱性能測試 (試體 1).....	79
第三節	乾式輕隔間牆的設計與施工(試體 2).....	87
第四節	乾式輕隔間牆的隔音性能測試(試體 2).....	95
第五節	乾式輕隔間牆的防火與阻熱性能測試 (試體 2).....	96
第六章	結論與建議.....	107
第一節	結論.....	107
第二節	建議.....	108
附錄一	111
附錄二	113
附錄三	119
附錄四	

附錄五
127
參考書目131

表次

表 2-1	研究進度表	8
表 3-1	高性能防音綠建材評定基準表	23
表 3-2	隔間工法與種類	27
表 3-3	隔間工法構造與材料	28
表 3-4	各隔間牆的比較(1).....	29
表 3-5	各隔間牆的比較(2).....	30
表 3-6	各隔間牆的比較(3).....	31
表 3-7	具 1 小時防火輕隔間工法	32
表 3-8	膨化珍珠岩的特性[34]	39
表 3-9	膨化珍珠岩材質用途[34]	39
表 4-1	具 1 小時防火時效的輕隔間牆設計(1)	44
表 4-2	具 1 小時防火時效的輕隔間牆設計(2)	44
表 4-3	具 1 小時防火時效的輕隔間牆設計(3)	45
表 4-4	具 1 小時防火時效的輕隔間牆設計(4)	45
表 4-5	具 1 小時防火時效的輕隔間牆設計(5)	46
表 4-6	具 1 小時防火時效的輕隔間牆設計(6)	46
表 4-7	具 1 小時防火時效的輕隔間牆設計(7)	47
表 4-8	具 1 小時防火時效的輕隔間牆設計(8)	47
表 4-9	具 2 小時防火時效的輕隔間牆設計(1)	48
表 4-10	具 2 小時防火時效的輕隔間牆設計(2).....	49

表 4-11 具 2 小時防火時效的輕隔間牆設計(3).....	49
表 4-12 具 2 小時防火時效的輕隔間牆設計(4).....	50
表 4-13 具 2 小時防火時效的輕隔間牆設計(5).....	50
表 4-14 具 2 小時防火時效的輕隔間牆設計(6).....	51
表 4-15 具 3 小時防火時效的輕隔間牆設計(1).....	52
表 4-16 隔音性能的輕隔間牆設計(1)	53
表 4-17 隔音性能的輕隔間牆設計(2)	54
表 4-18 具防火與隔音性能之分間牆(1).....	55
表 4-19 具防火與隔音性能之分間牆(2).....	56
表 4-20 防火與隔音分間牆比較	56
表 4-21 具 1 小時防火時效的分間牆統計資料	57
表 4-22 具 2 小時防火時效的分間牆統計資料	58
表 4-23 具 3 小時防火時效的分間牆統計資料	58
表 4-24 隔音分間牆統計資料(1)	58
表 4-25 隔音分間牆統計資料(2)	60
表 4-26 隔音分間牆統計資料(3)	61
表 4-27 隔音分間牆統計資料(4)	61
表 4-28 建築技術規則隔音隔間牆規格式參照	62
表 4-29 各家廠商隔音(45dB 以上)報告書數據	63
表 4-30 各家廠商隔音(55dB 以上)報告書數據	63
表 4-31 各家廠商防火(1 小時)報告書數據	64
表 5-1 實驗歷程現象紀錄	80

表 5-2	實驗歷程熱影像紀錄.....	87
表 5-3	試驗 2 實驗歷程現象紀錄(1).....	99
表 5-4	試驗 2 實驗歷程現象紀錄(2).....	100
表 5-5	試驗 2 實驗歷程熱影像圖	105

圖次

圖 2-1	研究流程圖	7
圖 3-1	適用範圍說明	17
圖 3-2	空氣音隔音性能量測示意圖	19
圖 3-3	門牆耐火加熱爐	21
圖 3-4	輕鋼架示意圖	26
圖 3-5	乾式輕隔間牆體規格	33
圖 3-6	乾式防火牆爆炸圖	34
圖 3-7	乾式防火牆爆炸圖	35
圖 4-1	隔音隔間牆單位面積重與法規比較分布圖 .	65
圖 4-2	隔音隔間牆填充材密度與法規比較分布圖 .	65
圖 4-3	隔音隔間牆填充材厚度與法規比較分布圖 .	66
圖 4-4	隔音隔間牆牆厚與法規比較分布圖	66
圖 4-5	隔音隔間牆各構件達標與未達標數量統計圖	67
圖 4-6	綜合分析之隔音報告書未達規格式標準比率	67
圖 4-7	防火隔間牆板材總面密度與法規比較分布圖	68
圖 4-8	防火隔間牆填充材密度與法規比較分布圖 .	68
圖 4-9	防火隔間牆填充材厚度與法規比較分布圖 .	69

圖 5-1	骨架組裝示意圖	71
圖 5-2	曝火面板材組裝示意圖	72
圖 5-3	非曝火面板材組裝示意圖	72
圖 5-4	固定上下槽鐵.....	73
圖 5-5	固定一側邊框立柱	74
圖 5-6	另一側邊框立柱為自由邊	74
圖 5-7	安裝立柱與橫撐	75
圖 5-8	立柱與板材間塗矽利康	75
圖 5-9	曝火面封板	76
圖 5-10	填充岩棉	76
圖 5-11	非曝火面封板	77
圖 5-12	批土施工	77
圖 5-13	熱電偶位置分布圖	78
圖 5-14	試驗 1 過程的爐內昇溫曲線	79
圖 5-15	非曝火面溫度圖	81
圖 5-16	實驗後試體曝火面圖	82
圖 5-17	實驗後試體非曝火面圖	83
圖 5-18	實驗後曝火面岩棉	83
圖 5-19	實驗後非曝火面岩棉	84
圖 5-20	實驗後曝火面之矽酸鈣板	84
圖 5-21	實驗後非曝火面之矽酸鈣板	85
圖 5-22	實驗後非曝火面之殘餘矽利康	85

圖 5-23	實驗後立柱彎曲現象	86
圖 5-24	加熱面外層板組立圖	88
圖 5-25	加熱面內層板組立圖	88
圖 5-26	非加熱面內層板組立圖	89
圖 5-27	非加熱面外層板組立圖	89
圖 5-28	安裝上下槽鐵	90
圖 5-29	安裝立柱	91
圖 5-30	安裝橫撐	91
圖 5-31	板材與立柱間塗矽利康	92
圖 5-32	內層封板	92
圖 5-33	板材間縫隙以矽利康填補	93
圖 5-34	外層封板	93
圖 5-35	填充岩棉	94
圖 5-36	另一側內層封板	94
圖 5-37	另一側外層封板	95
圖 5-38	批土施工	95
圖 5-39	隔音量曲線圖	96
圖 5-40	試驗 2 熱電偶位置分布圖	97
圖 5-41	試驗 2 過程的爐內昇溫曲線	98
圖 5-42	試驗 2 非曝火面溫度圖	101
圖 5-43	實驗後曝火面外層板	102
圖 5-44	實驗後曝火面內層板	103

圖 5-45	實驗後曝火面岩棉	103
圖 5-46	實驗後非曝火面岩棉	104
圖 5-47	實驗後立柱扭曲	104

摘要

關鍵字：分間牆、防火時效、隔音性能。

一、研究緣起

現依建築技術規則施工編修正第46條等規定，寄宿舍、旅館、醫院、集合住宅等之分間牆或分戶牆以及昇降機道牆，應具有規定之防音性能。因此上述分戶牆及昇降機道牆除須符合防火時效規定外，另需符合隔音之規定，分間牆則視設置位置而異，若為防火區劃牆，防火時效及防音性能皆需具備，若為區劃內分間牆，則可能僅要求防音性能及耐燃性能。

目前通過防火時效認可的輕隔間牆壁，通常為骨架、耐燃面板及無機防火絕緣材料之組合，為了達到防音要求，或許需增加內部填塞之絕緣材料，或外加1~2層面板，或該牆體與樓板交接處須有彈性填縫材料...等等，實務上對於具有防火時效輕隔間牆要如何改善防音性能，在建築管理及消費者皆為困擾課題，是否兩邊都加一片板材(牆體厚度增加)可以滿足防音性能規定，如此可以簡化行政流程。

此外，依建築技術規則設計施工編第46條之3、4規定，列有分間牆、分戶牆空氣音隔音構造，該等構造哪些同時具有合格防火時效，則缺乏實驗驗證，倘相同構造的兩項性能相互勾稽的關係能夠建立的話，對於建築師、施工廠商乃至消費者言都是貢獻良多。

二、研究方法與過程

本研究計畫主要探討防音輕隔間牆之防火性能驗證研究，除了法規分析之外，另有研究相關材料的隔音、防火性能，以及探討相關工法改善的可行性。因此本研究計畫採用防火實驗中心的設備儀器作為實驗檢測，並搭配文獻調查分析

法以及專家諮詢法以達成計畫之目標。

本研究首先分析防音輕隔間牆的種類、材料與工法，之後再探討提升防火時效的可行性工法，但現行設計與工法種類繁多，若要將所有設計與工法納入本研究全面探討，則會面臨經費與執行期程的限制。因此本研究先以透過文獻收集的方式，僅針對市面上最常用的設計工法進行試驗。

三、重要發現

由具有防火時效性或隔音性能的輕隔間牆測試報告可知，兩者使用的材料(板材、填塞材、骨架)與設計概念幾乎相同，其中以填縫的材料為最大差異。有些具有防火時效性能的輕隔間牆填縫，是以批土作為填縫材；而具有隔音性能的輕隔間牆填縫，有些廠商是以矽利康作為填縫材，僅有部分廠商報告書未標明填縫處用料。這兩種填縫材的差異，主要是對應不同測試法(CNS 12514-1, CNS8465-1)的選擇。此外，隔音性能的輕隔間牆尚未有廠商依據法規制定的規格式要求進行設計，而是以檢測性能達到法定 45dB 或 55dB 為主。

目前市面有些廠商的型錄，有標榜同時具有防火時效與隔音性能的輕隔間牆設計。綜合防火與隔音的各式測試報告結果可知，增加表面材或牆面厚度，均能提昇隔音或防火性能，並且具有隔音性能的設計，於各材料的厚度、板材總面密度的要求，大多會高於防火隔間牆。然而現今防火時效是以 CNS 12514-1 的試驗進行判定，隔音性能是由 CNS8465-1 的試驗進行判定，此兩種測試法的試體框尺寸並不相同，並且由個別的檢測報告可約略分析出，試體的填縫與固定在試體框的周邊封裝材料，會依據不同的測試法而有所不同。因此，該試體是否真的同時具有防火時效與隔音性能，則有待商榷。本研究進行的防火與隔音試驗結果如下：

試體 1 的防火性能試驗，主要以一般具有防火時效性的輕隔間牆工法之外，另在骨架與表面板材(矽酸鈣板)之間填入矽利康，測試填縫與固定在試體框的周

邊封裝材料(一般矽利康、批土)，是否會影響防火時效。但在防火時效性能測試的 47 分鐘後，因非曝火面所量測的各點平均溫度超過 CNS 12514-1 的標準，故判定阻熱性能未達原先預期的 60 分鐘，但試體的遮焰性能仍具有 60 分鐘。試體 2 的隔音與防火性能測試，在隔音試驗中宣告具有 56dB 之隔音量，但在防火試驗 108 分鐘後，因非曝火面所量測的 4 號測溫點超過 CNS 12514-1 的標準，故判定阻熱性能未達原先預期的 120 分鐘，但試體的遮焰性能仍具有 120 分鐘。本研究成果建議，若輕隔間牆需同時具備隔音與防火性能，除了填縫材料建議使用具有防火性能之外，結構設計與施工品質也是影響試體性能差異的重要因素。

四、主要建議事項

建議一

中長期建議：建築技術規則防音相關規定修訂

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

現行建築技術規則對於隔間牆的防音材料、厚度、密度等規格式要求，可再進行研究與修改研議。原因為市面上大多數廠商，若依據規格式要求製作隔間牆，則會面臨牆面厚度、成本與顧客是否接受...等問題。因此，大多廠商都會以各自的設計、工法進行 CNS 檢測並取得報告書，進而導致規格式要求無廠商直接使用。因此建議規格式要求，可再依據國內外相關研究成果，或目前各家廠商通過檢測之設計，進行彙整與探討修改規格式要求之必要性。

建議二

中長期建議：整合防火與隔音試驗的正規化流程

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

比對防火及隔音分間牆，通過測試報告的相關資料，發現兩者差異分別有試

防音輕隔間牆之防火性能驗證研究

體框的大小不同，以及廠商會依據測試項目，而在試體的周邊填縫採取不同的工法。因此相關報告書的記載便有所差異，難以證明是否同時具有防火及隔音的性能。未來可考慮統一防火及隔音試驗的試體框，並建立相關試驗流程，使得相關報告書能夠直接證明，受測試體同時具有防火及隔音的性能。

建議三

中長期建議：防火時效性、隔音性能的測試報告格式與用字統一

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所、財團法人台灣建築中心

本研究於分析防火時效性、隔音性能的相關測試報告書，發現報告書用字或內容未有統一的現象，如建築技術規則建築設計施工編四十六條之三、四十六條之四說明的「板材總面密度」，於隔音相關測試報告書有的是寫「單位面積重」或「板材總面密度」，由於這兩者的計算方式有所不同，建議能夠統一用字或內容，減少未來研究分析或各評定中心的疑慮。

ABSTRACT

Keyword : Partition Wall, Fire Rating, Sound Insulation Performance

According to the location of the partition wall, the requirements for fireproof and sound insulation performance are different. At present, the fire rated lightweight partition wall is usually a combination of skeleton, flame resistant panel and inorganic fireproof insulating material. In order to achieve soundproofing requirements, it may be necessary to increase the internal sound insulation material, or add 1 to 2 layers of panels. There must be flexible caulking materials at the junction of the body and the floor to improving sound insulation. In practice, how to improve the sound insulation performance of the fire rated lightweight partition wall is a problem for both the construction management and the consumers.

This research mainly discusses the fireproof performance verification of the soundproof lightweight partition wall. In addition to the regulatory analysis, it also studies the sound insulation and fireproof performance of the related materials, and discusses the feasibility of improving the relevant engineering methods.

In the fire rating test of specimen 1, we choose the fire rated lightweight partition wall and fill the silicone between the skeleton and the surface plate (calcium silicate plate) in order to find whether the silicone will affect the fire rating. And the results showed that the average temperature of each point measured by the unexposed surface exceeded the standard of CNS 12514-1 after 47 minutes of the fire rating test, so it was judged that the heat resistance performance did not reach 60 minutes.

After two fire rating tests, we found that the structural design and the construction quality are the significant factors to influence the performance of partition walls.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

現依建築技術規則施工編修正第46條等規定，寄宿舍、旅館、醫院、集合住宅等之分間牆或分戶牆以及昇降機道牆，應具有規定之防音性能。因此上述分戶牆及昇降機道牆除須符合防火時效規定外，另需符合隔音之規定，分間牆則視設置位置而異，若為防火區劃牆，防火時效及防音性能皆需具備，若為區劃內分間牆，則可能僅要求防音性能及耐燃性能。

目前通過防火時效認可的輕隔間牆壁，通常為骨架、耐燃面板及無機防火絕緣材料之組合，為了達到防音要求，或許需增加內部填塞之絕緣材料，或外加1~2層面板，或該牆體與樓板交接處須有彈性填縫材料...等等，實務上對於具有防火時效輕隔間牆要如何改善防音性能，在建築管理及消費者皆為困擾課題，是否兩邊都加一片板材(牆體厚度增加)可以滿足防音性能規定，如此可以簡化行政流程。

此外，依建築技術規則設計施工編第46條之3、4規定，列有分間牆、分戶牆空氣音隔音構造，該等構造哪些同時具有合格防火時效，則缺乏實驗驗證，倘相同構造的兩項性能相互勾稽的關係能夠建立的話，對於建築師、施工廠商乃至消費者言都是貢獻良多。

現有建築牆面的施作工法與材料，主要以水泥、磚造、鋼筋混泥土、木材...等應用為主。牆面的施作隔間工法與種類可分為：(1)輕隔間施工：鋼製輕隔間、白磚牆、陶粒牆、木作。(2)土水施工：紅磚牆、RC牆；其中以輕質隔間牆因具有自重輕、施工快速與成本減低的優點，使得大量應用於室內隔間。目前建築技術規則建築設計施工編：第四十六條有定義新建或增建建築物之空氣音隔音設計的適用範圍，如：寄宿舍、旅館等之臥室、客房或醫院病房之分間牆；連棟住宅、集合住宅之分戶牆；昇降機道與第一款建築物居室相鄰之分間牆，及與前款建築

物居室相鄰之分戶牆...等。防火相關的規定則是第七十二條至第七十四條，第八十六條...等。但目前各家廠商面臨建築物在何種條件下的分間牆或分戶牆，只需要隔音或防火性能，又或是需要隔音與防火性能兼具，為本研究的一項重要議題。

以輕質隔間牆為例，構成材料可分為主構件材料、副構件材料、填充材料與面板材料。面板材料大部分以耐燃材料或具有防火時效的材料為主，如石膏板、矽酸鈣板、纖維水泥板...等。輕質隔間牆的隔音性能，取決於填充材料的特性與厚度，填充材一般使用各種類型的多孔隙材料，並具有隔音與減輕重量功效。目前市面上的輕質隔間牆有些通過CNS隔音性能檢測，但未進行防火性能檢測，或是通過防火時效的檢測，但未進行隔音的檢測。此現象為各家廠商的輕質隔間牆只對單一性能進行設計或檢測，少有隔音與防火性能同時兼具的設計。因此，輕質隔間牆若要同時具有隔音與防火時效的性能，則需要改進相關設計工法或材料的選擇。此隔音與防火時效兼具的輕質隔間牆施工法，能夠提升相關廠商的設計能力，以及減少相關評定的困擾與消費者的疑慮。

第二節 研究目的

本研究首先探討建築隔音與防火相關法規，藉此釐清輕質隔間牆應用於建築物的各項規範，並提供給相關廠商與建築師瞭解輕質隔間牆，在不同使用範圍所需具備的性能，或是隔音與防火必須同時具有的使用條件，藉此減少廠商與建築師在法規面的疑慮。此外，本研究亦收集國內外相關隔音、防火相關的材料、工法與研究成果，並分析各類隔音材料的耐燃性，藉此提昇隔音輕質隔間牆的防火性能，以下三點為研究重點：

- (1) 探討隔音填塞材料對於牆體整體防火性能之影響分析。
- (2) 探討既有建築物之防火分間牆或分戶牆進行隔音改善時，直接增加表面材料之可行性。

- (3) 探討符合建築法規之空氣音隔音構造牆之防火時效，以及防火性能改善方式。

第三節 研究目標與成效

一、預期成果

1. 針對既有防火分間牆或分戶牆如為防火輕隔間牆時，提出防音性能改善之建議工法。
2. 提出空氣音隔音構造牆對應之防火時效性能及改善防火性能之建議工法。

二、效益

1. 本研究成果能夠提出輕隔間牆的隔音、防火時效性工法，相關成果能夠提升廠商於材料選擇或工法設計的改進。
2. 本研究主要探討建築隔音與防火相關法規、材料、設計工法...等，藉此釐清輕質隔間牆應用於建築物的各項規範，並提供給相關廠商與建築師瞭解輕質隔間牆，在不同使用範圍所需具備的性能，或是隔音與防火必須同時具有的使用條件，藉此減少廠商與建築師在法規上的疑慮。

第二章 研究方法與進度說明

第一節 本研究採用之方法

文獻分析

本研究計畫將依照計畫之研究議題，蒐集包含國內外輕質隔間牆的整合設計工法、材料特性、測試案例以及相關文獻資料，並且相互比較分析與歸納整理，作為本研究計畫在實驗設計規劃階段之基礎參考。希望藉由收集文獻的分析與比較能夠明白國際間與本研究議題相關之發展方向與現況，作為本研究計畫報告與投稿論文撰寫之文獻回顧資料庫。

專家諮詢法

研究結果經初步整理後，研究團隊將定期邀請相關學者以及產業界、工會專家進行意見溝通交流，並針對研究內容進行審議，提出應修正及增刪之意見，作為充實、加強本研究計畫內容之參考。並擇期辦理期中、期末簡報來說明研究計畫執行成效、進度及所遭遇之問題。

實尺寸實驗驗證

由於隔音牆面於建築技術規則有大概規定輕隔間的總厚度，但防火沒有特別規定輕隔間的總厚度(屬等同防火時效性的規定)，因此本研究的牆面總厚度會以隔音要求的第四十六條之三與第四十六條之四規定為主；而實尺寸實驗驗證主要先以CNS 14705-1「建築材料燃燒熱釋放率試驗法-第1部:圓錐量熱儀法」，檢測隔音輕質隔間牆各類材料的耐燃性，以及利用CNS 12514-1「建築物構造構件耐火試驗法-第1部：一般要求事項」檢測隔音輕質隔間牆的防火時效性，之後依據試驗結果進行隔音輕質隔間牆的防火時效工法改善。藉此開發出同時具有隔音與防火時效的輕質隔間牆。

研究採用方法之原因

本研究計畫主要探討防音輕隔間牆之防火性能驗證研究，除了法規分析之外，另有研究相關材料的隔音、防火性能，以及探討相關工法改善的可行性。因此本研究計畫採用防火實驗中心的設備儀器作為實驗檢測，並搭配文獻調查分析法以及專家諮詢法以達成計畫之目標。

預計可能遭遇之困難及解決途徑

本研究首先分析防音輕隔間牆的種類、材料與工法，之後再探討提升防火時效的可行性工法，但現行設計與工法種類繁多，若要將所有設計與工法納入本研究全面探討，則會面臨經費與執行期程的限制。因此本研究先以透過文獻收集的方式，僅針對市面上最常用的設計工法進行試驗。

重要儀器之配合使用情形

本研究主要使用內政部建築研究所防火實驗中心的「圓錐量熱儀」與「大型門牆耐火試驗爐」，分別進行 CNS 14705-1 與 CNS 12514-1 的檢測，藉此確認各單元材料的耐燃性質，以及確認各別設計工法是否能夠提升防音輕隔間牆的防火時效性。

第二節 計畫時程與進度說明

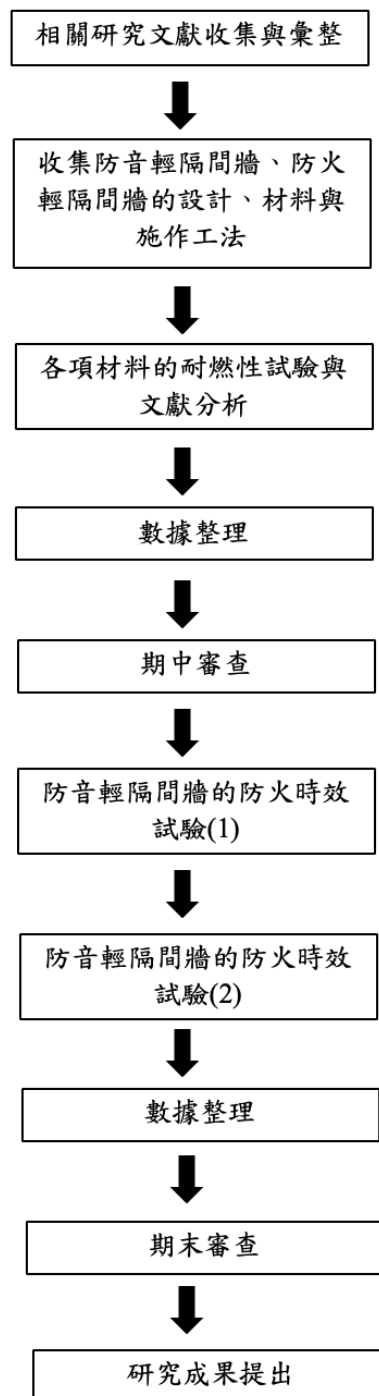


圖 2-1 研究流程圖

(本研究製作)

表 2-1 研究進度表

月 工作項目	第 1 個月	第 2 個月	第 3 個月	第 4 個月	第 5 個月	第 6 個月	第 7 個月	第 8 個月	第 9 個月	第 10 個月	第 11 個月	備註
相關文獻收集 與彙整	■	■	■	■								
收集防音輕隔 間牆、防火輕 隔間牆的設 計、材料與施 作工法	■	■	■	■								
各項材料的耐 燃性試驗與文 獻分析			■	■	■	■						
數據整理					■	■	■					
期中審查						■	■					
防音輕隔間牆 的防火時效試 驗(1)						■	■	■	■	■		
防音輕隔間牆 的防火時效試 驗(2)								■	■	■		
數據整理						■	■	■	■	■		
期末審查									■	■		
研究成果提出									■	■	■	
預定進度 (累積數)	5%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
<p>說明：</p> <p>1 工作項目請視計畫性質及需要自行訂定，預定研究進度以粗線表示其起訖日期。</p> <p>2 預定研究進度百分比一欄，係為配合追蹤考核作業所設計。請以每一小格粗組線為一分，統計求得本案之總分，再將各月份工作項目之累積得分(與之前各月加總)除以總分，即為各月份之預定進度。</p> <p>3 科技計畫請註明查核點，作為每一季所預定完成工作項目之查核依據。</p>												

(本研究製作)

第三章 文獻回顧

第一節 建築技術規則於隔音與防火相關條文分析

本小節主要分析建築技術規則[1]對於隔音性能與防火時效相關的條文分析，並彙整出必須同時達到隔音與防火時效條的場域。

建築技術規則建築設計施工編：第二章 一般設計通則-第九節 防音

第四十六條：新建或增建建築物之空氣音隔音設計，其適用範圍如下：

- 一、寄宿舍、旅館等之臥室、客房或醫院病房之分間牆。
- 二、連棟住宅、集合住宅之分戶牆。
- 三、昇降機道與第一款建築物居室相鄰之分間牆，及與前款建築物居室相鄰之分戶牆。
- 四、第一款及第二款建築物置放機械設備空間與上層或下層居室分隔之樓板。

新建或增建建築物之樓板衝擊音隔音設計，其適用範圍如下：

- 一、連棟住宅、集合住宅之分戶樓板。
- 二、前款建築物昇降機房之樓板，及置放機械設備空間與下層居室分隔之樓板。

第四十六條之三：分間牆之空氣音隔音構造，應符合下列規定之一：

- 一、鋼筋混凝土造或密度在二千三百公斤/立方公尺以上之無筋混凝土造，含粉刷總厚度在十公分以上。
- 二、紅磚或其他密度在一千六百公斤/立方公尺以上之實心磚造，含粉刷總厚度在十二公分以上。
- 三、輕型鋼骨架或木構骨架為底，兩面各覆以石膏板、水泥板、纖維水泥板、纖維強化水泥板、木質系水泥板、氧化鎂板或硬質纖維板，其板材總面密度在四十四公斤/平方公尺以上，板材間以密度在六十公斤/立方公尺以上，厚度在七點五公分以上之玻璃棉、岩棉或陶瓷棉填充，且牆總厚度在十公分以上。

防音輕隔間牆之防火性能驗證研究

四、其他經中央主管建築機關認可具有空氣音隔音指標 R_w 在四十五分貝以上之隔音性能。

第四十六條之四：分戶牆之空氣音隔音構造，應符合下列規定之一：

- 一、鋼筋混凝土造或密度在二千三百公斤/立方公尺以上之無筋混凝土造，含粉刷總厚度在十五公分以上。
- 二、紅磚或其他密度在一千六百公斤/立方公尺以上之實心磚造，含粉刷總厚度在二十二公分以上。
- 三、輕型鋼骨架或木構骨架為底，兩面各覆以石膏板、水泥板、纖維水泥板、纖維強化水泥板、木質系水泥板、氧化鎂板或硬質纖維板，其板材總面密度在五十五公斤/平方公尺以上，板材間以密度在六十公斤/立方公尺以上，厚度在七點五公分以上之玻璃棉、岩棉或陶瓷棉填充，且牆總厚度在十二公分以上。
- 四、其他經中央主管建築機關認可具有空氣音隔音指標 R_w 在五十分貝以上之隔音性能。

昇降機道與居室相鄰之分戶牆，其空氣音隔音構造，應依前條第二項規定設置。

第四十六條之三：昇降機道與居室相鄰之分間牆，其空氣音隔音構造，應符合下列規定之一：

- 一、鋼筋混凝土造含粉刷總厚度在二十公分以上。
- 二、輕型鋼骨架或木構骨架為底，兩面各覆以石膏板、水泥板、纖維水泥板、纖維強化水泥板、木質系水泥板、氧化鎂板或硬質纖維板，其板材總面密度在六十五公斤/平方公尺以上，板材間以密度在六十公斤/立方公尺以上，厚度在十公分以上之玻璃棉、岩棉或陶瓷棉填充，且牆總厚度在十五公分以上。
- 三、其他經中央主管建築機關認可具有空氣音隔音指標 R_w 在五十五分貝以上之隔音性能。

第四十六條之四：昇降機道與居室相鄰之分戶牆，其空氣音隔音構造，應依前條第二項規定設置。

建築技術規則建築設計施工編：第三章 建築物之防火

第七十二條：具有二小時以上防火時效之牆壁、樑、柱、樓地板，應依左列規定：

一、牆壁：

- (一) 鋼筋混凝土造或鋼骨鋼筋混凝土造厚度在十公分以上，且鋼骨混凝土造之混凝土保護層厚度在三公分以上者。
- (二) 鋼骨造而雙面覆以鐵絲網水泥粉刷，其單面厚度在四公分以上，或雙面覆以磚、石或空心磚，其單面厚度在五公分以上者。但用以保護鋼骨構造之鐵絲網水泥砂漿保護層應將非不燃材料部分之厚度扣除。
- (三) 木絲水泥板二面各粉以厚度一公分以上之水泥砂漿，板壁總厚度在八公分以上者。
- (四) 以高溫高壓蒸氣保養製造之輕質泡沫混凝土板，其厚度在七·五公分以上者。
- (五) 中空鋼筋混凝土版，中間填以泡沫混凝土等其總厚度在十二公分以上，且單邊之版厚在五公分以上者。
- (六) 其他經中央主管建築機關認可具有同等以上之防火性能。

第七十三條：具有一小時以上防火時效之牆壁、樑、柱、樓地板，應依左列規定：

一、牆壁：

- (一) 鋼筋混凝土造、鋼骨鋼筋混凝土造或鋼骨混凝土造厚度在七公分以上者。
- (二) 鋼骨造而雙面覆以鐵絲網水泥粉刷，其單面厚度在三公分以上或雙面覆以磚、石或水泥空心磚，其單面厚度在四公分以上者。但用以保護鋼骨之鐵絲網水泥砂漿保護層應將非不燃材料部分扣除。

(三) 磚、石造、無筋混凝土造或水泥空心磚造，其厚度在七公分以上者。

(四) 其他經中央主管建築機關認可具有同等以上之防火性能者。

第七十四條：具有半小時以上防火時效之非承重外牆、屋頂及樓梯，應依左列規定：

一、非承重外牆：經中央主管建築機關認可具有半小時以上之防火時效者。

建築技術規則建築設計施工編：第三章 建築物之防火-第四節 防火區劃

第七十九條：防火構造建築物總樓地板面積在一、五〇〇平方公尺以上者，應按每一、五〇〇平方公尺，以具有一小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備與該處防火構造之樓地板區劃分隔。防火設備並應具有一小時以上之阻熱性。前項應予區劃範圍內，如備有效自動滅火設備者，得免計算其有效範圍樓地板面積之二分之一。

