

建築物外牆瓷磚劣化改修 及替代工法研究 (成果報告)

研究主持人：陳建忠 組長
協同主持人：陳震宇 教授
研究員：張竣堯、厲妮妮、李育帆
研究助理：周傳文、鍾博任、蔡嚴鋒
研究期程：中華民國 107 年 2 月至 107 年 12 月

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 107 年 12 月

目次

目次.....	I
表次.....	III
圖次.....	V
摘要.....	VII
ABSTRACT.....	XI
第一章 研究方法與流程	1
第一節 研究背景	1
第二節 研究目的	2
第三節 研究範圍	3
第四節 研究流程	4
第二章 文獻蒐集與資料分析	7
第一節 國內相關文獻	7
第二節 歐美瓷磚相關標準	10
第三節 日本瓷磚外牆改修構法標準	13
第四節 小結	14
第三章 國內外瓷磚外牆劣化現況分析	15
第一節 國外建物瓷磚外牆劣化與對應工法之現況	16
第二節 國內建物瓷磚外牆劣化與工法對應現況	19
第三節 小結	23
第四章 國內瓷磚外牆劣化改修工法與現場調查分析	25
第一節 適用工法彙整方式說明	25
第二節 工法內容說明	27
第三節 國內改修案例與施作說明	40
第四節 小結	53
第五章 計畫成果	55
第一節 國內適用工法彙整	55

第二節 瓷磚外牆改修工法影響因素分析	63
第三節 瓷磚外牆劣化改修工法選用流程	71
第六章 結論與建議	73
第一節 結論	73
第二節 建議	74
附錄一 期中審查會議紀錄	77
附錄二 期中審查會議回覆	81
附錄三 期末審查會議紀錄	87
附錄四 期末審查會議回覆	91
附錄五 第一次專家座談會議紀錄與簽到表	99
附錄六 第二次專家座談會議紀錄與簽到表	103
附錄七 第三專家座談會議紀錄與簽到表	107
參考書目	111

表次

表 1 國內相關文獻彙整.....	7
表 2 國內應用研究彙整.....	9
表 3 CNS 瓷磚性能與接著劑等相關性能.....	10
表 4 TCNA/ANSI 瓷磚相關技術手冊彙整.....	11
表 5 ISO/DIN/EN 瓷磚相關標準彙整.....	13
表 6 瓷磚外牆改修標準仕樣 (文獻 19、20, 本研究整理).....	14
表 7 日本劣化現象判斷基準 (文獻 19, 本研究整理).....	16
表 8 國內瓷磚外牆改相關法規與辦法.....	22
表 9 國內瓷磚外牆修繕補助內容.....	22
表 10 工法彙整表 (文獻 2、19、20, 本研究整理).....	26
表 11 硬底壓貼工法說明 (文獻 2, 本研究整理).....	28
表 12 馬賽克瓷磚貼著工法 (文獻 2, 本研究整理).....	29
表 13 改良式背後抹漿工法說明 (文獻 2, 本研究整理).....	30
表 14 改良式硬底壓貼工法說明 (文獻 2, 本研究整理).....	31
表 15 密貼工法 (文獻 2, 本研究整理).....	32
表 16 塗料改修工法說明 (文獻 2, 本研究整理).....	33
表 17 網釘工法說明 (文獻 20, 本研究整理).....	34
表 18 蓋板工法說明 (文獻 20, 本研究整理).....	35
表 19 金屬軌工法說明 (文獻 20, 本研究整理).....	36
表 20 短纖維透明塗料工法 (文獻 20, 本研究整理).....	37
表 21 錨定插銷樹脂固定法說明 (文獻 19, 本研究整理).....	38
表 22 注入式錨定插銷瓷磚固定法說明 (文獻 19, 本研究整理).....	39
表 23 瓷磚重貼改修法案例基本資料.....	40
表 24 瓷磚重貼改修法案例改修工程執行現況.....	41
表 25 瓷磚重貼改修法案例反映現況彙整.....	42
表 26 塗料改修法案例基本資料.....	43
表 27 塗料改修法案例改修工程執行現況.....	44

表 28 塗料改修法案例反映現況彙整.....	45
表 29 外牆複合改修法-改修前施作內容	46
表 30 外牆複合改修法-底層施作內容	47
表 18 外牆複合改修法-表面修飾施作內容	48
表 32 乾式改修法案例基本資料.....	49
表 33 乾式改修法案例改修工程執行現況.....	51
表 34 乾式改修法案例反映現況彙整.....	52
表 35 瓷磚重貼改修法執行方式.....	55
表 36 塗料改修法執行方式.....	57
表 37 外牆複合改修法執行方式.....	58
表 38 乾式改修法執行方式.....	60
表 39 既有外牆飾面保留改修法執行方式.....	62
表 40 瓷磚外牆改修工法影響因素.....	63
表 41 各改修工法外觀性比較.....	64
表 42 各改修工法耐久性比較.....	65
表 43 各改修工法原外牆飾面特性比較.....	66
表 44 各改修工法施工性比較.....	67
表 45 各改修工法環境影響比較.....	68
表 46 各改修工法經濟性比較.....	69
表 47 硬底壓貼法各影響因素內容說明.....	69
表 48 改修工法影響因素綜合比較表.....	70

圖次

圖 1 大高雄市六樓以上公寓大廈瓷磚外牆剝落現況及屋齡分析	8
圖 2 2017 年大高雄市五樓以上公寓大廈瓷磚劣化複查現況	8
圖 3 適用於原外牆平整無劣化之改修法-W202E-18 (文獻 23).....	11
圖 4 適用於原外牆非平整或已有劣化之改修法-W201-18 (文獻 23).....	12
圖 5 適用於原外牆為木構造或鋼構造之改修法-W244E-18 (文獻 23).....	12
圖 6 瓷磚外牆劣化類型說明	15
圖 7 日本瓷磚外牆劣化類型說明	17
圖 8 自劣化改修判別之工法對應 (文獻 19, 本研究整理).....	18
圖 9 日本黏著層與粉刷層剝離之改修工法對應 (文獻 20, 本研究整理).....	19
圖 10 台灣瓷磚外牆劣化類型說明	20
圖 11 台灣常見外牆瓷磚劣化現象.....	20
圖 12 台灣劣化處理與對應執行內容	21
圖 13 台日瓷磚外牆劣化差異	23
圖 14 物料成本與人力技術影響內容	24
圖 15 瓷磚重貼改修法案例外觀	40
圖 16 瓷磚重貼改修法案例現況	42
圖 17 塗料改修法案例	43
圖 18 塗料改修法案例現況	45
圖 19 高壓清洗	46
圖 20 素地整理作業-表面檢查	46
圖 21 素地整理作業-脆弱部之補修	46
圖 22 素地整理作業-鋼筋露出之修補	47
圖 23 素地整理作業-缺損之修補	47
圖 24 素地整理作業-浮起部之修補	47
圖 25 素地整理作業-龜裂之修補	47
圖 26 纖維網固定-底油塗佈	48
圖 27 纖維網固定-砂漿塗裝	48

圖 28 纖維網固定-纖維網埋佈	48
圖 29 纖維網固定-砂漿塗佈覆蓋	48
圖 30 穿孔固定-鑿孔	48
圖 31 穿孔固定-錨釘打入	48
圖 32 穿孔固定-鑿孔劣化修補	48
圖 33 穿孔固定-錨釘間距	48
圖 34 錨釘表面修飾	48
圖 35 表面整平	48
圖 35 乾式改修法案例外觀	49
圖 37 乾式改修法案例現況-既有瓷磚不剔除與剔除之安裝現況	50
圖 38 乾式改修法案例現況-錨釘與骨架安裝	50
圖 39 改修工法生命週期與理想耐久年限	65
圖 40 降低環境影響之施工內容	67
圖 41 改修工法之選用流程-1	71
圖 42 改修工法之選用流程-2	72

摘要

關鍵詞：外牆、瓷磚、劣化、改修

一、研究方法與內容

國內既有建築物外牆飾面更新（俗稱老屋拉皮）中，以瓷磚飾材改修最為普遍。在此類外牆的改修工程中，通常確認外牆劣化部位後，會先於劣化範圍內將脫黏部分清除乾淨，再重新鋪貼新的飾面。而其中也有部分作法是選擇將其他舊有瓷磚一併打除，再選擇新的飾面材料。而在外牆瓷磚劣化改修工程中，從打除時的振動、產生的噪音、垃圾粉塵以及廢棄物的處理等，都是在改修過程中所必須面對的問題。此外，若施工過程中，對於原有瓷磚飾面的處理失當，輕者或許造成未能有效清理牆面之劣化瓷磚，更甚者恐造成建築外牆的二次傷害，進而影響更新後牆面之耐久性。因此，本研究以外牆瓷磚劣化改修及替代工法為主題，就國內外常見之改修工法現況進行了解，並提出替代工法以進一步提升國內外牆改修工程品質。

據內政部不動產資訊平台之 106 年第 2 季統計，國內住宅類不動產屋齡超過 30 年者已達 46.57%，以建築生命週期 40 年期間顯示已近半建築進入高屋齡時期，建築之各部材須逐步進行相關改修考量與規劃，其中國內由於潮濕、溫差大，與地震頻繁等環境因素的影響，或因早期工法技術的不健全等因素，進而使得外牆飾面材料的劣化、污損或開裂特別明顯。這樣的現象除影響市容景觀，也造成公共安全上的隱憂。其中廣泛鋪貼瓷磚的外牆，由於接著黏結材料的物性衰退，造成外牆多年後劣化範圍逐漸擴大而造成不定時剝落，或砸損車輛器物，或傷及無辜，甚至致人於死的情況，也都時有所聞。綜上所述，顯見為外牆瓷磚劣化尋求出合宜的改修工法實為一刻不容緩之公共安全課題。

二、研究方法與內容

1. 本研究藉由彙整國內外常見之外牆瓷磚劣化改修工法，透過對於各改修工法內容的了解與分析，進一步研擬出適合國內應用之外牆瓷磚改修工法。
2. 對於改修工法的應用範圍，除了一般清除原有瓷磚的作法之外，包括將瓷磚更

新為其他飾材或免打除原有瓷磚之改修方式的作法也都將一併納入，將可為國內外牆瓷磚劣化之改修提供出更為合宜也更為多元的作法。

3. 探討改修工程中常見的問題與相關的解決策略，使研究成果可供主管建築機關未來於執行或檢討法規之參考，進而使改修工程也能達到兼顧環保衛生、耐久使用與公共安全的目的。

三、重要研究發現

1. 國內現有瓷磚外牆劣化改修現況，基於國施工環境限制，即普遍改修預算不足、施工人員人力不足，以及相關工法技術門檻等因素，使改修工法仍以硬底壓貼工法作為主要執行瓷磚外牆劣化改修之方式。

2. 由國內外工法進行彙整與適用性分析，現有可應用於國內之瓷磚外牆劣化改修工法，除既有硬底壓貼工法外，亦有改良式硬底壓貼法、黏著劑法、塗料工法；免敲除的則包含外牆複合改修法（網釘工法）、乾式改修法（蓋板工法、金屬軌工法）等替代性工法可供選擇，其中各工法之適用比較則須依據各影響因素進行比較，以確保改修工法符合不同個案之改修需求。注入式相關改修法（錨定插銷樹脂固定法、以及注入式錨定插銷瓷磚固定法）另須依據實際發生之劣化情況，加以適宜選擇，主要須確認注入材與注入方式與對應之劣化現象是否適用，亦須進一步確認插銷與採行之注入法對於是否得以確保飾面之附著強度。

3. 改修工法針對建物個案可依不同條件進行適用性評估，在客觀條件方面，包含施工性、環境影響、耐久性、原外牆飾面特性等因素；而在主觀條件上，則包含外觀性、經濟性。由此影響因素以對應不同建物個案，所使用之改修工法需依據個案之改修需求進行各影響因素之評估，以確保符合相關改修需求之改修工法可有效應用於個案。

四、重要研究發現

建議一

立即可行建議：訂定適用改修工法之參考手冊

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：物業管理學會

根據歷年研究以及本計畫現場之調查結果，外牆瓷磚之改修方式自處理劣化、材料選用、原牆面特性、改修工法的選擇等，皆有須注意與遵照之執行原則與方式，並隨著改修方式的不同對其後續的改修效益而有不同的影響。既有建物瓷磚外牆之改修往往牽涉建物所有權人、工程業者、改修材料相關業者等不同對象，因此改修進行時若能有可供各方共同參考之改修工法參考手冊，將工法特性、施工程序、使用材料及施工注意事項等加以說明，將有利於各改修相關對象充分了解欲使用之改修工法內容。此外，擬定該手冊時，可進一步參考本研究所提出各類改修工法之特性比較結果，就外觀性、耐久性、施工性、環境影響、經濟性等因素來加以訂定，如此除可使各方充分了解所可能面臨之因素外，亦可確保改修效益並符合改修時各相關對象之需求。

建議二

中長期建議：各改修工法實際案例系統性調查

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：建築師公會、物業管理學會

既有建物之瓷磚外牆改修工法由於依不同工法以及不同材料，皆具有不同之施作特性，造成同類改修方式之工法中，亦有因使用材料或原有外牆飾面特性等之差異，造成工法施作程序與細節上有所不同。而在既有科技發展快速與新材料多元趨勢下，亦產生眾多之新改修工法，而各類工法在實際施作上亦會有所差異。由於既有研究與驗證往往須經過嚴謹之程序，因此較難與不斷產出之新式工法進行同步，倘若可藉由各改修工法之實際施作案例進行了解與探討，進一步確認各

改修工法在實務上之考量細節與具體效益，除可作為篩選改修工法之參考外，亦可進一步作為未來各類改修工法研究與驗證之實務依據。

ABSTRACT

Keywords: external wall, tiles, deterioration, renovation

The renovation of tile trims is the most common one of exterior facades of existing buildings in the country. In the renovation of such external walls, the debonded portion is removed from the deterioration after the deterioration of the exterior wall is generally confirmed, and the new surface would be set. There are also some ways to choose to remove other old tiles and choose new decorative materials. In the deterioration and renovation project of exterior wall tiles, the vibration, noise, dust, and disposal of wastes from the removal are all problems that must be faced during the renovation process. In addition, if the original tile finishes are not properly handled during the construction process, the deterioration of tiles may result in the failure to effectively clean the degraded tiles on the wall, and even cause damage to the external walls of the building. In this study, the topic of external wall tile deterioration repair and alternative construction methods is the subject, and an alternative construction method is proposed to further improve the quality of domestic and foreign wall renovation projects.

In this study, by summarizing the common external wall tile deterioration modification methods at home and abroad, through the understanding and analysis of the contents of each modification work method, it is possible to further develop an external wall tile modification method suitable for domestic applications. The scope of application of the renovation method will also be incorporated, including the removal of the original tile practices, updating the tile to other decorative materials and avoid the removal of the original tile method. Through the above diversified exploration, the study will provide more appropriate and more diverse practices for the deterioration of domestic and foreign wall tiles.

第一章 研究方法與流程

第一節 研究背景

瓷磚為常用之建築外牆飾材，屬陶瓷材料的一種，為國內常用之外牆裝修材料，其具有之耐候、耐水、耐酸鹼，及容易維護等各項特點，使台灣於早期建築外牆施作就以瓷磚作為外牆飾材的主要選擇。外牆瓷磚主要由瓷磚層、黏著層、粉刷層及外牆結構體所組成，其中各部位品質之好壞亦會影響外牆瓷磚的耐久性，此外各部位之間的界面，如瓷磚與黏著層之界面及黏著層與粉刷層之界面等，亦與外牆磁磚的劣化息息相關。

外牆瓷磚由於為建築體主要承受外界環境衝擊之建築部位，因此除瓷磚本身設計因素及施工品質外，地震與氣候衝擊因素的逐年累積，也使得外牆瓷磚容易產生龜裂、隆起、剝離與剝落等劣化現象。而其中剝落現象一旦發生，掉落的瓷磚經重力加速度之作用將對第三者造成傷害，更重者甚有性命之憂，而此類公共安全危險現象於都市地區亦時有所聞（何明錦、吳毓勳、石正義，2011）。

瓷磚自台灣早期即為常用之外牆飾材，時至今日，在數十年之災害與氣候衝擊累積的影響下，多有因瓷磚劣化剝落而產生之事故，因應此現象，國內外也都有針對此類外牆劣化情況而進一步尋求合宜之改修工法，以減少瓷磚剝落之產生及可能發生之事故。

第二節 研究目的

為確保外牆瓷磚劣化能獲得妥善的改善及更新，同時也進一步掌握外牆改修工法之各項問題。本研究以建築物外牆瓷磚劣化改修工法為主題，彙整國內外各常用之改修工法，並透過釐清各改修工法所造成之環境、工程實務等相關議題，進一步研擬出可供國內外牆瓷磚改修之工法。

國內既有改修方式多為剔除建物外牆瓷磚，並重新貼附新瓷磚之國內常用方式，有別與此之替代性改修法，則指不同與既有改修法之改修方式，如面飾材採用瓷磚以外之材料、減少或避免剔除原外牆瓷磚等方式，並依此作為本研究具體目的之研究方向。

本計畫具體之目的如下：

- 一、了解國內常見之建築物外牆瓷磚更新工法。
- 二、釐清國外及調查國內對於外牆瓷磚劣化改修時所造成環境問題(如廢棄物丟棄、噪音、粉塵…)之處理方式。
- 三、探討國內之外牆瓷磚更新工程所遭遇的問題(含執行實務面、法規面)、成本(如：經費、人力、時間)等。
- 四、探討外牆瓷磚更新為其他飾材(含外牆原有瓷磚免打除，改以其他飾材替代)的作法。

第三節 研究範圍

隨著生活品質的提昇及美觀等考量，瓷磚已成為建築材料中不可或缺的部分。然而使用於建築物外牆的瓷磚一旦剝落，不僅影響市容觀瞻，對人民生命安全之危害亦是相當大的隱憂。隨著建築的老化，外牆瓷磚的劣化也日趨嚴重，近年來國內因外牆瓷磚掉落而致人傷害的事件頻傳，解決日益嚴重的外牆瓷磚劣化問題已是當前台灣社會所面臨的急迫問題。而釐清外牆瓷磚於改修時所可能造成之環境與社會問題，並提出低環境衝擊且牢靠的立面更新工法亦屬當前之重要課題。

國內針對外牆瓷磚改修的相關文獻，主要分為兩大部分，其一為針對瓷磚劣化現象判斷與改修之研究，其二則為瓷磚性能要求的相關規範。

首先在瓷磚劣化現象判斷與改修之研究方面，在『建築飾材技術規範之研究（二）』（內政部建築研究所，2001）中，提出既有外牆瓷磚劣化現象之處理與檢驗方式，並羅列出各相對應之改修工法。此外，於『既有 R.C. 建築瓷磚外牆劣化及改修工法調查研究-以高雄市透天厝為例』（黃克翊，2009）中則提出各種建物外牆瓷磚劣化模式，並針對不同改修方式進行相關的研究與說明，由不同外牆構造形式的瓷磚劣化現象進行分類，並列出各種改修工法的特性，如工期長短、工程成本等訊息，供使用者了解各改修工法適用之劣化現象。

而在瓷磚性能要求與相關標準方面，主要是 CNS 3299 系列（陶瓷面磚相關檢驗項目）、CNS 9737（陶瓷面磚規範）與 CNS 12611（面磚接著劑相關規範）等相關規範，內容包括試驗細節與進程序，此外也包括外牆瓷磚之耐久性的相關試驗。就上述兩方面來看，目前國內主要多以外牆劣化現象處理方法的探討及規範相關的標準，對於外牆改修工法本身，則尚未進行全面性之探討與研究。

以目前常見的外牆瓷磚改修工法來說，大多以敲除既有面飾磚後並重新貼磚為主（盧珽瑞，2011）。但若以確保整修後之外牆飾材品質穩定性，並避免二次劣化之產生來看，檢視當前較為常用的外牆瓷磚更新工法，檢視其施作工序並就各項改修工法中所必須面臨如外觀設計、噪音等環境影響因素加以分析，除了可以使得外牆瓷磚的改修工程品質更加令人信賴之外，也能夠對於各種改修工法所面臨的課題有所了解，進而有助於日後瓷磚外牆改修工程的

進行。

綜上所述，本研究之研究範圍即以我國現行常用之瓷磚外牆改修工法為主，同時也參考其他國家所採行之瓷磚外牆的改修工法，以進一步找出適於我國的瓷磚外牆之改修工法。

目前在國外對於外牆瓷磚改修方面的研究，於美國主要由北美瓷磚協會（Tile Council of North America, TCNA）擬定各類裝修用面磚之安裝技術指南，而各細部相關標準則是引用美國國家標準（America National Standards Institute, ANSI）進行標準化管制程序建置，其中也詳述各面磚安裝工法之相關工程細節，供施作單位與使用者檢索引引，但對於瓷磚外牆之改修則僅是說明在去除瓷磚後可以上述規範來進行瓷磚飾面的張貼，對於劣化部位及面磚拆除則無詳細的描述與說明。

至於鄰近我國同樣也習慣採用瓷磚作為建築飾面的日本，其外牆改修工法主要參考由建築保全センター（Building Maintenance and Management Center, BMCC）所出版之『建築改修工事監理指針』，來確保各項改修工程有一致性之標準與施作程序。該指針中，亦說明在面對不同外牆飾材要進行改修時（如混凝土外牆、砂漿塗料外牆、與平鋪瓷磚外牆等）施工前後之注意事項，其中包含各式改修工法之施工注意事項、工法的適用條件以及飾材安裝等內容，皆可供建築使用者與工程單位對改修工程的執行有所依據。此外，為避免外牆瓷磚改修時，敲除時可能產生之相關環境問題，日本建築改修協會（Japan Building Repair Federation, JBR）提出免除瓷磚敲除之工法，亦可為國內瓷磚外牆改修工法之參考。

因此目前除了我國所採行的瓷磚外牆改修工法之外，也將納入對於瓷磚外牆劣化改修有較多著墨的日本所採行的各類改修工法加以分析，以作為發展適於我國瓷磚外牆改修工法之參考。

第四節 研究流程

一、研究方法與內容

本研究主要以已出現瓷磚劣化現象之外牆為調查對象，尋找對環境低衝擊（低噪音、施工快速、低粉塵）的外牆改修工法，並選擇減少廢棄物且性能更加優異（牢固且適應）的外牆更新

方式，因此研究初期將會先針對現有劣化現象及診斷資料進行彙整，並透過文獻資料分析、訪談及現地調查等方式，整理出國內適用之外牆瓷磚改修工法，並依據不同的外牆劣化情況提出相對應且可行的外牆瓷磚改修工法。

二、研究流程如下所述：

本研究於各階段執行內容如下：

1. 彙整國內外瓷磚外牆改修工法

外牆改修工法在國內外由不同的廠商執行，其工法類別除依施作廠商不同而有所差異外，工法的演變與各案件更新週期不一，因此也無法一次性將其完全收集歸納。

故本研究將先就國內常見之改修工法，對其工程特性需求，以及施工方式進行了解，並釐清其與各種劣化現象的關係，再參考先進國家(如日本等國)所採行較為常見的改修工法進行歸納與比較。

對於國內工法的收集，主要可透過文獻回顧、專家訪談與業者訪問三部分來進行，此外也將透過各相關組織間之協力與合作關係，進一步以座談會形式邀請國內專業廠商及專家學者進行會談與經驗分享。另外，也會參考國外之文獻及工法規範，再會同專家與相關單位一同研討，以確認內容之正確性。

2. 確認外牆改修工法執行現況

本研究為釐清改修工法在環境、社會及實務面上之問題，因此須通盤確認既有外牆改修工法在國內執行的現況，其中包含外牆劣化確認、對應的改修工法、施作工序確認、環安衛問題的考量、改修成本等因素，以力求呈現工程實務之現況。為此，本計畫擬從底下三方面來努力：

首先，為了解外牆劣化現象與其對應之改修工法，既有外牆劣化的破壞模式可自過去之文獻中進行資料彙整與分析。此外，考慮到年代更迭，外牆之劣化樣態亦可能有所變動，因此本計畫亦將就相關的改修案例進行篩選與調查，以確保現有調查資料能夠真實的反應當前國內情況。

其次，本研究也針對不同外牆劣化現象所對應的改修工法與其施作工序進行調查以進一步確認其適切性，並透過與實際施工人員及專家訪談等方式，來了解各項改修工程實務執行情形以及實際所需執行的成本。

此外，為釐清各項改修工法所造成之噪音、粉塵與廢棄物等環境問題的影響，本研究亦透過文獻資料及相關人員之訪談與案例調查等方式，來找出其影響因素，以利後續在選擇各項改修工法時及擬訂相關的施工程序與規範之參考。

3. 瓷磚外牆改修工法資料的彙整

目前國內對於外牆改修現況的探討分類不一，所採用的分類方式從建築構造形式、劣化的種類、改修工法的特性、施工現場維護、施作工序與改修成本等不同面向都有，加上施作廠商與業主在面對外牆改修時所考量的因素各有不同，也因此易造成資料混亂與選擇工法時查詢不易。

為使國內施作外牆瓷磚改修時可以更具全面性的來考量，以進行改修工法的選擇，本研究除確認既有的改修方式外，亦同時針對工法的特性進行調查，並對過去文獻中有所變革的內容進行通泛性的考量後，彙整相關資料（如工法所造成的環境衝擊、施作工序內容、工法特性等）並建立出可供評估的標準施作程序。

如此一來，當面臨外牆瓷磚劣化時，使用者或是設計施工人員將能有所依據，並可以快速且明確的找到合適且可靠的外牆改修工法，以促進國內施工品質提升，創造更加安全舒適的社會環境。

第二章 文獻蒐集與資料分析

瓷磚外牆為國內外常見之建物外牆飾面形式，因此相關之標準與規範於國內外行之有年，本研究透過研究文獻、國際標準以及相關政府單位出具之標準文件等資料蒐集彙整，來確認歐美日外牆瓷磚之改修方式，與國內所採用之改修方式之現況。

第一節 國內相關文獻

一、外牆瓷磚劣化與改修工法相關文獻

既有針對外牆瓷磚劣化與改修之研究文獻分為主為施工因子與劣化現況之關聯、工法材料等細部流程指南、以及劣化現況之調查相關文獻三大類。其一施工相關因素之構法部位包含結構體、粉刷層、黏著層與面飾材四部分，此構成外牆構法的部位與其間之界面層之特性對外牆瓷磚之附著強度造成直接影響，繼而影響瓷磚外牆之劣化狀況；其二針對可行之外牆瓷磚工法進行說明，並提出各類避免剝落之解說；其三針對國內各類建物之瓷磚外牆進行劣化現況調查，相關文獻如表 1。

表 1 國內相關文獻彙整

類別	作者	名稱	時間
施工因子與劣化現況之關聯	林世堂	外牆瓷磚剝落原因及對策探討	1993 年
	洪偉修	高層建築外牆瓷磚打底層與防水層對黏著強度影響之研究	2016 年
	吳柏叡	外牆瓷磚黏著強度與黏著層空鼓比例關聯性之研究	2018 年
工法材料等細部流程指南	日本建築仕上學會， 石正義 譯	防止外牆剝落之設計、施工指南與解說	1997 年
	林耿毅	外牆瓷磚計畫	1997 年
	高健章	建築材料與構材檢測基準之調查與研究規劃（一） 外牆材料與構材	1997 年
劣化現況之調查	梁若暉	建築瓷磚工程現況調查及發展課題之研究	1999 年
	黃克翊	既有 R.C. 建築瓷磚外牆劣化及改修工法調查研究- 以高雄市透天厝為例	2009 年
	高雄市政府	103 年推動建築物加強公共安全執行計畫- 103 年度高雄市大樓外牆現況清查	2014 年

其中關於國內外強瓷磚劣化之現況，根據高雄市府工務局 103 年底完成全市 7000 棟六

樓以上建築物外牆劣化清查之報告，高達 98% 建築物的外牆飾材採用瓷磚，其發生瓷磚剝落的情況佔調查數量的 20%，其中剝落占劣化現象之比例亦隨屋齡的提升，及至 106 年 5 月大高雄市五樓以上公寓大廈瓷磚劣化複查，總案例 896 案，剝落比例更高達 50% 以上；此外剝落之界面除既有之粉刷層劣化所產生之大面積剝落外，零星剝落之瓷磚劣化大多發生於瓷磚與黏著層之界面。