防火區劃之牆壁，應突出建築物外牆面五十公分以上。但與其交接處之外牆面長度有九十公分以上，且該外牆構造具有與防火區劃之牆壁同等以上防火時效者，得免突出。

建築物外牆為帷幕牆者，其外牆面與防火區劃牆壁交接處之構造，仍應依前項之規定。

第七十九條之一：防火構造建築物供左列用途使用，無法區劃分隔部分，以具有一小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備與該處防火構造之樓地板自成一個區劃者，不受前條第一項之限制：

一、建築物使用類組為A-1組或D-2組之觀眾席部分。

二、建築物使用類組為C類之生產線部分、D-3組或D-4組之教室、體育館、零售市場、停車空間及其他類似用途建築物。

前項之防火設備應具有一小時以上之阻熱性。

第七十九條之二：防火構造建築物內之挑空部分、昇降階梯間、安全梯之樓梯間、昇降機道、垂直貫穿樓板之管道間及其他類似部分，應以具有一小時以上防火時

效之牆壁、防火門窗等防火設備與該處防火構造之樓地板形成區劃分隔。昇降機道裝設之防火設備應具有遮煙性能。管道間之維修門並應具有一小時以上防火時效及遮煙性能。

前項昇降機道前設有昇降機間且併同區劃者，昇降機間出入口裝設具有遮煙性能之防火設備時，昇降機道出入口得免受應裝設具遮煙性能防火設備之限制；昇降機間出入口裝設之門非防火設備但開啟後能自動關閉且具有遮煙性能時，昇降機道出入口之防火設備得免受應具遮煙性能之限制。

挑空符合下列情形之一者，得不受第一項之限制：

一、避難層通達直上層或直下層之挑空、樓梯及其他類似部分，其室內牆面與天花板以耐燃一級材料裝修者。

二、連跨樓層數在三層以下，且樓地板面積在一千五百平方公尺以下之挑空、樓梯及其他類似部分。

第一項應予區劃之空間範圍內，得設置公共廁所、公共電話等類似空間，其牆面及天花板裝修材料應為耐燃一級材料。

第七十九條之三：防火構造建築物之樓地板應為連續完整面，並應突出建築物外牆五十公分以上。但與樓板交接處之外牆面高度有九十公分以上，且該外牆構造具有與樓地板同等以上防火時效者，得免突出。

外牆為帷幕牆者，其牆面與樓地板交接處之構造，應依前項之規定。

建築物有連跨複數樓層，無法逐層區劃分隔之垂直空間者，應依前條規定。

第七十九條之四：防火構造建築物之外牆，除本編第七十九條及第七十九條之三及第一百十條規定外，其他部分外牆應具有半小時以上防火時效。

第八十條：非防火構造之建築物，其主要構造使用不燃材料建造者，應按其總樓地板面積每一、〇〇〇平方公尺以具有一小時防火時效之牆壁及防火門窗等防火設備予以區劃分隔。

防音輕隔間牆之防火性能驗證研究

前項之區劃牆壁應自地面層起，貫穿各樓層而與屋頂交接，並突出建築物外牆面五十公分以上。但與區劃牆壁交接處之外牆有長度九十公分以上，且具有一小時以上防火時效者，得免突出。

第一項之防火設備應具有一小時以上之阻熱性。

第八十一條：非防火構造之建築物，其主要構造為木造等可燃材料建造者，應按其總樓地板面積每五〇〇平方公尺，以具有一小時以上防火時效之牆壁予以區劃分隔。

前項之區劃牆壁應為獨立式構造，並應自地面層起，貫穿各樓層與屋頂，除該牆突出外牆及屋面五十公分以上者外，與該牆交接處之外牆及屋頂應有長度三·六公尺以上部分具有一小時以上防火時效且無開口，或雖有開口但裝設具有一小時以上防火時效之防火門窗等防火設備。區劃牆壁不得為無筋混凝土或磚石構造。

第一項之區劃牆壁上需設開口者，其寬度及高度不得大於二·五公尺，並應裝設具有一小時以上防火時效及阻熱性之防火門窗等防火設備。

第八十二條：非防火構造建築物供左列用途使用時，其無法區劃分隔部分，以具有半小時以上防火時效之牆壁、樓板及防火門窗等防火設備自成一個區劃，其天花板及面向室內之牆壁，以使用耐燃一級材料裝修者，不受前二條規定限制。

一、體育館、建築物使用類組為C類之生產線部分及其他供類似用途使用之建築物。

二、樓梯間、昇降機間及其他類似用途使用部分。

第八十三條：建築物自第十一層以上部分，除依第七十九條之二規定之垂直區劃外，應依左列規定區劃：

一、樓地板面積超過一〇〇平方公尺，應按每一〇〇平方公尺範圍內，以具有一小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備與各該樓層防火構造之樓地板形成區劃分隔。但建築物使用類組H-2組使用者，區劃面積得增為二〇〇平方公尺。

二、自地板面起一·二公尺以上之室內牆面及天花板均使用耐燃一級材料裝修

者，得按每二〇〇平方公尺範圍內，以具有一小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備與各該樓層防火構造之樓地板區劃分隔；供建築物使用類組H-2組使用者，區劃面積得增為四〇〇平方公尺。

三、室內牆面及天花板（包括底材）均以耐燃一級材料裝修者，得按每五〇〇平方公尺範圍內，以具有一小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備與各該樓層防火構造之樓地板區劃分隔。

四、前三款區劃範圍內，如備有效自動滅火設備者得免計算其有效範圍樓地面積面積之二分之一。

五、第一款至第三款之防火門窗等防火設備應具有一小時以上之阻熱性。

第八十四條：非防火構造之連棟式建築物，其建築面積超過三〇〇平方公尺且屋頂為木造等可燃材料建造之屋架時，應在長度每十五公尺範圍內以具有一小時以上防火時效之牆壁區劃之，並應突出建築物外牆面五十公分以上。但與其交接處之外牆面長度有九十公分以上，且該外牆構造具有與防火區劃之牆壁同等以上防火時效者，得免突出。

第八十四條之一：非防火構造建築物之外牆及屋頂，應使用不燃材料建造或覆蓋。且基地內距境界線三公尺範圍內之建築物外牆及頂部部分，與二幢建築物相對距離在六公尺範圍內之外牆及屋頂部分，應具有半小時以上之防火時效，其上之開口應裝設具同等以上防火性能之防火門窗等防火設備。但屋頂面積在十平方公尺以下者，不在此限。

第八十五條：貫穿防火區劃牆壁或樓地板之風管，應在貫穿部位任一側之風管內裝設防火閘門或閘板，其與貫穿部位合成之構造，並應具有一小時以上之防火時效。

貫穿防火區劃牆壁或樓地板之電力管線、通訊管線及給排水管線或管線匣，與貫穿部位合成之構造，應具有一小時以上之防火時效。

防音輕隔間牆之防火性能驗證研究

第八十五條之一：各種電氣、給排水、消防、空調等設備開關控制箱設置於防火區劃牆壁時，應以不破壞牆壁防火時效性能之方式施作。

前項設備開關控制箱嵌裝於防火區劃牆壁者，該牆壁仍應具有一小時以上防火時效。

第八十六條：分戶牆及分間牆構造依左列規定：

- 一、連棟式或集合住宅之分戶牆，應以具有一小時以上防火時效之牆壁及防火門窗等防火設備與該處之樓板或屋頂形成區劃分隔。
- 二、建築物使用類組為A類、D類、B-1組、B-2組、B-4組、F-1組、H-1組、總樓地板面積為三〇〇平方公尺以上之B-3組及各級政府機關建築物，其各防火區劃內之分間牆應以不燃材料建造。但其分間牆上之門窗，不在此限。
- 三、建築物使用類組為B-3組之廚房，應以具有一小時以上防火時效之牆壁及防火門窗等防火設備與該樓層之樓地板形成區劃，其天花板及牆面之裝修材料以耐燃一級材料為限，並依建築設備編第五章第三節規定。
- 四、其他經中央主管建築機關指定使用用途之建築物或居室，應以具有一小時防火時效之牆壁及防火門窗等防火設備與該樓層之樓地板形成區劃，裝修材料並以耐燃一級材料為限。

建築物使用類組：公共集會類(A類)、商業類(B類)、工業、倉儲類(C類)、休閒、文教類(D類)、宗教、殯葬類(E類)、衛生、福生、更生類(F類)、辦公、服務類(G類)、住宿類(H類)、危險物品類(I類)

第八十七條：建築物有本編第一條第三十五款第二目規定之無窗戶居室者，區劃或分隔其居室之牆壁及門窗應以不燃材料建造。

由前述各條法規分析結果可知，需要同時具有防火與隔音性能的分戶牆或分間牆標準分別為：

1. 分戶牆(連棟式或集合住宅)：第四十六條之四：Rw在五十分貝以上或Rw在五十五分貝以上(昇降機道與居室相鄰)。第八十六條：防火1小時以上。

2. 分間牆(B-3組之廚房)：第四十六條之三：Rw在四十五分貝以上或Rw 在五十五分貝以上(昇降機道與居室相鄰)。第八十六條：防火1小時以上，裝修材料以耐燃一級材料為限。

由於隔音牆面有大概規定輕隔間的總厚度，但防火沒有特別規定輕隔間的總厚度(屬等同防火時效性的規定)，因此本研究的牆面總厚度會以隔音要求的第四十六條之三與第四十六條之四規定為主。

第二節 相關 CNS 試驗法

CNS15160-3 聲學-建築物及建築構件之隔音量測-建築構件空氣音隔音之實驗室量測

空氣音隔音設計適用範圍，如圖 3-1 所示[2]。

- 一、寄宿舍、旅館等之臥室、客房或醫院病房之分間牆。
- 二、連棟住宅、集合住宅之分戶牆。
- 三、昇降機道與第一款建築物居室相鄰之分間牆，及與前款建築物居室相鄰之分戶牆。
- 四、一款及第二款建築物置放機械設備空間與上層或下層居室分隔之樓板。

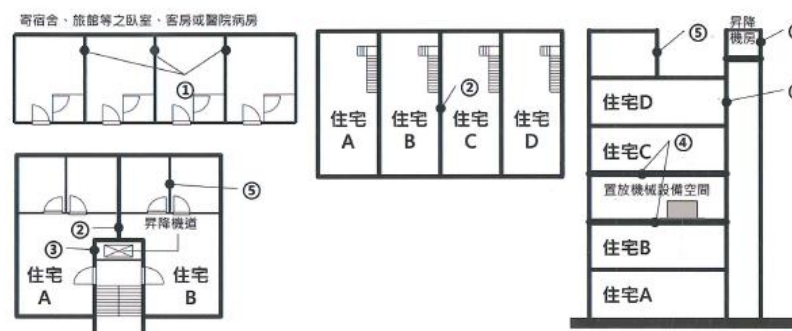


圖 3-1 適用範圍說明

(資料來源：林芳銘、林錦盛、馮俊豪、張儷禱，建築防音法規解說及設計技術手冊之研究。內政部建築研究所，2016 年。)

隔音標準說明：

- (1) 寄宿舍、旅館等之臥室、客房或醫院病房之分間牆($R_w \geq 45\text{dB}$)。
- (2) 連棟住宅、集合住宅之分戶牆($R_w \geq 50\text{dB}$)。
- (3) 昇降機道與建築物居室相鄰之分間牆、分戶牆($R_w \geq 55\text{dB}$)。
- (4) 建築物置放機械設備空間與上層或下層居室分隔之樓板($R_w \geq 55\text{dB}$)。
- (5) 住宅內部分間牆免檢討。
- (6) 非昇降機道與居室相鄰之分間或分戶牆免檢討。

空氣音隔音指標(R_w)

空氣音隔音指標(R_w)：依中華民國國家標準 CNS15160-3 測試，並依 CNS8465-1 評定牆、樓板等建築構件於實驗室測試之空氣傳音衰減量，如圖 3-2 所示。

- (1) 量測與計算方法及實驗室量測系統

空氣音隔音性能為依據 CNS15160-3 「聲學-建築物及建築構件之隔音量測-建築構件空氣音隔音之實驗室量測」進行檢測並計算獲得隔音指標 R ，依 CNS8465-1 「聲學-建築物及建築構件之隔音量評定-空氣音隔音」評定牆、樓板等建築構件於實驗室測試之隔音性能，獲得空氣音隔音指標 R_w 。

$$R = L_1 - L_2 + 10 \times \log S/A \quad (1)$$

式中， L_1 ：聲源室之平均聲壓位準，以 dB 為單位。

L_2 ：受音室之平均聲壓位準，以 dB 為單位。

S ：試體面積，以 m^2 為單位，其尺度等於測試開口。

A ：受音室之等價吸音面積，以 m^2 為單位。

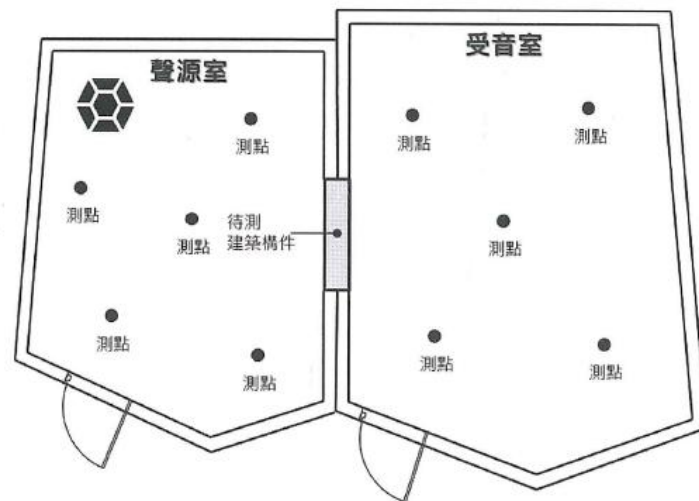


圖 3-2 空氣音隔音性能量測示意圖

(資料來源：林芳銘、林錦盛、馮俊豪、張儷禱，建築防音法規解說及設計技術手冊之研究。內政部建築研究所，2016 年。)

說明：

- (1) 空氣音隔音指標係測試並評定建築構件於實驗室測試之空氣傳音衰減量，其數值越高表示該建築構件對空氣傳音之隔音性能越佳。
- (2) CNS15316 得作為 CNS15160-3 之替代方法。
- (3) 空氣音隔音指標量測規定：受音室室容積不小於 50m^3 之密閉空間。量測試體須符合 10m^2 之規格。聲源室使用之聲源需至少有 2 處位置。每個實驗至少需使用 5 個麥克風位置。測定頻率包含 $1/3$ 倍頻帶之 $100\sim 5000\text{Hz}$ 。

CNS 12514-1 建築物構造構件耐火試驗法-第一部：一般要求事項：

本標準規定以標準耐火試驗條件測定不同建築物構造構件耐火性能的試驗方法，所獲得的測試數據將依據受測構件滿足特定性能基準所表現的防火時效下，進行後續的性能判定。

此高溫複合爐主要針對一般防火門（包含鐵捲門、木門和鋼製門等）、牆或防火玻璃等項目，依照標準升溫曲線進行耐火試驗。加熱爐參考尺寸：爐內為

430W x 450H x 100L(cm)，加熱時間可達 4 小時，實際設備如圖 3-3 所示。加熱爐之鋼構造主要包括爐主體、燃燒器壁、爐側壁、爐頂、試驗框、標準蓋板、空氣供給裝置、排煙道和煙罩皆為鋼構，並分段或分區以鋼構補強。加熱爐爐壁四週為耐高溫 1400 °C 以上之陶瓷纖維耐火材料，爐底使用保溫磚及可鑄性耐火泥，燃燒器和觀視孔四週為可鑄性耐火泥，排煙道內為輕質可鑄性耐火泥。爐內燃燒器為平火焰燃燒器(Flat flame burner)，使用燃料為液化石油瓦斯(LPG)。每一燃燒器配備瓦斯、空氣電磁控制閥、和瓦斯空氣配比調節閥；並配置一組點火裝置，包括：點火變壓器、高壓導線和火星塞。每一燃燒器配置 UV 火焰監視器，火焰熄火時自動切斷瓦斯供應，即時停止燃燒；並配置瓦斯緊急遮斷閥、燃燒器前電磁閥、點火控制器、瓦斯及空氣用壓力指示等各一個。自動控制系統，包括爐內溫度自動控制和爐內壓力自動控制兩部分。前者採 PID 分區自動控制，配備含溫度程式設定器、溫度指示調節器、控制閥伺服馬達、熱電偶及其訊號傳輸補償導線；後者利用排氣風扇設定及檔板開關控制進行 PID 自動控制，主要包含爐內壓發訊器、爐內壓指示調節器、控制閥伺服馬達和微差壓計。



圖 3-3 門牆耐火加熱爐

(本研究拍攝)

CNS(中華民國國家標準)於標準加熱-時間曲線，已與世界接軌 (ISO)，並訂定加熱時間一小時加熱爐溫度為 945°C，加熱時間二小時加熱爐溫度為 1049°C，加熱時間三小時加熱爐溫度為 1110°C。試體之條件應與實物同樣製作完整且試體尺度應與實物相同，但由於一般試體試驗尺度都在 3 m x 3 m (寬 x 高) 以上，故此規範規定得以 3m x 3 m (寬 x 高) 作為試驗面，試體厚度與實物相同。

試體需穩固安裝於試體框架上之後，其試體周邊需以耐燃型材料(如防火棉)等等進行填充並確保加熱過程中無火焰由試體加熱面貫穿至非加熱面。此加熱試驗在一、二或三小時加熱時間中，試體是否具備遮焰性能或阻熱性能，遮焰性能意即(1)在非加熱面之持續火焰不得超過 10 秒。(2)從加熱側通達非加熱面之持續噴出火焰不得超過 10 秒。阻熱性能意即(1)試驗中非加熱面平均溫度不得超過室溫加 140°C。(2)試驗中非加熱面任一位置最高溫度不得超過室溫加 180°C。

第三節 綠建材標章

高性能防音綠建材指能有效防止噪音影響生活品質的建材及建材組件。「防音」通常透過「隔音」、「吸音」及「防振」三種手法達成：隔音建材即針對室內有效阻隔噪音傳遞的建材及建材組件，包括隔音窗、隔音門、隔音簾、隔音板、隔音牆。吸音建材即針對噪音發生源吸收其音能量，包括吸音牆板、吸音天花板、吸音氈、吸音簾、吸音筒及可以通氣但內部設置吸音構造達隔音效果的通風消音箱。

隔音係指隔絕兩相鄰空間內聲音的傳達或室內外間聲音的傳達，藉用隔音建材可不受外來噪音的影響，室內的聲音也不會傳遞出去。吸音係指對室內自己所發出的聲音或所接受的聲音不再因室內界面壁體反射而產生加成作用，除了可降低噪音之外，還可提高室內語音溝通時的清晰度，避免室內發生嗡嗡作響的現象。

除了上述空氣傳音外，在大樓構造中，尚有因樓板構造體受到衝擊(如施工、敲擊、跳躍)而產生構造體振動所發出的聲音，稱為樓板衝擊音。國人受噪音干擾是常見的生活經驗，但是許多的消費者卻不知應如何著手改善。對設計者來說，在選擇防音建材時，具有實驗室檢測證明的聲學建材仍十分缺乏，而高性能防音綠建材標章的評定正是克服此問題的關鍵。

一、評定要項

(一) 隔音性能建材

為了區別各空間之構造及構件，目前隔音性能評定項目主要分為：

1. 外牆、屋頂板、分戶牆、分間牆。
2. 窗、門等建築開口部構件。
3. 樓板表面材。

(二) 吸音性能建材

吸音性能評定項目對象則為建築室內各面，如天花板面、牆面、地板面，其

所用的材料或構造組件，評定項目為吸音材，例如穿孔石膏板、穿孔木板、玻璃棉、岩棉、穿孔鋁板、噴附木纖維、噴附岩棉、噴附玻璃棉、礦纖板、微孔板及空間吸音體如垂吊吸音筒、吸音垂板、吸音簾等。

二、評定基準

目前評定項目以隔音及吸音建材為主，量測及評定方法依據CNS標準。防音性能應檢附由內政部指定之「綠建材性能試驗機構」出具之試驗報告書辦理，若性能試驗項目尚無內政部指定之綠建材性能試驗機構，得檢具符合「綠建材性能試驗機構申請指定作業要點」第2點第1至3款之機關（構）認可或認證之試驗室出具之試驗報告書辦理，若無上述認可或認證之試驗室，得由其他實驗機構出具試驗報告書，並經綠建材分類評定小組同意[39]。評定基準詳如表。

表 3-1 高性能防音綠建材評定基準表

性能	評定項目	評定基準	試驗法	評定法
隔音	外牆、屋頂板、 分戶牆、分間牆	$R_w \geq 52\text{dB}$	CNS15160-3 CNS 15316	CNS 8465-1
	窗、門	$R_w \geq 36\text{dB}$	ISO 140-3 ISO 15186-1	ISO 717-1
	樓板表面材	$\Delta L_w \geq 20\text{dB}$	CNS 15160-8 ISO 140-8	CNS 8465-2 ISO 717-2
吸音	吸音材	$\alpha_w \geq 0.8$	CNS 9056 ISO 354	CNS 15218 ISO 11654

(本研究製作)

1. 隔音性能

(a) 空氣音隔音性能指標

空氣音以空氣為傳遞介質，空氣音隔音性能之評定針對牆壁及屋頂、門扇、

窗戶等，介於環境與建築或建築內部之兩室間的構造組件，以隔斷外部至內部或兩個單元間空氣噪音之傳遞。空氣音隔音性能之量測是以受測試體作間隔，求取聲源室與受音室之聲壓位準並計算其加權隔音指標（ R_w ），其值越大代表該受測試體的隔音性能越佳。

(b) 衝擊音隔音性能指標

振動衝擊音為物體或人體對構造的振動衝擊，經傳遞再於他處將音能放射出來之物理行為。因應住宅日益高層化，樓板衝擊音對公寓上下層間之影響亦成常見的噪音問題，可由室內地板裝修手法進行改善，如隔振地磚、地毯等地板表面材或於RC浮式地板下加設緩衝材，皆能降低輕量衝擊源（高跟鞋或物品掉落敲擊地板等）所傳遞之噪音。

樓板表面材衝擊音隔音性能是運用上、下二空間單元進行量測，以標準衝擊源敲擊樓板，於下室量測受音量，有無樓板表面材之加權衝擊聲壓位準減低量（ ΔL_w ）即代表該加裝之樓板表面材之衝擊音隔音性能， ΔL_w 值愈高表示該材料對樓板之隔音性能愈有幫助。

2. 吸音性能

(a) 吸音係數

鬆軟的建材具有吸收空氣傳音的特性，藉由室內吸音材適當的裝設，可以降低室內噪音、提高室內語音交談的清晰度。因此建築師在從事音環境設計時，必須知道其設計的建材或構造組件的吸音係數；吸音材性能以吸音係數表示。吸音係數為材料吸收音源能量的比率，以音源總放射能量減去反射音能量除以總放射能量的比值，此比值為吸音係數。

(b) 建材吸音係數之量測方法

依CNS 9056迴響室之吸音量測方法運用單一迴響實驗室進行試驗，以固定之音源進行室內空間及裝設吸音材料或吸音構造組件之空間迴響時間量測，並運用迴響時間公式(Sabine's equation)計算材料各頻率之吸音係數。依據CNS 15218之 α_w

基準曲線及相關規定評定，頻率範圍250~4000 Hz，吸音材料因與建築軀體構造間之背後空氣層厚度不同而產生吸音係數不同，因此申請本高性能綠建材時均須註明最小背後空氣層之厚度，吸音性能以加權吸音係數 α_w 表示， α_w 值愈高吸音性能愈佳。

第四節 牆面種類與隔間工法

輕質隔間牆因具有自重輕、施工快速與降低成本的優點。使得目前大量應用於室內隔間；但輕質隔間牆的性能品質，如隔音、防火、防潮、耐震...等，會影響居住品質與安全[3]。施文和等人[4]研究建築物輕質隔間牆隔音的性能，有說明影響隔音性能最大的部分為輕隔間牆內部的填充材。填充材一般使用各種類型的多孔隙材料，此類多孔隙材料具有隔音與減輕重量之功效。

輕質隔間牆之分類：

姚仁祿等人[4]將輕質隔間牆以面板類型、骨架系統等兩大類型進行分類。

1. 以面板類型分類：

- (1) 石膏板類：可分為普通、防火及防水石膏板類。普通石膏板類其成分為含結晶水之石膏所製造而成，若於石膏中添加特殊防火材料則可變成防火石膏板，然而防水石膏板類則是背面加上鋁箔可使其具有防水效果。
- (2) 纖維水泥板類：可分為纖維水泥薄板類、纖維水泥厚板類及玻璃纖維背襯發泡混凝土板類等三類，其中纖維水泥薄板類厚度為3/8英吋及1/2英吋兩類，強度優於石膏板類。實際使用可在板面上釘掛重物；纖維水泥厚板類厚度為1~2英吋厚，其內部填入水泥纖維及發泡樹脂所以板厚較厚，因而可應用於牆內需配管情況之需求；玻璃纖維背襯發泡混凝土板類在材質部分與纖維水泥厚板類相同，差異在於前後加襯玻璃纖維網以增加抗彎強度。

(3) 矽酸鈣板類：以矽酸藻土為基本原料加上水泥、纖維等組合成，經過高溫高壓蒸氣養生，形成一種穩定性極佳之結晶體，烘製而成矽酸鈣板。原料中不含石綿，可有效降低吸水長度變化率。若經過加工後亦可產生多樣變化，如於表面裝飾紙皮或直接於板面上加工染色，用於輕鋼架天花板美化其效果更優於石膏天花板。

2. 以骨架系統分類：

(1) 固定式輕鋼架：此系統較為耐用但需於現場進行骨架組裝後，再裝入內部填充物及面板，故此施工較為費工，如圖 3-4。

(2) 活動式輕鋼架：此系統皆在工廠中完成隔間牆個別組件之製作，僅需於現場安裝組合，具有施工快速的優點，但受限於構件尺寸不可太龐大，否則會因尺寸及重量過大不利運送及施工，如圖 3-4。

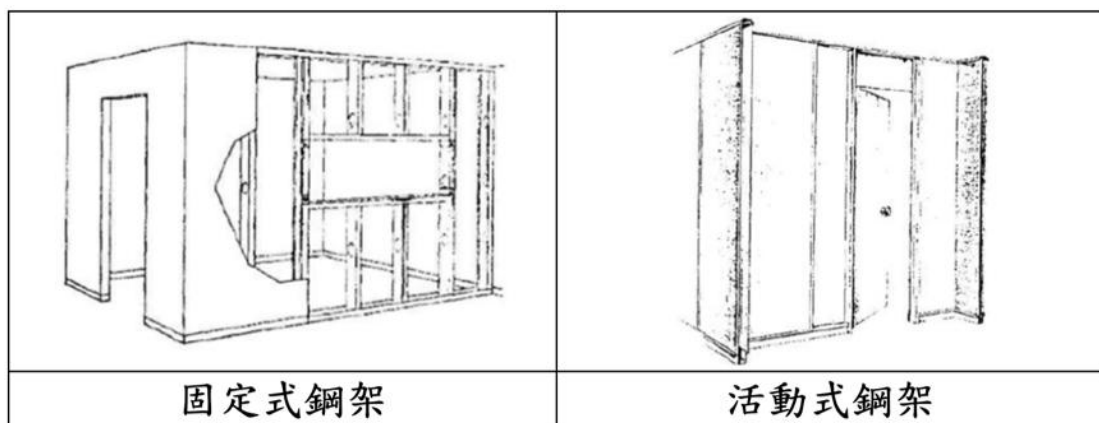


圖 3-4 輕鋼架示意圖

(資料來源：姚仁祿、陶石良、林宜蓉、蔡宗潔、金之柮、黃聖宗、邱維珍、吳以禮、李秉恆、趙夢琳、張明哲，建築物內部隔間牆乾式施工法之推動，內政部建築研究所籌備處，1992 年。)

牆面的施作隔間工法與種類可分為：(1)輕隔間施工：鋼製輕隔間、白磚牆、陶粒牆、木作；詳細說明如表 3-2與表 3-3所示[5]。由於目前建築物的施作工程往快速施工與輕量化發展，因此骨架式(輕鋼架+各式板材)的施作工法會優於傳

統的磚牆系統[4]。骨架式工法依據施工方式分為『乾式與濕式』；較佳的隔音效果為乾式施工(約30-50dB)。構成材料可分為骨架、心材、面板。面板構成材料可分為石膏板、矽酸鈣板、纖維水泥板、爐石礦物板...等。表 3-4與表 3-5為石膏板牆、矽酸鈣板牆、磚牆、灌漿牆的各項比較與說明；表 3-6顯示石膏板牆比其他牆面有較佳的性能表現[6]。

表 3-2 隔間工法與種類

隔間工法	輕隔間施工				
	鋼製輕隔間		白磚牆	陶粒牆	木作
材質	輕鋼架+各式板材	輕鋼架+各式板材+灌漿	輕質白磚	陶粒板材+角鐵+砂漿	木角料+各式板材
重量	約 120 kg/M ²	約 150 kg/M ²	約 65 kg/M ²	約 75 kg/M ²	約 35 kg/M ²
厚度	約 8 cm	約 8 cm	約 10 cm	約 8-10 cm	約 4-8 cm
牆面平整度	佳	佳	佳	佳	佳
壁掛能力	尚可	佳	較差	佳	尚可(需補強)
隔音效果	約 30-50 dB	約 35 dB	約 25 dB	約 50 dB	約 30-50 dB
耐震度	差	尚可	尚可	佳	差
施工方式	乾式	濕式	半濕式	半濕式	乾式

(資料來源：DECOmyplace，輕隔間有哪些？快速認識 6 種室內隔間工法，2016 年，<http://decomyplace.com/newspost.php?id=4047>)

表 3-3 隔間工法構造與材料

系統分類		構造分類	構成材料		中空
骨架式(乾式)	面板系統	骨架面板牆 (乾牆)	骨架	輕鋼架、木架	空心
			心材	玻璃棉、岩棉	
			面板	石膏板、纖維石膏板	
				矽酸鈣板、矽酸鎂板	
				纖維水泥板	
				木絲水泥板、木片水泥板	
				纖維牆板	
				爐石礦物板	
烤漆鍍鋅鋼板					
骨架式(濕式)	噴塗系統	鋼架鋼網牆	骨架	輕鋼架+鋼網板、鋁合金	實心
			心材	各種水泥系輕質灌漿材、EPS板	
			面板	水泥砂漿	
		鋼線網複合牆	骨架	焊接鋼線網	
			心材	EPS板	
			面板	水泥砂漿	
	灌漿系統	骨架面板灌漿牆	骨架	FRP、PVC 或金屬成形板	空心
			面板	水泥砂漿	
			骨架	輕鋼架	實心
			心材	各種水泥系輕質灌漿材	
面板	纖維水泥板、矽酸鈣板				
板片式	均質板系統	ALC板牆		水泥+砂砂+發泡劑+水+鋼筋網	實心
		擠出型中空水泥板牆		水泥+砂砂+無機纖維	空心
		中空混凝土板牆		發泡陶土粒+水泥砂漿	
	合成板系統 (積層板)	合成水泥板牆	心材	輕質砂漿、發泡橡膠、保麗龍	實心
			面板	纖維水泥板	
		合成石膏板牆	心材	石膏+輕質粒子	
面板	石膏板				
塊砌式	輕質磚系統	ALC磚牆		水泥+砂砂+發泡劑+水+石膏	實心
		石膏磚牆		石膏	空心
				石膏+陶土	
	飛灰水泥磚牆		水泥+飛灰+添加劑	實心	
重質磚系統	紅磚、空心磚等				