大高雄市六樓以上公寓大廈磁磚外牆剝落現況及屋齡分析

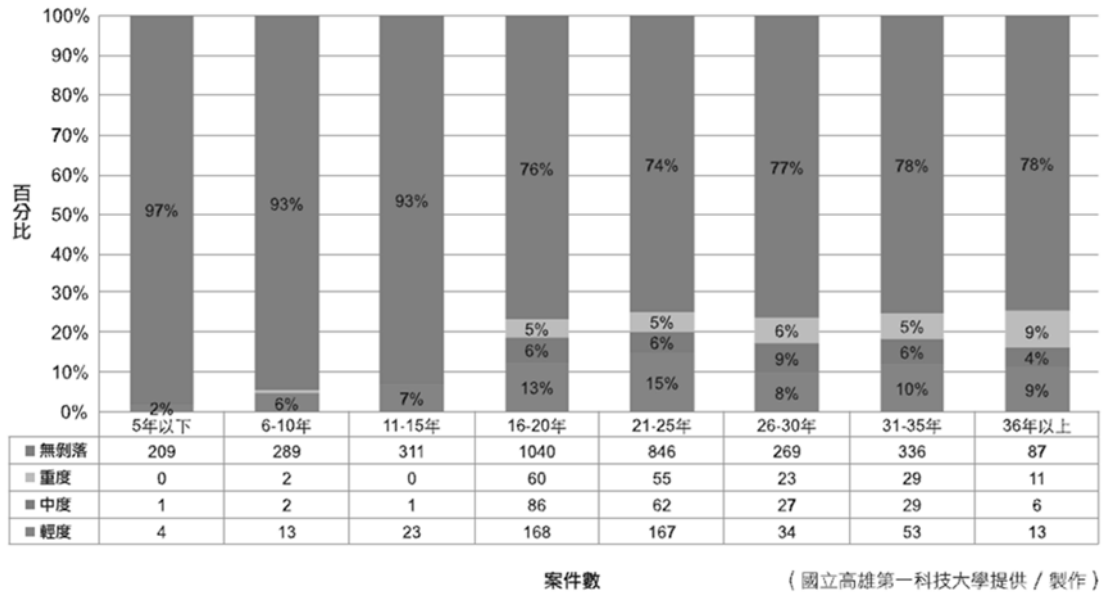


圖 1 大高雄市六樓以上公寓大廈瓷磚外牆剝落現況及屋齡分析

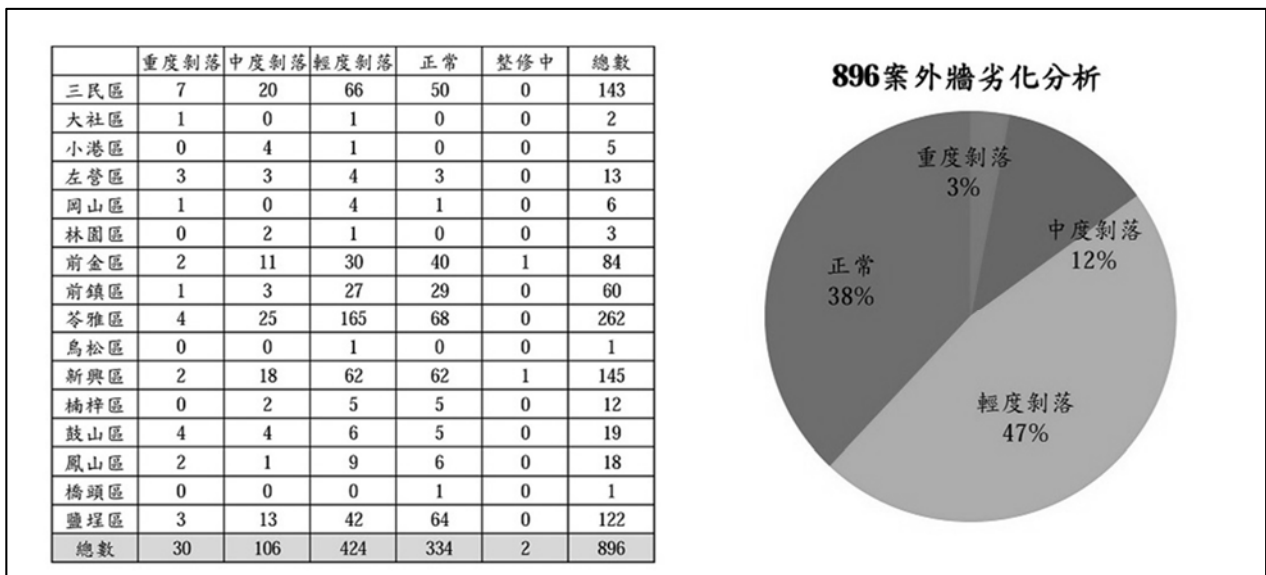


圖 2 2017 年大高雄市五樓以上公寓大廈瓷磚劣化複查現況

二、瓷磚外牆劣化改修應用研究

基於瓷磚外牆於國內發展久遠，相關文獻已延伸至各細部領域，如瓷磚破壞現況之結構探討、或接著劑之組成與黏著力探討等，考量本研究著重於瓷磚外牆劣化改修之整體流程彙整，以著重於實務應用性為主之相關研究進行確認如下表。目前國內關於瓷磚外牆劣化改修各階段皆分別有詳細之相關手冊建立，自劣化改修工程各階段可區分為劣化原因確認、面飾材評估診斷、接著施工、安全檢查機制、相關法條研擬等面向（表 2）。

表 2 國內應用研究彙整

作者	名稱	時間
厲妮妮	建築物外牆瓷磚飾材評估檢查及診斷標準之研究	2017 年 12 月
陳瑞鈴、黃然	外牆瓷磚接著施工技術手冊研擬	2016 年 12 月
翁佳樑、楊詩弘	建築外牆飾面材料安全檢查機制建立之研究	2016 年 12 月
陳瑞鈴、黃然	瓷磚水泥質黏著劑性能相關國家標準研究	2015 年 12 月
內政部建築研究所 自行研究報告	瓷磚水泥質黏著劑性能相關國家標準研究	2015 年 12 月
內政部建築研究所 自行研究報告	高層集合住宅外牆剝落原因與解決對策探討 -水泥砂漿硬底壓貼工法之實驗研究	2011 年 12 月
盧珽瑞	高層集合住宅外牆瓷磚剝落原因與解決對策探討 (2/2) -水泥砂漿硬底壓貼工法之實驗研究	2011 年 12 月
盧珽瑞	高層集合住宅外牆瓷磚剝落原因與解決對策探討 (一)	2010 年 12 月
何明錦、吳毓勳、石正義	建築飾材技術規範之研究 (二) 瓷磚工程設計與施工規範解說	2001 年 12 月
台灣物業管理學會 與中華建築中心	台灣高層建築外牆瓷磚「強制驗屋」與「健診技術」法制之探討	2007 年 4 月

三、國內相關國家標準

國內既有瓷磚相關國家標準主要以陶質面磚之既有規格、接著劑與施工完成後之相關檢驗方法為主。以 CNS 9737 作為瓷磚作為面飾材之基本規格標準，接著劑則依 CNS 12611 擬定相關分類與接著劑自身之性能標準，CNS 3299 即針對面飾材本身之各項物理特性與尺寸

形式進行規範。綜觀劑有國家標準，主為個別對瓷磚與接著劑之規範要求，並無針對完成施工之瓷磚構法訂定之性能規範，現今現場完工之拉拔試驗則多以 ASTM C1583 (Standard Test Method for Tensile Strength of Concrete Surfaces and the Bond Strength or Tensile Strength of Concrete Repair and Overlay Materials by Direct Tension (Pull-off Method) 作為非強制性之驗收方式。

表 3 CNS 瓷磚性能與接著劑等相關性能

規範名稱	名稱
CNS 3299 系列	陶瓷面磚試驗法 系列
CNS 9737	陶瓷面磚
CNS 12611	陶瓷面磚用接著劑
CNS 13432	陶瓷面磚或類似材料表面靜摩擦係數試驗法（手拉式水平測力計法）
CNS 14911	陶瓷面磚或類似材料表面光澤度試驗法

第二節 歐美瓷磚相關標準

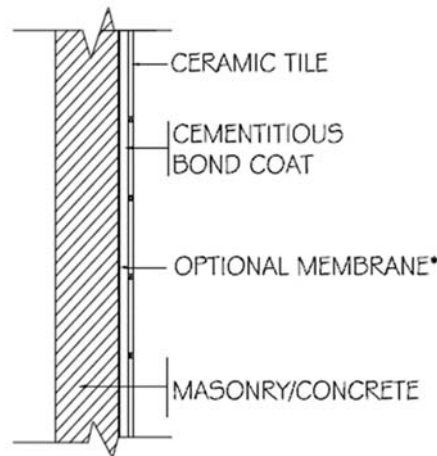
一、標準安裝工法說明

考量台灣既有國家標準除日本 JIS 標準外亦多從 ISO 或 ANSI 等國際標準進行引用，因此本研究除彙整既有 ISO 相關規範外，亦針對歐美地區分別對相關標準進行回顧。其中北美地區基於瓷磚亦為常用建材，由北美瓷磚協會 (TCNA) 出具之使用手冊，即詳細針對瓷磚、玻璃面磚、石材面磚之安裝進行標準流程之訂定，此外於美國國家標準 (ANSI) 與美國材料試驗標準 (ASTM) 亦有多項分別針對瓷磚規格 (強度、吸水等) 訂定之標準，此部分由 ANSI A137.1 統整為一規格標準指引；另接著劑 (黏著強度、工作性等) 亦有其詳細規格之訂定，此部分則由 ANSI A136.1 部分作為統整。另於 ANSI A108.1A 針對施作工法流程進行標準化，以確保瓷磚構法施作時之品質控制。

表 4 TCNA/ANSI 瓷磚相關技術手冊彙整

編號名稱	標準
TCNA Handbook	2018 TCNA Handbook for Ceramic, Glass, and Stone Tile Installation
ANSI A137.1	American National Standard Specifications for Ceramic Tile – 2017
ANSI A136.1	American National Standard Specifications for Organic Adhesives for Installation of Ceramic Tile – 2008
ANSI A108.1A	Installation of Ceramic Tile in the Wet-Set Method, with Portland Cement Mortar – 2014

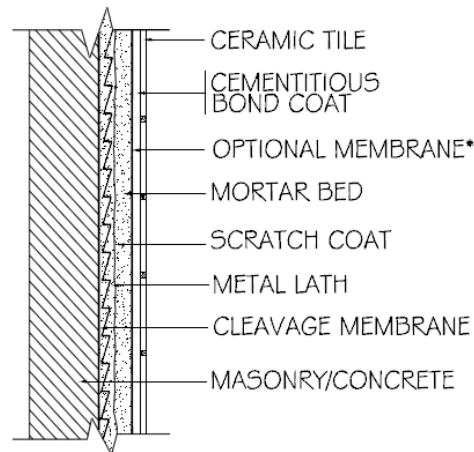
因 ANSI 與 ASTM 相關規範主要以材料性能或標準流程作為規範內容，各類構法之施作與構成指引則列於 TCNA Handbook 供施工單位作為施工參考，並附加相關構法圖樣與編碼以輔助說明，其中作為外牆工法主要分為三類，其一為以混凝土作為結構體，直接以黏著劑將瓷磚固定於外牆，適用於原外牆平整無劣化之狀況，編碼為 W202E-18。



*USE OF A MEMBRANE IS OPTIONAL.
SEE MEMBRANE OPTIONS.

圖 3 適用於原外牆平整無劣化之改修法-W202E-18 (文獻 23)

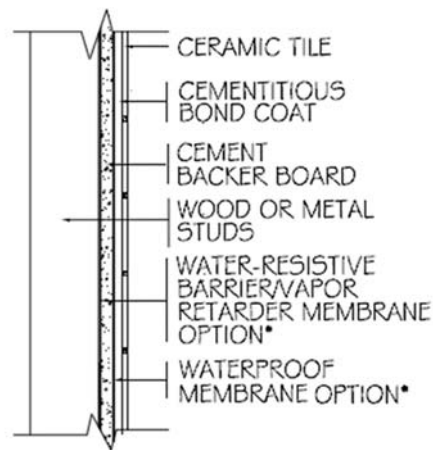
其二為以混凝土作為結構體，搭配金屬板條固定後，於表面再行施作一水泥粉刷底層，再於上以黏著劑貼附瓷磚，適用於原外牆不平整或產生劣化等，即須將瓷磚安裝面隔離於既有結構體之狀況，編碼為 W201-18。



*USE OF A MEMBRANE IS OPTIONAL.
SEE MEMBRANE OPTIONS.

圖 4 適用於原外牆非平整或已有劣化之改修法-W201-18 (文獻 23)

另亦有以非混凝土結構體作為施作面之工法，為將既有結構體施作防水層後，以水泥板材固定於表面，再行施作防水層後以黏著劑安裝瓷磚之工法，適用於木構或鋼構之建物，編碼為 W244E-18。



*USE OF A MEMBRANE IS REQUIRED.
SEE MEMBRANE OPTIONS.

圖 5 適用於原外牆為木構造或鋼構造之改修法-W244E-18 (文獻 23)

二、相關技術標準

於歐盟地區之 CEN/TC 69 針對瓷磚之相關標準則主要參照自 ISO 系統 (ISO 10545 系列)，因此本研究就 ISO 相關規範進行彙整，其中以 ISO/TC 189 為針對瓷磚之整體標準手冊。其中包含 ISO 10545 系列，為針對瓷磚本身之各項規格標準，其中以 Part 1 至 Part 4 與既有改修構法相關較為密切，其內容主要包括瓷磚本身之適用範圍以及強度之測定方法，包含“ISO 10545-1:2014 Ceramic tiles -- Part 1: Sampling and basis for acceptance”、“ISO 10545-4:2014

Ceramic tiles -- Part 4: Determination of modulus of rupture and breaking strength”；另包含之 ISO 13007 系列為針對接著劑與填縫材之相關規範，其中接著劑之相關規格與檢驗方法如 “ISO 13007-1:2014 Ceramic tiles -- Grouts and adhesives -- Part 1: Terms, definitions and specifications for adhesives”、” ISO 13007-2:2013 Ceramic tiles -- Grouts and adhesives -- Part 2: Test methods for adhesives”；此外包含之 ISO 17870 系列即針對瓷磚安裝之整體流程進行訂定，相關標準為 “ISO/TR 17870-1:2015 Ceramic tiles -- Guidelines for installation -- Part 1: Installation of ceramic wall and floor tiles”、” ISO/TR 17870-2:2015 Ceramic tiles -- Guidelines for installation -- Part 2: Installation of thin ceramic wall and floor tiles and panels”。此外於 ISO 亦有 ISO 17889 系列針對整體瓷磚構法系統進行規範的發展，如 “ISO/AWI 17889-2 [Under development] Ceramic tiling systems -- Sustainability for ceramic tiles and installation materials -- Part 2: Specification for tile installation materials”。

就下表內容，可確認歐美相關標準與手冊，以及 ISO 國際相關標準，仍以瓷磚與瓷磚安裝之流程進行標準訂定，並未包含瓷磚本身之劣化與相關處理程序，與國內瓷磚相關國家標準現況近似。

表 5 ISO/DIN/EN 瓷磚相關標準彙整

編號名稱		標準
ISO/TC 189	ISO 10545 series	Ceramic tiles (Part 1 to Part 16) [Part 1 與 Part 4 較為相關]
	ISO 13007 series	Ceramic tiles -- Grouts and adhesives (Part 1 to Part6)
	ISO 17870 series	Ceramic tiles -- Guidelines for installation (Part1 to Part3)
ISO 17889 series		Ceramic tiling systems -- Sustainability for ceramic tiles and installation materials (Part1 to Part2)
CEN/TC 69	DIN EN/ISO 10545 series	Ceramic tiles (Part 1 to Part 16)

第三節 日本瓷磚外牆改修構法標準

一、標準仕様改修工法說明

日本由於經歷數次瓷磚掉落的安全事件，促使各研究單位建立一涵蓋劣化改修工程之執行相關準則，並由日本官方正式出具標準文件，以作為業界各方作為瓷磚外牆改修之依歸。

因此本研究參考近期頒布之“建築改修工事監理指針（平成 28 年版）（上卷）”外牆改修篇進行回顧，該指針所列出之標準式樣乃是依據劣化成因所對應之各項改修工法；此外因現行工法技術發展快速，日本民間學會與研究團體亦就標準式樣以外之工法進行一系列統整，並提出以工法施作方式作為架構的改修工法分類體系，如表 6。

表 6 瓷磚外牆改修標準仕樣（文獻 19、20，本研究整理）

標準仕樣		非標準仕樣	
分類	工法	分類	工法
龜裂	EPOXY 注入法	外牆 複合改修法	網釘塗料工法*
	U 型切口密封材料填充方法		網釘瓷磚工法*
剝落	瓷磚(局部)更換工法		網釘石材塗料工法*
	瓷磚(全面)更換工法	乾式改修法	GRC 蓋板工法（或鋁板*）
鼓脹	錨定插銷部分 EPOXY 注入法		帷幕牆工法
	錨定插銷全面 EPOXY 注入法		押出成型水泥板複合板工法
	錨定插銷全面水泥注入法		無機防火板複合板工法
	注入式錨定插銷部分 EPOXY 注入法		金屬軌複合板工法
	注入式錨定插銷全面 EPOXY 注入法		既有外牆 保留改修法
注入式錨定插銷全面水泥注入法	短纖維彈性塗料工法		

*: 引用自 “これからのタイル張り仕上げ外壁リニューアル”

第四節 小結

就前述國內外文獻回顧，包含歐美日相關標準、規範、使用手冊，以及國內既有國家標準、瓷磚基礎研究、與改修應用研究，可確認現有關於瓷磚外牆劣化改修之各階段作業項目有：劣化檢查、劣化判定、劣化處理、瓷磚改修、完工評估等項目，而在各階段分於國內或國外有相對應之施工手冊與文獻依據，因此本研究將於此基礎上依建物瓷磚外牆改修工程之實際執行進程，整合一完整包含外牆劣化改修工法執行之使用準則，並依據國內在地實務以進一步找出符合國內現況之適用工法。

第三章 國內外瓷磚外牆劣化現況分析

瓷磚外牆主要由結構體、粉刷層、黏著層、面飾材共四層所組成，其中面飾材即為外牆面飾材，如瓷磚；黏著層則為固定面飾材於外牆之黏著用材料，一般多為砂漿、黏著劑等。

而瓷磚劣化之情況受其所發生的構造部位所影響，若劣化現象發生於結構體以外的部位，則多發生於瓷磚與黏著劑（或黏著劑與粉刷層）之附著品質不一，當外在環境溫差變化即造成瓷磚劣化，繼而形成常見之外牆瓷磚掉落現象，此類劣化多屬外牆改修工法可涵蓋之範圍；然而若發生於結構體，則多指向建物結構體本身的損傷或劣化，如地震災害造成之結構體開裂，或建物因管線滲水造成之構造劣化，繼而影響至面飾材造成表面瓷磚之劣化或掉落。此類之劣化現象往往需進一步處理建物結構體或設備管線等結構體內之問題，而非僅就外牆之劣化改修工法即可解決（圖 6）。

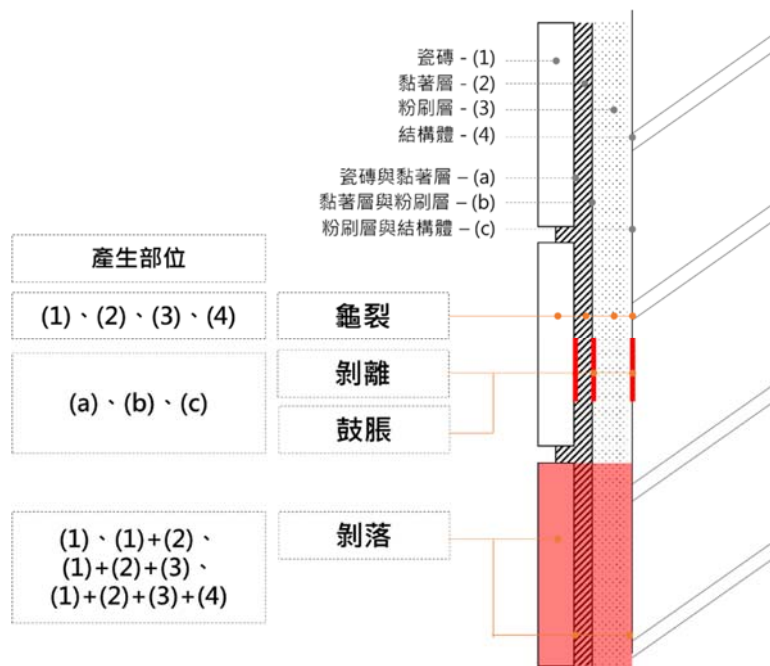


圖 6 瓷磚外牆劣化類型說明

為釐清各種劣化現象與改修工法的關係，底下將就與我國使用條件較相近的日本，及國內磚外牆劣化與對應之改修工法的現況加以分析。

第一節 國外建物瓷磚外牆劣化與對應工法之現況

一、日本瓷磚外牆劣化成因

日本改修工法主要以劣化現象之判斷做為起點，在依不同劣化現象所呈現之發生部位、劣化程度等訊息，來選擇適用之改修工法。

劣化現象包含龜裂、鼓脹與剝落。龜裂主要需判別項目之劣化部位為瓷磚表面、瓷磚接縫處與結構體，劣化嚴重程度則以裂縫寬度是否超過 0.2 mm (參考建築改修監理指針 上卷)，為主要判別標準。鼓脹主要需判別項目之劣化部位粉刷層、黏著層、面飾材，劣化嚴重程度則包含鼓脹面積、膨脹程度與施加水平敲擊是否脫落等，其中鼓脹面積以 0.25 m²、膨脹程度以 1 mm (參考建築改修監理指針 上卷)判別標準。剝落判斷即判斷是否連同結構體剝落，若僅有瓷磚與黏著層剝落，即可採取瓷磚局部更換工法即可；若包含粉刷層之剝落，則需考量進行瓷磚全面更換工法；若因受到結構安全影響所產生之結構體剝落且影響結構特性，此部分改修因涉及結構補強工程部分，因此不納入本研究之研究範圍。

表 7 日本劣化現象判斷基準 (文獻 19，本研究整理)

劣化現象	劣化部位	劣化程度判斷基準	備註
龜裂	瓷磚接縫	寬度 : 0.2 mm	
	瓷磚	寬度 : 0.2 mm	
	結構體	寬度 : 0.2 mm	
鼓脹	結構面	--	另考量結構改修法
	黏著層與粉刷層間	--	
	結構層與粉刷層間	面積 : 0.25 cm ² 厚度 : 1.0 mm	
剝落	瓷磚	粉刷層完好與否	
	結構層	結構特性影響與否	另考量結構改修法

根據文獻回顧與專家訪談之結果，造成瓷磚剝落主因之劣化現象 (剝離、鼓脹) 於日本當地多以發生於粉刷層與結構體居多，黏著層與粉刷層次之 (圖 7)。此劣化現象之瓷磚整體粉刷層或黏著層多仍具有足夠附著力，因此延伸出多項以注射或填充之工法將既有剝離處進

行補足，再加以插銷加固的工法，此類工法可做為免敲除瓷磚之替代性工法，可避免許多瓷磚改修工程之環境影響（噪音、振動、粉塵、廢棄物等）。

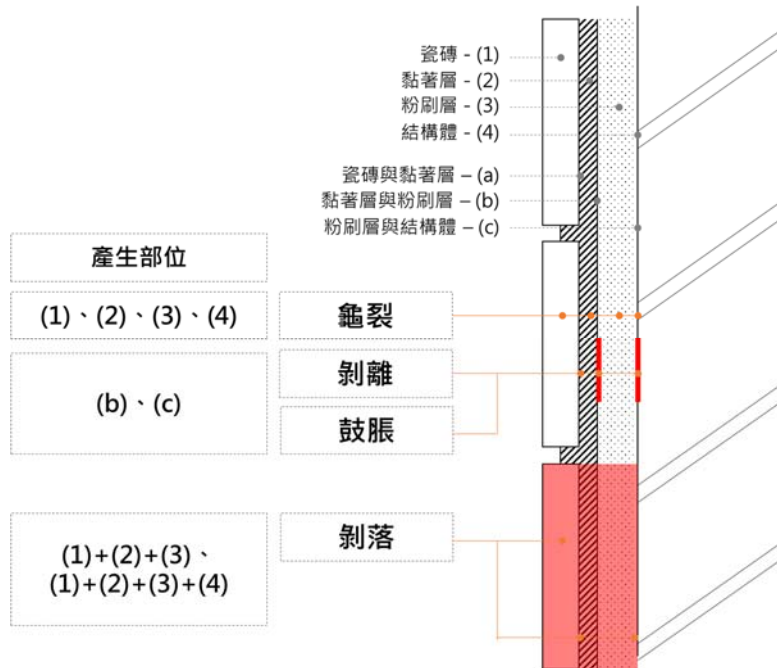


圖 7 日本瓷磚外牆劣化類型說明

二、對應工法與劣化處理方式

參考由日本國土交通省發行之建築改修監理工事（平成 28 年版），其中針對建物外牆常見之劣化現象，提出各標準式樣之改修工法，作為建築外牆改修工法之公定參考依據，分別針對龜裂、鼓脹與剝落進行各工法之規格、程序與施工細項等進行說明。其中龜裂對應改修工法為環氧樹脂注入法、U 型切口密封材料填充法；鼓脹對應工法則為錨定插銷+(部分或全面)環氧樹脂注入法、注入式插銷+(部分或全面)環氧樹脂注入法、注入式插銷+(部分或全面)砂漿水泥注入法，以及注入式插銷環氧樹脂瓷磚固定法；剝落對應工法則為瓷磚(部分或全面)更換法。自劣化現象判別之工法對應流程如圖 8。

此外，由於現行工法發展快速，在因應不同建物改修需求的條件下，亦發展出許多新式工法，因此在改修工法的選用及分類上，亦有以完成飾面的選擇來進行改修工法選用的判斷。而此種工法分類則又可進一步依據各自之施工方式區分為：瓷磚重貼法、塗料改修法、外牆複合改修法、乾式改修法、既有飾面保存改修法等方式(圖 9)。

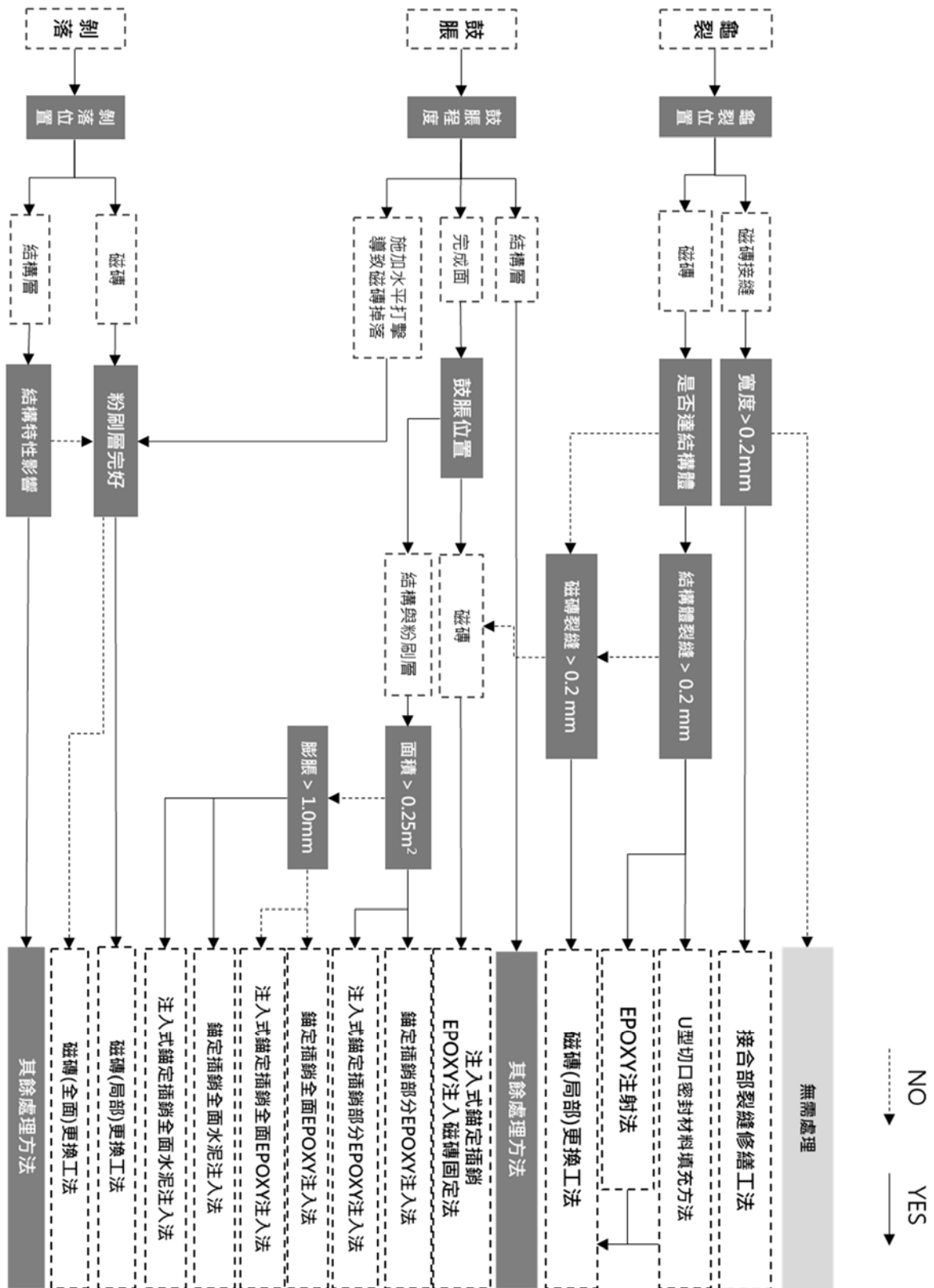


圖 8 自劣化改修判別之工法對應 (文獻 19, 本研究整理)