(資料來源：DECOmyplace，輕隔間有哪些？快速認識 6 種室內隔間

工法，2016 年，<http://decomyplace.com/newspost.php?id=4047>)

表 3-4 各隔間牆的比較(1)

項目	石膏板牆	矽酸鈣板牆
耐震	重量小，可降低建築物靜載重。石膏板屬柔性板材，牆體具有解壓構造，耐震性佳。	耐震效果與石膏板牆類似，但矽酸鈣板較脆，地震時有可能突然破裂而傷及人員。
隔音	基本的隔音值約 STC45~STC48。	基本的隔音值約 STC45~STC48。若要提高隔音值，成本極高。
吊掛	使用專用錨釘即可輕易吊掛輕型物品。若要吊掛重型物品則須於面板背面安裝補強件，此補強件可於牆體建造時安裝或事後拆除面板後安裝。	無專用且方便的輕型吊掛配件，故輕型物品不易吊掛，重型物品吊掛處理方式與石膏板類似。
牆面裂痕	石膏板是極為穩定的板材，板與板的接合處不易龜裂，所以採用石膏板當面板的牆體極為美觀。	矽酸鈣板品質參差不齊，大部份會隨溫溼度變化而伸縮或變形，所以矽酸鈣板牆容易龜裂。
牆面平整度	以平整的板材當面板，所以牆面非常平整。	以平整的板材當面板，所以牆面非常平整。
配管線	是空心牆，容易於牆內配管線。	是空心牆，容易於牆內配管線。
施工難易度	施工簡便、迅速，屬乾式施工，工地汙染少，牆壁完成後 2~3 天即可直接上漆、貼壁紙等。	施工方式與石膏板牆類似，但矽酸鈣板比較難裁切，裁切時易生有害肺臟的粉塵及噪音。
空間變更	容易拆除，拆除的輕鋼架可當廢鐵出售，	與石膏板牆類似，但拆除之矽酸鈣板未必有廠商可回收處理。
環保	石膏板可完全回收再生利用。除可使用天然石膏外，也可使用脫硫石膏等環保副產物。	矽酸鈣板的主原料是水泥，水泥是高耗能的原料，所以矽酸鈣板牆就不如石膏板牆環保。矽酸鈣板不易回收再利用。

(資料來源：環球水泥，各種隔間牆比較，2017 年，
<http://www.ucctw.com/ezfiles/518/1518/img/5045/555649791.pdf>)

表 3-5 各隔間牆的比較(2)

項目	磚牆	灌漿牆
耐震	無法做解壓構造，地震受主結構擠壓容易裂解傾倒，甚至射出磚塊而傷人。921地震後營建專家都建議不要使用磚牆。	雖不易裂解，但牆體較重且四周邊界處的結構強度常不足，當受地震力攻擊時容易整道牆傾倒。
隔音	1/2 B 磚牆的隔音值約 STC48。	面板很薄，加上實際施工時，泥漿無法灌滿牆頂，牆內部易形成蜂窩狀，使得灌漿牆隔音不佳。
吊掛	吊掛輕型物品時須於牆上打入鋼釘或鑽孔並塞入膨脹塞子後鎖入螺釘。如果打入鋼釘，牆壁易龜裂；如果使用膨脹塞子，須使用電動鑽孔機。磚牆要吊掛重型物品時可於牆上鑽孔後打入膨脹螺栓。	輕型物品吊掛不易，重型物品吊掛須於封板前安裝補強件。
牆面裂痕	很容易出現不規則的裂縫，就算重新修補上漆，不久之後裂縫又再出現。	面板採用纖維水泥板，其性質與矽酸鈣板類似，材質不穩定。且灌漿牆沒有石膏板牆等輕隔間牆的解壓構造，地震時更容易龜裂。
牆面平整度	本來就很難施作得很平整，有經驗的老師傅逐漸退休，更是雪上加霜。	雖然也是以平整的面板構成，但灌漿時若施作不當，面板會凸出，造成牆面不平整。
配管線	須打鑿才能埋設管線。	牆體施作中容易配管線，但完工後須打鑿且切斷立柱才能配管線。切斷立柱會嚴重降低牆體結構強度而使牆體容易傾倒。
施工難易度	屬濕式施工，工地潮濕髒亂，牆壁完成後須經約 3 星期養生才可上漆、貼壁紙等。	屬半濕式施工，工地潮濕髒亂，牆壁完成後須經約 3 星期養生才可上漆、貼壁紙等。
空間變更	很難拆除，拆除時會產生極大的噪音與粉塵污染。拆除的廢棄物也很多，造成清除的困難。	因結合水泥板、輕鋼架及混有保麗龍球之水泥砂漿，比磚牆更不易拆除。拆除後的廢棄物成分太複雜，難以分類處理。
環保	磚塊須以高溫燒成，是高耗能的材料。磚牆拆除後的廢棄物很多，不易處理。	使用水泥板、水泥砂漿等高耗能的材料。添加於水泥砂漿中的保麗龍球永遠無法分解。灌漿牆拆除後，釋放出來的保麗龍球容易堵塞排水道；保麗龍球漂浮於水面時易被水中生物吞食。

(資料來源：環球水泥，各種隔間牆比較，2017年，
<http://www.ucctw.com/ezfiles/518/1518/img/5045/555649791.pdf>)

表 3-6 各隔間牆的比較(3)

項目	石膏板牆	矽酸鈣板牆	磚牆	灌漿牆
耐震	極佳	佳	極差	極差
隔音	極佳	佳	佳	極差
吊掛	尚可	尚可	佳	尚可
牆面裂痕	極難出現	極易出現	極易出現	極易出現
牆面平整度	極佳	極佳	差	佳
配管線	極易	極易	極難	難
施工難易度	極易	易	極難	難
空間變更	極易	極易	難	極難
環保	極佳	差	極差	極差

(資料來源：環球水泥，各種隔間牆比較，2017年，
<http://www.ucctw.com/ezfiles/518/1518/img/5045/555649791.pdf>)

關於填充材性質差異影響也有學者研究輕質骨材、水泥砂漿、混凝土之間的配比與相關力學特性[7, 8, 9]。輕質混凝土主要是以輕質骨材替代一般混凝土；由於輕質骨材的多孔性質能夠減低混凝土自重，並由於多孔隙的效應影響，使得有較佳之垂直應力傳遞效果。此現象不同於傳統混凝土[10]，但有些脆性的輕質骨材，會在反覆載重與剪力行為下呈現脆性破壞。蔡仁卓研究[7]不同工法與填充材料，探討輕隔間牆受側向力過程的牆體破壞、消散能量等現象。填充材料分別採用(1)CSP(Cement Sand Polystyrene)保麗龍水泥砂漿填充材與(2)LWC(Light Weight Concrete)人造輕質骨材水泥砂漿填充材。骨架採用冷軋型鋼構材(Cold-Formed Steed Members)。

(1) 保麗龍水泥砂漿填充材 CSP(Cement Sand Polystyrene)

保麗龍是聚苯乙烯(Polystyrene, PS)發泡製成，具有重量輕、隔音與隔熱的特性。CSP工法依據不同的水泥、細砂、保麗龍顆粒和水，依據特定的比例調配能夠產生一個質量輕、吸震與隔音的牆面；但各別原料的性質、顆粒尺寸與調配比例後的整體材料性質變化仍有許多研究的價值。

(2) 人造輕質骨材水泥砂漿填充材 LWC (Light Weight Concrete)

防音輕隔間牆之防火性能驗證研究

輕質骨材具有多孔性的性質，可分天然及人造兩大類；若與混凝土相互調配，能夠減低成本之外，還有輕量化與隔熱的優點，但抗壓強度[11]、彈性模數等會減低。

相關研究結果顯示：隔間牆的填充材料有助於消散能量的提升，保麗龍水泥砂漿可提高 2.83 倍，人造輕質骨材水泥砂漿可提高 1.92 倍。骨架設計的結果顯示，水平鐵板補強的施工方式較為容易，但斜撐鐵板補強的消能效果較佳，可提高約 1.24 至 1.66 倍。此外，斜撐鐵板補強也可提高耐震能力，但需注意角落之擊載重過大造成牆體破壞或造成樑柱接頭之集中應力。

第五節 輕隔間牆的防火時效與隔音工法研究

防火時效工法與產品

現今市面有相當多廠商具有 1 小時防火時效的輕隔間工法，如表 3-7 所示。

建築物室內防火分間牆(防火時效 1 小時)				
公司名稱	主構件材料	副構件材料	牆面厚度	施工流程
大倡國際商務股份有限公司	纖維水泥板、熱浸鍍鋅鋼板、岩棉	火藥擊釘、自攻螺絲、纖維紙帶、USG 石膏批土	106 mm	放樣→固定 J 型上、下槽鐵→固定 J 型左右立柱→將 CH 型立柱套入上下槽鐵→嵌入纖維水泥板→填塞岩棉→封另一面纖維水泥板→接縫處理
國華防火材工業股份有限公司	矽酸鈣板、鍍鋅鋼板、岩棉	火藥擊釘、自攻螺絲、纖維紙帶、USG 石膏批土	83 mm	放樣→上下槽鐵固定→立 C 型立柱→加強橫撐→封第一面牆板→裝設水電管路→填入防火岩棉→封第二面牆板→填縫隙
理信股份有限公司	纖維水泥板、熱浸鍍鋅鋼板、玻纖棉	火藥擊釘、自攻螺絲、HOFMANN 石膏批土	83-174 mm	放樣作業→固定 U 型上下槽鐵→安裝 C 型立柱→封板→安裝玻纖棉→修飾
台灣好夫曼企業有限公司	矽酸鈣板、熱浸鍍鋅鋼板、岩棉	火藥擊釘、自攻螺絲、HOFMANN 石膏批土	83-180 mm	放樣→固定 U 型上下槽鐵→安裝 C 型立柱→封板→安裝玻纖棉→修飾
新型防火建材有限公司	纖維水泥板、熱浸鍍鋅鋼板、岩棉	火藥擊釘、自攻螺絲、纖維紙帶、USG 石膏批土	74-165 mm	放樣→固定 J 型上、下槽鐵→固定 J 型左右立柱→將 CH 型立柱套入上下槽鐵→嵌入纖維水泥板→填塞岩棉→封另一面纖維水泥板→接縫處理

表 3-7 具 1 小時防火輕隔間工法

(本研究製作)

此類輕隔間牆的構成材料可分為主構件材料與副構件材料。面板材料大部分以耐燃材料或具有防火時效的材料為主，如石膏板、矽酸鈣板、纖維水泥板、爐

石礦物板...等[12]。然而具有防火時效性的輕隔間牆，會隨著相關材料的性質改變、連接工法或原廠品質差異，使得防火性能會改變。例如(1)矽酸鈣板的強度會隨著時間的增加而降低，(2)骨架、螺絲與矽酸鈣板的連接方式也會影響其強度，(3)材料的品質穩定性也會影響到防火時效性[13-18]。王一諾[12]研究乾式分間牆(矽酸鈣板、岩棉、C型立柱...等構成)的防火時效，以及探討接線盒是否影響分間牆的防火時效性，試體規格與樣品參數如圖 3-5 與圖 3-6 所示。研究結果顯示接線盒會影響乾式分間牆的防火時效性。

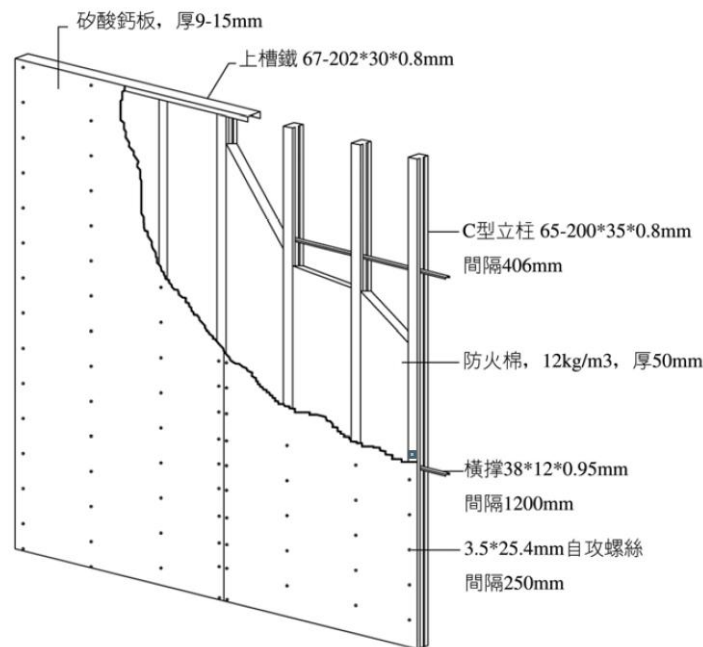


圖 3-5 乾式輕隔間牆體規格

(資料來源：王一諾，市售乾式分間牆對於防火性能影響之實驗研究，國立台灣科技大學建築研究所碩士學位論文，2014年。)

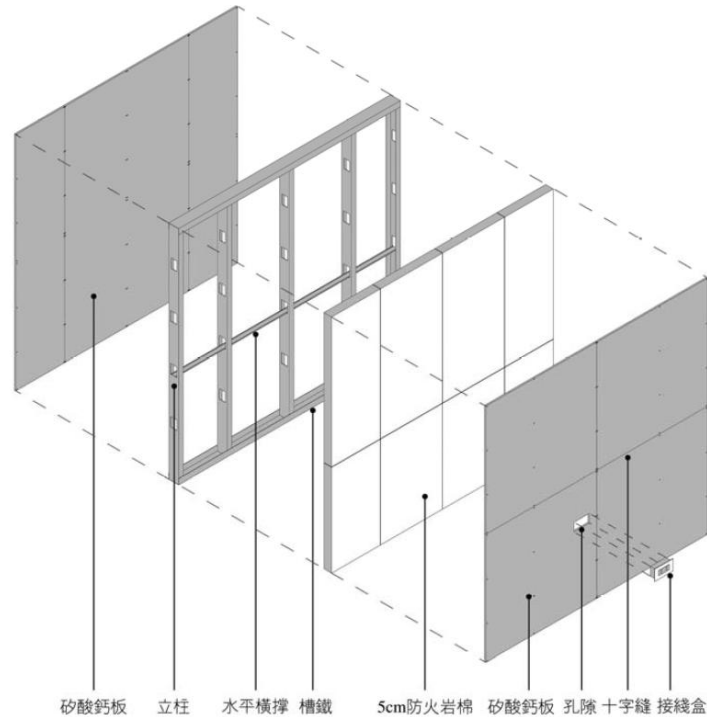


圖 3-6 乾式防火牆爆炸圖

(資料來源：王一諾，市售乾式分間牆對於防火性能影響之實驗研究，國立台灣科技大學建築研究所碩士學位論文，2014 年。)

目前輕隔間牆於構成材料、施工工法與產品相當多元，但具有防火時效性的工法，未必同時符合建築技術規則的隔音規定。如四十六條之三，輕型鋼骨架或木構骨架為底，兩面各覆以石膏板、水泥板、纖維水泥板、纖維強化水泥板、木質系水泥板、氧化鎂板或硬質纖維板，其板材總面密度在四十四公斤/平方公尺以上，板材間以密度在六十公斤/立方公尺以上，厚度在七點五公分以上之玻璃棉、岩棉或陶瓷棉填充，且牆總厚度在十公分以上，或是其他經中央主管建築機關認可具有空氣音隔音指標 R_w 在四十五分貝以上之隔音性能。因此，如何改善輕隔間牆具有防火與隔音性能的工法和材料選擇，則是有近一步研究的價值。

隔音工法研究

國內早期建築物的隔間牆系統主要是 RC 或磚牆，但近年技術的發展、營建成本變動、工期縮短、法規增列...等因素，使得輕隔間牆的工法與施作技術獲得

發展[19]。先前建研所的研究報告指出，隔間牆系統經由國外工法引進或國內廠商自行開發建材與工法，大多未有完整的資料與施工規範[20]，以及國外原有的規範與國內不相同的情況[21]。經由許多學者、廠商與研究單位的努力，如隔間牆的輕量化、隔音性能、填充材、骨架組合等。目前隔間牆已具有多樣化的設計與施作工法，以及承載能力與建築物破壞的因素分析...等[20, 22-24]。此外，住宅環境噪音情況，有時會讓居住者忽略相關的危害，如過度噪音會影響睡眠品質、聽力受損、疾病的發生等；因此建築物的噪音源與隔音標準的研究則相當重要。隔音材料的研究分為單層隔音材與雙層隔音材的隔音特性。

1. 單層隔音材隔音特性：

單層隔音根據材料依勁度、重量、阻尼大小而不同如圖 3-7 [25]所示，單層板之穿透損失頻譜一般可分為四區分別說明如下：

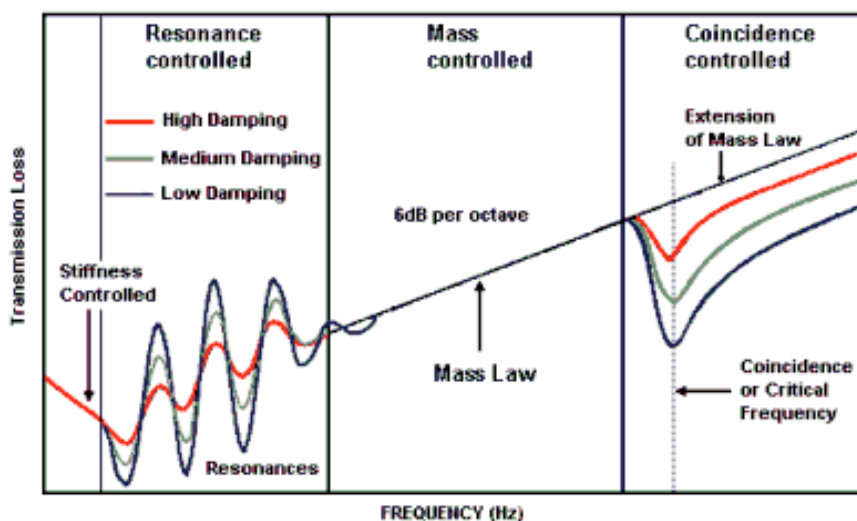


圖 3-7 乾式防火牆爆炸圖

(資料來源：Norton, M. P., Fundamentals of noise and vibration analysis for engineers, Cambridge University Press, New York, 2003.)

- (1) 勁度控制區(Stiffness Controlled)：因板材長度有限且於四周束縛的條件，在低於第一個板的自然頻率區域，由勁度來控制 TL 值大小，隨著頻率的升高

TL 值相對下降。

- (2) 共振控制區(Resonance Controlled)：此分兩種情況，其一為隔音材料由結構振動所導致，經由提高阻尼係數可讓 TL 值提升，若由聲音所導致，提高阻尼對 TL 值的影響極小。
- (3) 質量控制區(Mass Controlled)：低於吻合頻率，並高於前幾階的結構共振範圍內，此區域 TL 值大小，由其隔音材料的質量所控制，符合質量率半經驗公式，其半經驗公式之 TL 值表示[26]：

$$TL=20 \log (W \times F) - 48dB$$

W: 牆面重量 (kg/m^2)

f: 頻率 (Hz)

- (4) 吻合效應控制區(Coincidence Controlled)：此區高於其他階的結構共振頻率範圍，在此時 TL 值會突然降低，而降低量是由隔音材的阻尼大小來控制，當空氣的聲速與板材所受到之不同頻率聲音所產生的波速相同時，聲音容易在此時引起板材振動造成聲音穿透板材，而其特定頻率稱之為吻合頻率。

2. 雙層隔音材(Double leaf Partition)隔音特性：

為了得到更好的穿透損失隔音效果，一般會使用雙層隔音材來組成隔音牆，或是以二或多片的單種隔音材來組合，使中間成為空氣或惰性氣體的夾層。雙層隔板之共振頻率為：

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \left[\left(\frac{\rho_0 c^2}{d} \right) + \left(\frac{\rho_{s1} + \rho_{s2}}{\rho_{s1} \rho_{s2}} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

d：空氣層厚度

ρ_{s1}, ρ_{s2} ：各板材之單位面積重量

c：聲速

- (1) 在低於雙層隔板共振頻率的 TL 與同重量單層板($\rho_{s1} + \rho_{s2}$)相同。
- (2) 阻尼控制雙層隔板共振頻率的 TL 的降低量。

- (3) 當頻率高於雙層隔板共振頻率後，TL 會急遽增加直到第一個空氣夾層之共振頻率。
- (4) 在空氣夾層共振頻率的 TL 值，會降低之同重量單層板的 TL 值，此時可添加吸音材至空氣層中以提昇 TL 值。
- (5) 空氣夾層之共振區域，雙層隔音 a 材之 TL 趨勢會增加至吻合頻率為止。
- (6) 雙層隔音材中間之連接，應採用柔性連接方式，採用固接方式容易造成 TL 值下降。

莊達明[23]研究輕量隔間牆的隔音性能，主要針對乾式輕量隔間牆分析市面常用材料以及進行隔音性能的測定，另有比較實測值與質量法則的差異，以及建立乾式輕量隔間牆之基本隔音性能資料。曹源暉[22]研究受音室空間對樓板衝擊音的影響，主要以集合住宅樓板衝擊音為研究對象，並且還有針對國內隔間系統的使用規範，性能要求、材料組合構法及施工細部等，提供給業者、設計者與使用者，藉此增加隔間牆系統的瞭解度以及推廣應用。羅武銘[27]的研究成果指出，輕量樓板衝擊音源的頻譜與高跟鞋走動及掉落的特性相近，赤足跳躍、籃球掉落與重量衝擊源頻譜的特性相近。以及鋼筋混凝土樓板結合硬度較高的表面材，其樓板衝擊音受硬質物體碰撞等影響較大。

黃彥學[28]的研究成果指出，輕量衝擊源的樓板衝擊音主要與樓板表面材的等價彈性係數有關，並另有提出樓板衝擊音預測及改善的流程圖。蘇嘉瑩[29]研究地下室天花板空氣層與樓板衝擊音聲壓級衰減值的關係，結果指出地下室天花板空氣層為 60 公分時，空氣層對於樓板衝擊音的降低有最佳化的表現。森元敬一郎[30]於新建集合住宅實測探討上下室型不同之隔音性能的研究，得知室容積越大的音源室，下室的輕量樓板衝擊音相對會降低。陳柏蓉[31]以 ISO140-7 量測法進行輕型鋼隔間牆實驗。實驗結果顯示無隔間牆的實驗室 (7x3x3.2m) 以 ISO 140-7 評估所得到的 AP 值為 75.3dB，較加設隔間牆後雙室空間小室(2.5x3x3.2m)的 AP

值為 68.1dB，兩者相差 7.2dB。無隔間牆之實驗室(7x3x3.2m)評估的 AP 值，較加設隔間牆後雙室空間大室(4x3x3.2m)的 AP 值為 70.8dB，與無隔間牆的實驗室結果相比，兩者相差 4.5dB。

洪塗城[32]研究泡沫聚乙烯的厚度影響性，結果顯示相同材料與密度的條件，越厚的試體，吻合效應發生的頻率值會越低，而該頻率下因發生吻合效應會導致穿透損失劇減，穿透損失值反而會低於較薄厚度的試體。

康裕明[33]研究不同溫度膨化後的珍珠岩材料與水泥相互混合，探討應用在隔間牆的填充材之可行性，並利用阻抗管試驗儀進行隔音試驗。隔音試驗結果也與保麗龍球、岩棉的隔音效能進行比較。隔音效能顯示岩棉的隔音效能不是很穩定，無法經由隔音試驗完整地呈現出隔音效能特性；保麗龍球的隔音效能比岩棉相對穩定。本研究以三種珍珠岩相比較的結果顯示，用於建築用途之膨化珍珠岩的隔音效能低於，隔熱磚用途之膨化珍珠岩及用於保溫管用途之珍珠岩。

用於隔熱磚用途之膨化珍珠岩以及用於保溫管用途之珍珠岩的隔音效能較為良好；然而相較之下，用於建築用途之膨化珍珠岩所呈現的隔音效能較為不佳。可能是用於建築用途之膨化珍珠岩雖然與用於隔熱磚用途之膨化珍珠岩均有經過膨化過程，但內部結構與用於隔熱磚用途之膨化珍珠岩內部結構相比僅形成些微的孔隙結構，因此用於建築用途之膨化珍珠岩的隔音效能較為不佳。整體而言，珍珠岩用來作為輕質隔間牆的填充材是有其可行性。表 3-8 與表 3-9 為膨化珍珠岩的特性與用途[34]。

表 3-8 膨化珍珠岩的特性[34]

膨化珍珠岩特性	內容
質量輕 Light-Weight	單位容積質量(0.045~0.2kg/l)，約為沙之 1/5~1/20
耐藥品性 Chemical Resistivity	化學惰性物質，無機玻璃質成份，除氫氟酸外抗化學藥品性佳
非石棉物質 Asbestos-Free	本身不含石綿質，可添加入各成品中，對人體無害
斷熱性大 Excellent in Thermal Insulation	熱傳導率低(λ)=0.036~0.053kcal/mh°C
耐火性佳 Excellent in Fire Resistivity	1200°C以上才熔融
化學中性 Chemical Neutral	pH=7

(資料來源：林基裕，隔熱材珍珠岩表面特性及其應用潛能之研究，國立中央大學環境工程研究所碩士論文，2007年。)

表 3-9 膨化珍珠岩材質用途[34]

膨化珍珠岩用途	內容
優質之隔熱材料	膨化珍珠岩粉末可直接成為內外裝建材(不燃性、防火性、及直接灌入之便利性)。
塗料用填充	加入塗料中增添建築物立體感及吸音、防火效果。
耐火材料	不定型可塑耐火材料性、工業爐壁、煙囪道、耐火金庫。
洗劑用	吸水、吸油、質輕且具摩擦性和清潔劑混合後為工業上黑手界清潔用品。
鑄造用	優質除渣能力可用於鋼鐵溶液取鍋中保溫、除渣取代稻草灰。
吸油用	具毛細作用能吸收本身重量5~10倍之油量。
土壤改良劑	改良土壤之通氣性及透水性，使植物根部能吸收足夠之養分。

(資料來源：林基裕，隔熱材珍珠岩表面特性及其應用潛能之研究，國立中央大學環境工程研究所碩士論文，2007年。)

關於珍珠岩應用於隔音的其他研究如，Topcu and Isikdag[35]探討膨脹珍珠岩骨料對輕質混凝土的性能影響；若以 30%的膨化珍珠岩替代混凝土中的骨材，抗壓強度約 20 ~ 30 MPa 之間。此抗壓強度雖然有減弱，但應用於輕質骨材混凝土仍是不錯的選擇 Zukowski and Haese[36]以珍珠岩作為空心磚的研究，發現珍珠岩雖然具有高耐熱性的優點，但在現場的隔熱磚施工過程容易出現損壞現象。此現象會增加施工時水泥沙漿漿體的滲入，進而造成降低隔熱性能。

第六節 各構件對輕隔間牆之防火性能的影響

王一諾[40]的研究指出板材的品質對於防火時效有很大的影響，曝火面的板材一旦脫落，牆體內的岩棉中所使用的膠會被引燃，燃燒後的岩棉或收縮，使得原本填滿的牆體中出現縫隙，火焰穿透縫隙，直接對非曝火面的板材進行加熱。有時候製造商為了降低成本，會將矽酸鈣板中的部分水泥替換為炭灰，這會使牆體的耐熱程度降低。而當有嵌入式插座在牆體時，因接線盒外部面板為可燃材料，一旦接線盒面板被融化，熱氣和火焰將輕易的穿透牆體，對非曝火面的溫度造成嚴重的影響，且破口會因火勢的加劇而變大，所融化的材料也會加強火勢的延燒。

Manzello[41]的研究比較了 Type X 與 Type C 石膏板之間的不同特性，Type X 的石膏板脫水過程會縮合，而板材上有螺絲釘的地方，因為機械應力較大相對容易在加熱過程產生裂縫。當石膏板因裂縫過大脫落的瞬間，阻煙和遮焰的性能就立即失效了。在加熱溫度低於 400 度時，兩種石膏板的縮合程度沒有太大差異，但過了 400 度後的差異越發明顯。其中 Type X 石膏板內部有玻璃纖維網，目的是為了維持脫水後的石膏板的完整，而 Type C 石膏板內部多添加了蛭石這種礦物，在石膏板脫水的過程中蛭石受熱膨脹，有效減緩石膏板收縮的程度。

Ariyanayagam[42]的研究指出，在非承重分間牆系統中，隔熱填充材(玻纖棉、岩棉等等)的使用有效提高防火時效，而在非承重分間牆系統中，隔熱填充材的

使用反而會加速立柱側潰現象的發生，進而簡短了系統牆的防火時效。

第四章 乾式輕隔間牆的性能分析

第一節 防火輕隔間牆的設計與施工

本小節主要分析具有防火時效的輕隔間牆設計、構件、牆面厚度與防火時效，詳細如表 4-1 至表 4-15 [37]。輕隔間牆的表面材料可分為：矽酸鈣板、石膏板、纖維水泥板...等，若是磚材則以石膏磚為主，相關材料與建築技術規則建築設計施工編第四十六條的內容相似。輕隔間牆的內填充材可分為乾濕兩式，乾式的填充材多為岩棉或玻纖棉，濕式的填充材則為輕質混凝土。骨架設計會依據不同的廠商而有所差異，但約略可分為立柱(C, CH, H, J 型...等)、上下槽鐵(J, U 型...等)、水平平衡撐(CH, U 型...等)，材料的使用大多為鍍鋅鋼板。相關施工流程如下所述：

1. 依據施工圖面在現場進行放樣。
2. 以火藥擊釘固定上下槽鐵。
3. 將立柱套入上下槽鐵中，最旁兩側立柱以火藥擊釘固定於接合之柱或牆。
4. 若系統具加強橫撐則安裝，若無則略過此步驟。
5. 封一側版，並以自攻螺絲將板材固定於立柱上。
6. 將內部填充材塞入立柱間，至牆體內部空隙全部填齊。
7. 封另一側板，並以自攻螺絲將板材固定於立柱上。
8. 於接縫處(包含牆體四周接縫)進行批土。

輕隔間牆的防火時效提升，可藉由增加表面材料、內部填充材的厚度，或是以不同板材的層數、改變內部空隙等方式來達成。增加牆面厚度來提升防火時效的方式，由表 4-1 至表 4-15 的結果[37]，並沒有顯示一個完整的規律性。此外，若要達到 3 小時的防火時效，則以濕式工法較容易達到。

表 4-1 具 1 小時防火時效的輕隔間牆設計(1)