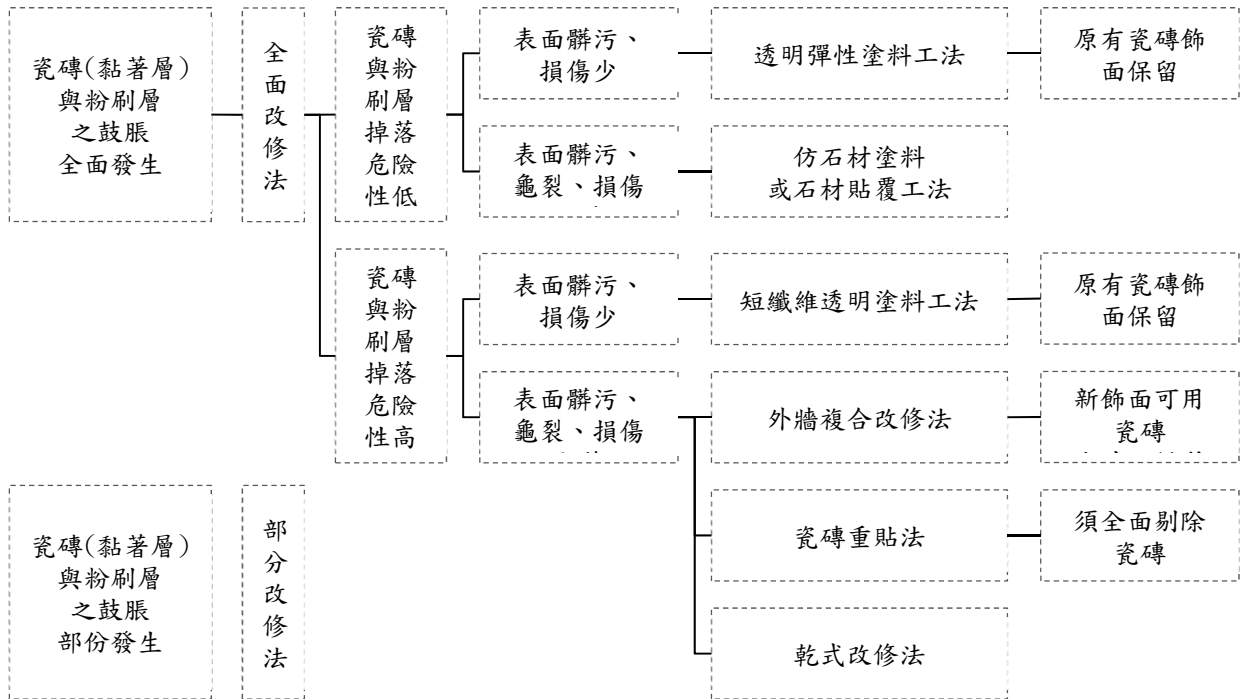


圖 9 日本黏著層與粉刷層剝離之改修工法對應 (文獻 20, 本研究整理)

第二節 國內建物瓷磚外牆劣化與工法對應現況

一、台灣瓷磚外牆劣化成因

經實地訪查與專家訪談之結果，本研究發現國內常見瓷磚外牆劣化現象多以瓷磚單片掉落居多，而瓷磚連同粉刷層大面積掉落的狀況次之，其中連同結構體一同剝落的狀況極少發生。於瓷磚單片掉落狀況，以瓷磚與黏著層未能緊密黏合為主要因素，成因包含不適當之瓷磚選用（自重過重、無背溝等）、黏著劑選用或施作不當導致黏著力不足，繼而導致瓷磚採單片或零星之掉落。

於粉刷層掉落的部分，則主要包含下列成因，其一為結構體表面平整誤差較大，因此導致整平的粉刷層過厚，繼而導致自重過大而劣化剝落；其二則為結構體表面於施作時未先以高壓水柱進行沖洗，導致灰塵與雜質附著使粉刷層附著力不足，此外結構模板的脫模劑導致施作面沒有清除乾淨亦會產生品質問題，如圖 10、圖 11。

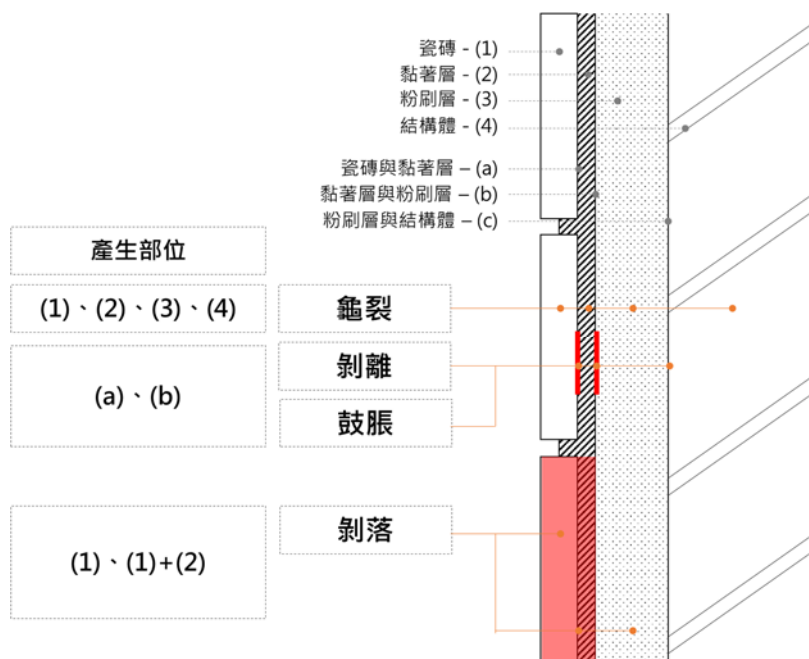
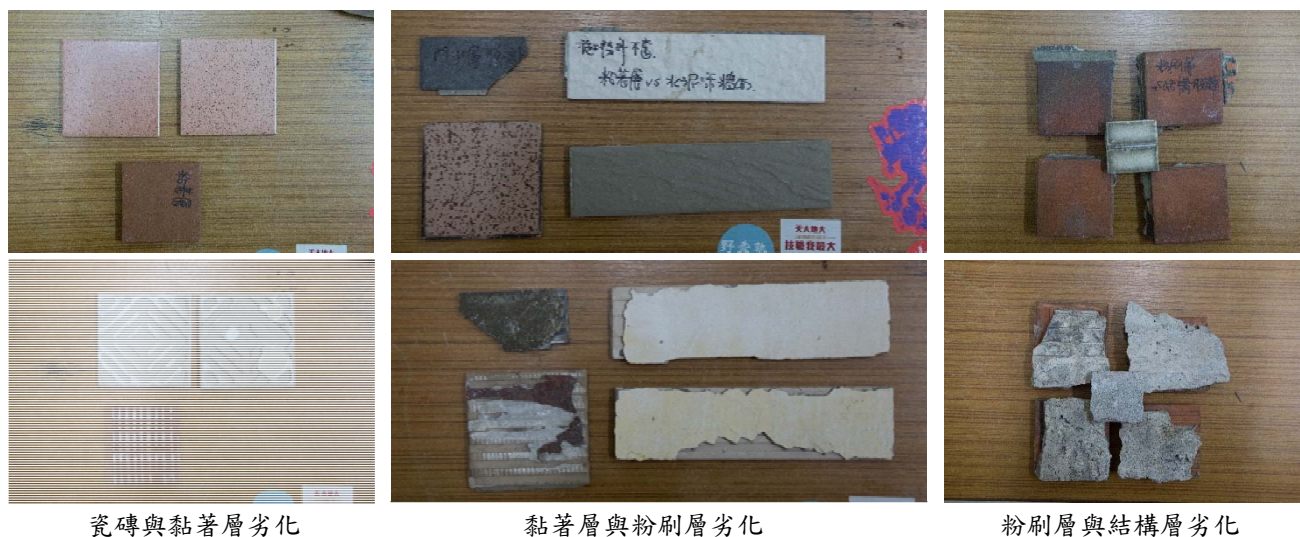


圖 10 台灣瓷磚外牆劣化類型說明



瓷磚與黏著層劣化

黏著層與粉刷層劣化

粉刷層與結構層劣化

圖 11 台灣常見外牆瓷磚劣化現象

二、對應工法與劣化處理方式

國內常見之瓷磚外牆改修工法，多以外牆之瓷磚更換作為改修方式，就現況調查以劣化面積達 20% 以上即多為全面敲除進行處理，因此著重於瓷磚與粉刷層之黏著方式，目前普及之硬底壓貼工法即為典型之瓷磚改修工法，包含瓷磚敲除、黏著砂漿塗佈與瓷磚貼裝等主要步驟，而因應施工品質的要求漸高，逐漸發展出各類確保瓷磚黏著強度之穩定性之各類工法，包含馬賽克瓷磚貼著工法、改良式背面抹漿工法、密貼工法、套模才貼工法、改良式硬

底壓貼工法、鑄板預貼工法、模板預貼工法與黏著劑黏貼工法。

此外就實地改修調查確認，建物外牆改修工程進行時，須一併考量國內建物外牆附掛物的現況，因此工程單位進行改修規劃時，除原有外牆之劣化處理外，尚須連帶規劃各項外牆附掛物的配套施工內容，如冷氣室外機之遷移與管線作業，或外推陽台與採光罩等處理，此外，為確保整體外牆之後續維護，亦須連帶規畫與施作外牆與開口部之介面處理，甚而進行開口部構件(如窗戶)的更換，此種情況亦會造成改修工程預算大幅上升。以調查個案為例，此部分造成設備與開口部處理附屬工程占比至總改修預算之 30%，造成現況擬定建物外牆改修預算時的落差。



圖 12 台灣劣化處理與對應執行內容

三、國內劣化與改修相關法規

目前國內既有改修相關法令，主要以公寓大廈管理條例與建築法為主，其中對於劣化與改修的相關責任歸屬，以及相關罰則內容，均能明定各項執行措施與法律責任之區分，以確保各責任人(大廈管理委員會或區分權所有人)有效執行相關劣化檢查與修繕工作，以避免因劣化檢查與修繕延誤所造成之公共安全問題。

於法條之外，各地方政府亦以自治條例或獎勵計畫方式推行各項安全健檢與管理措施，其中包含各地方政府所推行之老屋健檢計畫，然而一般多以建物結構安全進行相關檢核，部分則列入外牆瓷磚之相關檢查方式，包含剝落範圍作為嚴重程度之判別依據，或直接以拉拔試驗之標準進行規範，以確保各建物之外牆瓷磚性能符合標準。此外，除針對外牆修繕之補

助外，亦有推動外牆瓷磚施工之相關管理要點，然而此部分仍以新建建物作為主要管制對象，因此既有建物之瓷磚外牆改修則不在此管理範圍內。

表 8 國內瓷磚外牆改相關法規與辦法

相關類別	法規與辦法
法條	公寓大廈管理條例 第 9-11 條
	建築法 第 91-92 條
安全健檢與管理	台北市建築物外牆安全診斷及申報管理辦法
	高雄市加強建築物公共安全管理自治條例
	台北市老屋健檢計畫
	桃園市老屋健檢計畫
	高雄老屋健檢計畫
瓷磚剝落與修繕補助	臺北市檢舉建築物外牆剝落案件獎勵要點
	臺北市建築物外牆飾面剝落申請修繕及補助費用作業要點
施工管理	臺北市新建建築物外牆飾材施工管理制度
	高雄市建築物外牆飾材施工檢查及申報辦法(草案)

其中針對外牆剝落申請修繕之補助機制設置，目的為協助各建物外觀之修繕執行，減少各建物修繕之自籌支出，如表 9。然而以現有補助上限僅為 40,000 元，以此金額來看，就現有工程於外牆改修之預算中所占比例甚低，對民間自主進行外牆改修之助益尚有待確認。

表 9 國內瓷磚外牆修繕補助內容

建物類別	十層樓以上民間建物
申請條件	管委會提出申請 (或 1/2 所有權人同意)
資格限制	影響公共安全者為限
	單一所有權人不予申請
改修需求	應進行全面施作
吊車與飾面施作	40,000 元為上限 (補助單價 2,000 NT/m ²)

第三節 小結

一、劣化成因現況對於既有改修工法之影響

一般瓷磚外牆劣化成因眾多，除去天然災害所造成結構體損害導致之龜裂與剝落，國內外牆瓷磚以黏著層與面飾材之剝離為常見之劣化成因，不同於國外劣化現況（以日本為例）多以粉刷層與結構體之剝離為主，因此整體面飾材之附著力不足，造成注入類的改修工法（如錨定插銷+部分環氧樹脂注入法等）無法適用於國內。此外，因國內建築結構體垂直面之表面施作精度多於2~5公分以上，因此粉刷層也較厚，由於須使用錨定插銷之相關工法須確保插銷固定至結構體，因此較厚之粉刷層亦造成既有插銷適用上之困難。就上述，國內瓷磚外牆改修仍多以將既有劣化區域清除至結構體，方可確保後續改修成效之安全性。

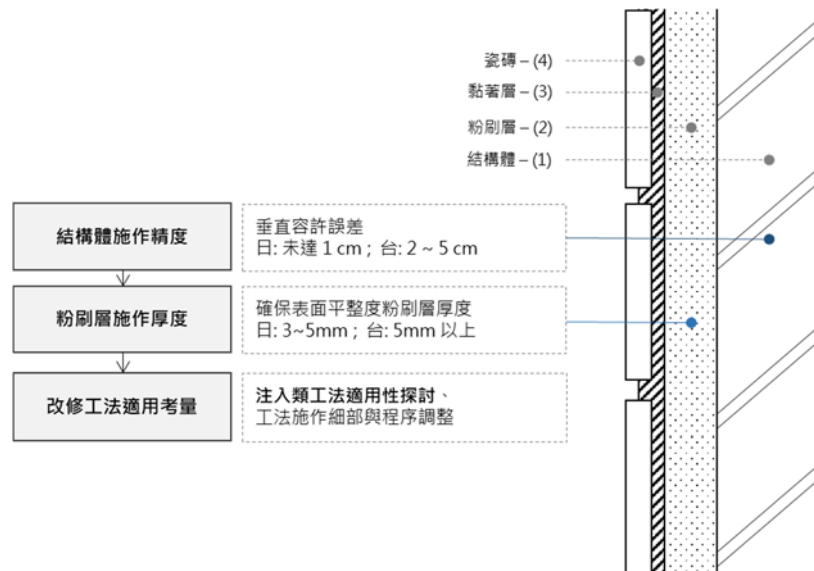


圖 13 台日瓷磚外牆劣化差異

二、產業營運現況對於既有改修工法之影響

既有產業現況之改修預算為主要影響工法選擇的因素，其受改修對象、工程規模、出資單位、施工單位意願、預期成效等各樣影響，若僅就外牆面材施工費用，以貼瓷磚為例為1500-3000元/M²，相較國外僅有不到一半的施工費用，再附加不同案件所需之檢驗作業、相關拆除工程、附屬設備工程、開口部介面工程等，多項費用層層疊加造成外牆改修的費用甚鉅，甚而會高於原外牆施作費用一倍以上，此部分與國內業主改修耗費認知有所差異，因而造成瓷磚外牆改修無法完整採用適用的改修工法，繼而造成改修範圍內容及日後所需成本的差異。

由上述，由預算限制導致改修工法選擇上的限制，即造成工程單位須於預算限制下採取符合時間與成本效益之改修工法，因此部分的改修工法受限於相關施工人員不足，導致相關技術不普及，使施工單位仍多以傳統之硬底壓貼為主要施工方式。



圖 14 物料成本與人力技術影響內容

第四章 國內瓷磚外牆劣化改修工法與現場調查分析

就現有國內外之改修工法文獻探討，可確認國內現有之改修工法探討多以劣化現象修復後之工法程序（即面飾材貼附）為主，因劣化現象多元尚無一完整針對劣化現象判斷、修復、外牆改修之一完整流程。考慮現有瓷磚掉落現象多屬瓷磚外牆面飾材之劣化所造成，因此本研究將進行瓷磚外牆改修工法之探討，其工法主要以對應面飾材（瓷磚、黏著層）之劣化現象為主要探討範圍，如此即可針對所界定劣化現象與改修工法之對應進行標準化之程序建立。

而國內既有瓷磚改修工法，大多可對應至需進行瓷磚更換之工法類型，然而參考日本現有標準式樣亦包含此類型以外之工法，如鼓脹對應之改修工法等，亦可為國內改修工法作為參考。惟工法之引用亦須考慮在地之適用性，因此，本計畫也將進一步釐清各改修工法於施工與環境影響之相關因素，以建立符合國內產業現況之改修工法標準化程序。

第一節 適用工法彙整方式說明

依據現況蒐集之國內外外牆改修工法，須依不同劣化現況對應至不同之改修工法，然而經由本研究與相關實務專家訪談，多數改修工法無法直接運用於國內外牆改修，尚須對改修工法的內容進行調整方可處理國內常見之外牆劣化，也因此國內仍是以敲除劣化瓷磚再加以重貼為主，主要即是受到國內之瓷磚劣化現象與國外所發生情況有所差異所致，而另一方面也受到改修預算的限制。在經過國內現況之訪查，以國內瓷磚外牆之現有劣化成因，本研究彙整國內適用之工法為瓷磚重貼法、塗料改修法、外牆複合改修法及乾式改修法。

分析各改修工法，主要依是否重新施作新的外牆飾面材，以及改修時原有外牆瓷磚是否撤除作為最初之選擇依據，重新施作新的外牆飾面材之改修方式包含瓷磚重貼法、塗料改修法、外牆複合改修法以及乾式改修法；而以原有外牆飾面材作為改修後外觀之改修方式則為既有飾面保留改修法。至於對於原有瓷磚是否剔除的判斷，則又可依不同改修方式之考量乃至處理方式而有所差異。

瓷磚重貼法與塗料改修法主要依原有外牆瓷磚剝落之危險性作為主要依據，因此以全面剔除至劣化層為主（如剔除至結構體），於部分原有外牆瓷磚構造仍完好之狀況下，則輔以採取局部剔除劣化部位之方式進行。於外牆複合改修法與乾式改修法部分，因此兩類改修

方式主要以安裝新外牆構造之固定件，如插銷、錨釘等，於結構體固定之強度是否足夠，為主要考量因素。因此若可有效確認固定件於結構體固定之深度，或原有結構體之狀況符合固定件抗拉強度之設計需求，即可維持原有外牆瓷磚並不予敲除，如必要時再輔以局部剔除無法確認固定件抗拉強度之部位。

外牆飾面	改修方式	原瓷磚飾面處理方式	改修工法		來源
新的外牆面飾材	瓷磚重貼改修法	全面剔除為主 特定狀況採局部剔除	硬底壓貼工法		防止外牆剝落之設計施工指南語解 說「日本建築師上學會 現台灣適用工法
			馬賽克瓷磚貼著法	改良式背面抹漿工法	
			密貼工法	套模才貼工法*	
			改良式硬底壓貼工法	鑄板預貼工法*	
			模板預貼工法*	黏著劑黏貼工法	
			環氧樹脂注入工法**	U型切口密封材料填充工法**	
	塗料改修法		塗料工法		
	外牆複合改修法	維持原有瓷磚為主	網釘工法(塗料、瓷磚、石材)		建築改修工事監理指針 (平成28年版)
	乾式改修法		蓋板工法		
			押出成型水泥板複合板工法*		
無機防火板複合板工法*					
金屬軌複合板工法					
維持既有外牆面飾材	既有飾面保留改修法	必要時可輔以局部剔除或全面剔除	短纖維透明塗料工法		
			錨定插銷+(部分-全面)環氧樹脂注入法**		
			注入式錨定插銷+環氧樹脂(部分-全面)注入法**		
			錨定插銷+全面水泥砂漿注入法**		
			注入式錨定插銷+水泥砂漿全面注入法**		
			注入式錨定插銷+環氧樹脂注入瓷磚固定法**		
<p>*: 本研究範圍以既有瓷磚外牆劣化改修為主，因此不考慮鑄板與模板等相關工法。 **: 此類工法考量國內瓷磚外牆劣化成因差異，須進行工法內容之調整方可適用。</p>					

表 10 工法彙整表 (文獻 2、19、20，本研究整理)

第二節 工法內容說明

針對前述彙整之瓷磚改修法，考量本計畫範圍針對為瓷磚外牆劣化的改修，因此於既有外牆改修以瓷磚重貼改修法、塗料改修法、外牆複合改修法、乾式改修法、與既有外牆飾面保留改修法作為分類。

一、瓷磚重貼改修法

本項針對各工法說明與國內應用現況進行說明，包含硬底壓貼工法、馬賽克瓷磚貼著工法、改良式背後抹漿工法、改良式硬底壓貼工法、密貼工法。

1. 硬底壓貼工法

為傳統使用之主要瓷磚改修工法，考量即施工效率、成本與人力需求，目前仍為國內主要使用之瓷磚外牆改修工法，後續也將以此工法做為各工法之比照對象，如表 11。

2. 馬賽克瓷磚貼著工法

同硬底壓貼法亦為國內主要用於馬賽克瓷磚貼附之工法，目前基於國內新建物與既有建物使用需求漸降，使用上漸為少見，如表 12。

3. 改良式背後抹漿工法

改良式背後抹漿工法為針對硬底壓貼改良之工法，雖可確保瓷磚貼附之品質，然而人力限制與施工效率影響下，較其他工法為少見於現行改修，工法內容如表 13。

4. 改良式硬底壓貼工法

此工法為針對傳統之硬底壓貼進行雙面背膠塗覆改良，以確保黏著之強度與穩定度，並可於較低之技術門檻維持施工的品質，亦為現行國內職業訓練之主要實行工法。然而因施工效率不如既有硬底壓貼工法，在受到施工成本較高以及人力需求不足之影響下，應用尚無法完全取代既有硬底壓貼工法，工法說明如表 14。

5. 密貼工法

此工法主要依額外設備確保瓷磚貼覆之緊密度，繼而達成瓷磚施工品質的穩定，但因設備使用需求以及施工效率不及既有工法，不常見於現行建物外牆改修工程，工法說明如表

15。

表 11 硬底壓貼工法說明 (文獻 2, 本研究整理)

硬底壓貼工法	
<p>在已粉刷完成且精度良好的張貼用水泥砂漿接著材料上，將瓷磚壓貼於其上的一種張貼工法；又簡稱壓貼工法。</p>	
應用範圍	工法示意
<p>一般混凝土牆面或磚牆面的建築</p>	
使用材料	
<p>瓷磚、(水泥砂漿/黏著劑)</p>	
特點	
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 施工快速，成本低廉 ◦ 易受施工品質影響 ◦ 接著力較低 ◦ 需要有經驗的人員來施作 ◦ 接著力受 open time 影響大 ◦ 施作時間不宜太長 ◦ 底材精度要求高 	
工法流程	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 施工前結構層、粉刷層表面與瓷磚應先充分潤濕 2. 以鏟刀將張貼用水泥砂漿壓實置規定的厚度(5~7mm) 3. 在張貼用水泥砂漿未硬化前完成張貼 4. 張貼用水泥砂漿一次的粉刷面積控制在約 2m²(依天氣調整) 5. 不可使用帶齒鏟刀(易造成瓷磚背後產生空隙導置黏著力下降) 6. 應充分敲實瓷磚(應敲到水泥砂漿由勾縫擠出達瓷磚厚度 1/2 左右) 7. 修整勾縫在張貼用水泥砂漿未硬化前完成 	

表 12 馬賽克瓷磚貼著工法 (文獻 2, 本研究整理)

馬賽克瓷磚貼著工法	
<p>於底材面上先塗抹一層砂漿後，隨即將貼於紙上的整才馬賽克貼於砂漿上，並輕輕敲擊使之與底材密貼。</p>	
應用範圍	工法示意
<p>一般混凝土牆面或磚牆面的建築</p>	
使用材料	
<p>瓷磚、紙張、固定膠帶或其他固定瓷磚防止滑動之器具</p>	
特點	
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 施工快速(與硬底相比) ◦ 工人技術要求低"將貼於紙上的整才馬賽克貼於砂漿上，並輕輕敲擊使之與底材密貼。 	
工法流程	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 施工前應先充分潤濕 2. 以鏟刀將張貼用水泥砂漿壓實置規定的厚度(5~7mm) 3. 在張貼用水泥砂漿未硬化前完成張貼 4. 張貼用水泥砂漿一次的粉刷面積控制在約 2m²(依天氣調整) 5. 不可使用帶齒鏟刀(易造成瓷磚背後產生空隙導置黏著力下降) 6. 應充分敲實瓷磚(應敲到水泥砂漿由勾縫擠出達瓷磚厚度 1/2 左右) 7. 修整勾縫在張貼用水泥砂漿未硬化前完成 	

表 13 改良式背後抹漿工法說明 (文獻 2, 本研究整理)

改良式背面抹漿工法	
<p>將背面塗好所定厚度的張貼用水泥砂漿之瓷磚，壓於精度良好的水泥砂漿底材(改良的地方)上的一種張貼工法。</p>	
應用範圍	工法示意
<p>一般混凝土牆面或磚牆面的建築</p>	
使用材料	
<p>瓷磚、(水泥砂漿/黏著劑)、固定膠帶或其他固定瓷磚防止滑動之器具</p>	
特點	
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 工人不必像傳統背面抹漿工法那樣需要經驗與熟練的技巧 ◦ 施工效率較佳 ◦ 不易起白華 ◦ 接著力較強適用大型瓷磚 	
工法流程	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 施工前應先充分潤濕 2. 於瓷磚背面塗佈張貼用水泥砂漿(厚度約 3~4mm) 3. 在張貼用水泥砂漿未硬化前完成張貼 p.s 應在 5 分鐘內塗佈完成、不可讓日光直射 4. 應充分敲實瓷磚 	

表 14 改良式硬底壓貼工法說明 (文獻 2, 本研究整理)

改良式硬底壓貼工法	
自底材完成到底材塗佈張貼用水泥砂漿為止，其作業與水泥砂漿硬底貼著工法相同，但本工法另外又需在瓷磚背面也塗上張貼用水泥砂漿；又簡稱改良式壓貼工法。	
應用範圍	工法示意
一般混凝土牆面或磚牆面的建築	
使用材料	
瓷磚、(水泥砂漿/黏著劑)	
特點	
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 接著力強牢固可靠 ◦ 工人技術要求低 ◦ 表面平整度較難控制 ◦ 較不受 open time 影響 ◦ 工人技術要求低 ◦ 施工時間較長(工序增加) 	
工法流程	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 施工前應先充分潤濕。 2. 以鏟刀將張貼用水泥砂漿壓實置規定的厚度(4~6mm)。 3. 底材側之張貼用水泥砂漿應放置約 30 分鐘後，直到瓷磚貼上去不會有錯動的狀態才可張貼瓷磚但以不超過 2 小時為限。 4. 瓷磚背面全部應塗抹張貼用水泥砂漿並盡量不可有空隙存在(瓷磚背後張貼用水泥砂漿厚度約 3~4mm)。 5. 在張貼用水泥砂漿未硬化前完成張貼。 6. 不可使用帶齒鏟刀(易造成瓷磚背後產生空隙導置黏著力下降)。 7. 應充分敲實瓷磚。 8. 修整勾縫在張貼用水泥砂漿未硬化前完成。 	

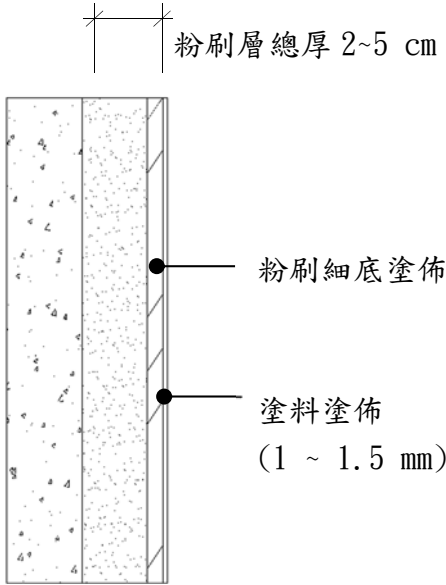
表 15 密貼工法 (文獻 2, 本研究整理)

密貼工法	
<p>本工法係以專用的震動工具加諸瓷磚面上，使所張貼的瓷磚產生震動，並使瓷磚背面的水泥砂漿再度軟化，使瓷磚陷入於張貼用的水泥砂漿中，並進而使張貼用水泥砂漿滿出溝縫。此時並以勾縫用鋸刀修飾勾縫，因而同時達到填縫的作業要求。</p>	
應用範圍	工法示意
一般混凝土牆面或磚牆面的建築	
使用材料	
瓷磚、(水泥砂漿/黏著劑)、張貼用振動工具、固定膠帶或其他固定瓷磚防止滑動之器具	
特點	
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 接著力強勞牢固可靠 ◦ 使用震動工具，壓實過程較手工敲打省力 ◦ 接著力受 open time 影響大 ◦ 施作時間不宜太長 	
工法流程	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 施工前應先充分潤濕 2. 底層粉刷應分兩次施作，全部水泥粉刷厚度應達 5~8mm 為止 3. 張貼用水泥砂漿一次的粉刷面積控制在約 2m²(依天氣調整) 4. 不可使用帶齒鋸刀(易造成瓷磚背後產生空隙導置黏著力下降) 5. 瓷磚向下壓至張貼用水泥砂漿由勾縫滿出到瓷磚面為止。 (瓷磚張貼應一次即完成作業，不可分兩段進行) 6. 勾縫不可以呈深溝縫狀態" 	

二、塗料改修法

塗料改修法為建物外牆不以瓷磚為飾面之替代性工法之一，亦為國內常見之替代性改修法，主要特點於施工較為簡便與快速，並可避免改修後瓷磚剝落一問題，進一步塗料的表面材質亦有多樣化選擇，可維持建物外觀之設計彈性，於適當維護下亦可維持與瓷磚相近之耐久性，相關工法說明如表 16。

表 16 塗料改修工法說明 (文獻 2，本研究整理)