公司名稱(核准文號)	水平剖面圖	構件	牆面厚度	防火時效
大僑國際商務股份有限公司 (內投營建管字第 1040813634 號)		(1) 纖維水泥板, 板厚 9-15mm (2) C 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 65-200X35X0.8mm, 間距 406mm (3) U 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 67-202X30X0.8mm (4) 水平橫撐: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 38X12X0.95mm, 間距 1200mm (5) 岩棉: 密度 60kg/m ³ , 厚度 50mm	83-230mm	1 小時
大僑國際商務股份有限公司 (內投營建管字第 1060805697 號)		(1) 纖維水泥板, 板厚 12mm (2) J 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 94X53X25X0.8mm (3) CH 型立柱: 尺寸 92X35X0.8mm@610mm (4) CH 橫撐: 尺寸 92X35X0.8mm (5) 岩棉: 密度 60kg/m ³ , 厚度 50mm	106mm	1 小時
環球水泥股份有限公司 (內投營建管字第 1050810345 號)		(1) 石膏板(GB-F 或 GB-S), 板厚 15mm-19mm (2) C 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 65-200X35X0.6-1.6mm, 間距 203-610mm (3) U 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 67-202X40X0.6-1.6mm (4) U 型橫撐: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 19X10X1.0mm, 間距 1200mm (5) 玻璃棉: 可不填充或填充最大密度至 120kg/m ³ , 厚度 50mm	95-238mm	1 小時
環球水泥股份有限公司 (內投營建管字第 1060808661 號)		(1) 石膏板(GB-F 或 GB-S), 板厚 15mm-21mm (2) C 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 65-200X35X1.0mm, 間距 406mm (3) U 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 67-202X40X1.0mm (4) 橫撐: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 19X10X1.0mm, 間距 1200mm (5) 彈性橫撐: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 35X58X12.5X0.6mm, 間距 610mm (6) 玻璃棉: 密度 24kg/m ³ , 厚度 50mm	107.5-254.5mm	1 小時
環球水泥股份有限公司 (內投營建管字第 1050815406 號)		(1) 管道側石膏板(GB-F), 板厚 25.4mm (2) 非管道側石膏板(GB-F 或 GB-S), 板厚 15-19mm (3) J 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 67-202X25X57X0.8-1.6mm (4) CH 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 65-200X35X0.8-1.6mm, 間距 610mm (5) J 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 67-202X25X57X0.8-1.6mm (6) 玻璃棉: 密度 12-24kg/m ³ , 厚度 50mm	80-219mm	1 小時

(本研究製作)

表 4-2 具 1 小時防火時效的輕隔間牆設計(2)

環球水泥股份有限公司 (內投營建管字第 1060812940 號)		(1) 管道側石膏板(GB-F), 板厚 25.4mm (2) 非管道側石膏板(GB-F 或 GB-S), 板厚 15-21mm (3) J 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 67-202X25X57X1.0mm (4) CH 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 65-200X35X1.0mm, 間距 610mm (5) J 型槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 67-202X25X57X1.0mm (6) 非管道側彈性橫撐: 35X58X12.5X0.6mm, 間距 610mm (7) 玻璃棉: 密度 24kg/m ³ , 厚度 50mm	92.5-233.5mm	1 小時
國華防火工業股份有限公司 (內投營建管字第 1060812481 號)		(1) 矽酸鈣板, 板厚 9mm (2) C 型立柱: 鍍鋅鋼板, 尺寸 65X35X0.8mm (3) U 型上下槽鐵: 鍍鋅鋼板, 尺寸 67X30X0.8mm (4) 水平橫撐: 鍍鋅鋼板, 尺寸 38X12X0.95mm (5) 岩棉: 密度 60kg/m ³ , 厚度 50mm	83mm	1 小時
基點實業有限公司 (內投營建管字第 1060808958 號)		(1) 輕質混凝土板, 板厚 12.7mm (2) C 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 92X35X0.8mm, 間距 406mm (3) U 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 94X30X0.8mm (4) 加強橫撐: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 38X12X0.95mm, 間距 1200mm (5) 岩棉: 密度 60kg/m ³ , 厚度 50mm	117.4mm	1 小時
凱莖實業股份有限公司 (內投營建管字第 1060808972 號)		(1) 金屬複合板: 0.476mm 熱浸鍍鋅鋼板+12mm 石膏板 (2) C 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 50X35X1.0mm, 間距 445mm (3) U 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 50X30X1.0mm (4) 加強橫撐: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 25X10X1.0mm, 間距 600mm (5) 岩棉: 密度 60kg/m ³ , 厚度 50mm (6) 踢腳板: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 72X65X1.0mm (7) 飾條: 烤漆鋼板, 尺寸 12X10X0.476mm (8) 收邊條: 烤漆鋼板, 尺寸 25X14X0.476mm	76mm	1 小時
凱莖實業股份有限公司 (內投營建管字第 1050802165 號)		(1) 金屬複合板: 0.476mm 熱浸鍍鋅鋼板+12mm 石膏板(GB-R) (2) C 型立柱: 鍍鋅鋼板, 尺寸 92X35X1.2mm, 間距 445mm (3) U 型上下槽鐵: 鍍鋅鋼板, 尺寸 92X30X1.2mm (4) 橫撐: 鍍鋅鋼板, 尺寸 38X12X1.2mm, 間距 1200mm (5) 岩棉: 密度 60kg/m ³ , 厚度 100mm(50mmX2) (6) 踢腳板: 鍍鋅鋼板, 尺寸 114X65X1.2mm (7) 飾條: 烤漆鋼板, 尺寸 12X10X0.476mm (8) 收邊條: 烤漆鋼板, 尺寸 120X50X1.2mm	118mm	1 小時

(本研究製作)

表 4-3 具 1 小時防火時效的輕隔間牆設計(3)

中音科技國際有限公司 (內投營建管字第 1040812582 號)		(1) 石膏板(GB-S), 板厚 15mm (2) C 型立柱: 鍍鋅鋼板, 尺寸 65-200×35×0.8mm, 間距 406mm (3) U 型上下槽鐵: 鍍鋅鋼板, 尺寸 67-202×30×0.8mm (4) 加強橫撐: 鍍鋅鋼板, 尺寸 38×12×0.95mm, 間距 1200mm (5) 玻璃棉: 密度 10kg/m ³ , 厚度 50mm	95-230mm	1 小時
理信股份有限公司 (內投營建管字第 1060812747 號)		(1) 纖維水泥板, 板厚 9-12mm (2) C 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 65-150×35×0.8mm, 間距 406mm (3) U 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 67-152×30×0.8mm (4) 水平橫撐: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 38×10×1.0mm, 間距 1200mm (5) 玻璃棉: 密度 16kg/m ³ , 厚度 50mm	83-174mm	1 小時
長益友室內裝修股份有限公司 (內投營建管字第 1050805118 號)		(1) 矽酸鈣板, 板厚 10mm (2) C 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 92×35×0.95mm, 間距 406mm (3) U 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 94×30×0.95mm (4) 加強橫撐: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 38×12×0.8mm, 間距 1200mm (5) 岩棉: 密度 60kg/m ³ , 厚度 50mm	112mm	1 小時
天下工程股份有限公司 (內投營建管字第 1060810289 號)		(1) 石膏板(GB-F), 板厚 12.7-15.9mm (2) C 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 65-150×35×0.8mm, 間距 406mm (3) U 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 67-152×30×0.8mm (4) 橫撐: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 38×12×0.95mm, 間距 1200mm (5) 玻璃棉: 密度 24kg/m ³ , 厚度 50mm	90.4-181.8mm	1 小時
三樂興業有限公司 (內投營建管字第 1050809667 號)		(1) 石膏板一(GB-F), 板厚 13mm (2) 石膏板二(GB-F), 板厚 25.4mm (3) J 型上下槽鐵: 尺寸 94×57×25.4×0.8mm (4) CH 型立柱: 尺寸 92×35×25.4×0.8mm, 間距 610mm (5) 玻璃棉: 密度 20kg/m ³ , 厚度 50mm	105mm	1 小時
台灣好夫曼企業有限公司 (內投營建管字第 1060812748 號)		(1) 矽酸鈣板, 板厚 9-12mm (2) C 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 65-150×35×0.8mm, 間距 406mm (3) U 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 67-152×30×0.8mm (4) 水平橫撐: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 38×10×1.0mm, 間距 1200mm (5) 岩棉: 密度 60kg/m ³ , 厚度 50mm	83-180mm	1 小時
大昌展業有限公司 (內投營建管字第 1050815405 號)		(1) 水泥中夾板, 板厚 50mm、100mm (2) L 型角鐵: 鍍鋅鋼材, 尺寸 65×65×6.0mm, 間距 600mm (3) Z 型夾具: 由 114×50×6.0mm 及 60×30×6.0mm 扁鐵組成	50-100mm	1 小時

(本研究製作)

表 4-4 具 1 小時防火時效的輕隔間牆設計(4)

台灣好夫曼企業有限公司 (內投營建管字第 1050805940 號)		(1) 矽酸鈣板, 板厚 9-12mm (2) C 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 65-150×35×0.8mm, 間距 406mm (3) U 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 67-152×30×0.8mm (4) 水平橫撐: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 38×10×1.0mm, 間距 1200mm (5) 玻璃棉: 密度 16kg/m ³ , 厚度 50mm	83-174mm	1 小時
台灣開發資材股份有限公司 (內投營建管字第 1050801357 號)		(1) 安新輕質節能磚, 厚度 65-92mm (2) U 型上下槽鐵: 鍍鋅鋼材, 尺寸 67-94×30×0.8mm (3) H 型立柱: 鍍鋅鋼材, 尺寸 65-92×35×0.8mm, 間距 400mm	68-100mm	1 小時
中音科技國際有限公司 (內投營建管字第 1040817371 號)		(1) 石膏板(GB-R), 板厚 15mm (2) 纖維強化石膏板(GB-F), 板厚 25.4mm (3) CH 型立柱: 鍍鋅鋼板, 尺寸 75-150×35×25.4×0.8mm, 間距 610mm (4) J 型上下槽鐵: 鍍鋅鋼板, 尺寸 77-152×57×25.4×0.8mm (5) 玻璃棉: 密度 10-120kg/m ³ , 厚度 50mm	90-165mm	1 小時
景康實業有限公司 (內投營建管字第 1060807811 號)		(1) 鍍鋅鍍漆鋼滾板, 單片板厚 0.42mm (2) C 型鋼: 熱浸鍍鋅鋼材, 尺寸 150×65×20×2.3mm, 間距 1000mm (3) L 型角鐵: 尺寸 90×70×110×4.0mm (4) 玻璃棉: 密度 30kg/m ³ , 厚度 50mm×2	200mm	1 小時
新型防火建材有限公司 (內投營建管字第 1040817708 號)		(1) 室外側矽酸鈣板, 板厚 9-15mm (2) 室內側矽酸鈣板, 板厚 12mm (3) CH 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 65-150×35×0.8mm, 間距 610mm (4) J 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 67-152×57×25.4×0.8mm (5) 岩棉: 密度 60kg/m ³ , 厚度 50mm	74-165mm	1 小時
新型防火建材有限公司 (內投營建管字第 1050812832 號)		(1) 強化纖維板, 板厚 9-15mm (2) C 型立柱: 尺寸 65-200×35×0.8mm, 間距 406mm (3) U 型上下槽鐵: 尺寸 67-202×30×0.8mm (4) 水平橫撐: 尺寸 38×12×0.95mm, 間距 1200mm (5) 岩棉: 密度 60kg/m ³ , 厚度 50mm	83-230mm	1 小時
新型防火建材有限公司 (內投營建管字第 1060800904 號)		(1) 纖維水泥板, 板厚 9-12mm (2) C 型立柱: 尺寸 65-200×35×0.95mm, 間距 406mm (3) U 型上下槽鐵: 尺寸 67-202×30×0.95mm (4) 水平橫撐: 尺寸 38×12×0.95mm, 間距 1200mm (5) 岩棉: 密度 60kg/m ³ , 厚度 50mm	83-224mm	1 小時

(本研究製作)

表 4-5 具 1 小時防火時效的輕隔間牆設計(5)

新型防火建材有限公司 (內投營建管字第 1060801982 號)		(1) 管邊側纖維水泥板, 板厚 12mm (2) 室內側纖維水泥板, 板厚 9-15mm (3) CH 型立柱: 尺寸 75-150×35×13×0.95mm, 間距 610mm (4) J 型上下槽鐵: 尺寸 77-152×57×2.5×0.95mm (5) 岩棉: 密度 60kg/m ³ , 厚度 50mm	84-165mm	1 小時
新型防火建材有限公司 (內投營建管字第 1060813498 號)		(1) 纖維水泥板一, 板厚 9-15mm (2) 纖維水泥板二, 板厚 12mm (3) CH 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 65-150×35×0.8mm, 間距 610mm (4) J 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 67-152×57×2.5×0.8mm (5) 岩棉: 密度 60kg/m ³ , 厚度 50mm	74-165mm	1 小時
綠耀行銷有限公司 (內投營建管字第 1040818789 號)		(1) 纖維水泥板, 板厚 9-16mm (2) 石膏板(GB-F), 板厚 25.4mm (3) CH 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 75-150×35×2.5.4×0.8mm, 間距 610mm (4) J 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 77-152×57×2.5.4×0.8mm (5) 玻璃棉: 密度 10kg/m ³ , 厚度 50mm	84-166mm	1 小時
耐超鋼品股份有限公司 (內投營建管字第 1050812027 號)		(1) 烤漆鍍鋅鋼滾板, 板厚 0.4mm (2) C 型鋼: 熱浸鍍鋅鋼材, 尺寸 150×65×20×2.3mm, 間距 1000mm (3) 玻璃棉: 密度 40kg/m ³ , 厚度 50mm×2 (4) L 型角鐵: 尺寸 90×70×110×4.0mm	192mm	1 小時
耐超鋼品股份有限公司 (內投營建管字第 1060808664 號)		(1) 鍍鋅烤漆漆鋼滾板, 板厚 0.42mm (2) 矽酸鈣板, 板厚 9mm (3) C 型鋼: 鍍鋅鋼材, 尺寸 150×65×20×2.3mm, 間距 1000mm (4) L 型角鐵: 尺寸 90×70×110×4.0mm (5) C 型立柱: 尺寸 41×35×0.8mm, 間距 406mm (6) U 型上下槽鐵: 尺寸 43×30×0.8mm (7) 水平橫撐: 尺寸 38×12×0.95mm, 間距 1200mm (8) 玻璃棉: 密度 40kg/m ³ , 厚度 50mm×2	225mm	1 小時
安達耐防火建材企業 有限公司 (內投營建管字第 1050808961 號)		(1) 矽酸鈣板, 板厚 7.5-12mm (2) C 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 65×35×0.8mm, 間距 406mm (3) U 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 67×30×0.8mm (4) 水平橫撐: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 38×12×0.95mm, 間距 1200mm (5) 玻璃棉: 密度 16kg/m ³ , 厚度 50mm	80-89mm	1 小時

(本研究製作)

表 4-6 具 1 小時防火時效的輕隔間牆設計(6)

龍隆無塵室科技股份 有限公司 (內投營建管字第 1050815150 號)		(1) 烤漆鋼板, 板厚 0.476mm (2) C 型鋼: 尺寸 48.5×30×10×1.0mm (3) 嵌合材: 鍍鋅鋼板, 尺寸 52×24×1.0mm (4) 角鐵: 30×30×3.0mm (5) 岩棉: 密度 100kg/m ³ , 厚度 25mm×2	50mm	1 小時
聯實實業有限公司 (內投營建管字第 1040819235 號)		(1) 石膏板(GB-F), 板厚 15-25mm (2) C 型立柱: 鍍鋅鋼材, 尺寸 65-200×35×0.8-1.5mm, 間距 610mm (3) U 型上下槽鐵: 鍍鋅鋼材, 尺寸 67-202×30×0.8-1.5mm (4) 橫撐: 鍍鋅鋼材, 尺寸 38×12×0.95mm, 間距 1200mm	95-250mm	1 小時
美納企業有限公司 (內投營建管字第 1060802802 號)		(1) 纖維水泥板, 板厚 9-12mm (2) C 型立柱: 尺寸 75-150×35×0.8mm, 間距 406mm (3) U 型上下槽鐵: 尺寸 77-152×30×0.8mm (4) 水平橫撐: 尺寸 38×10×1.0mm, 間距 1200mm (5) 玻璃棉: 密度 16kg/m ³ , 厚度 50mm	93-174mm	1 小時
美納企業有限公司 (內投營建管字第 1060806671 號)		(1) 管邊側纖維水泥板, 板厚 12mm (2) 室內側纖維水泥板, 板厚 9mm (3) CH 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 92×35×13×0.8mm, 間距 400mm (4) J 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 94×57×2.5×0.8mm (5) 玻璃棉: 密度 16kg/m ³ , 厚度 50mm	101mm	1 小時
惠普股份有限公司 (內投營建管字第 1040812460 號)		(1) 矽酸鈣板一, 板厚 12mm (2) 矽酸鈣板二, 板厚 9-15mm (3) CH 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 75-150×35×13×0.8mm, 間距 610mm (4) J 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 77-152×57×2.5.4×0.8mm (5) 岩棉: 密度 60kg/m ³ , 厚度 50mm	84-165mm	1 小時
惠普股份有限公司 (內投營建管字第 1050818317 號)		(1) 矽酸鈣板, 板厚 9-12mm (2) C 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 65×35×0.95mm, 間距 406mm (3) U 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 67×30×0.95mm (4) 水平橫撐: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 38×12×0.95mm, 間距 1200mm (5) 玻璃棉: 密度 20kg/m ³ , 厚度 50mm	148-634mm	1 小時
惠普股份有限公司 (內投營建管字第 1060806839 號)		(1) 矽酸鈣板, 板厚 9-15mm (2) C 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 65-200×35×0.8mm, 間距 406mm (3) U 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 67-202×30×0.8mm (4) 橫撐: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 38×12×0.95mm, 間距 1200mm (5) 玻璃棉: 密度 20kg/m ³ , 厚度 50mm	83-230mm	1 小時

(本研究製作)

表 4-7 具 1 小時防火時效的輕隔間牆設計(7)

惠普股份有限公司 (內授營建管字第 1060809383 號)		(1) 管道側纖維水泥板(或矽酸鈣板), 板厚 12mm (2) 室內側纖維水泥板(或矽酸鈣板), 板厚 9~15mm (3) CH 型立柱: 鍍鋅鋼板, 尺寸 75~150×35×13×0.8~1.25mm, 間距 203~610mm (4) J 型上下槽鐵: 鍍鋅鋼板, 尺寸 77~152×57×25.4×0.8~1.25mm (5) 岩棉: 密度 60kg/m ³ , 厚度 50mm	84~165mm	1 小時
惠普股份有限公司 (內授營建管字第 1040812474 號)		(1) 纖維水泥板一, 板厚 12mm (2) 纖維水泥板二, 板厚 9~15mm (3) CH 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 75~150×35×13×0.8mm, 間距 610mm (4) J 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 77~152×57×25.4×0.8mm (5) 岩棉: 密度 60kg/m ³ , 厚度 50mm	84~165mm	1 小時
惠普股份有限公司 (內授營建管字第 1060801983 號)		(1) 管道側石膏板(GB-F), 板厚 25.4mm (2) 室內側纖維水泥板, 板厚 9~12mm (3) CH 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 75~150×35×25.4×0.8mm, 間距 610mm (4) J 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 77~152×57×25×0.8mm (5) 岩棉: 密度 60kg/m ³ , 厚度 50mm	84~162mm	1 小時
惠普股份有限公司 (內授營建管字第 1060808597 號)		(1) 石膏板, 板厚 15mm (2) 纖維水泥板, 板厚 9~15mm (3) C 型立柱: 鍍鋅鋼板, 尺寸 65~200×35×0.8mm, 間距 406mm (4) U 型上下槽鐵: 鍍鋅鋼板, 尺寸 67~202×30×0.8mm (5) 水平橫撐: 鍍鋅鋼板, 尺寸 38×12×0.95mm, 間距 1200mm (6) 岩棉: 密度 60kg/m ³ , 厚度 50mm	89~230mm	1 小時
宜紀行銷有限公司 (內授營建管字第 1050816358 號)		(1) 纖維混凝土板, 板厚 12.5~20mm (2) C 型立柱: 尺寸 65~150×35×0.8mm, 間距 406mm (3) U 型上下槽鐵: 尺寸 67~152×30×0.8mm (4) 橫撐: 尺寸 38×12×0.95mm, 間距 1200mm (5) 岩棉: 密度 60kg/m ³ , 厚度 50mm	90~190mm	1 小時
瑞商建材股份有限公司 (內授營建管字第 1060806840 號)		(1) 矽酸鈣板, 板厚 9~15mm (2) C 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 65~150×35×0.8mm, 間距 406mm (3) U 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 67~152×30×0.8mm (4) 橫撐: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 38×12×0.95mm, 間距 1200mm (5) 岩棉: 密度 60kg/m ³ , 厚度 50mm	83~180mm	1 小時

(本研究製作)

表 4-8 具 1 小時防火時效的輕隔間牆設計(8)

上順企業社 (內授營建管字第 1050811709 號)		(1) 蒸氣高壓輕質混凝土磚: 單塊尺寸 600mm(長)×400mm(寬)×100mm(厚) (2) 石膏砂漿: 輕質磚黏著劑	100mm	1 小時
大勝磚廠股份有限公司 (內授營建管字第 1050810339 號)		(1) 輕質隔間磚: 尺寸 195×80×50mm (2) 水泥砂漿	100mm	1 小時
展菱科技工程股份有限公司 (內授營建管字第 1050808665 號)		(1) 烤漆鋼板, 板厚 0.526mm (2) C 型立柱: 鍍鋅鋼板, 尺寸 49×24×0.6mm (3) 收邊 L 蓋: 鍍鋅鋼板, 尺寸 50×50×1.2mm (4) 嵌合材: 鍍鋅鋼板, 尺寸 25.5×35×0.6mm, 間距 900、1200mm (5) 岩棉: 密度 100kg/m ³ , 厚度 49mm	50mm	1 小時
冠鋼品有限公司 (內授營建管字第 1050804202 號)		(1) 烤漆滾板, 板厚 0.42mm (2) C 型鋼: 熱浸鍍鋅鋼材, 尺寸 125×50×20×2.3mm, 間距 1000mm (3) L 型角鐵: 尺寸 110×75×115×3.5mm (4) 岩棉: 密度 60kg/m ³ , 厚度 50mm×2	175mm	1 小時
家碩防火建材有限公司 (內授營建管字第 1050800336 號)		(1) 纖維水泥板, 板厚 6mm (2) C 型立柱: 鍍鋅鋼材, 尺寸 75×35×0.8mm, 間距 240mm (3) 上下槽鐵: 鍍鋅鋼材, 尺寸 77×30×0.8mm (4) L 型角鐵: 鍍鋅鋼材, 尺寸 30×30×0.9mm, 間距 240mm (5) 輕質混凝土	81mm	1 小時

(本研究製作)

表 4-9 具 2 小時防火時效的輕隔間牆設計(1)

公司名稱(核准文號)	水平剖面圖	構件	牆面厚度	防火時效
大昌國際商務股份有限公司 (內投營建管字第 1040819209 號)		(1) 纖維水泥板, 板厚 12mm~15mm (2) C 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 92~200×35×0.8mm, 間距 406mm (3) U 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 94~202×30×0.8mm (4) 水平橫撐: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 38×12×0.95mm, 間距 1200mm (5) 岩棉: 密度 60kg/m ³ , 厚度 75mm	116~230mm	2 小時
環球水泥股份有限公司 (內投營建管字第 1050817957 號)		(1) 管道側石膏板(GB-F), 板厚 25.4mm (2) 非管道側石膏板(GB-F 或 GB-S), 板厚 15~19mm (3) J 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 94~202×25×57×0.8~1.6mm (4) CH 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 92~200×35×0.8~1.6mm, 間距 610mm (5) J 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 94~202×25×57×0.8~1.6mm (6) 玻璃棉: 可不填充或填充最大密度至 120kg/m ³ , 厚度 50mm	122~238mm	2 小時
環球水泥股份有限公司 (內投營建管字第 1050800576 號)		(1) 石膏板(GB-F 或 GB-S), 板厚 12mm~19mm (2) C 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 65~200×35×0.6~1.6mm, 間距 203~610mm (3) U 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 67~202×40×0.6~1.6mm (4) U 型橫撐: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 19×10×1.0mm, 間距 1200mm (5) 玻璃棉: 密度 0~120kg/m ³ , 厚度 50mm	119~276mm	2 小時
大合順磚廠股份有限公司 (內投營建管字第 1060807196 號)		(1) 陶磚: 尺寸 300mm 長×200mm 寬×100mm 厚 (2) 黏著劑: 優特強粉光土 (3) 表面粉刷 1: 3 水泥砂漿, 厚度 10mm (4) 陶瓷棉: 密度 96kg/m ³	120mm	2 小時

(本研究製作)

表 4-10 具 2 小時防火時效的輕隔間牆設計(2)

東豪企業股份有限公司 (內投營建管字第 1050808646 號)		(1) 石膏砌塊：單塊尺寸 500mm×600mm×100mm (2) 石膏砂漿 (3) L 型配件：鍍鋅鐵，尺寸 250×150×24(寬)×1.2mm(厚)	100mm	2 小時
加賀金屬工業股份有限公司 (內投營建管字第 1050816145 號)		(1) 石膏板(GB-R)，厚度 12.6mm (2) 鍍鋅鋼板，厚度 0.6mm (3) C 型立柱：鍍鋅鋼材，尺寸 50×35×1.0mm，間距 450mm (4) C 型槽鐵：鍍鋅鋼材，尺寸 84×50×0.6mm (5) 加強橫撐：鍍鋅鋼材，尺寸 19×10×1.0mm，間距 600mm (6) 岩棉：密度 60kg/m ³ ，厚度 50mm	75.2mm	2 小時
加賀金屬工業股份有限公司 (內投營建管字第 1050816146 號)		(1) 鍍鋅鋼板，厚度 0.6mm (2) 石膏板，厚度 12mm (3) C 型立柱：鍍鋅鋼材，尺寸 92×35×1.0mm，間距 450mm (4) 加強橫撐：鍍鋅鋼材，尺寸 38×12×1.0mm，間距 600mm (5) 邊槽鐵：鍍鋅鋼材，尺寸 128×50×0.6mm (6) 岩棉：密度 60kg/m ³ ，厚度 50mm	117.2mm	2 小時
鴻新運通股份有限公司 (內投營建管字第 1040810599 號)		(1) AAC 輕質白磚：單塊尺寸 600×400×100mm (2) Aba 輕質磚黏著劑	100mm	2 小時
中音科技國際有限公司 (內投營建管字第 1040814634 號)		(1) GBF 纖維強化石膏板，板厚 12.5~15.9mm (2) C 型立柱：鍍鋅鋼板，尺寸 65~200×35×0.6~2.0mm，間距 406mm (3) U 型上下槽鐵：鍍鋅鋼板，尺寸 67~202×30×0.6~2.0mm (4) 加強橫撐：鍍鋅鋼板，尺寸 38×12×0.95mm，間距 1200mm (5) 玻璃棉：密度 10~120kg/m ³ ，厚度 50mm(25mm×2)	115~263.6mm	2 小時

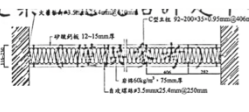
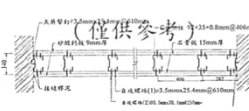
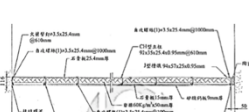

(本研究製作)

表 4-11 具 2 小時防火時效的輕隔間牆設計(3)

中音科技國際有限公司 (內投營建管字第 1040813280 號)		(1) 石膏板(GB-S)，板厚 15mm (2) C 型立柱：鍍鋅鋼板，尺寸 65~200×35×0.8mm，間距 406mm (3) U 型上下槽鐵：鍍鋅鋼板，尺寸 67~202×30×0.8mm (4) 加強橫撐：鍍鋅鋼板，尺寸 38×12×0.95mm，間距 1200mm (5) 玻璃棉：密度 10kg/m ³ ，厚度 50mm	125~260mm	2 小時
聯紡實業有限公司 (內投營建管字第 1060807198 號)		(1) 纖維水泥板，板厚 6~20mm (2) C 型立柱：鍍鋅鋼材，尺寸 65~150×35×0.8~1.55mm，間距 305mm (3) U 型上下槽鐵：鍍鋅鋼材，尺寸 67~152×30×0.8~1.55mm (4) 輕質混凝土	77~190mm	2 小時
嘉南新生物科技股份有限公司 (內投營建管字第 1040812311 號)		(1) 元心防火板塊 590mm(寬)×300~460mm(高)×70~100mm(厚) (2) 上下槽鐵：尺寸 67~94×30×0.6~1.0mm (3) U 型鐵一：尺寸 29×34×0.8mm (4) U 型鐵二：尺寸 44×26×0.8mm	70~100mm	2 小時
大昌展業有限公司 (內投營建管字第 1050805431 號)		(1) 水泥中空板，板厚 80mm (2) L 型角鐵：鍍鋅鋼材，尺寸 65×65×6.0mm，長度 3000mm (3) 固定片組：由 114×50×6.0mm 及 60×30×6.0mm 扁鐵組成	80mm	2 小時
東豪企業股份有限公司 (內投營建管字第 1060806672 號)		(1) 正霸石膏磚：單塊尺寸 500mm(高)×600mm(寬)×80mm(厚) (2) 石膏磚專用黏著劑 (3) L 型補強鐵件：鍍鋅鋼板，尺寸 60×60×1.0mm	80mm	2 小時
台灣好夫曼企業有限公司 (內投營建管字第 1050805509 號)		(1) 纖維水泥板，板厚 6~12mm (2) C 型立柱：熱浸鍍鋅鋼板，尺寸 65~125×35×0.8mm，間距 244mm (3) U 型上下槽鐵：熱浸鍍鋅鋼板，尺寸 67~127×30×0.8mm (4) 無機輕質環保灌漿料	77~149mm	2 小時

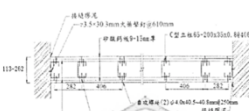
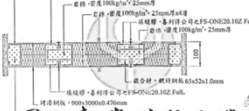

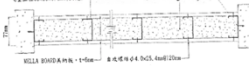
(本研究製作)

表 4-12 具 2 小時防火時效的輕隔間牆設計(4)

新型防火建材有限公司 (內投營建管字第 1040813894 號)		(1) 矽酸鈣板, 板厚 12~15mm (2) C 型立柱: 鍍鋅鋼板, 尺寸 92~200×35×0.95mm, 間距 406mm (3) U 型上下槽鐵: 鍍鋅鋼板, 尺寸 94~202×30×0.95mm (4) 水平橫撐: 鍍鋅鋼板, 尺寸 38×12×0.95mm, 間距 1200mm (5) 岩棉: 密度 60kg/m ³ , 厚度 75mm	116~230mm	2 小時
新型防火建材有限公司 (內投營建管字第 1040819232 號)		(1) 矽酸鈣板, 板厚 9mm (2) 石膏板(GB-R), 板厚 15mm (3) C 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 92×35×0.8mm, 間距 406mm (4) U 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 94×30×0.8mm (5) 水平橫撐: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 38×12×0.95mm, 間距 1200mm	140mm	2 小時
新型防火建材有限公司 (內投營建管字第 1050815319 號)		(1) 表層矽酸鈣板, 板厚 9mm (2) 底層石膏板(GB-F), 板厚 15mm (3) 石膏板(GB-F), 板厚 25.4mm (4) 兩側 J 型立柱: 尺寸 94×57×25×0.95mm (5) CH 型立柱: 尺寸 92×35×25.4×0.95mm, 間距 610mm (6) J 型上下槽鐵: 尺寸 94×57×25×0.95mm (7) 岩棉: 密度 60kg/m ³ , 厚度 50mm	116mm	2 小時
緯緝行銷有限公司 (內投營建管字第 1050806828 號)		(1) 纖維強化石膏板(GB-F), 板厚 25.4mm (2) 底層石膏板(GB-R), 板厚 15mm (3) 表層矽酸鈣板, 板厚 9~15mm (4) CH 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 75~150×35×25.4×0.8mm, 間距 610mm (5) J 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 77~152×57×25.4×0.8mm (6) 岩棉: 密度 60kg/m ³ , 厚度 50mm	99~180mm	2 小時