塗料改修工法	
在已粉刷完成且精度良好的張貼用水泥砂漿接著材料上，將面飾塗料塗覆於其上的一種工法。	
應用範圍	
一般混凝土牆面或磚牆面的建築	
使用材料	
水泥砂漿、面飾塗料	
特點	
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 面飾材施作簡易 ◦ 施工品質容易控制 ◦ 於適當期間進行清洗與維護可長時間維持 	
工法流程	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 施工前應先充分潤濕結構體 2. 底層粉刷厚度應達 2-5 cm，需分厚底與細底兩次進行 3. 厚底若達 5 cm 以上需進行鐵網或鋼筋進行補強 4. 厚底施作完成後須進行打毛方可塗佈細底粉刷面 5. 將塗料依不同需求厚度塗佈於粉刷面上 	

三、外牆複合改修法

外牆複合改修法為引用自日本現行改修工法，主要在於可最低限度甚至無須處理原有外牆飾面，除確保安全性亦可保留外牆飾面的選擇彈性，如表 17。

表 17 網釘工法說明 (文獻 20，本研究整理)

網釘工法	
<p>外牆複合改修法為一種既有外牆飾面上另行覆蓋一新的施作面的改修工法，主要以纖維網搭配塗佈層將既有原有飾面之劣化固化，再於纖維網上施打插銷固定至結構體，確保原劣化飾面加固於瓷磚外牆上，並於其上重新作為一新的施作面，搭配不同之面飾材作為新的外牆飾面。</p>	
應用範圍	工法示意
一般混凝土牆面或磚牆面的建築	
使用材料	
水泥砂漿、固定網、插銷、鑽孔設備、底漆、整平用填料、面飾材 (瓷磚、塗料、仿石塗料等)	
特點	
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 最小限度或無須剔除既有劣化外牆之劣化瓷磚 ◦ 可將劣化改修之施工廢棄物減少至極低 ◦ 新飾面材選擇彈性 ◦ 各面層施作須確保附著強度避免產生二次劣化 ◦ 減少敲除瓷磚時之噪音與振動環境影響 	
工法流程	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 高壓沖洗原瓷磚表面與接縫處。 2. 底漆塗佈。 3. 待底漆乾燥後填料塗佈。 4. 於填料上方覆蓋纖維網。 5. 鑽孔 (深度須達插銷預定深度 5 mm 以上)。 6. 孔內清掃，打入插銷至結構體至少 20 mm。 7. 纖維網與插銷上塗佈填料整平。 8. 將選擇施作的面飾材 (瓷磚、塗料、仿石塗料等) 施作於整平面之上。 	

四、乾式改修法

乾式改修法亦為國內用於外牆改修的常見方式，然而因成本較高導致現行施行程度仍不足，主要特點亦為可最低限度甚至無須處理原有外牆飾面，搭配不同的工法亦可達到各類外牆飾面材質的外觀，如表 18 與表 19。

表 18 蓋板工法說明 (文獻 20，本研究整理)

蓋板工法	
於既有外牆飾面上使用固定件將蓋板（預製之 GRC 板或鋁板等）安裝於外牆，並以蓋板作為新飾面之工法。	
應用範圍	工法示意
一般混凝土牆面或磚牆面的建築	
使用材料	
蓋板 (GRC 板或鋁板)、金屬固定件、鑽孔設備	
特點	
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 最小限度或無須剔除既有劣化外牆之劣化瓷磚 ◦ 可將劣化改修之施工廢棄物減少至極低 ◦ 乾式施工可減少現場附屬設備 (如供水設備) 之需求 ◦ 依蓋板後方之施作空間大小須配合不同之金屬固定件形式 ◦ 減少敲除瓷磚時之噪音與振動環境影響 ◦ 整體構造厚度較高 	
工法流程	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 確認原有外牆飾面之劣化與結構體 (厚度須 80 mm 以上) 2. 依圖面設計標注固定件位置 3. 金屬固定件打入，並確認附著強度。 4. 蓋板依圖面安裝於固定件上 5. 確認蓋板覆蓋與接合部之平整並進行調整 6. 蓋板表面檢查 7. 金屬固定件固定處確認防鏽處理完善。 	

表 19 金屬軌工法說明 (文獻 20, 本研究整理)

金屬軌工法	
<p>於既有外牆飾面上使用安裝具固定軌之金屬軌件，並於軌件上掛載附專用背溝之板片或瓷磚，並以黏著劑固定與金屬軌上，以其形成一新的飾面。</p>	
應用範圍	工法示意
一般混凝土牆面或磚牆面的建築	
使用材料	
金屬軌件、專用之板片或瓷磚、黏著劑、鑽孔設備、軌件固定件	
特點	
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 最小限度或無須剔除既有劣化外牆之劣化瓷磚 ◦ 可將劣化改修之施工廢棄物減少至極低 ◦ 乾式施工可減少現場附屬設備 (如供水設備) 之需求 ◦ 依盖板後方之施作空間大小須配合不同之金屬固定件形式 ◦ 減少敲除瓷磚時之噪音與振動環境影響 ◦ 整體構造厚度較高 ◦ 可使用瓷磚作為外牆新飾面 	
工法流程	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 確認原有外牆飾面之劣化與結構體 (厚度須 80 mm 以上) 2. 依圖面設計標注固定件位置 3. 金屬固定件打入，並確認附著強度。 4. 金屬軌件依圖面安裝於固定件上 5. 使用專用石板或瓷磚以黏著劑掛載固定於金屬軌件上 6. 金屬固定件固定處確認防鏽處理完善。 	

五、既有飾面保留改修法

本分類主要依日本現行構法進行彙整，共包含短纖維透明塗料工法、錨定插銷樹脂固定法、以及注入式錨定插銷瓷磚固定法，然而基於日本與國內劣化成因的差異，導致注入類的工法，即錨定插銷樹脂固定法以及注入式錨定插銷瓷磚固定法，須考量其插銷深度與強度進行調整，並依據台灣實際發生之劣化現象，方可確認此類工法於國內之適用性，相關工法說明如表 20、表 21、與表 22。

表 20 短纖維透明塗料工法 (文獻 20，本研究整理)

短纖維透明塗料工法	
使用硬化後為透明之樹脂塗膜，並摻入纖維材料於既有瓷磚外牆飾面塗佈，再由固定插銷併用之工法。	
應用範圍	工法示意
一般混凝土牆面或磚牆面的建築	
使用材料	
透明樹脂塗膜 (摻入纖維材料)、固定插銷	
特點	
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 面飾材施作簡易 ◦ 施工品質容易控制 ◦ 可維持原有面飾材外觀 ◦ 最小限度或無須剔除既有劣化外牆之劣化瓷磚 ◦ 可將劣化改修之施工廢棄物減少至極低 ◦ 減少敲除瓷磚時之噪音與振動環境影響 	
工法流程	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 確認既有飾面劣化位置 2. 固定插銷打入至結構體固定 3. 底漆塗佈 4. 透明樹脂塗膜底層塗佈。 5. 表層塗佈。 	

表 21 錨定插銷樹脂固定法說明 (文獻 19, 本研究整理)

錨定插銷樹脂固定法	
<p>於瓷磚間隙處鑽孔，注入環氧樹脂至瓷磚鼓脹處填補，並以插銷固定固化之環氧樹脂確保劣化範圍接著力。並於劣化範圍內額外加鑽孔注入環氧樹脂，填補零星鼓脹部位。股脹程度較大時 (超過 1 mm)，則須改以水泥砂漿代替樹脂作為注入材</p>	
應用範圍	工法示意
<p>粉刷層與構造體鼓脹處補修，鼓脹厚度 1mm 以下，鼓脹範圍於 0.25 m² 以上時適用。</p>	<p style="text-align: center;">整理自 CEMEDINE CO., LTD 官方網頁</p>
使用材料	
<p>插銷、環氧樹脂、孔面填補材</p>	
特點	
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 免敲除瓷磚即可確保鼓脹處的安全性 ◦ 施工之廢棄物清運影響較小 ◦ 於劣化範圍分布零散與不確定位置適用 ◦ 須注意鑽孔時造成之噪音與振動" 	
工法流程	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 確認劣化範圍 2. 於瓷磚間隙處鑽孔，鑽孔清掃 3. 環氧樹脂注入，插銷安裝，並填塞孔面。 4. 養生後確認剩餘鼓脹範圍。 5. 於瓷磚間隙處鑽孔，鑽孔清掃 6. 環氧樹脂注入，並填塞孔面。 	

錨定插銷樹脂固定法主要針對粉刷層與結構體之剝離為適用之改修工法，然而台灣既有粉刷層剝離部分原因為粉刷層過厚導致之剝落現象，因此於粉刷層整體構造完整度不足，加上國內既有粉刷層過厚無法確認插銷固定結構體深度之狀況下，依據本研究進行之專家訪談以及現場調查案例之現況，使國內無法直接適用此錨定插銷固定法。

注入式錨定插銷瓷磚固定法	
<p>以特殊插銷於瓷磚表面鑽孔固定後，再行注入環氧樹脂至瓷磚鼓脹處填補，可於插銷固定固化之環氧樹脂確保劣化範圍接著力。採用低振動鑽孔設備，並可避免鑽孔產生之粉塵影響接著力之情形。</p>	
應用範圍	工法示意
<p>粉刷層與黏著層鼓脹處補修，鼓脹厚度 1 mm 以下適用</p>	<p style="text-align: center;">整理自 CEMEDINE CO., LTD 官方網頁</p>
使用材料	
<p>注入式插銷、環氧樹脂、孔面填補材、無振動鑽孔設備</p>	
特點	
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 免敲除瓷磚即可確保鼓脹處的安全性 ◦ 施工之廢棄物清運影響較小 ◦ 須注意鑽孔時造成之噪音與振動 ◦ 於環氧樹脂注入同時即可具插銷固定效益 ◦ 低噪音低振動 ◦ 施工需求精度高、特殊設備需求 	
工法流程	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 確認劣化範圍 2. 於瓷磚面處鑽孔，鑽孔清掃 3. 插銷安裝，環氧樹脂注入，並填塞孔面。 	

表 22 注入式錨定插銷瓷磚固定法說明 (文獻 19，本研究整理)

注入式錨定插銷瓷磚固定法主要針對粉刷層與瓷磚黏著層之剝離為適用之改修工法，然而國內既有黏著層剝離多為黏著層與瓷磚之剝離為主，繼而導致瓷磚零星剝落而非整片剝落之劣化現象，因此於並非黏著層與粉刷層之剝離現象，因此依據本研究進行之專家訪談以及現場調查案例之現況，確認國內無法直接適用此錨定插銷固定法。

第三節 國內改修案例與施作說明

一、瓷磚重貼改修法案例

由現場調查與專家訪談之結果，可初步確認瓷磚重貼改修法目前仍為國內主要進行之瓷磚外牆劣化的改修方式，同時考量預算與人力技術門檻之限制，現行仍以硬底壓貼工法為主，同時並行黏著劑或砂漿作為黏著層之使用，少數案場若同時具備預算與施作人力充足，即可有機會實行改良式硬底壓貼或黏著劑工法，然而仍占少數，因此本研究依據現場調查彙整之案例，依改修工程進程中各項內容彙整如下表。

此案例為校園內建物，基於業主與共同出資者之大力支持，得以將劣化改修工程完整執行，包含劣化檢查、判定、處理、改修工法執行、後續驗收，以及後續相關保固內容，相關基本資料如下表。

表 23 瓷磚重貼改修法案例基本資料

名稱	台灣大學法學院澤霖館		
業主	台灣大學 (國泰與富邦金控 協同出資)	改修面積	瓷磚部分：4000m ² 抵石子部分：5000m ²
工程金額	每棟約 4200 萬 兩棟共 8400 萬	工期	前期評估與規劃：約 2 個月 施工時間：約 1 年
備註	打診費用 40 萬 (施工前後)、拉拔費用 30 萬(施工時自主)、 紅外檢測費用 8 萬(完工後)		



圖 15 瓷磚重貼改修法案例外觀

依據改修工程執行項目，以瓷磚重貼改修法首要仍以確保新飾面瓷磚之附著力為主要重點，因此相關之自主檢查與後續驗收即為重點查核方式，於施工中間則須針對既有粉刷層的精度控制與強度補足方式進行細部標準訂定，如此方可確保符合保固要求。依執行項目可將

改修階段針對改修前評估（改修目的確認、改修內容確認），以及改修與驗收（改修工程進行、改修成果驗收）。

表 24 瓷磚重貼改修法案例改修工程執行現況

執行項目	內容說明	改修階段	
業主需求	業主：樣式照舊復原 協同出資者：師生安全第一/不可影響建築使用	改修目的 確認	改修前評估
事前檢測與處理	目視法、打診法、紅外線、高壓水柱		
劣化狀況	剝離、剝落、白華、鼓脹 (黏著層與打底粉刷之間)		
施工輔助設備	洗窗機、施工架	改修內容 確認	
改修材料選擇	瓷磚(硬底壓貼-有機彈性黏著劑)、.抵石子		
原瓷磚飾面處理	全面打除至結構體		
性能要求	保固：10 年 強度： 1. 粉刷層 不得低於 6 kgf/cm ² ，平均 8 kgf/cm ² 2. 瓷磚 不得低於 8 kgf/cm ² ，平均 10 kgf/cm ²		
品質確保與自主檢查	以 1：3 水泥砂漿打底，之後黏著劑貼磚復原，七天後粉刷層與瓷磚皆進行拉拔 (每 1000m ² 拉拔一組，一組 3 個瓷磚)，未通過則當日施作部分全面打除。	改修工程 進行	
施作順序	1. 瓷磚打除至結構體 2. 水泥打底粉刷 (精度調整) 3. 瓷磚重貼 (採硬底壓貼工法) 4. 抵石子施作		
面飾材精度控制	結構體誤差很大，影響打底粉刷層厚度，粉刷層不同厚度的處理方式： 1. 7-8 公分就需要補植筋然後灌漿 2. 4-6 公分值筋後綁鐵焊鋼絲網 3. 4 公分以內就直接打底粉刷 ※植定部分採化學鉚釘 ※以 3 分的溫度鋼筋進行植筋		
環境衝擊	瓷磚敲除之噪音、振動、廢棄物產生		
驗收方式	拉拔試驗、打診確認、紅外線檢測	改修成果 驗證	
防止再次剝落方式	1. 使用彈性黏著劑 2. 用植筋或鐵焊鋼絲減少打底粉刷層厚度自重帶來的影響 3. 每 1~2m 左右就設置伸縮縫		