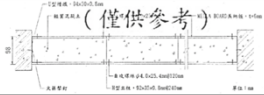
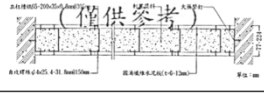
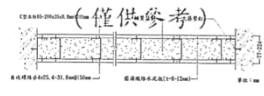


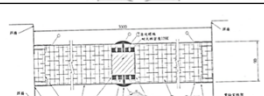
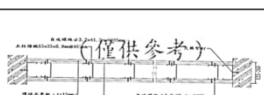
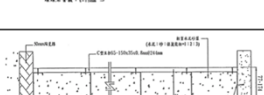
(本研究製作)

表 4-13 具 2 小時防火時效的輕隔間牆設計(5)

緯緝行銷有限公司 (內投營建管字第 1040818792 號)		(1) 石膏板(GB-R), 板厚 15mm (2) 矽酸鈣板, 板厚 9~15mm (3) C 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 65~200×35×0.8mm, 間距 406mm (4) U 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 67~202×30×0.8mm (5) 水平橫撐: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 38×12×0.95mm, 間距 1200mm	113~262mm	2 小時
龍隆無塵室科技股 份有限公司 (內投營建管字第 1050818321 號)		(1) 烤漆鋼板, 板厚 0.476mm (2) C 型鋼: 尺寸 98.5×30×15×1.0mm (3) 嵌合材: 鍍鋅鋼板, 尺寸 65×52×1.0mm (4) 角鐵: 30×30×3.0mm (5) 岩棉: 密度 100kg/m ³ , 厚度 25mm×4	100mm	2 小時
明昶資源再利用有 限公司 (內投營建管字第 1040812498 號)		(1) 維斯板, 板厚 6~12mm (2) C 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 75~150×35×1.0mm, 間距 300mm (3) 上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 77~152×30×0.8mm (4) 加強橫撐: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 38×12×1.0mm, 間距 600mm (5) 砂質中空微粒灌漿料	87~174mm	2 小時
聯雲實業有限公司 (內投營建管字第 1040819244 號)		(1) 石膏板(GB-F), 板厚 15~25mm (2) C 型立柱: 鍍鋅鋼材, 尺寸 65~200×35×0.8~1.5mm, 間距 610mm (3) U 型上下槽鐵: 鍍鋅鋼材, 尺寸 67~202×30×0.8~1.5mm (4) 橫撐: 鍍鋅鋼材, 尺寸 38×12×0.95mm, 間距 1200mm	125~300mm	2 小時
美納企業有限公司 (內投營建管字第 1050800285 號)		(1) 纖維水泥板, 板厚 6mm (2) C 型立柱: 鍍鋅鋼材, 尺寸 65×35×0.8mm, 間距 240mm (3) U 型上下槽鐵: 鍍鋅鋼材, 尺寸 67×30×0.8mm (4) 輕質混凝土	77mm	2 小時

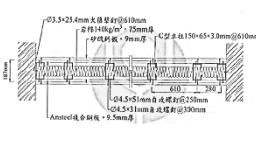
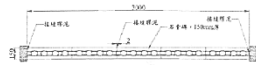
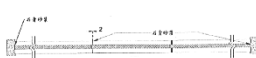
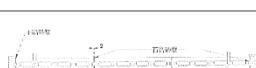
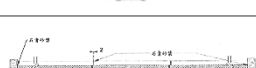
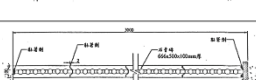
(本研究製作)

表 4-14 具 2 小時防火時效的輕隔間牆設計(6)

美納企業有限公司 (內投營建管字第 1050800243 號)		(1) 纖維水泥板, 板厚 6mm (2) H 型立柱: 鍍鋅鋼材, 尺寸 92×35×0.8mm, 間距 240mm (3) U 型上下槽鐵: 鍍鋅鋼材, 尺寸 94×30×0.8mm (4) 輕質混凝土	98mm	2 小時
惠普股份有限公司 (內投營建管字第 1040813896 號)		(1) 纖維水泥板, 板厚 6~12mm (2) C 型立柱: 鍍鋅鋼材, 尺寸 65~200×35×0.8mm, 間距 305mm (3) U 型上下槽鐵: 鍍鋅鋼材, 尺寸 67~202×30×0.8mm (4) 輕質水泥漿料	77~224mm	2 小時
惠普股份有限公司 (內投營建管字第 1050812775 號)		(1) 纖維水泥板, 板厚 6~12mm (2) C 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼材, 尺寸 65~200×35×0.8mm, 間距 305mm (3) U 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼材, 尺寸 67~202×30×0.8mm (4) 輕質漿料	77~224mm	2 小時
惠普股份有限公司 (內投營建管字第 1060805639 號)		(1) 纖維水泥板, 板厚 6~12mm (2) H 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼材, 尺寸 75~150×35×0.8mm, 間距 305mm (3) U 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼材, 尺寸 77~152×30×0.8mm (4) 輕質水泥砂漿	81~162mm	2 小時
立昌窯業股份有限 公司 (內投營建管字第 1060809382 號)		(1) 輕質隔間磚: 尺寸 195×80×50mm (2) 水泥砂漿	100mm	2 小時
展菱科技工程股份 有限公司 (內投營建管字第 1060808583 號)		(1) 烤漆鋼板, 板厚 0.526mm (2) C 型立柱: 鍍鋅鋼板, 尺寸 65×20×10×1.0mm (3) 收邊 L 蓋: 鍍鋅鋼板, 尺寸 50×50×1.2mm (4) 嵌合材: 鍍鋅鋼板, 尺寸 40×40×1.0mm, 間距 900mm (5) 岩棉: 密度 100kg/m ³ , 厚度 89mm	90mm	2 小時
威站實業有限公司 (內投營建管字第 1040817410 號)		(1) 石膏板(GB-R), 板厚 15mm (2) C 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 65~200×35×0.8~1.5mm, 間距 406mm (3) U 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 67~202×30×0.8~1.5mm (4) 橫撐: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 38×12×0.95mm, 間距 1200mm	125~260mm	2 小時
家碩防火建材有限 公司 (內投營建管字第 1060805998 號)		(1) 纖維水泥板, 板厚 6~12mm (2) C 型立柱: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 65~150×35×0.8mm, 間距 244mm (3) U 型上下槽鐵: 熱浸鍍鋅鋼板, 尺寸 67~152×30×0.8mm (4) 輕質水泥砂漿	77~174mm	2 小時

(本研究製作)

表 4-15 具 3 小時防火時效的輕隔間牆設計(1)

公司名稱(核准文號)	水平剖面圖	構件	牆面厚度	防火時效
大信國際商務股份有限公司 (內投營建管字第 1050813001 號)		(1) 外層矽酸鈣板，厚度 9mm (2) 內層複合銅板：鍍鋅銅板+纖維水泥板，厚度 9.5mm (3) C 型立柱：熱浸鍍鋅銅板，尺寸 150×65×3.0mm，間距 610mm (4) 上下槽鐵：熱浸鍍鋅銅板，尺寸 152×65×3.0mm (5) 水平橫撐：熱浸鍍鋅銅板，尺寸 150×65×3.0mm，間距 1200mm (6) 岩棉：密度 140kg/m ³ ，厚度 75mm	187mm	3 小時
東豪企業股份有限公司 (內投營建管字第 1040813341 號)		(1) 防潮石膏磚：單塊尺寸 350mm(高)×600mm(寬)×150mm(厚) (2) 輕質磚黏著劑 (3) L 型補強鐵件：鍍鋅銅板，尺寸 120×150×1.0mm	150mm	3 小時
寶富興實業有限公司 (內投營建管字第 1050815181 號)		(1) 石膏磚，尺寸 600mm(長)×90mm(寬)×400mm(高) (2) 石膏砂漿	90mm	3 小時
寶富興實業有限公司 (內投營建管字第 1060802050 號)		(1) 石膏磚，尺寸 600mm(長)×100mm(寬)×400mm(高) (2) 石膏砂漿	100mm	3 小時
寶富興實業有限公司 (內投營建管字第 1050815185 號)		(1) 石膏磚，尺寸 600mm(長)×90mm(寬)×400mm(高) (2) 石膏砂漿	110mm	3 小時
駿輝建材有限公司 (內投營建管字第 1050808301 號)		(1) 石膏砌塊：單塊尺寸 666mm(高)×500mm(寬)×100mm(厚) (2) 輕質磚黏膠泥 (3) 固定鐵件：鍍鋅銅板，尺寸 39×18×1.0mm	100mm	3 小時

(本研究製作)

第二節 隔音輕隔間牆的設計與施工

表 4-16 與表 4-17 為具有隔音性能的輕隔間牆設計，相關使用的材料與具有防火時效性的輕隔間牆幾乎相同。牆體的表面材料為矽酸鈣板、石膏板、纖維水泥板；內部的填充材也分為乾、濕兩種工法，乾式工法的填充材以岩棉或玻璃棉為主，濕式工法的填充材為輕質填充漿；骨架設計依然以立柱、槽鐵、橫撐為主。但具有隔音性能的輕隔間牆，則比具有防火時效性的輕隔間牆，多了一個填縫膠泥的材料。此材料可能為增加隔音性能的重要參數。相關施工流程如下所述：

1. 依據施工圖面在現場進行放樣。
2. 以火藥擊釘固定上下槽鐵。
3. 將立柱套入上下槽鐵中，最旁兩側立柱以火藥擊釘固定於接合之柱或牆。
4. 若系統具加強橫撐則安裝，若無則略過此步驟。
5. 封一側版，並以自攻螺絲將板材固定於立柱上。

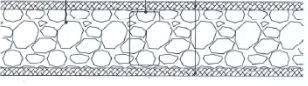
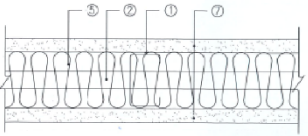
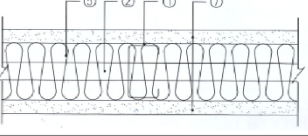
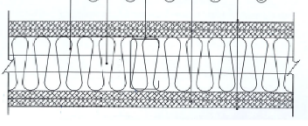
6. 將內部填充材塞入立柱間，至牆體內部空隙全部填齊。
7. 封另一側板，並以自攻螺絲將板材固定於立柱上。
8. 四周及板材間的接縫以矽利康填補。
9. 全面批土。

表 4-16 隔音性能的輕隔間牆設計(1)

	性能評定	牆厚	試體構件	水平剖面圖
複合板高隔音分間牆 系統代號：Rw01	Rw50 分貝 2 小時防火時效	140mm	<ol style="list-style-type: none"> 1. 9mm 國浦矽酸鈣板 2. 15mm Gyproc 石膏板 3. C-92 型立柱 4. U-94 型槽鐵 5. 橫撐 6. 密度 60kg/m³，50mm 國浦岩棉 7. 填縫膠泥 	
複合板高隔音分間牆 建議用於管道間系統 系統代號：Rw02	Rw55 分貝 1 小時防火時效	98mm	<ol style="list-style-type: none"> 1. 12mm 國浦纖維水泥板 2. 9mm 國浦纖維水泥板 3. CH-75 型立柱 4. J-77 型槽鐵 5. 密度 60kg/m³，50mm 國浦岩棉 6. 填縫膠泥 	
一般型隔音分間牆 系統代號：Rw03N	Rw45 分貝 1 小時防火時效	91mm	<ol style="list-style-type: none"> 1. 12mm 國浦矽酸鈣板 2. C-65 型立柱 3. U-67 型槽鐵 4. 橫撐 5. 密度 60kg/m³，50mm 國浦岩棉 6. 填縫膠泥 	

(本研究製作)

表 4-17 隔音性能的輕隔間牆設計(2)

	性能評定	牆厚	試體構件	水平剖面圖
國浦分間牆灌漿系統 系統代號：Rw06	Rw45 分貝 2 小時防火時效	112mm	1. 9mm 纖維水泥板 2. C-92 型立柱 3. U-94 型槽鐵 4. 輕質填充漿 5. 填縫膠泥	
纖維水泥板分間牆 系統代號：Rw07	Rw45 分貝 1 小時防火時效	91mm	1. 12mm 國浦纖維水泥板 2. C-65 型立柱 3. U-67 型槽鐵 4. 橫撐 5. 密度 60kg/m ³ , 50mm 國浦岩棉 6. 填縫膠泥	
矽酸鈣板分間牆系統 系統代號：Rw08	Rw45 分貝 1 小時防火時效	112mm	1. 9mm 國浦矽酸鈣板 2. C-92 型立柱 3. U-94 型槽鐵 4. 橫撐 5. 密度 20kg/m ³ , 50mm 台達玻璃棉 6. 填縫膠泥	
分間牆系統 適用於機房或浴廁 系統代號：Rw09	Rw55 分貝 1 小時防火時效	130mm	1. 9mm 國浦纖維水泥板 2. C-92 型立柱 3. U-94 型槽鐵 4. 橫撐 5. 密度 60kg/m ³ , 50mm 國浦岩棉 6. 填縫膠泥	

(本研究製作)

第三節 防火與隔音輕隔間牆的差異性

由表 4-1 至表 4-15 具有防火時效性能，與表 4-16、表 4-17 具有隔音性能的輕隔間牆設計可知，兩者使用的材料與設計概念只有少部分的差異，其中以填縫的材料為最大差異。具有防火時效性能的輕隔間牆填縫，是以批土作為填縫材，而具有隔音性能的輕隔間牆填縫，則是以矽利康作為填縫材。這兩種填縫材的差異，主要是對應不同測試法的選擇。

影響隔音性能的設計，由於目前收集到的樣本數較少，只能大約推測表面材層數越多，隔音性能越好，並且填縫材料以矽利康為主。影響防火時效性能的設計，約可分為：

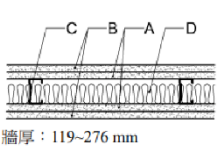
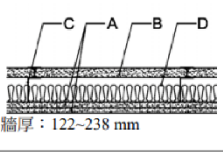
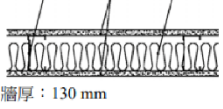
1. 當用料相同時，牆面(板材)越厚，防火時效可能越長，但無明顯的規律性，原因為有些牆面的認可厚度不是單一定值。
2. 對於內部填充材使用，若要達到 3 小時的防火時效，濕式工法的設計較優於乾式工法，並且濕式施工法的牆面厚度會較乾式工法薄。

3. 防火時效長達 3 小時的輕隔間牆，一般是使用石膏磚作為表層覆蓋材，或者是牆體相對較厚、板材經特別設計之系統。

目前市面有些廠商的型錄，有標榜同時具有防火時效與隔音性能的輕隔間牆設計，如表 4-16 至表 4-19 所示。現今防火時效是以 CNS 12514-1 的試驗進行判定，但隔音性能是由 CNS8465-1 的試驗進行判定，此兩種測試法的試體框尺寸並不相同，並且由個別的檢測報告可約略分析出，試體的填縫與固定在試體框的周邊封裝材料，會依據不同的測試法而有所不同，如表 4-20 所示。因此，該試體是否真的同時具有防火時效與隔音性能，則有待商榷。

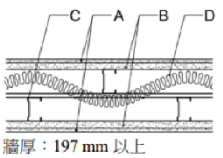
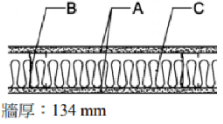
針對個別的檢測報告，本研究分別整理出防火、隔音分間牆的統計資料，防火分間牆具 1 小時防火時效的報告書數量為 48 份、2 小時防火時效的有 32 份、3 小時防火時效的有 6 份，隔音分間牆在小於 45dB 的報告書數量為 5 份、45~49dB 的有 12 份、50~54dB 的有 6 份、55dB 以上的有 6 份。內容針對各報告使用之構件數量進行統計，結果發現主流的用料大同小異，板材多為矽酸鈣板、石膏板、纖維水泥板，骨架以 U 型槽鐵和 C 型立柱的搭配為最大宗，填塞則以岩棉為主。

表 4-18 具防火與隔音性能之分間牆(1)

系統編號	水平剖視圖	構件	防火時效 (核准字號) 有效期限	隔音等級 (測試字號)	備註
P120S01		A: 環球強化石膏板(GB-F)或防潮石膏板(GB-S), 厚度 15~19mm B: 環球強化石膏板(GB-F)或防潮石膏板(GB-S), 厚度 12~19mm C: 立柱, C 65~200×35×0.6~1.6mm@203~610mm D: 玻璃棉, 50mm 厚, 密度: 可不填充或填充至 120kg/m ³	2 小時 (內投營建管字第 1050800576 號, 105/01/19) 107/11/16	STC-56 (聲強法) (工音第 TL0381 號, 90/05/20)	厚 15 mm 石膏板, 雙面雙層, C 92×35×0.8 mm, 填充 10 K 89 mm 厚玻璃棉
P120S03		A: 環球強化石膏板(GB-F)或防潮石膏板(GB-S), 厚度 15~19mm B: 環球強化(管道)石膏板(GB-F), 厚度 25.4mm C: 立柱, CH 92~200×35×0.8~1.6mm@610mm D: 玻璃棉, 50mm 厚, 密度: 可不填充或填充至 120kg/m ³	2 小時 (內投營建管字第 1050817957 號, 105/12/20) 108/11/16	STC-53 (聲強法) (工音第 TL0606 號, 93/11/10)	厚 15 mm 石膏板, 雙層, CH 92×35×0.8 mm, 填充 12 K 50mm 厚玻璃棉
P120A07C		A: 環球強化石膏板(GB-F), 厚度: 19mm B: 立柱, C 92~200×35×0.8mm@610mm C: 玻璃棉, 89mm 厚, 密度: 10kg/m ³ , 水平接縫處鍍鋅鐵片: 100×0.8mm	2 小時 (內投營建管字第 1040819554 號, 105/01/05) 107/11/01	STC-52 (聲強法) (工音第 TL0589 號, 93/06/21)	填充材建議採用 24k, 50 mm 厚玻璃棉

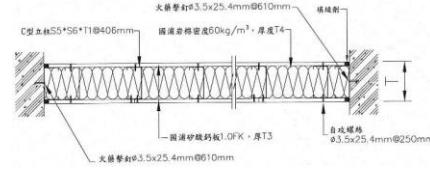
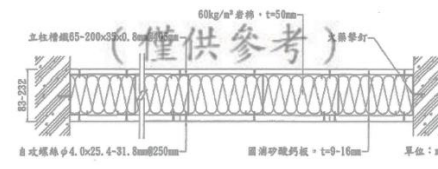
(本研究製作)

表 4-19 具防火與隔音性能之分間牆(2)

系統編號	水平剖視圖	構件	防火時效 (核准字號) 有效期限	隔音等級 (測試字號)	備註
P120A11C		A: 環球石膏板(GB-R), 厚度: 9.5 mm B: 環球強化石膏板(GB-F), 厚度: 19 mm C: 立柱, 雙排獨立交錯, C 65×35×0.8 mm @ 406 mm (單側) D: 玻璃棉, 50 mm 厚, 密度: 24 kg/m ³	2 小時 (內授營建管字第 10508042403 號, 105/03/22) 108/01/28	STC-60, Rw-60 (聲強法) (工音第 TL0635 號, 94/09/12)	表層板建議採用防潮材質
P120A12C		A: 環球強化石膏板(GB-F), 厚度: 21 mm B: 立柱, C 92×35×0.8 mm @ 406 mm C: 玻璃棉, 50 mm 厚, 密度: 12 kg/m ³	2 小時 (內授營建管字第 1060807812 號, 106/05/31) 109/05/02		

(本研究製作)

表 4-20 防火與隔音分間牆比較

	隔音分間牆	防火分間牆
評定方式	CNS 8465-1: Rw= 47dB	建築技術規則建築設計施工編第 73 條第 1 款: 1 小時防火時效
試體框架尺寸	3.0m x 3.5m	3.0m x 3.0m
主副構件	1. 9 mm 矽酸鈣板, 含水率 3.0% 2. C-65 型立柱 3. U-67 型上下槽鐵 4. 加強橫撐 5. 50 mm 厚, 密度 60 kg/m ³ 岩棉 6. Ø3.5 自攻螺絲、火藥擊釘 7. 填縫劑(silicone)	1. 9 mm 矽酸鈣板, 含水率 1.8% 2. C-65 型立柱 3. U-67 型上下槽鐵 4. 加強橫撐 5. 50 mm 厚, 密度 60 kg/m ³ 岩棉 6. Ø4 自攻螺絲 7. USG 石膏批土
周邊填縫方式	四周接縫以 silicone 填補	四周接縫以石膏批土填補
施工程序	1. 放樣 2. 上下槽鐵安裝 3. 立柱安裝 4. 加強橫撐安裝 5. 矽酸鈣板安裝 6. 岩棉填塞 7. 矽酸鈣板安裝(另一側) 8. 填縫劑(silicone)填縫 9. 全面批土	1. 放樣 2. 上下槽鐵安裝 3. 立柱安裝 4. 加強橫撐安裝 5. 矽酸鈣板安裝 6. 岩棉填塞 7. 矽酸鈣板安裝(另一側) 8. 批土填縫
水平剖面圖		

(本研究製作)

表 4-21 具 1 小時防火時效的分間牆統計資料

1 小時	板材	熱浸鍍鋅鋼板+石膏板	2
		烤漆鋼浪板	6
		水泥中空板	1
		混凝土板	2
		強化纖維板	1
	磚材	蒸氣高壓輕質混凝土磚	1
		輕質隔間磚	1
		安新輕質節能磚	1
	立柱	C 型立柱	26
		H 型立柱	1
		CH 型立柱	12
		J 型立柱+CH 型立柱	2
	槽鐵	U 型槽鐵	26
		J 型槽鐵	14
	橫撐	U 型橫撐	23
		J 型橫撐	1
CH 型橫撐		1	
U 型橫撐+J 型橫撐		1	

(本研究製作)

表 4-22 具 2 小時防火時效的分間牆統計資料

2 小時	磚材	維斯板	1
		輕質隔間磚	1
		陶磚	1
		正霸石膏磚	1
		石膏砌塊	1
		元心防火板塊	1
	AAC 輕質白磚	1	
	立柱	C 型立柱	19
		H 型立柱	2
		CH 型立柱	1
		J 型立柱+CH 型立柱	2
	槽鐵	U 型槽鐵	21
		J 型槽鐵	3
	橫撐	U 型橫撐	12
		岩棉	8
		玻纖棉	4
陶瓷棉		1	

(本研究製作)

表 4-23 具 3 小時防火時效的分間牆統計資料

防火時效	構件種類	構件內容	數量
3 小時	板材	矽酸鈣板+纖維水泥板+鍍鋅鋼板	1
	磚材	防潮石膏磚	1
		石膏磚	3
		石膏砌塊	1
	立柱	C 型立柱	1
	槽鐵	U 型槽鐵	1
	橫撐	U 型橫撐	1
	填塞	岩棉	1
		石膏砂漿	1

(本研究製作)

表 4-24 隔音分間牆統計資料(1)

宣告隔音量	構件種類	構件內容	數量
<45dB	板材	纖維水泥版	2
		鋼板	2
		強化玻璃板	1
	槽鐵	U 型槽鐵	2
	立柱	C 型立柱	3
	填塞	岩棉	1
		輕質漿料	2
		PU 發泡	1

(本研究製作)

表 4-25 隔音分間牆統計資料(2)

宣告隔音量	構件種類	構件內容	數量
45~49dB	板材	纖維水泥板	4
		矽酸鈣板	3
		石膏板	1
		防火混凝土板	1
		維斯板	1
		矽酸鈣板+纖維水泥板	1
	磚材	石膏磚	1
	槽鐵	U 型槽鐵	11
	立柱	C 型立柱	10
		C 型立柱+H 型立柱	1
	橫撐	C 型橫撐	9
	填塞	岩棉	8
		玻璃棉	1
		輕質漿料	1
		輕質水泥砂漿	1

(本研究製作)

表 4-26 隔音分間牆統計資料(3)

宣告隔音量	構件種類	構件內容	數量
50~54dB	板材	石膏板	3
		矽酸鈣板	1
		石膏板+強化纖維板	1
		矽酸鈣板+纖維水泥板	1
	槽鐵	U 型槽鐵	5
		J 型槽鐵	1
	立柱	C 型立柱	5
		CH 型立柱	1
	橫撐	C 型橫撐	6
	填塞	岩棉	4
玻璃棉		2	

(本研究製作)

表 4-27 隔音分間牆統計資料(4)

宣告隔音量	構件種類	構件內容	數量
>55dB	板材	纖維水泥板	4
		矽酸鈣板+纖維水泥板+石膏板	1
		纖維水泥板+石膏板	1
	槽鐵	U 型槽鐵	6
	立柱	C 型立柱	6
	橫撐	C 型橫撐	6
	填塞	岩棉	5
		玻璃棉	1

(本研究製作)

第四節 隔音規格法規與性能報告比較

研究整理了許多廠商的報告書，根據報告書內的紀錄與現行建築技術規則中，對於隔音相關的規格式法規進行比較，藉此觀察兩者之間是否存在著落差，以及討論是否有修改的可能。

根據建築技術規則第四十六條之三，針對輕鋼架系統分間牆與分戶牆的規格式要求如表 4-28 建築技術規則隔音隔間牆規格式參照，分間牆需具有隔音宣告指標 45 分貝以上，而分戶牆則須具有隔音宣告指標 55 分貝以上。

表 4-28 建築技術規則隔音隔間牆規格式參照

法規標準	板材總面密度	填充材密度	填充材厚度	牆體厚度
45dB	44 kg/m ²	60 kg/m ³	75 mm	100 mm
55dB	65 kg/m ²	60 kg/m ³	100 mm	150 mm

(本研究製作)

從已通過的隔音檢測報告中，整理出了各廠商的配置規格如表 4-29、表 4-30，其中「單位面積重」與法規中所使用的字眼「板材總面密度」不同，是因隔音測試報告中僅要求紀錄試體之單位面積重。兩者之間的不同之處在於，板材總面密度僅計算整道牆體所使用各板材面密度的總和，而單位面積重則是除了板材總面密度外，另需加入骨架及填充材之面密度，亦即同一試體之單位面積重應大於板材總面密度。

即便如此從數據中仍能發現，各廠商的單位面積重皆低於法規規格式的板材總面密度，而填充材的部分若使用岩棉，則密度可符合法規規格式標準，但厚度的部分因生產過程一塊岩棉的厚度是 50mm，所以若要符合法規規格式的標準至少需要兩層。

表 4-29 各家廠商隔音(45dB 以上)報告書數據

編號	單位面積重	填充材密度	填充材厚度	牆體厚度
A(48dB)	29.64 kg/m ²	60 kg/m ³	50 mm	83 mm
B(49dB)	27.98 kg/m ²	20 kg/m ³	50 mm	83 mm
C(47dB)	26.48 kg/m ²	60 kg/m ³	50 mm	83.04 mm
D(48dB)	26.84 kg/m ²	60 kg/m ³	50 mm	83.04 mm
E(49dB)	27.47 kg/m ²	60 kg/m ³	50 mm	83.04 mm
F(47dB)	40.29 kg/m ²	60 kg/m ³	50 mm	103 mm
G(51dB)	39.50 kg/m ²	24 kg/m ³	50 mm	130 mm

(本研究製作)

表 4-30 各家廠商隔音(55dB 以上)報告書數據

編號	單位面積重	填充材密度	填充材厚度	牆體厚度
H(56dB)	39.59 kg/m ²	60 kg/m ³	50 mm	116 mm
I(56dB)	25.46 kg/m ²	20 kg/m ³	50 mm	110.04 mm
J(56dB)	50.56 kg/m ²	60 kg/m ³	50 mm	140.87 mm
K(57dB)	47.62 kg/m ²	60 kg/m ³	50 mm	128.08 mm
L(57dB)	51.82 kg/m ²	60 kg/m ³	50 mm	140.80 mm
M(59dB)	43.59 kg/m ²	60 kg/m ³	100 mm	157.06 mm

(本研究製作)

另一方面從防火隔間牆的角度來檢視法規，表 4-31 的數據皆為防火時效 1 小時的隔間牆。從數據中可以發現到，各家廠商的板材總面密度大部分都遠低於隔音法規規格化的標準，填充材厚度的部分更是全數未達標，若要使用規格式法規省去實驗仍有相當大的落差。

表 4-31 各家廠商防火(1 小時)報告書數據

編號	板材總面密度	填充材密度	填充材厚度	牆體厚度
1	28.58 kg/m ²	20 kg/m ³	50 mm	105 mm
2	30.72 kg/m ²	60 kg/m ³	50 mm	106 mm
3	17.40 kg/m ²	60 kg/m ³	50 mm	112 mm
4	21.75 kg/m ²	16 kg/m ³	50 mm	101 mm
5	15.84 kg/m ²	60 kg/m ³	50 mm	83 mm
6	18.29 kg/m ²	60 kg/m ³	50 mm	117.4 mm
7	31.20 kg/m ²	60 kg/m ³	50 mm	83~230 mm
8	30 kg/m ²	24 kg/m ³	50 mm	90~181 mm
9	24 kg/m ²	16 kg/m ³	50 mm	83~174 mm
10	25.44 kg/m ²	16 kg/m ³	50 mm	80~89 mm
11	44.40 kg/m ²	60 kg/m ³	50 mm	90~190 mm
12	26.88 kg/m ²	16 kg/m ³	50 mm	83~174 mm
13	33.87 kg/m ²	60 kg/m ³	50 mm	84~165 mm

(本研究製作)

前文表格僅列舉出部分報告書，若將目前研究所匯集之報告書數據與規格式法規作圖，結果如圖 4-1 至圖 4-9。由於法規所規定是四項規格需同時符合，所以本研究雖然將四要件分別比較，但最終仍回歸綜合檢視達標數量之百分比。部分圖中點的數量較少並非報告書數量較少，而是多份報告書中的數據相同，因此造成點位重疊的現象。

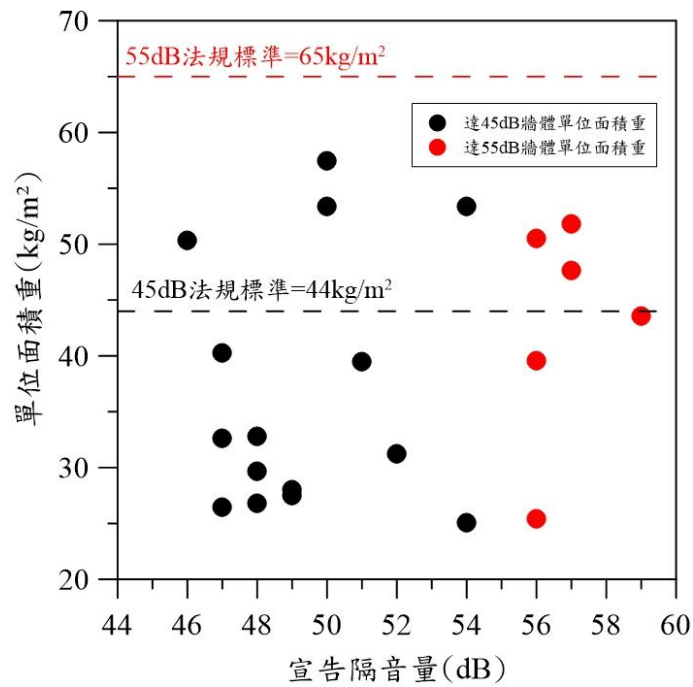


圖 4-1 隔音隔間牆單位面積重與法規比較分布圖

(本研究製作)

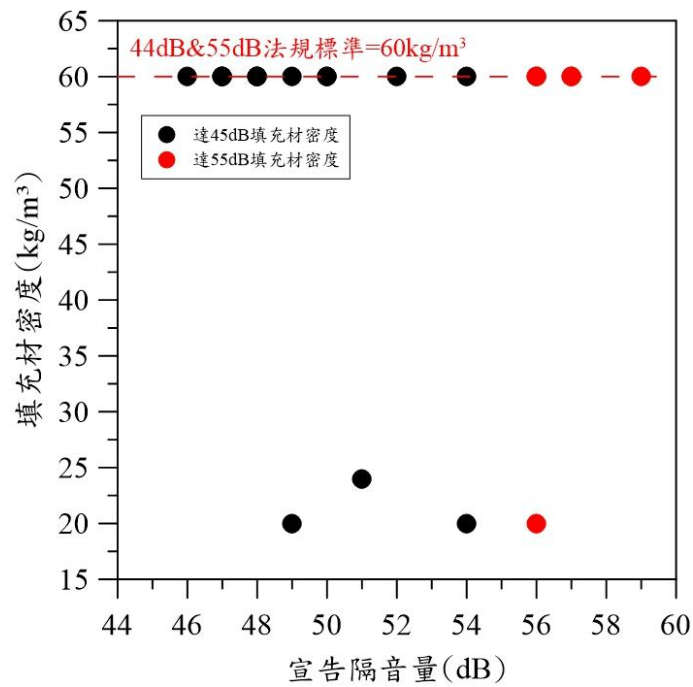


圖 4-2 隔音隔間牆填充材密度與法規比較分布圖

(本研究製作)

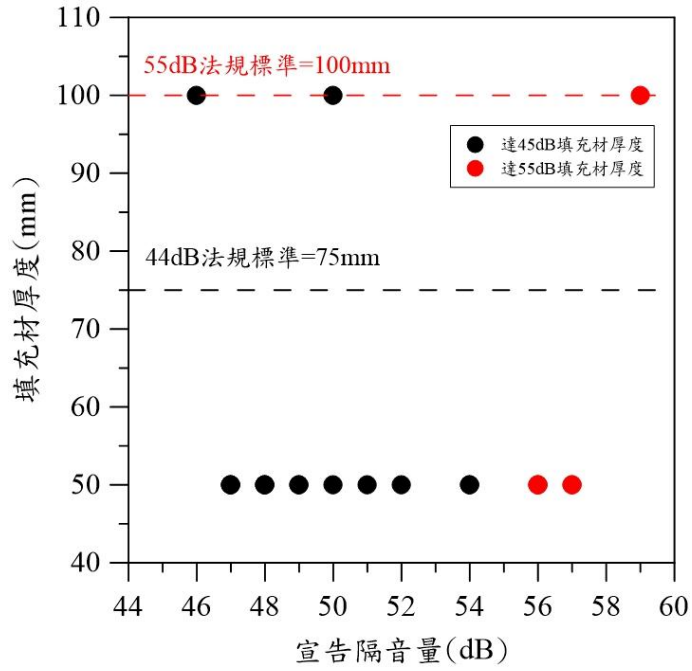


圖 4-3 隔音隔間牆填充材厚度與法規比較分布圖

(本研究製作)

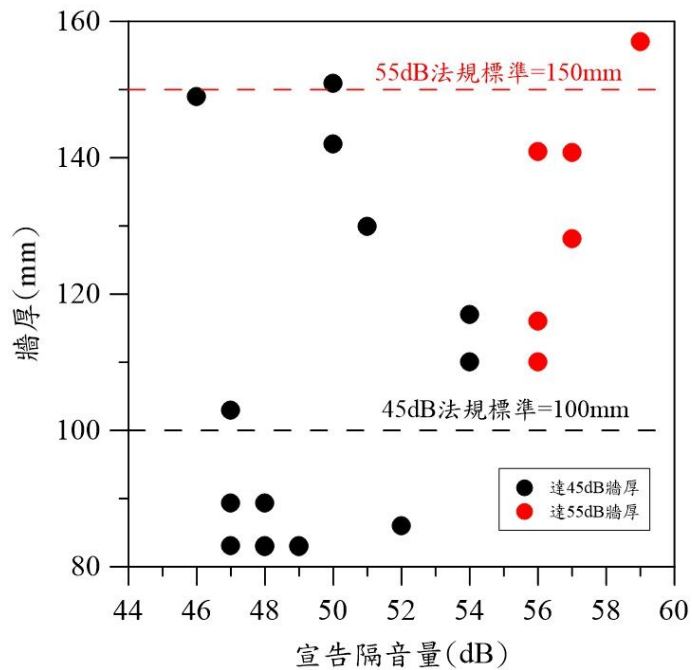


圖 4-4 隔音隔間牆牆厚與法規比較分布圖

(本研究製作)

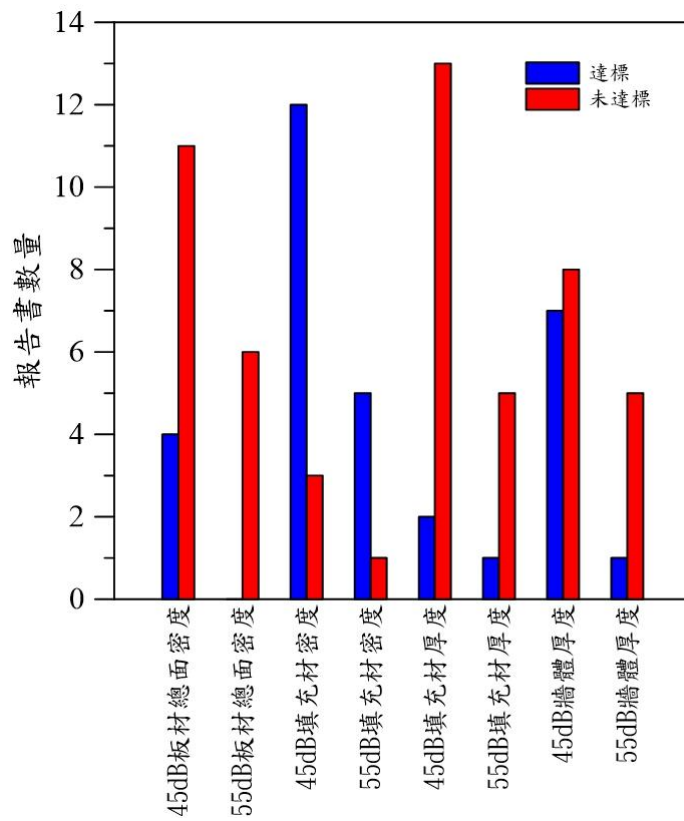


圖 4-5 隔音隔間牆各構件達標與未達標數量統計圖

(本研究製作)

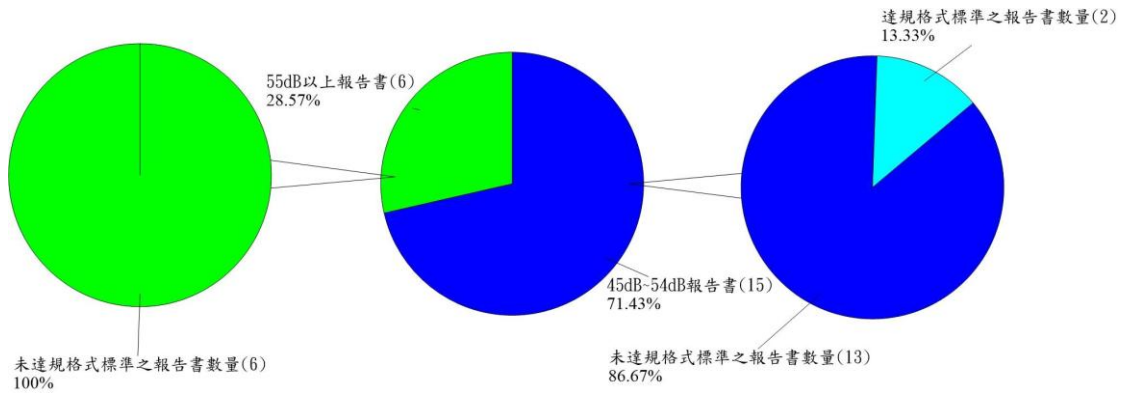


圖 4-6 綜合分析之隔音報告書未達規格式標準比率

(本研究製作)

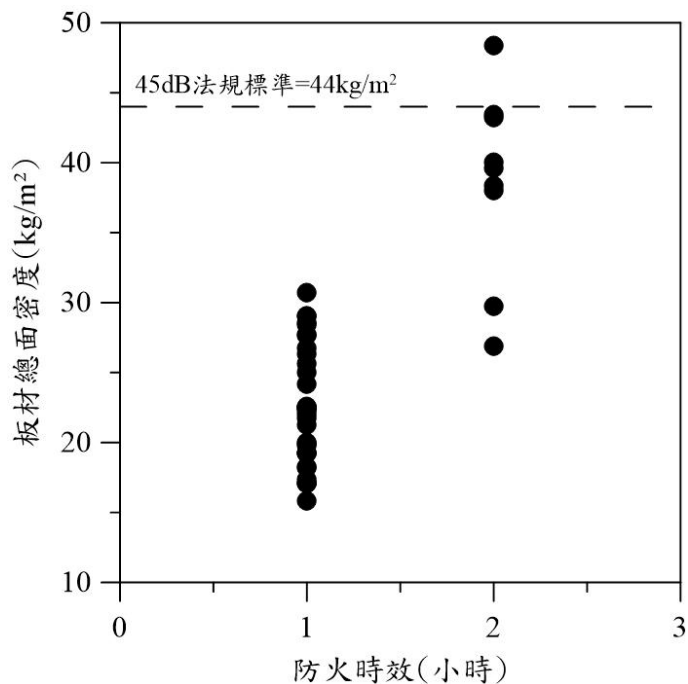


圖 4-7 防火隔間牆板材總面密度與法規比較分布圖

(本研究製作)

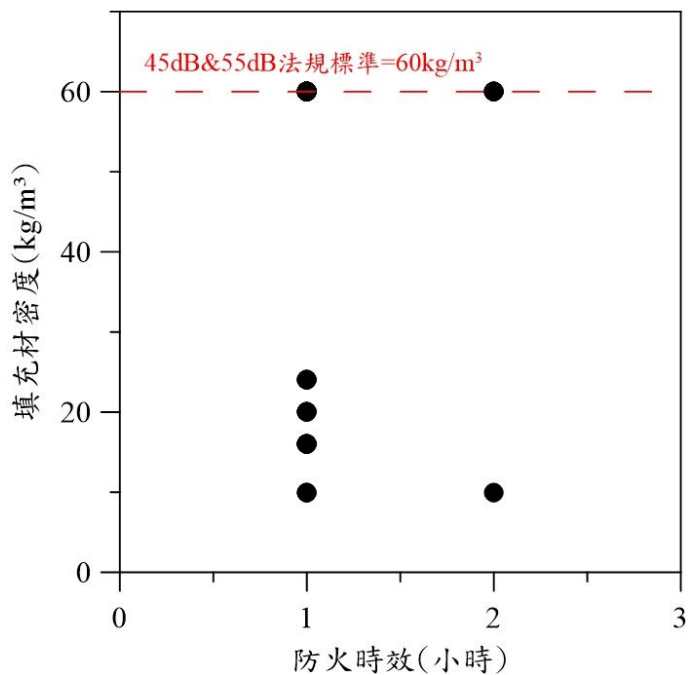


圖 4-8 防火隔間牆填充材密度與法規比較分布圖

(本研究製作)

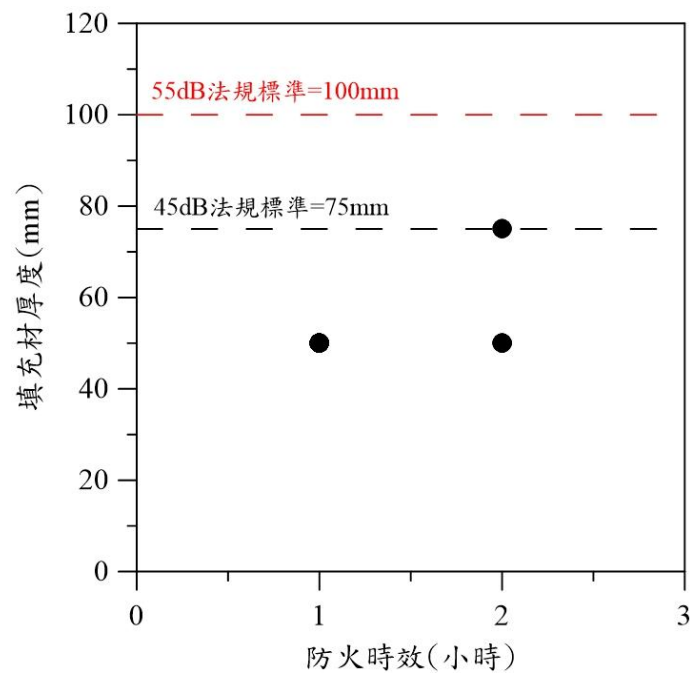


圖 4-9 防火隔間牆填充材厚度與法規比較分布圖

(本研究製作)

第五章 乾式輕隔間牆防火與隔音測試

第一節 乾式輕隔間牆的設計與施工(試體 1)

本研究以具有一小時防火時效的乾式輕隔間牆設計工法，搭配矽利康與批土作為填縫材料，再以 CNS 12514-1 進行防火時效性的試驗，藉此分析防火時效的差異性。本試驗的乾式輕隔間牆系統，採雙面單層矽酸鈣板(9 mm)固定在立柱上，岩棉當內部填充材，填充於牆體中，支撐之骨架為鍍鋅鋼材，包含了 U 型上下槽鐵、C 型立柱、橫撐。本試驗的試體骨架與板材組裝示意圖，如圖 5-1 至圖 5-3 所示，原始設計參考表 4-20。

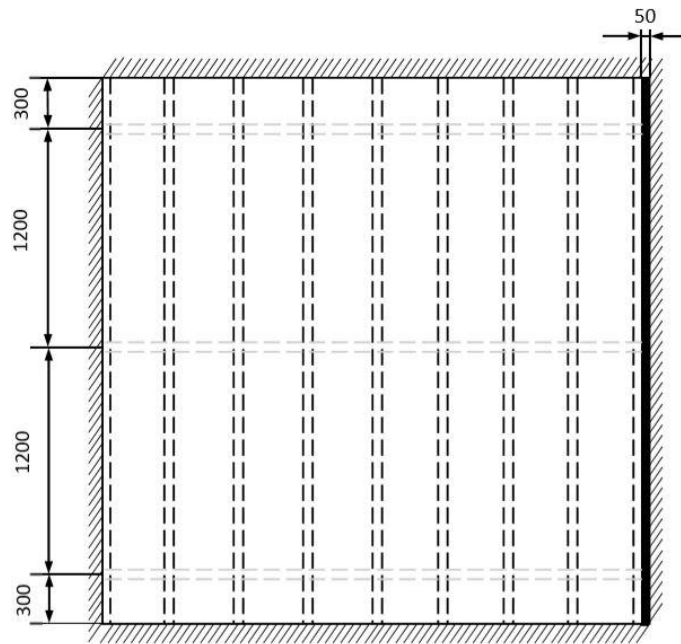


圖 5-1 骨架組裝示意圖

(資料來源：廠商提供)

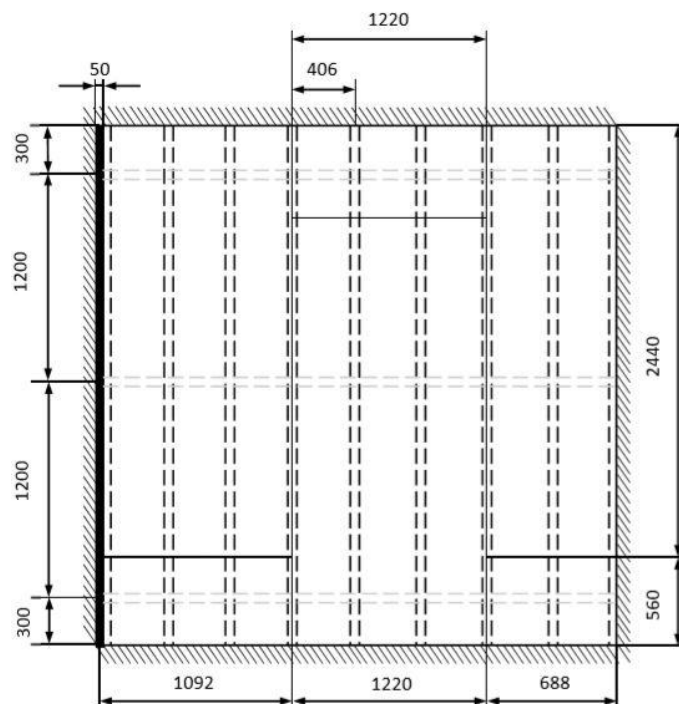


圖 5-2 曝火面板材組裝示意圖

(資料來源：廠商提供)

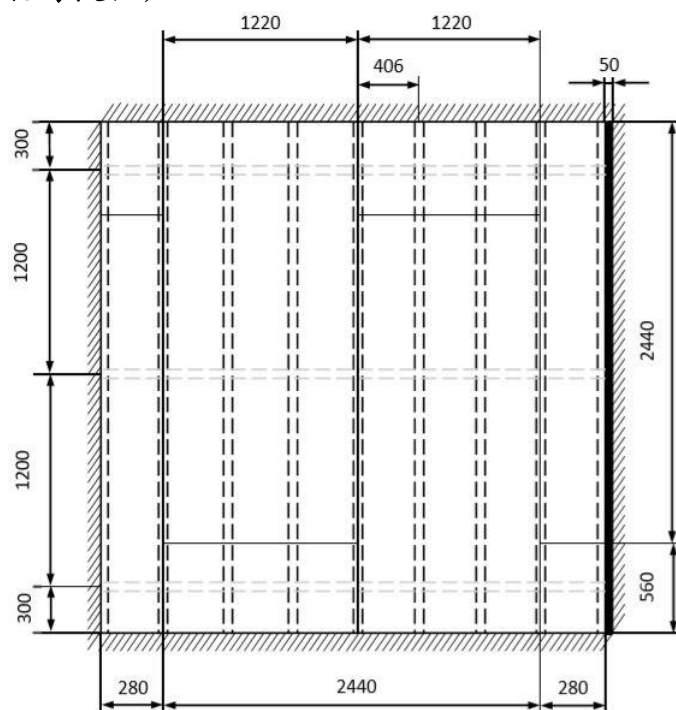


圖 5-3 非曝火面板材組裝示意圖

(資料來源：廠商提供)

本試體施工流程，首先以火藥擊釘固定 U 型上下槽鐵於試體框架上(如圖 5-4)，一側立柱以火藥擊釘固定於試體框架(如圖 5-5)，另一側為自由端僅嵌入上下槽鐵中，未以火藥擊釘固定(如圖 5-6)。邊框固定後，將 C 型立柱嵌入 U 型上下槽鐵中，並由立柱上的開口穿入橫撐(如圖 5-7)。與一般防火分間牆施工不同之處，本次實驗在立柱與板材之間塗上矽利康(如圖 5-8)，目的是希望能在不影響防火性能的情況下提升隔音性能。接著進行封板的動作，以自攻螺絲將板材固定於立柱上(如圖 5-9)，並填充岩棉至牆體中直到填滿(如圖 5-10)，重覆塗矽利康及封板的流程，將另一面板材以自攻螺絲固定於立柱上(如圖 5-11)。試體與框架的四周隙縫也先用矽利康填補，之後於板材間和四周縫隙，再以批土補齊後，便進行試體表面的全面批土(如圖 5-12)。



圖 5-4 固定上下槽鐵

(本研究拍攝)



圖 5-5 固定一側邊框立柱

(本研究拍攝)



圖 5-6 另一側邊框立柱為自由邊

(本研究拍攝)



圖 5-7 安裝立柱與橫撐

(本研究拍攝)



圖 5-8 立柱與板材間塗矽利康

(本研究拍攝)



圖 5-9 曝火面封板

(本研究拍攝)



圖 5-10 填充岩棉

(本研究拍攝)



圖 5-11 非曝火面封板

(本研究拍攝)



圖 5-12 批土施工

(本研究拍攝)

本次試驗依照 CNS 12514-1 之規定，位於試體中心(TC#5)或附近，以及試體每四等分面積中心(TC#2、TC#3、TC#8、TC#9)或附近設置熱電偶作為非曝火面的平均溫度之量測點，但應避免安置距熱橋、結點、搭接及貫穿結合處、以及螺栓或螺釘等固定件之位置 50 mm 以內，還有可能使熱電偶暴露於穿越試體熱氣直接影響之位置；而依照 CNS 12514-8 之規定，為量測非曝火面之最高溫度，熱電偶可裝置於試體寬度中間處頂部(TC#1)、在非承重牆系統之間柱與橫槽軌接合處(TC#6)、在固定邊緣之高度中間處(TC#4)、在自由邊緣之高度中間處(TC#7)，但不得靠近任一邊緣 100 mm 範圍以內。

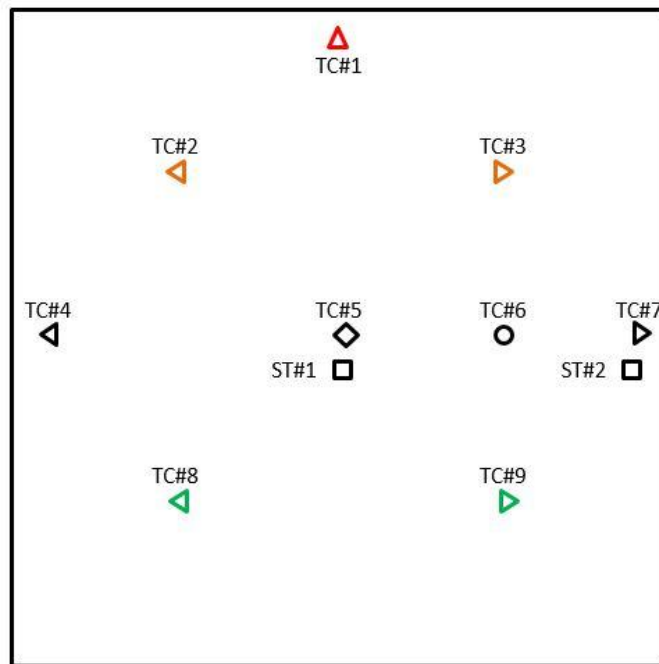


圖 5-13 熱電偶位置分布圖

(本研究製作)

第二節 乾式輕隔間牆的防火與阻熱性能測試(試體 1)

圖 5-14 顯示本次試驗的爐內升溫曲線，由圖顯示，本次試驗的升溫曲線低於 CNS 12514-1 之規範；由於在本試驗之前，門牆爐已經有先進行維護保養，但在試驗的時候發生此現象，後續會再對門牆爐進行相關維護與診斷。

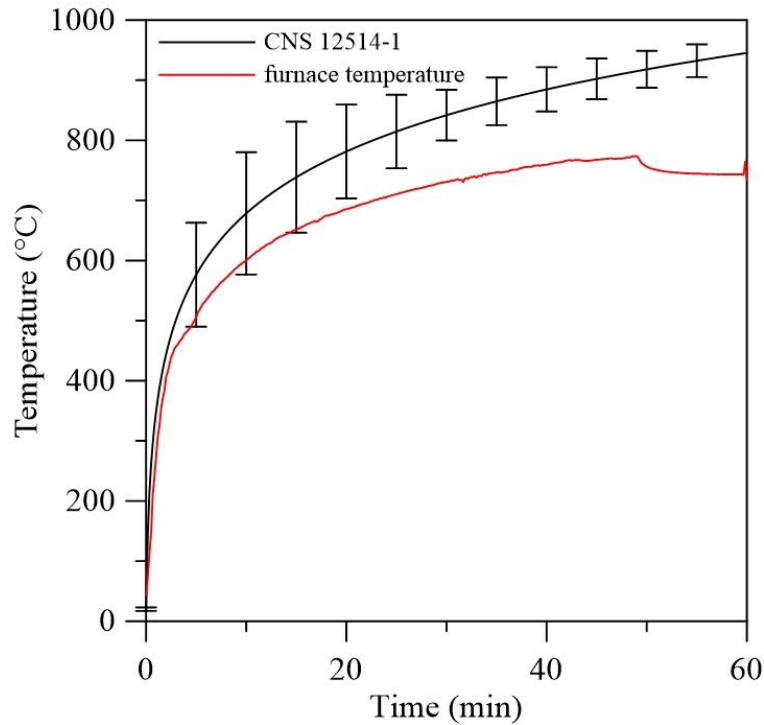
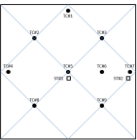
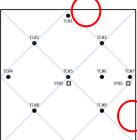
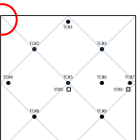
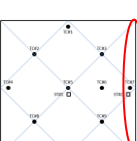
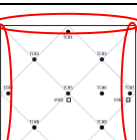
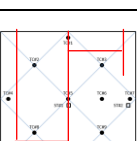
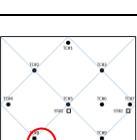
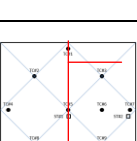
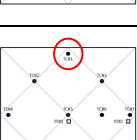


圖 5-14 試驗 1 過程的爐內升溫曲線

(本研究製作)

本試驗共進行 1 小時，實驗歷程現象紀錄，如表 5-1 所示。由表顯示，試體與試體框的周邊交接處，會先有煙流的產生，於 20 分 11 秒的時候，左右兩側與上部均有煙流的產生。21 分 53 秒之後，試體表面的接縫紋路會變的明顯，以及開始冒煙，最後於 48 分 20 秒，TC#1 的溫度達到 210°C，超過阻熱性能的標準。

表 5-1 實驗歷程現象紀錄

時間	發生位置	試體現象
00:00		實驗開始
10:09		試體邊緣及自由端包棉處冒煙
13:30		試體左上邊角亦開始冒煙
17:14		自由端都在冒煙
20:11		左右側及上側皆在冒煙
21:53		板材接縫變明顯
28:17		板材接縫處冒煙
30:34		接縫處皆開始冒煙
48:20		TC#1 溫度達到 210°C

(本研究製作)

本試驗共歷時 60 分鐘，非曝火面各點溫度的升溫情形如圖 5-15 所示。試驗開始之平均溫度為 30°C，所以依據 CNS 12514-1 之規定，本實驗之非曝火面最高溫不得超過 210°C，且平均溫度不得超過 170°C，若兩個溫度條件有一項超標，則判定阻熱性能失效。

試驗初期以 TC#5 為非曝火面最高溫，直到實驗時間 16 分鐘以後，非曝火面最高溫轉為 TC#1，此情形持續至試驗結束。據試驗後的試體觀察推測，因 TC#1 所對應之曝火面位置的矽酸鈣板發生掉落的現象(如圖 5-16)，因而使得阻熱能力減低，進而使得 TC#1 所量測之溫度持續上升，並高於 TC#5。若將試體分左右兩部分來看，自由端側之熱電偶量測的溫度高於固定端側。試驗時間 47 分時，非曝火面的各量測點的平均溫度即達到 170.2°C，超過法規規定之平均溫度 170°C，試驗進行至 48 分 20 秒時，TC#1 之溫度為 210°C，超過法規規定之最高溫 210°C。由試驗結果可知，本次試驗未達 1 小時的阻熱性能，但在 60 分鐘的試驗過程，並無發生火焰穿透的現象，因此能具有 1 小時的遮焰性能。

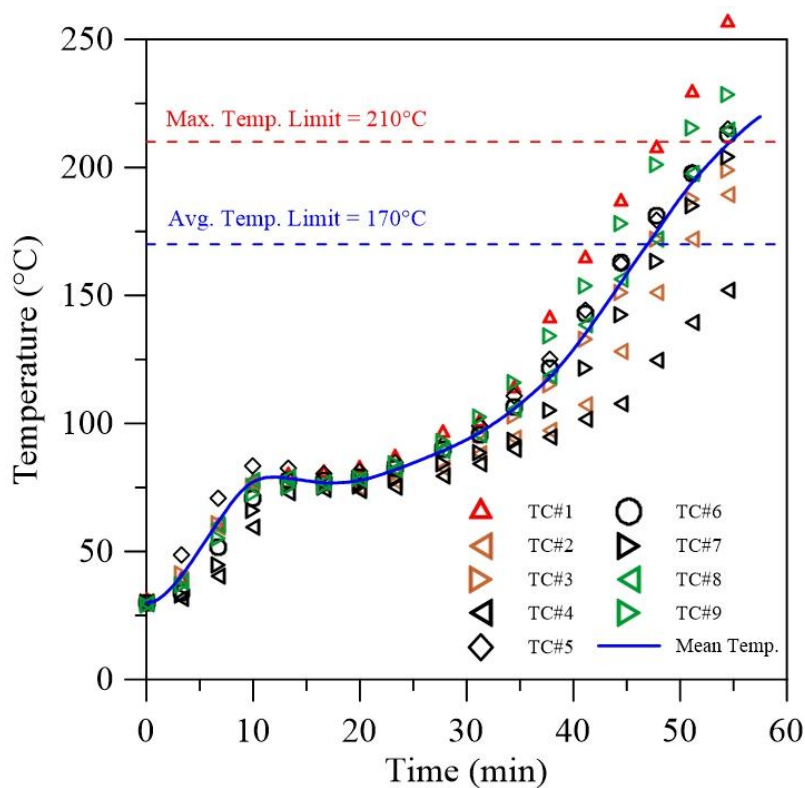


圖 5-15 非曝火面溫度圖

(本研究製作)

圖 5-16 至圖 5-23 為試驗結束後的試體概況分析。圖 5-16 顯示試體在曝火面的上方，有掉落一塊矽酸鈣板，TC#1 溫度超過 210°C，應是此現象所造成，此外，試體表面在曝火面處原有的批土也都不見。而試體在非曝火面處，僅有某些板材、骨架交界處有焦黃的痕跡，以及有向曝火面方向內凹的現象，如圖 5-17 所示。圖 5-18 顯示，拆除曝火面處的矽酸鈣板之影像，由圖顯示原先在骨架與矽酸鈣板之間的矽利康，於防火試驗之後，已看不見矽利康的痕跡，只有些微矽酸鈣板與骨架接觸的殘餘物質。由此可推測，施作於矽酸鈣板與骨架之間的矽利康，會在試驗過程熔化。



圖 5-16 實驗後試體曝火面圖

(本研究拍攝)



圖 5-17 實驗後試體非曝火面圖

(本研究拍攝)



圖 5-18 實驗後曝火面岩棉

(本研究拍攝)

如圖 5-19 顯示試體拆除非曝火面處之矽酸鈣板後的影像，此部分顯示岩棉的表面呈現焦黑的現象，並且可觀察到矽利康殘餘(咖啡色)在骨架之上。圖 5-20 至圖 5-22 顯示曝火面、非曝火面處拆下的矽酸鈣板，以及殘餘在骨架上的矽利康。圖 5-23 為移除岩棉後的試體骨架影像，並可觀察到各立柱彎曲的現象。



圖 5-19 實驗後非曝火面岩棉

(本研究拍攝)

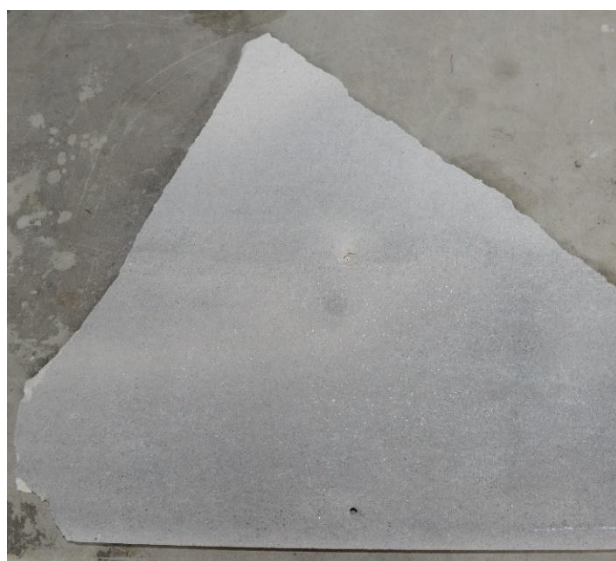


圖 5-20 實驗後曝火面之矽酸鈣板

(本研究拍攝)

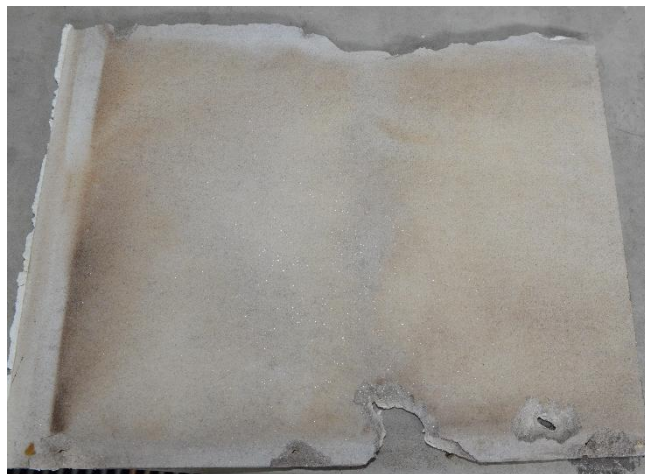


圖 5-21 實驗後非曝火面之矽酸鈣板

(本研究拍攝)

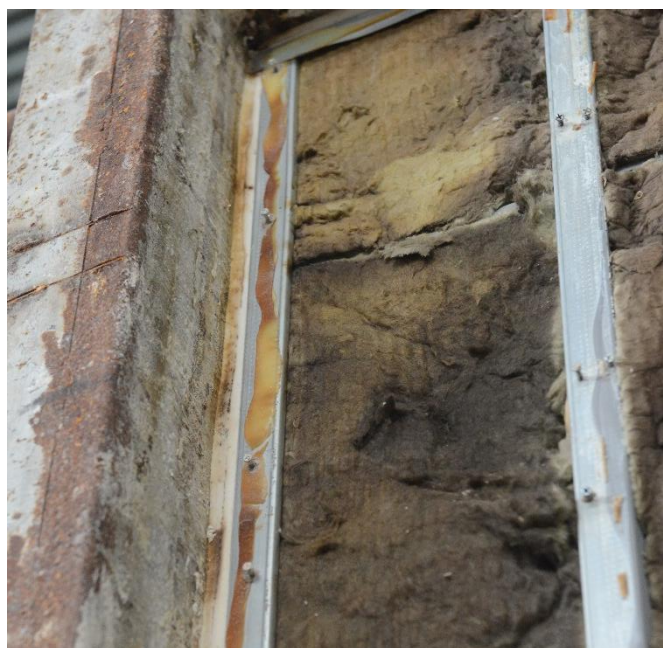


圖 5-22 實驗後非曝火面之殘餘矽利康

(本研究拍攝)




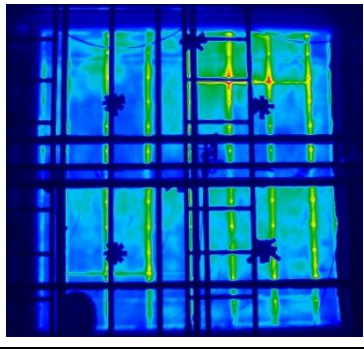
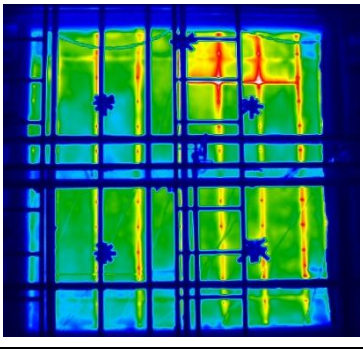
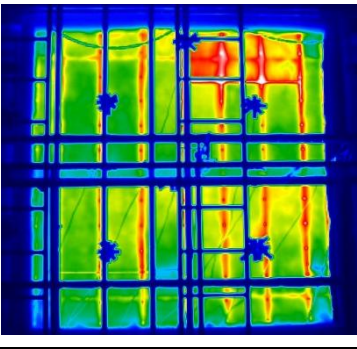


圖 5-23 實驗後立柱彎曲現象

(本研究拍攝)

表 5-2 為本次實驗過程的熱影像圖，非曝火面溫度上升的情形從圖可知，螺絲釘與立柱是熱傳導較佳的材料，因此非曝火面板材與立柱之間的熱傳導造成該處溫度上升較快。實驗進行至30到40分鐘時，因曝火面板材的掉落，導致非曝火面的溫度上升速度加劇，根據熱影像圖可以獲得證實，曝火面板材的掉落，確實會對非曝火面的溫度分布造成顯著的影響。

表 5-2 實驗歷程熱影像紀錄

		
實驗開始	實驗 10 分鐘	實驗 20 分鐘
		
實驗 30 分鐘	實驗 40 分鐘	實驗 50 分鐘

(本研究拍攝)

第三節 乾式輕隔間牆的設計與施工(試體 2)

本研究以具有二小時防火時效的乾式輕隔間牆設計工法，搭配矽利康與批土作為填縫材料，先以CNS 15160-3進行隔音量的試驗，確認牆體隔音量後，再以CNS 12514-1進行防火時效性的試驗，藉此分析防火時效的差異性。本次試驗的乾式輕隔間牆系統，採雙面雙層矽酸鈣板(9 mm)固定在立柱上，岩棉當內部填充材，填充於牆體中，支撐之骨架為鍍鋅鋼材，包含了U型上下槽鐵、C型立柱、橫撐。本試驗的試體板材組裝示意圖，如圖 5-24至圖 5-27所示。

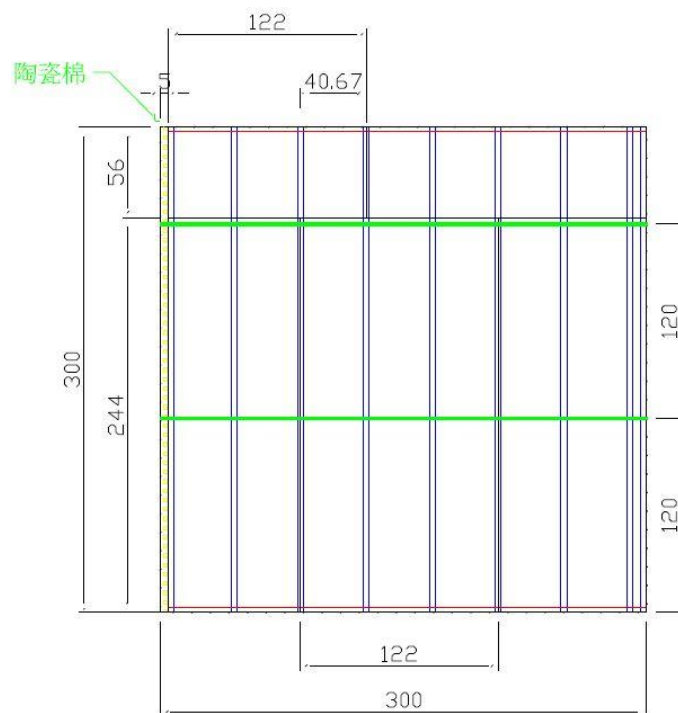


圖 5-24 加熱面外層板組立圖

(資料來源：廠商提供)

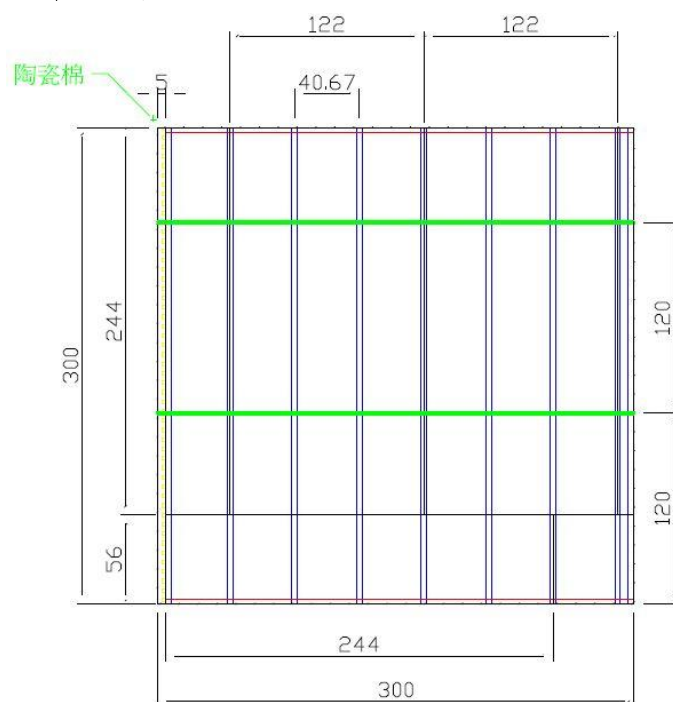


圖 5-25 加熱面內層板組立圖

(資料來源：廠商提供)

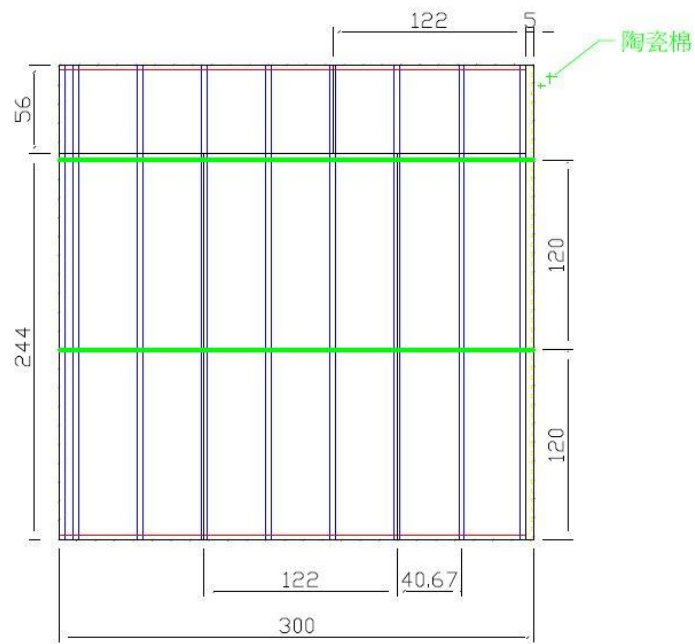


圖 5-26 非加熱面內層板組立圖

(資料來源：廠商提供)

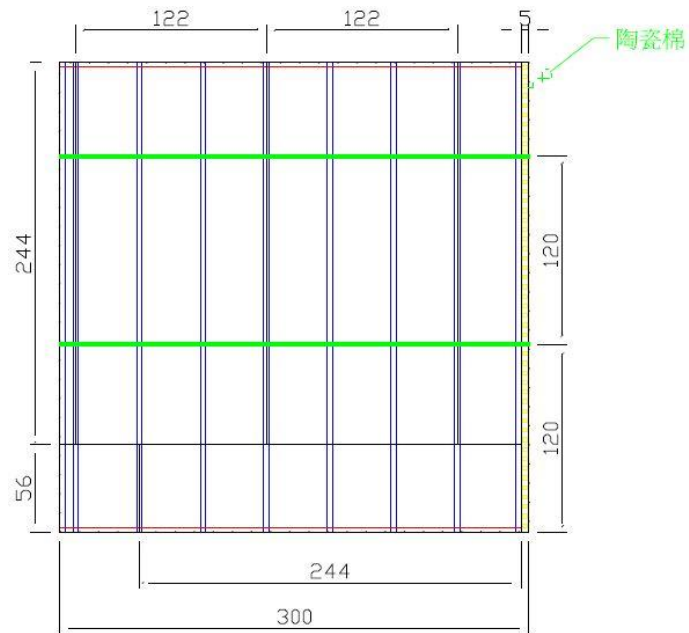


圖 5-27 非加熱面外層板組立圖

(資料來源：廠商提供)

隔音試驗的施工流程，首先以火藥擊釘固定U型上下槽鐵和兩側立柱於試體

框架上(如圖 5-28)，但須注意此為隔音分間牆之施作流程，若是防火分間牆則須留立柱一端為自由邊，詳細步驟請參考第五章第一節之內容。邊框固定後，將C型立柱嵌入U型上下槽鐵中，並由立柱上的開口穿入橫撐(如圖 5-29、圖 5-30)。與一般防火分間牆施工不同之處，本次實驗在立柱與板材之間塗上矽利康(如圖 5-31)，目的是希望能在不影響防火性能的情況下提升隔音性能。接著進行封板的動作，以自攻螺絲將內層板材固定於立柱上(如圖 5-32)，內層板材間縫隙以矽利康填補(如圖 5-33)，再將外層板材以較長的自攻螺絲穿透內層並固定於立柱上(如圖 5-34)，並填充岩棉至牆體中直到填滿(如圖 5-35)，重覆塗矽利康及封板的流程，將另一面板材以自攻螺絲固定於立柱上(如圖 5-36、圖 5-37)。試體與框架的四周隙縫用矽利康填補後，便進行試體表面的全面批土(如圖 5-38)。



圖 5-28 安裝上下槽鐵

(本研究拍攝)



圖 5-29 安裝立柱

(本研究拍攝)



圖 5-30 安裝橫撐

(本研究拍攝)



圖 5-31 板材與立柱間塗矽利康

(本研究拍攝)



圖 5-32 內層封板

(本研究拍攝)

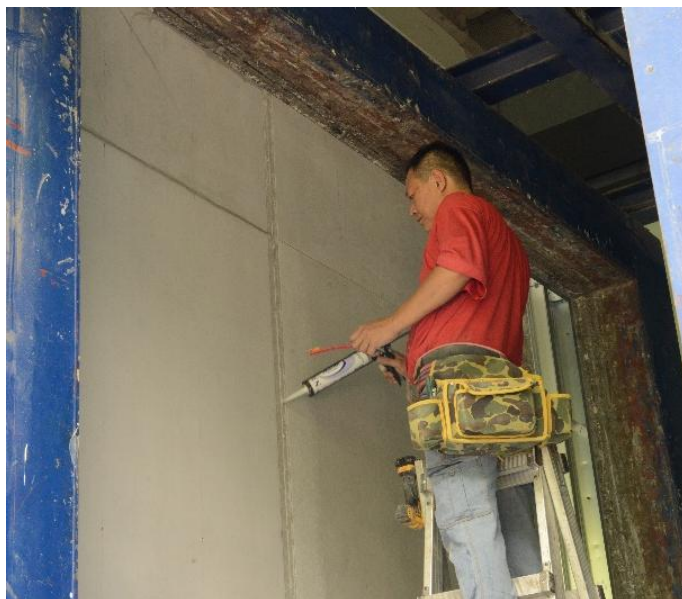


圖 5-33 板材間縫隙以矽利康填補

(本研究拍攝)



圖 5-34 外層封板

(本研究拍攝)



圖 5-35 填充岩棉

(本研究拍攝)



圖 5-36 另一側內層封板

(本研究拍攝)



圖 5-37 另一側外層封板

(本研究拍攝)



圖 5-38 批土施工

(本研究拍攝)

第四節 乾式輕隔間牆的隔音性能測試(試體 2)

本試體依照CNS 15160-3進行測試，測試結果根據CNS 8465-1宣告隔音量Rw

值為56dB，實驗過程隔音量變化如圖 5-39所示，其適用範圍有：寄宿舍、旅館等之臥室、客房或醫院病房之分間牆，連棟住宅、集合住宅之分戶牆，昇降機道與建築物居室相鄰之分間牆，及與建築物居室相鄰之分戶牆。

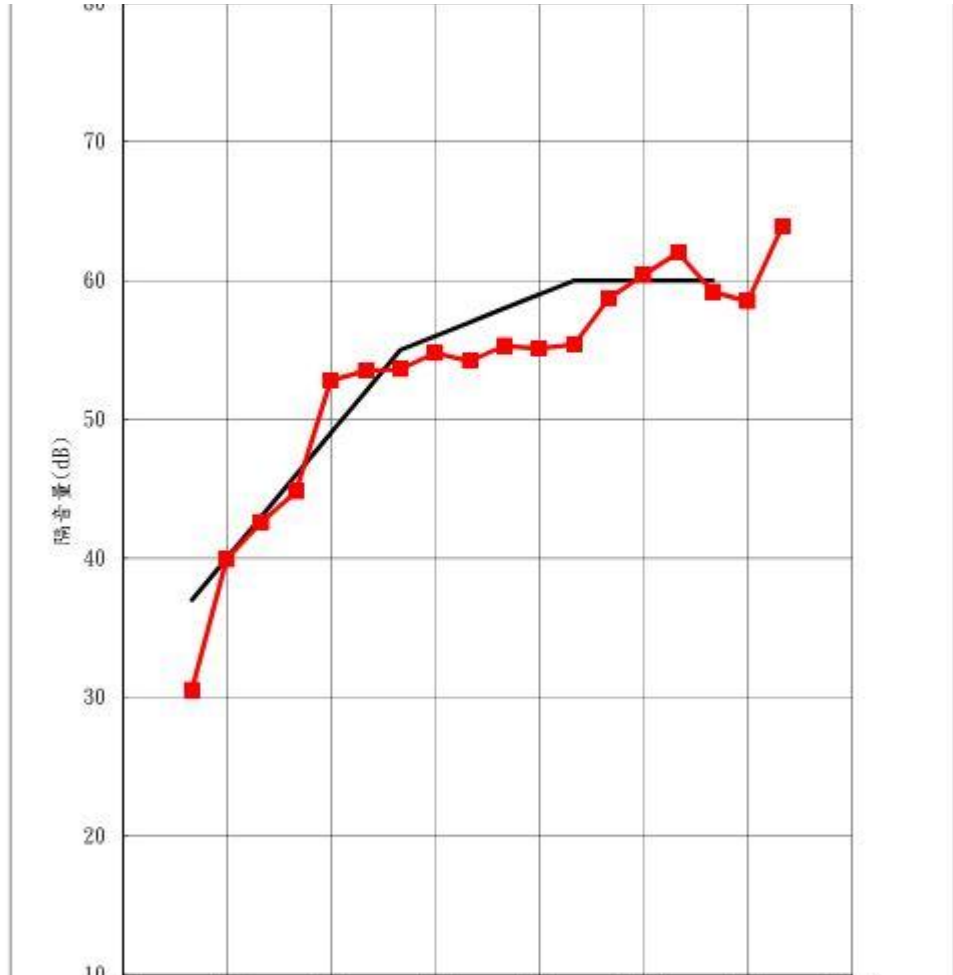


圖 5-39 隔音量曲線圖

(資料來源：廠商提供)

第五節 乾式輕隔間牆的防火與阻熱性能測試(試體 2)

本次試驗依照CNS 12514-1之規定，位於試體中心(TC#8)或附近，以及試體每四等分面積中心(TC#3、TC#4、TC#10、TC#12)或附近設置熱電偶作為非曝火面的平均溫度之量測點，但應避免安置距熱橋、結點、搭接及貫穿結合處、以及螺栓或螺釘等固定件之位置50 mm以內，還有可能使熱電偶暴露於穿越試體熱氣

直接影響之位置；而依照CNS 12514-8之規定，為量測非曝火面之最高溫度，熱電偶可裝置於試體寬度中間處頂部(TC#2)、沿著試體間柱或中柱頂部(TC#1)、在非承重牆系統之間柱與橫槽軌接合處(TC#5)、在固定邊緣之高度中間處(TC#6)、在高度中間儘量接近垂直接縫處(TC#7)、在自由邊緣之高度中間處(TC#9)、在寬度中間儘量接近水平接縫處(TC#11)，但不得靠近任一邊緣100 mm範圍以內。

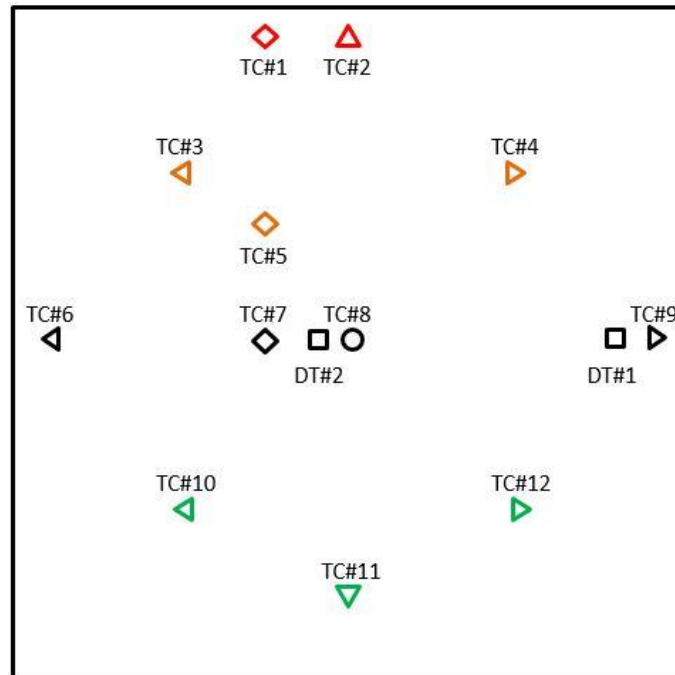


圖 5-40 試驗 2 熱電偶位置分布圖

(本研究製作)

圖 5-41 為試驗 2 之爐內昇溫曲線，本次實驗的爐內昇溫曲線符合 CNS 12514-1 之規範，誤差皆未超過法規所訂之範圍，實驗數據可用於進一步參考與分析。

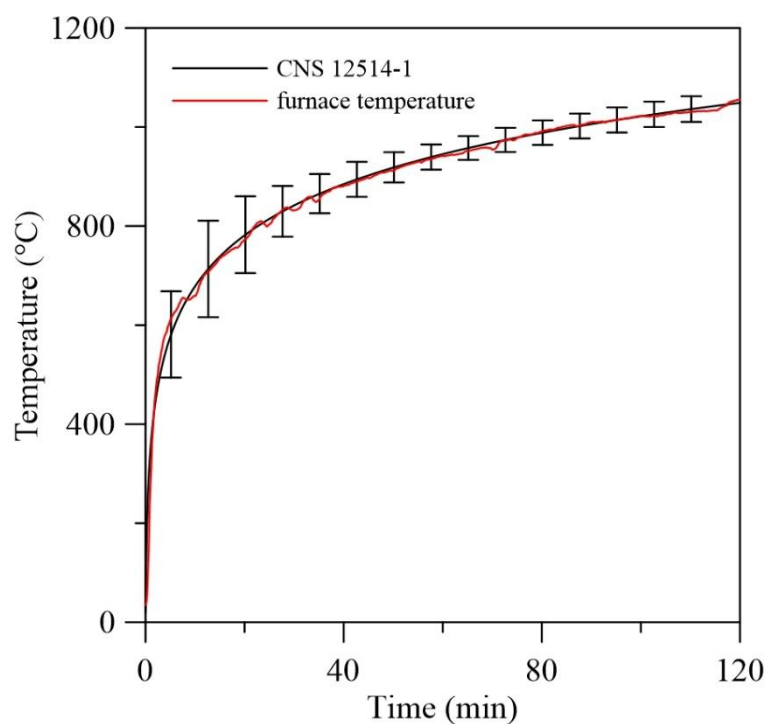


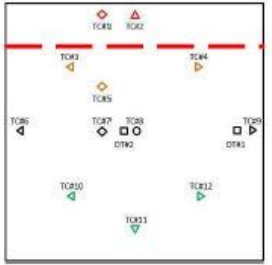
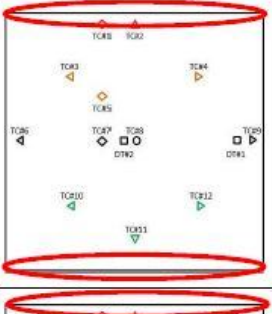


圖 5-41 試驗 2 過程的爐內昇溫曲線

(本研究製作)


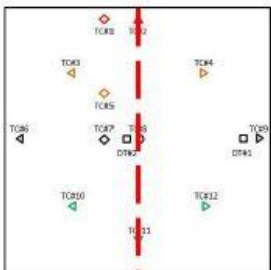
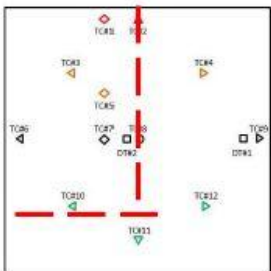
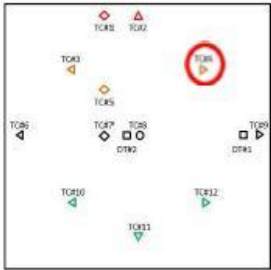

本次試驗共進行 2 小時，實驗歷程現象紀錄，如所示。由表顯示，試體與試體框的周邊交接處，會先有煙流的產生，於 17 分 25 秒的時候，上下兩側均有煙流的產生。1 小時 30 分 8 秒之後，試體表面的接縫紋路會變的明顯，最後於 1 小時 48 分 50 秒，TC#4 的溫度達到 210°C，超過阻熱性能的標準。

表 5-3 試驗 2 實驗歷程現象紀錄(1)

		
0:12:57		右上及右下冒煙
0:14:14		橫撐處變色
0:17:25		上下縫隙冒煙

(本研究製作)

表 5-4 試驗 2 實驗歷程現象紀錄(2)

		
0:48:49		中心處板接縫變大
1:30:08		板材接縫變明顯
1:48:50		TC#4 超過 210°C
		

(本研究製作)

本試驗共歷時 120 分鐘，非曝火面各點溫度的升溫情形如圖 5-42 所示。試驗開始之平均溫度為 31°C，所以依據 CNS 12514-1 之規定，本實驗之非曝火面最高溫不得超過 211°C，且平均溫度不得超過 171°C，若兩個溫度條件有一項超標，則判定阻熱性能失效。

試驗初期以 TC#1 為非曝火面最高溫，直到實驗時間 54 分鐘以後，非曝火面最高溫轉為 TC#5，至實驗時間 1 小時 3 分後，非曝火面最高溫再轉為 TC#4，此情形持續至試驗結束。若將試體分左右兩部分來看，自由端側之熱電偶量測的溫度高於固定端側。試驗時間 1 小時 53 分時，非曝火面的各量測點的平均溫度即達到 171.06°C，超過法規規定之平均溫度 171°C，試驗進行至 1 小時 48 分時，TC#4 之溫度為 211°C，超過法規規定之最高溫 211°C。由試驗結果可知，本次試驗具有 1 小時但未達 2 小時的阻熱性能，但在 120 分鐘的試驗過程，並無發生火焰穿透的現象，因此能具有 2 小時的遮焰性能。

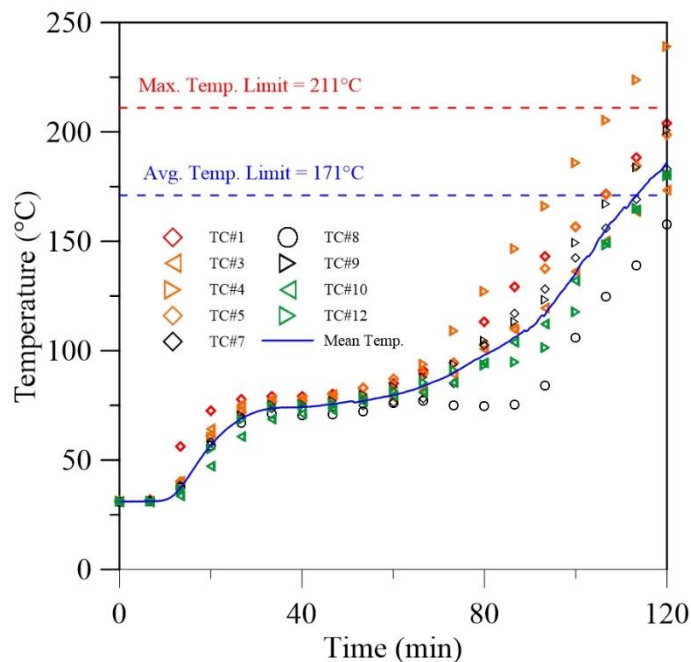


圖 5-42 試驗 2 非曝火面溫度圖

(本研究製作)

圖 5-43 至圖 5-47 為試驗結束後的試體概況分析。圖 5-43 為曝火面外層板，可從板材表面觀察到明顯的裂痕，此外圖 5-44 也可以從曝火面的內層板材觀察到類似的現象，其裂痕破裂的路徑皆會經過自攻螺絲穿透板材的位置，是板材結構相對較弱的點。而試驗後，靠近曝火面處的岩棉有表面脆化現象，但岩棉非曝火面的部分仍保有纖維結構，焦黑的程度沒有試驗 1 明顯，如圖 5-45 與圖 5-46。



圖 5-43 實驗後曝火面外層板

(本研究拍攝)



圖 5-44 實驗後曝火面內層板

(本研究拍攝)



圖 5-45 實驗後曝火面岩棉

(本研究拍攝)



圖 5-46 實驗後非曝火面岩棉

(本研究拍攝)

圖 5-47 顯示立柱下段穿孔處發生扭曲及局部側潰的現象，研究推測因其位置正好位於板材交界處，且立柱承受強體重量所造成的壓應力，再加上立柱本身受熱所造成的熱應力，該部位成了整個牆體結構中的弱點，進而發生該現象。



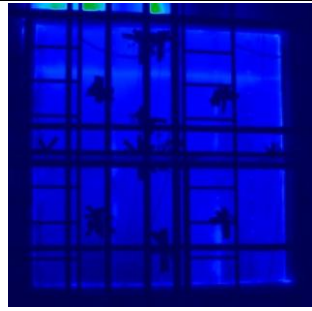



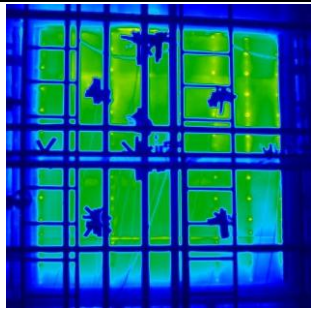
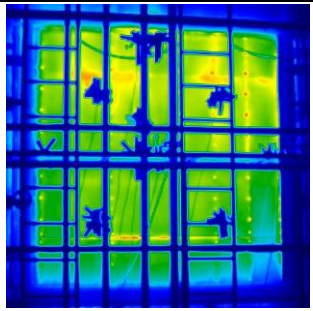
圖 5-47 實驗後立柱扭曲

(本研究拍攝)

由表 5-5 可觀察到非曝火面之表面溫度上升情形，圖中可見溫度最先上升的

構件為自攻螺絲及內部骨架，板材的熱傳導比起這些金屬件更低，所以從影像上所見許多亮點即為自攻螺絲的位置。

表 5-5 試驗 2 實驗歷程熱影像圖

		
實驗 20 分鐘	實驗 40 分鐘	實驗 60 分鐘
		
實驗 80 分鐘	實驗 100 分鐘	實驗 110 分鐘

(本研究製作)

第六章 結論與建議

第一節 結論

由具有防火時效性或隔音性能的輕隔間牆測試報告可知，兩者使用的材料(板材、填塞材、骨架)與設計概念幾乎相同，其中以填縫的材料為最大差異。有些具有防火時效性能的輕隔間牆填縫，是以批土作為填縫材；而具有隔音性能的輕隔間牆填縫，有些廠商是以矽利康作為填縫材，僅有部分廠商報告書未標明填縫處用料。這兩種填縫材的差異，主要是對應不同測試法(CNS 12514-1, CNS8465-1)的選擇。此外，隔音性能的輕隔間牆尚未有廠商依據法規制定的規格式要求進行設計，而是以檢測性能達到法定 45dB 或 55dB 為主。

目前市面有些廠商的型錄，有標榜同時具有防火時效與隔音性能的輕隔間牆設計。綜合防火與隔音的各式測試報告結果可知，增加表面材或牆面厚度，均能提昇隔音或防火性能，並且具有隔音性能的設計，於各材料的厚度、板材總面密度的要求，大多會高於防火隔間牆。然而現今防火時效是以 CNS 12514-1 的試驗進行判定，隔音性能是由 CNS8465-1 的試驗進行判定，此兩種測試法的試體框尺寸並不相同，並且由個別的檢測報告可約略分析出，試體的填縫與固定在試體框的周邊封裝材料，會依據不同的測試法而有所不同。因此，該試體是否真的同時具有防火時效與隔音性能，則有待商榷。本研究進行的防火與隔音試驗結果如下：

試體 1 的防火性能試驗，主要以一般具有防火時效性的輕隔間牆工法之外，另在骨架與表面板材(矽酸鈣板)之間填入矽利康，測試填縫與固定在試體框的周邊封裝材料(一般矽利康、批土)，是否會影響防火時效。但在防火時效性能測試的 47 分鐘後，因非曝火面所量測的各點平均溫度超過 CNS 12514-1 的標準，故判定阻熱性能未達原先預期的 60 分鐘，但試體的遮焰性能仍具有 60 分鐘。試體 2 的隔音與防火性能測試，在隔音試驗中宣告具有 56dB 之隔音量，但在防火試

驗 108 分鐘後，因非曝火面所量測的 4 號測溫點超過 CNS 12514-1 的標準，故判定阻熱性能未達原先預期的 120 分鐘，但試體的遮焰性能仍具有 120 分鐘。本研究成果建議，若輕隔間牆需同時具備隔音與防火性能，除了填縫材料建議使用具有防火性能之外，結構設計與施工品質也是影響試體性能差異的重要因素。

第二節 建議

建議一

中長期建議：建築技術規則防音相關規定修訂

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

現行建築技術規則對於隔間牆的防音材料、厚度、密度等規格式要求，可再進行研究與修改研議。原因為市面上大多數廠商，若依據規格式要求製作隔間牆，則會面臨牆面厚度、成本與顧客是否接受...等問題。因此，大多廠商都會以各自的設計、工法進行 CNS 檢測並取得報告書，進而導致規格式要求無廠商直接使用。因此建議規格式要求，可再依據國內外相關研究成果，或目前各家廠商通過檢測之設計，進行彙整與探討修改規格式要求之必要性。

建議二

中長期建議：整合防火與隔音試驗的正規化流程

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

比對防火及隔音分間牆，通過測試報告的相關資料，發現兩者差異分別有試體框的大小不同，以及廠商會依據測試項目，而在試體的周邊填縫採取不同的工法。因此相關報告書的記載便有所差異，難以證明是否同時具有防火及隔音的性能。未來可考慮統一防火及隔音試驗的試體框，並建立相關試驗流程，使得相關

報告書能夠直接證明，受測試體同時具有防火及隔音的性能。

建議三

中長期建議：防火時效性、隔音性能的測試報告書格式與用字統一

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所、財團法人台灣建築中心

本研究於分析防火時效性、隔音性能的相關測試報告書，發現報告書用字或內容未有統一的現象，如建築技術規則建築設計施工編四十六條之三、四十六條之四說明的「板材總面密度」，於隔音相關測試報告書有的是寫「單位面積重」或「板材總面密度」，由於這兩者的計算方式有所不同，建議能夠統一用字或內容，減少未來研究分析或各評定中心的疑慮。

附錄一

內政部建築研究所「前瞻建築防火避難及結構防火科技研發整合
應用計畫(二)協同研究計畫」第3案
防音輕隔間牆之防火性能驗證研究

第一次工作會議紀錄

時間：108年04月09日 出席人員： 內政部建築研究所：蔡綽芳、蔡銘儒、雷明遠、陳佳玲 成功大學：林大惠、陳俊貴		
工作會議事項		
1. 本年度計畫執行事項說明。		
出席人員		
姓名	單位	簽章
蔡綽芳	內政部建築研究所	
蔡銘儒	內政部建築研究所	蔡銘儒
雷明遠	內政部建築研究所	雷明遠
陳佳玲	內政部建築研究所	
林大惠	成功大學	林大惠
陳俊貴	成功大學	陳俊貴
		蔡綽芳

附錄二

內政部建築研究所「前瞻建築防火避難及結構防火科技研發整合應用

計畫(二)協同研究計畫」第3案

防音輕隔間牆之防火性能驗證研究

期中審查會議紀錄

項次	審查意見	研究團隊回覆
1	本研究案主要為防音輕隔間牆的“隔音因子”對防火性能的影響，其“隔音因子”主要為「隔音棉」、「填縫材」...等材料，「骨料」及「板材」非“隔音因子”而是“防火性能因子”。	感謝委員提供之意見。
2	依“隔音因子”不同的交差組合，作為隔間牆防火性能驗證之試體的數量依據。	感謝委員提供之意見，並依據提供之意見辦理。
3	期中報告書第48頁『施工程序』等8項的用語，建議在『隔音分間牆』修正為「填縫劑（Silicone）填縫」，在『防火分間牆』修正為「批土填縫」。	依委員之意見修改。

4	摘要 VII~IX 中英文摘要內容不相符合。	依委員之意見修改。
5	部份圖形不清楚如第19頁圖3-4。	感謝委員提供之意見，並依委員之意見修改。
6	圖形太小不清楚如第35頁至48頁，建議以全頁（A4）印製。	感謝委員提供之意見，並依委員之意見修改。
7	第 69 頁參考文獻之排列格式不一致（宜用筆劃大小及字母編排），同時文獻 37-124 宜加上名稱。	感謝委員提供之意見，本研究後續會依據格式撰寫。
8	圖表參考文獻之引用格式宜一致（如全部使用【】）。	感謝委員提供之意見，本研究後續會依據格式撰寫。
9	部份文獻字碼與參考文獻不合（如第 18 頁姚仁祿 [3]，但參考文獻為[4]）	感謝委員提供之意見，已修正。
10	文獻第 37 至 124 頁，如能加註名稱更佳。	感謝委員提供之意見。
11	第 25 頁【11】是否有誤？文中 2.83 倍、1.92 倍，1.24~1.66 倍之參考文獻是什麼？	感謝委員提供之意見，文中 2.83 倍、1.92 倍，1.24~1.66 倍是在敘述前面段落的數值。
12	本研究案在資料蒐集方面多元且詳盡，提出許多 1、2、3 小時防火時效輕隔間牆設計及隔音性能分間牆之設計，非	感謝委員提供之意見。

	常實用。	
13	建議本研究在前項設計中找出一、二組合格之隔音牆做防火時效之驗證。	感謝委員提供之意見。
14	第一次防火時效測試在 47 分鐘失敗，原因可能有材料品控問題如矽酸鈣板、岩棉、立柱、橫撐等，也可能組裝時自攻螺絲固定及批土動作影響測試成功。後續研究如有實測合格數據更具說服力。	感謝委員提供之意見。
15	<p>本案研究有利於防火與隔音法規的推動，並對於業界輕隔間牆研發具有啟發性，以下建議請參考：</p> <p>建立基本輕隔間牆構造型態，檢討表面板材、內部填充、填縫處理對於防火／隔音性能的影響。</p> <p>(1) 依據報告書第4章第1節防火輕隔間牆與第2節隔音輕隔間牆，二者構造方式基本相同，只有接縫材、全面批土些有差異，又國內防火牆要求已</p>	感謝委員提供之意見，後續會依據委員之意見找出提高隔音成效的關鍵因子。

	<p>執行多年，樣本數據較充足，讚同以防火隔間牆進行隔音性能之改善探討，找出二者關連性。</p> <p>(2) 如以防火間牆為基礎，可分析下列改善措施，對於提高隔音成效之比較，找出關鍵因子，或可提出空氣音傳音衰減值，以及各種組合的成效，以利運用：</p> <p>A. 面板種類，厚度及層數。</p> <p>B. 內部填塞材料密度及厚度。</p> <p>C. 填縫的處理。</p> <p>D. 另建議考量增加表面材間的空氣層的影響。</p>	
16	<p>防火隔間牆的分析部分：</p> <p>(1) 建議宜以不同防火時效的構造型態、進行橫向檢討，找出重要影響因子(諸如板材厚度及層數、填縫材.....)之差異影響。</p> <p>(2) 另牆厚的增加，如係增加填充材或空氣層，是否提高隔音性能？併請考量。</p>	<p>(1) 板材厚度及層數是最大的影響因子，相關文獻會於資料蒐集分析報告中納入。</p> <p>(2) 增加填充材會增加防音中的吸音效果，感謝委員提供之意見。</p>
17	<p>報告指出防火隔間牆板間的</p>	<p>感謝委員提供之意見，後續會</p>

	<p>填縫材改為隔音牆使用之矽利康進行實驗，宜先說明為何改為矽利康？唯實驗失敗，但如何以原有批土或先以矽利康填縫外加批土，對於其防火／隔音影響為何？建議後續研究考量。</p>	<p>對於使用矽利康的原因多加說明，以及分析是否影響防火／隔音性能。</p>
18	<p>另防火隔間牆之板材間的填縫亦有以填縫膠泥處理，是否均為批土，建議確認。</p>	<p>感謝委員提供之意見，部分廠商有使用填縫膠泥，但於收集到的報告書當中，並未於每份報告具名完整材料名稱。</p>
19	<p>市面上各種隔音、防火隔間種類繁多，如何建立正規化驗證架構，以滿足計畫之預期，請補充說明。</p>	<p>感謝委員提供之意見，隔音、防火均有相對應的 CNS 法規，若需要統一正規之化驗證架構，仍需要有相當數量的研究成果才能研議正規之化驗證架構。</p>
20	<p>輕隔間牆在使用機能上平時以隔音為主，火災以防火為主，發生火災後通常輕隔間也會損害需要更換。而廠商是以防火為先隔音為後，且差別在防火及隔音試驗時其試體使用填縫材不同，本計畫內容需</p>	<p>感謝委員提供之意見。</p>

	採既隔音又防火之驗證，後續研究建議以實務上通過的防火牆加強其隔音，再進行防火及隔音實驗，以驗證同時兼具防火性及隔音性。	
21	研究成果符合期中預期效益。	感謝委員提供之意見。
22	建議將防音建材之定義與種類增加至研究報告中，並且定義本研究計畫只針對隔音分間牆進行探討。	感謝委員提供之意見，已於報告中補上相關敘述。
23	建議將通過高性能綠建材標章與營建署隔音性能新材料、新工法與新技術之建材產品與種類納入報告中。	目前收集到公開的高性能綠建材標章報告書內容，大多未詳盡記載產品細項，因此較難完整分析。
24	報告書第7頁，圖2-1並未於主文中敘述。	感謝委員提供之意見。
25	報告書第8頁，表2-1並未於主文中敘述。	感謝委員提供之意見。
26	報告書第10頁，第46條之3 ”第二項”內容請依條文順序修正。	感謝委員提供之意見。
27	報告書第11頁，第46條之4 ”第二項”內容請依條文順序修正。	感謝委員提供之意見。
28	報告書第56頁，圖5-13並未於	感謝委員提供之意見。

	主文中敘述。	
29	報告書第65頁，請敘明試驗過程中掉落的原因。	掉落之原因，由熱像儀紀錄的影像，可推測為施工不良所導致。
30	文獻部分忽略了防火區劃規定，宜補充。	感謝委員提供之意見，已於期末報告補上。
31	防火牆之板材接縫位置常於立柱上，成為音橋，於改善防音性能上可能會是改善的點，岩棉／玻璃棉之填充或密度可能為改善防音效果的因素。	感謝委員提供之意見。
32	填縫處建議採用防火填塞材料。	感謝委員提供之意見。
33	建議本案實驗規劃、研究結論宜配合預期成果要求提出建議工法。	感謝委員提供之意見。
34	本案建議先收集各廠商以防火輕隔間改善其隔音效果的工法有哪些，再驗證改善隔音後是否有影響其原有防火性能，或用建築師所建議以防火填塞材料填縫也是很大的突破，是為較為簡單又有效的方	感謝委員提供之意見，後續的實驗試體，會參考相關意見辦理。

	法。	
35	本案建議可對本部已核發之高性能綠建材標章隔音性的廠商收集其產品的材料、構造、工法、填充材及材料耐燃性等資訊，與現有收集的防火輕隔間牆作進一步比對，以分析二者差異性。	感謝委員提供之意見。

附錄三

內政部建築研究所「前瞻建築防火避難及結構防火科技研發整合應用

計畫(二)協同研究計畫」第3案

防音輕隔間牆之防火性能驗證研究

期末審查會議紀錄

項次	審查意見	研究團隊回覆
1	研究資料豐富、實驗嚴謹,且期末成果符合預期目標。	感謝委員提供之意見。
2	建築將實驗條件、試體規格及製作過程以表格整理方式呈現,以利解讀。	感謝委員提供之意見,並依據提供之意見辦理。
3	「圖 5-15 非曝火面溫度圖」與「圖 5-42 試驗 2 非曝火面溫度圖」,其溫度軸之溫度與時間刻度可以調成一致,以利圖形分析及判讀。	感謝委員提供之意見,並依據提供之意見辦理。
4	「5-14試驗1過程的爐內昇溫曲線」之溫昇曲線低於規範要求,若於標準溫昇曲線則應會影響防火性能,建議於結論加註說明。	感謝委員提供之意見。

5	<p>本案就輕隔間牆之防火性能及防音性能如兼備進行研究，並對於構造方式特別是填縫材的差異影響，提出具體建議，其具實用性，符合預期成果需求。</p>	<p>感謝委員提供之意見。</p>
6	<p>研究成果建議一指出目前建築技術規則列舉之隔音分間牆似較為嚴格，建議補充較嚴格部分及具體建議，以供參採運用。</p>	<p>已於資料蒐集分析報告中附上具體落差，並以圖表呈現於內文。</p>
7	<p>另建議二部分，有關統一防火及隔音試驗的試驗框及試驗流程，似涉國家標準規定，建議宜請經濟部標準檢驗局考量。</p>	<p>感謝委員提供之意見。</p>
8	<p>本研究案對建築材料防火安全及住舒適性改進非常重要。主要建議事項第二點：「未來可考慮統一防火及隔音試驗的試體框」，目前在防火與遮煙性能評定認可上也是如此，在防止認可糾紛上有必要性。</p>	<p>感謝委員提供之意見。</p>
9	<p>期末報告中引用許多已認可</p>	<p>感謝委員提供之意見。</p>

	之防火及隔音報告做檢討分析，非常有價值。	
10	試體二做2小時阻熱級防火時效測試，在108分鐘時失敗，這是常有的情況，益可見材料的篩選與工法的施作重要性。	感謝委員提供之意見。
11	建議在結論中增加一些預期成果2對空氣音隔音的資料。	感謝委員提供之意見，並依據提供之意見辦理。
12	要能同時需兼具防音及防火效果主要在分戶牆，二者檢測標準不同、使用試驗框架尺寸不同，因此檢測時為不同試體進行，造成試驗結果有落差，建議向中央標檢制定委員會提出標準研究與修訂，二標準修定成一致，以達同一試體能先完成隔音再進行防火試驗。	感謝委員提供之意見。
13	本研究計畫成果豐碩。	感謝委員提供之意見。
14	建議增加金屬隔間牆（獲得綠建材標章）之說明於研究報告中。	感謝委員提供之意見，並依據提供之意見辦理。
15	防火與隔音試驗的框架統一，建議增加後續具體執行方案。	感謝委員提供之意見，本研究於建議事項，建議相關單位之後能相互探討並評估防火與

		隔音試驗流程是否能夠統一。
16	其統計資料中，填充材料厚度有下降趨勢，75mm→降為50mm，密度保持不變，但有特殊的密度 20kg/m^3 及 16kg/m^3 ，應該小心求證、確認（能防火不一定達到防音）。	感謝委員提供之意見，由該防火檢測報告顯示為複合式工法結構，填充材使用的密度低於一般材料。由於尚未收集到此試體的隔音性能檢測資料，因此無法判定是否具有隔音性能。
17	從簡報資料資料（P.18及19）顯示，目前通過隔音檢測的輕隔間工法與建築技術規則46條之三及46條之四所示構材規格明顯不一致，主要在：(1) 總面密度與單位面積重不同，建議調整一致，以利分析。(2) 填充材厚度業界普遍使用50mm，顯與法規不同，是否可建議修正法規。	感謝委員提供之意見，板材總面密度與單位面積重，兩者在根本上確實不同，但因隔音報告書中僅記錄單位面積重，故無法做所謂調整一致。
18	針對預期成果所提「建議工法」，期待後續成果，報告提出具體建議。	感謝委員提供之意見，若隔間牆需要達到隔音又防火的能力，在填縫材的選擇，本研究建議使用具有防火時效性的材料。
19	本案預計於10月28日起進行	感謝委員提供之意見，本研究

	<p>第3次防火牆試體材料進場、組裝及測試，因防火實驗中心排程緊湊，請團隊依排定的時間內完成。</p>	<p>會依實際排程的時間，進行試驗。</p>
20	<p>依報告資料顯示，規格式防音標準較為保守，因此廠商其產品都進行性能檢測，導致等待檢測件數過多。另研究中也發現填縫縫材及施工是重要關鍵，是否能將影響因子歸納整合，以提供防音規格法規修訂，廠商可依法規要求達到防音要求，也可減少檢測的數量。</p>	<p>感謝委員提供之意見，並依據提供之意見辦理。</p>
21	<p>填縫材既然是影響防火及隔音的重要原因，或許也可找尋更精進的填縫材料，能同時滿足二者要求，如此就有很大的突破。</p>	<p>感謝委員提供之意見。</p>
22	<p>當時建築技術規則訂定隔音性能規格式要求時，林芳銘教授與多位建築師參考實際檢測規格及多次會議訂案後送交營建署發佈，其內容為普遍</p>	<p>感謝委員提供之意見。</p>

	可應用，因此訂定較為保守。	
--	---------------	--

附錄四

內政部建築研究所「前瞻建築防火避難及結構防火科技研發整合應用

計畫(二)協同研究計畫」第3案

防音輕隔間牆之防火性能驗證研究

第一次專家會議紀錄

項次	審查意見	研究團隊回覆
1	請研究團隊依據現有的防火報告，計算報告書中紀錄各構件規格，與建築技術規則中訂定之規格式數值差異，並反推各構件所需層數，以此檢視該法規是否有修改的需要。	感謝委員提供的意見，團隊後續依照委員的意見進行資料整理與分析，並於期末報告提出相關結果。
2	另外計算現有報告書中，符合規格式法規的廠商比例。	依照委員的意見辦理。
3	此規格式法規之數值是由所內和林芳銘教授共同研究之成果，研究團隊可搜尋過去的研究內容檢視研究歷程與數據來源。	感謝委員提供的意見。
4	據廠商描述，現有規格式數值與市售規格似乎有落差，該建	感謝委員提供的意見。

	築技術規則可再檢討。	
5	要有隔音與防火複合式性能的宣告有兩條路徑，一是根據已通過隔音之試體推估防火時效，另一是根據已通過防火之試體推估隔音量。	感謝委員提供的意見，此兩種方式會依據現有收集的防火、隔音檢測報告書，分析相關數據，之後再評估較可行之方案。
6	依照性能評定中心實驗排程的情況來看，從通過防火的試體推估隔音量是短期內較為可行的方法。	感謝委員提供的意見，防火試體推估隔音量的方式，會再進行數據分析。

附錄五

內政部建築研究所「前瞻建築防火避難及結構防火科技研發整合應用

計畫(二)協同研究計畫」第3案

防音輕隔間牆之防火性能驗證研究

第二次專家會議紀錄

項次	審查意見	研究團隊回覆
1	防火與隔音若希望能整合，需要將細節不同之處補充齊。舉例來說防火和遮煙的標準也不同，這兩者本身就會有所差異，若要將兩個性能複合，就需要清楚各性能標準的細節。	感謝委員提供的意見。
2	防火和隔音要複合相對來說較困難，在測試上的規定要修改，需要找 TAF 來評估，困難度相對較高。	感謝委員提供的意見。
3	以隔音試體作為基準，不進行實驗，直接宣告具有多少時長的防火時效，在執行面上是不太可行的，且防火隔間牆的設計也較多變化。	感謝委員提供的意見。

4	<p>濕式施工的數據稍有不足，若能再多尋找資料可加強說服力。</p>	<p>感謝委員提供的意見，未來會再多增加相關數據與資料。</p>
5	<p>現行難以實施規格式法規的其一原因是評定仍須測試報告的佐證，消費端對於能出具報告之廠商較有購買意願。</p>	<p>感謝委員提供的意見。</p>
6	<p>在防火隔間牆中，板材的厚度及立柱的寬度，在一份報告書中可為一範圍間的變數，這會使得在與隔音整合的過程，產生相當大的困難。</p>	<p>感謝委員提供的意見，本研究分析防火與隔音檢測報告，也發現一些防火隔間牆的牆面厚度為範圍值，但隔音牆面厚度為固定值，這對於報告的整合與認定確實會產生相當大的困難。</p>
7	<p>填縫材在防火試驗中一般並沒有使用，若能明訂防火隔間牆中填縫材的使用，或許對於整合隔音與防火上有些許幫助。</p>	<p>感謝委員提供的意見。</p>
8	<p>防火與隔音評定測試試體框不同，隔音不使用等邊試體框是因為等邊會產生共振的問題。因此若要整合隔音與防火試體框，應以隔音為主對防火進行更動是相對較好的選擇。</p>	<p>感謝委員提供的意見。</p>

9	<p>研究團隊若能將試驗數量提升對於資料分析上會更有利，所以鼓勵這個案子繼續執行，相信研究方向能夠更加收斂，使研究貢獻更具價值。</p>	<p>感謝委員提供的意見，後續會再繼續進行資料的蒐集與整理。</p>
10	<p>首先肯定研究團隊的努力，要將兩套系統整合實屬大工程。</p>	<p>感謝委員提供的意見。</p>
11	<p>有些隔音隔間牆使用的材料若含有隔音墊，在防火的宣告上就會有所疑慮。</p>	<p>感謝委員提供的意見，</p>
12	<p>取已通過防火測試的試體推估隔音宣告量，比起已通過隔音測試的試體推估防火更為可行。</p>	<p>感謝委員提供的意見，此方式會依據現有收集的防火、隔音檢測報告書，分析相關數據，之後再評估較可行之方案。</p>
13	<p>防火與隔音的構件上只有填縫差異，若根據研究結果是否可以說明，一般矽利康的添加並不影響防火時效。</p>	<p>本研究的填縫空間相當小，試體使用少量的一般矽利康；於防火試驗雖然沒有產生太大的影響，但此結果目前僅適用於本研究的試體設計，尚無足夠數據與成果證明一般矽利康能夠任意使用在防火隔間牆而不影響防火時效。</p>
14	<p>若修改建築技術規則中規格化的數據，修改後的數據需進</p>	<p>感謝委員提供的意見。</p>

防音輕隔間牆之防火性能驗證研究

	行實驗確認是否與預期結果相符。	
--	-----------------	--

參考書目

1. 建築技術規則-營建署，建築技術規則設計施工編第79-3條，
<http://w3.cpami.gov.tw/law/law/lawe-2/b-rule.htm>
2. 林芳銘，建築防音法規解說及設計技術手冊之研究，2016年。
3. 施文和、林信宏、林招焯，建築物輕質隔間牆隔音性能之研究，內政部建築研究所自行研究報告，2008年。
4. 姚仁祿、陶石良、林宜蓉、蔡宗潔、金之昉、黃聖宗、邱維珍、吳以禮、李秉恆、趙夢琳、張明哲，建築物內部隔間牆乾式施工法之推動，內政部建築研究所籌備處，1992年。
5. DECOMyplace，輕隔間有哪些？快速認識6種室內隔間工法，2016年，
<http://decomyplace.com/newspost.php?id=4047>
6. 環球水泥，各種隔間牆比較，2017年，
<http://www.ucctw.com/ezfiles/518/1518/img/5045/555649791.pdf>
7. 蔡仁卓，輕鋼架填充隔間牆動態性質之研究，萬能科技大學工程科技研究所碩士論文，2007年。
8. 黃奎榕，人造輕質骨材密度及粒徑對輕質混凝土可達強度之影響，國立中興大學土木工程學系碩士論文，1994年。
9. 劉玉純，輕型鋼隔間牆承載能力研究-受軸力均部應力，朝陽科技大學建築及都市設計研究所碩士論文，2002年。
10. 顏聰，輕骨材之強度、彈性模數與混凝土之受力結構，土木水利季刊，Vol. 3(4), pp.15-22, 1977年。
11. Weigler, H., Karl, S., Stahlleichtbeton : Bauverlag GMBH, Wiesbaden and Berlin, pp.38-43, 1972.
12. 王一諾，市售乾式分間牆對於防火性能影響之實驗研究，國立臺灣科技大學

- 建築研究所，碩士論文，2014年。
13. Maruyama, I., Igarashi, G., Nishioka, Y., Tanigawa, Y., Carbonation and fastening strength deterioration of calcium silicate board: Analysis of materials collected from a ceiling collapse accident, *Journal of Structural and Construction Engineering*, Vol. 78(689), pp. 1203-1208, 2013.
 14. Nithyadharan, M., Kalyanaraman, V. Experimental study of screw connections in CFS-calcium silicate board wall panels, *Thin-Walled Structures*, Vol. 49(6), pp.724-731, 2011.
 15. Chuang, Y. J., Wu, W. T., Chen, H. Y., Tang, C. H., and Lin, C.Y., Experimental investigation of fire wall insulation during a standard furnace fire test with different initial ambient air temperatures, *Journal of Applied Fire Science*, Vol. 15(1), pp 41-55, 2006.
 16. Ho, M. C., and Tsai, M. J, Relative importance of fire resistance performance of partition walls, *Journal of Marine Science and Technology*, Vol. 18(3), pp. 430-434, 2010.
 17. Do, C. T., Bentz, D. P., Stutzman, P. E., Microstructure and Thermal Conductivity of Hydrated Calcium Silicate Board Materials, *Journal of Building Physics*, Vol. 31(1), pp. 55-67, 2007.
 18. Lin, S. H., Pan, C. L. and Hsu, W. T., Monotonic and cyclic loading tests for cold-formed steel wall frames sheathed with calcium silicate board, *Thin Walled Structures*, Vol. 74, pp. 49-58, 2014.
 19. 潘吉齡，輕型鋼（冷型鋼）構造設計規範之調查研究，1999年。
 20. 黃士賓，輕量隔牆透過損失性能之研究-輕鋼架石膏板填充材及骨架組合影響因子分析，國立成功大學建築研究所碩士論文，1980年。
 21. 洪君泰，內政部建築研究所，集合住宅系統化工法技術性規範分析整理-次

- 結構體部分，1992年。
22. 曹源暉，建築隔間系統之設計與施工實務探討，2000年。
 23. 莊達明，輕量隔間牆隔音性能之研究，國立成功大學建築研究所碩士論文，1991年。
 24. 許茂雄，集集大地震—民間建築震害，1999年。
 25. Norton, M. P., Fundamentals of noise and vibration analysis for engineers, Cambridge University Press, New York, 2003.
 26. Harris, C. M., Handbook of Acoustical Measurements and Noise control, 3rd ed, McGraw-Hill, Inc., 1991。
 27. 羅武銘，住宅音環境控制之研究—台灣地區集合住宅樓版衝擊音隔音性能之評估研究，國立成功大學建築研究所碩士論文，1991年。
 28. 黃彥學，高層集合住宅樓版衝擊音改善之研究，國立成功大學建築研究所碩士論文，1994年。
 29. 蘇嘉瑩，以有限元素法預測天花板空氣層厚度對樓板衝擊音衰減影響之研究，國立成功大學建築研究所碩士論文，2004年。
 30. 森元敬一郎，異なる間取りをもつ集合住宅の上下室間遮音性能，日本建築學會大會學術講演梗概集，2006年。
 31. 陳柏蓉，以有限元素法預測雙室空間輕型鋼隔間牆樓板衝擊音影響之研究，國立成功大學建築研究所碩士論文，2008年。
 32. 洪塗城，泡沫材料之隔音效能研究，國立成功大學土木工程研究所碩士論文，1997年。
 33. 康裕明，珍珠岩應用於輕質隔間牆之隔音效能研究，逢甲大學土木工程學系碩士論文，2014年。
 34. 林基裕，隔熱材珍珠岩表面特性及其應用潛能之研究，國立中央大學環境工

程研究所碩士論文，2007年。

35. Topcu, I. B. and B. Isikdag, Manufacture of high heat conductivity resistant claybricks containing perlite, *Building and Environment*, Vol. 42(10), 10, pp. 3540-3546, 2007.
36. Zukowski, M., and G. Haese, Experimental and numerical investigation of a hollow brick filled with perlite insulation, *Energy and Buildings*, Vol. 42, pp. 1402-1408, 2010.
37. 國立台灣科技大學建築性能規格評定中心，內政部建築新技術、新工法、新設備及新材料認可通知書，2014~2017年。
38. 惠普股份有限公司，國浦輕隔間牆組合圖，內政部建築研究所性能評定中心檢測合格，2018年。
39. 財團法人台灣建築中心，綠建材標章，2004年，
<http://gbm.tabc.org.tw/modules/pages/main>
40. YINUO Wang, The performance of calcium silicate board partition fireproof drywall assembly with junction box under fire, *Materials Science and Engineering*, 2015.
41. Samuel L. Manzello, Influence of gypsum board type (X or C) on real fire performance of partition assemblies, *Fire and Materials*, 2007.
42. Anthony Deloge Ariyanayagam, Influence of cavity insulation on the fire resistance of light gauge steel framed walls, *Construction and Building Materials*, 2019.

防音輕隔間牆之防火性能驗證研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 89127890

地址：新北市新店區北新路3段200號13樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：蔡綽芳、林大惠、雷明遠、蘇鴻奇、陳佳玲、陳俊貴、梁益誠、蔡政

堯

出版年月：108年12月

版次：第1版

ISBN：978-986-5448-35-6

ISBN : 978-986-5448-35-6(平装)