圖 16 瓷磚重貼改修法案例現況

針對此案例之現況確認，亦可反映出相關施工品質控制問題、成本與人力對工法選用之影響，以及施作人員與營造廠之相關實務現況，如下表。

表 25 瓷磚重貼改修法案例反映現況彙整

	項目	內容
反映改修現況問題	施工品質控制方式	<ol style="list-style-type: none"> 1. 貼瓷磚極度依賴施作師傅個人經驗，需有相對應監工機制，較可掌控改修品質。 2. 若材料選定適當較少產生問題，多半為施工過程影響改修品質。
	成品與人力增加對工法選擇的影響	<p>此次工程若採用雙面背膠每 m² 成本可能要 1000-1200 元，算下來會多 80 萬的成本，(每棟多 40 萬)</p>
	施作人員反映問題	<ol style="list-style-type: none"> 1. 施工架作業時之水源取得之配套方式影響施作便利性，繼而影響施工精度控制。 2. 施工架作業之物料暫時堆放區適當與否影響施作便利性。 3. 雙面背膠方式考量施工繁複度與施工環境酷熱，導致實行案例不多。
	工程單位反映問題	<ol style="list-style-type: none"> 1. 師傅平均年齡偏高，導致欲採用雙面背膠方式亦有缺工問題。 2. 於無配合出資單位協助狀況下，一般改修案利潤不高，影響承接意願。 3. 改修建物之產權若未整合，將高機率導致改修工程延宕甚而無法執行，須賴政府以法令進行相關規範。

二、塗料改修法改修案例

由現場調查與專家訪談之結果，現行建物瓷磚外牆劣化改修若不以瓷磚作為面飾材考量，塗料多為主要實行之替代性工法，經本研究彙整代表性實際案例如下表。

表 26 塗料改修法案例基本資料

名稱	新北市板橋區中山路案例		
業主	厚生化學	改修面積	外牆改修：2500 m ²
工程金額	原本約 1600 萬 後期再追加 400 萬 總約 2000 萬	工期	前期預估施工時間：約 7-8 個月 實際時間：約 1 年 (含中途停工)
備註	前期處理費用以高壓水柱清洗為主		



圖 17 塗料改修法案例

表 27 塗料改修法案例改修工程執行現況

執行項目	內容說明	改修階段		
業主需求	業主：規劃營業使用，水電工程與窗框均得更新，外牆防水重新施作	改修目的確認	改修前評估	
事前檢測與處理	高壓水柱			
劣化狀況	剝離、剝落、白華、鼓脹、鏽蝕、開裂 (黏著層與打底粉刷之間)			
施工輔助設備	洗窗機、施工架	改修內容確認		
改修材料選擇	仿清水模塗料、一般外牆塗料			
原瓷磚飾面處理	大面積局部剔除			
性能要求	保固： 1. 每3年用3000-4000磅的水柱沖洗 (未有太嚴重的天災發生，耐久度可達10年以上) 2. 沖洗後視情況補漆可以增加耐久性			
品質確保與自主檢查	視業主需求安排，依合約內容進行拉拔、沖刷等實驗。 ※檢測費用由業主吸收			
施作順序	1. 高壓水柱沖洗外牆，讓接著力不良的瓷磚、塗料剝落 2. 水泥打底粉刷 (精度調整) (粗底>防水層>表面磨砂>細底) 3. 外牆塗料 (仿清水模塗料)	改修工程進行		改修與驗收
面飾材精度控制	結構體誤差很大，影響打底粉刷層厚度，粉刷層不同厚度的處理方式： 1. 3-5公分以上就使用植釘的方式補強			
環境衝擊	噪音 (與全面剔除相比較少) 廢棄物 (與全面剔除相比較少)			
驗收方式	拉拔試驗	改修成果驗證		
防止再次剝落方式	1. 採用塗料工法代替瓷磚重貼 2. 用植筋或鐵焊鋼絲減少打底粉刷層厚度自重帶來的影響 3. 設置伸縮縫			



圖 18 塗料改修法案例現況

針對此案例之現況確認，亦可反映出相關施工品質控制問題、成本與人力對工法選用之影響，以及施作人員與營造廠之相關實務現況，如下表。

表 28 塗料改修法案例反映現況彙整

	項目	內容
反映改修現況問題	材料的輕質化	<ol style="list-style-type: none"> 1. 瓷磚的自重通常較高，需要外牆改修的建築物通常建物外牆施作面就已經有各類劣化風險，再度重貼瓷磚產生二次剝落的風險較高 2. 塗料相對較輕，並且表面飾材厚度不含粉刷層約 1 - 1.5mm，厚度較低，依本案例工法為例，每坪荷重僅有 12 - 15kg，相對瓷磚輕量。
	個案差異 影響工程預算估算	<ol style="list-style-type: none"> 1. 很多狀況皆為工程執行後了方可發現，原本此次的工程造價約 1600 萬元，後來包括電器管道的重拉，窗框的換新等等都追加了不少預算，後來業主約多花了 400 萬才完工 2. 本案例桁架的部分，因具有歷史意義跟文化價值需行保留，另追加了鋼桁架的除銹工程，並從新用扁鋼條進行加固的動作。

三、外牆複合改修法現場施作說明

外牆複合改修法為日本外牆常用之改修法，包含工法類型眾多，此改修法多以濕式構造覆蓋及固定原有外牆飾面，並於上重新以砂漿（或其他材料）產生一外牆之新施作面，可直接於上依設計需求使用適合之面飾材，然而由於國內與日本之劣化現況差異，本研究於此新改修法以現場施工之各項細部流程進行說明，以此改修法中之 GNS 網釘工法作為現場施作案例進行說明。

1. 改修前處理階段

包含高壓清洗與素地面既有劣化之處理作業。主要於清洗後確認外牆面飾材劣化狀況，是否造成後續纖維網與砂漿層覆蓋之附著力，因此著重於將既有外牆飾面整平，原外飾材於必要之狀況方行打除，此外，於鋼筋露出或龜裂較嚴重之狀況，危及至結構體特性，則亦須進行修補，以確保後續錨釘固定作業之強度穩定。

表 29 外牆複合改修法-改修前施作內容

施作項目	施作內容
高壓清洗	除去舊鋪面之污物、劣化塗膜及脆弱部。
素地面整理作業	既存裝飾面之調查診斷判斷水泥砂漿、瓷磚等裝飾厚度及缺損範圍。
	脆弱部之補修：水泥砂漿、瓷磚等之浮起、缺損部必要時將其打除，與已剝落處以 NS 糊漿或 NSRL 水泥砂漿等修復。
	鋼筋之露出修補：打除鋼筋露出部之周圍，鋼筋之除銹處理後以 NS 陽離子糊漿或 NS 水泥砂漿、NSRL 水泥砂漿等修復。
	缺損修補：缺損部位，須作全面事前修補。
	浮起部之補修：浮起之情況若 1 處在 0.5 m ² 以上時，須作環氧樹脂灌注。
	龜裂：寬在 0.3 mm 以上時，須作事前補強。

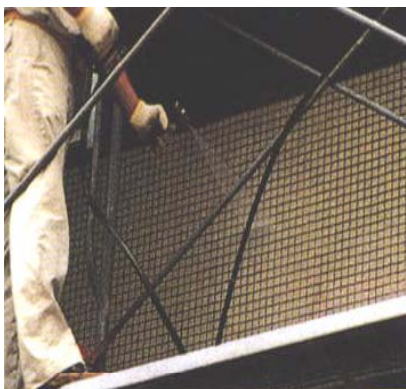


圖 19 高壓清洗



圖 20 素地整理作業-表面檢查



圖 21 素地整理作業-脆弱部之補修



圖 22 素地整理
作業-鋼筋露出之
修補



圖 23 素地整理
作業-缺損之修補



圖 24 素地整理
作業-浮起部之修
補



圖 25 素地整理
作業-龜裂之修補

2. 底層施作階段

底層施作包含纖維網固定及錨釘固定兩部分，主要以纖維網覆蓋既有外牆飾面，再於上之覆蓋用砂漿由錨釘固定至原結構體。因此纖維網之附著力確保以及錨釘於結構體之固定深度與強度，即為此階段之重點施作內容。

表 30 外牆複合改修法-底層施作內容

施作項目	施作內容
纖維網 固定	底油係以原液 1：水 2 之比例調成 3 倍稀釋液後，以毛刷、滾筒、輪噴塗等方式塗布之，標準塗布量為 100~150g/m ² 程度。 註：GNS 底油塗布後，須待乾燥至水分蒸發造膜始可進行下一步驟。
	將 GNS 砂漿以粉體／混合液／水=100／10／20 之重量比例，充分混合攪拌後以鏟刀塗裝。標準使用量：2.0 kg/m ² 左右。 註：GNS 砂漿塗裝後，會有因 GNS 砂漿過早乾燥，而引起硬化不良之情形。此時將 GNS 砂漿之塗裝面，以毛刷等刷水潤濕，或作散水養護以防止硬化不良。
	GNS 砂漿塗裝後，須在其尚未硬化前，張貼 GNS 網，再以鏟刀將其埋入 GNS 砂漿中。 註：GNS 網之張貼部重疊之寬度為 50 mm。
	GNS 網埋入後，再以 GNS 砂漿壓塗至完全覆蓋為止。標準使用量：0.5 kg/m ² 程度。須養護 24 小時以上。
鑽孔固定	鑿孔：以直徑 6.5 φ 之混凝土專用鑽孔機鑿孔，深度須配合釘之長度（50 mm 或 80 mm）取 55 mm 或 85 mm。
	打入 GNS 錨釘，以專用之棒錐打入。 註：錨釘須押入建築物結構體 20mm 以上為原則，須充分注意選擇錨釘長度。
	在 GNS 錨釘之鑿孔時，若有剝離嚴重部位，須即時作記號，必要時，須從錨釘之頭部作注入環氧樹脂之。
	GNS 錨釘以 4 支/m ² 為準，基本上每縱橫間隔 500 mm 1 支。



圖 26 纖維網固定-底油塗佈



圖 27 纖維網固定-砂漿塗裝



圖 28 纖維網固定-纖維網埋佈



圖 29 纖維網固定-砂漿塗佈覆蓋



圖 30 穿孔固定-鑿孔



圖 31 穿孔固定-錨釘打入

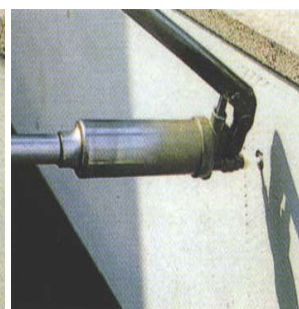


圖 32 穿孔固定-鑿孔劣化修補

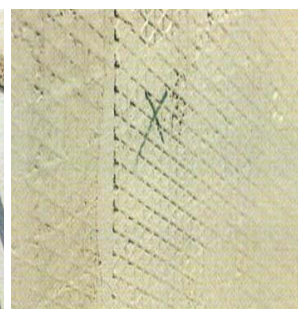


圖 33 穿孔固定-錨釘間距

3. 表面修飾階段

此階段即以纖維網與錨定固定後之表面修飾為主，分別為錨釘固定處之表面修飾，以及後續整體完成面之整平作業，以確保後續面飾材施作面之平整精度。

表 31 外牆複合改修法-表面修飾施作內容

施作項目	施作內容
錨釘表面修飾	須在 GNS 錨釘之頭部再塗裝 GNS 砂漿。 註：此時，不注入樹脂之釘孔，盡可能以 GNS 砂漿須塞。
表面整平	最後，將 GNS 砂漿之表面裝飾平滑。標準使用量：2 kg/m ² 程度。 註：夏季施工時，因可能乾燥太快，可將 1 次之使用量減，分成 2 天作業。



圖 34 錨釘表面修飾



圖 35 表面整平

四、乾式改修法案例

此案例為企業集團之建物群，亦為單一產權業主針對建物瓷磚外牆之劣化進行全面性改修，並依各棟建物劣化現象差異，分具全面剔除瓷磚與不剔除兩種不同之劣化範圍處理方式，面飾板則採鋁板作為替代瓷磚之外牆材料，整體劣化改修工程並拆分為拆除打底工程，以及外牆鋁板工程兩大部分，包含施工各項相關資料如下表。

表 32 乾式改修法案例基本資料

名稱	長榮航空航運大樓、備勤大樓及第一訓練大樓		
業主	長榮航空	改修面積	單棟：2000 m ² 以上 總和：7000 m ² 以上
工程金額	總和 2.56 億	工期	前置評估：約 2-3 個月 單棟施工時間：約 1 年 (含敲除)



圖 36 乾式改修法案例外觀

此案例使用工法為鋁板工法，因此主要在於錨釘固定於既有建物外牆時之拉拔強度為主要品質管制重點。於施工前期，仍須先確認原外牆飾面之特性，考量此案例瓷磚剝落現象主要由粉刷層過厚產生之剝落為主，並同樣具有粉刷層厚度不均之狀況，將會造成錨釘無法穩定控制打入結構體深度之狀況，繼而造成整體外牆構造強度不穩定之隱憂，因此部分劣化較嚴重之建物仍進行全面之瓷磚剔除至結構體，再行施作鋁板之外牆飾面，共 1 棟；劣化較不

嚴重之建物則採全面保留既有建物瓷磚，直接於施作防水塗層後，直接於原有外牆施作鋁板之外牆飾面。

施工期間主要品質管制重點在於作為一次件之錨釘固定於安裝面（結構體或原有瓷磚外牆表面）之拉拔強度，此案例考量其建物量體規模及臨高速公路之風壓對鋁板帷幕的結構影響，於結構計算之結果取其 2.5 倍做為其安全係數範圍，並於錨釘打入結構體後，除確認其打入深度足夠且施工品質穩定使用 80 mm 之化學錨釘，並進行錨釘之拉拔試驗（採 150 隻取 1 進行），以確保錨釘具足夠隻結構強度。此外，考量精度與抗腐蝕性，此案例之鋁板安裝骨料採用鋁製骨架取代既有鐵製骨架，除具較高精度外，亦可避免因異材質安裝所產生之膨脹率差異及電位差，繼而減少安裝部件的劣化速度。



圖 37 乾式改修法案例現況-既有瓷磚不剔除與剔除之安裝現況



圖 38 乾式改修法案例現況-錨釘與骨架安裝

表 33 乾式改修法案例改修工程執行現況

執行項目	內容說明	改修階段	
業主需求	業主： 外牆防水重新施作，外觀交由設計單位決定	改修目的 確認	改修前評估
事前檢測 與處理	目視法		
劣化狀況	剝離、剝落、開裂 (打底粉刷與結構體之間)		
施工輔助 設備	洗窗機、施工架	改修內容 確認	
改修材料 選擇	鋁板、直橫料系統		
原瓷磚飾 面處理	全面打除至結構體：1棟 不剔除既有瓷磚：2棟		
性能要求	保固：3~5年 廠商建議： 1. 每年定期清洗表面，並確認填縫材狀況與修補。 2. 可與結構體同達10~30年以上之年限。		
品質確保 與自主檢 查	一次件之拉拔試驗採每150個繫件抽測(一般為每300個取1)。試驗標準依結構計算結果，採2.5倍之安全係數為基準	改修工程 進行	
施作順序	1. 確認粉刷層厚度、剝落與附著狀況，不佳則進行打除至結構體 2. 營造廠施作防水層 3. 外牆工程單位安裝一次件 4. 安裝直橫料 5. 鋁板安裝與填縫材施作		
面飾材精 度控制	1. 粉刷層厚度不一，導致飾作面平整度不佳，影響一次件錨釘打入結構體深度。 2. 採用8公分之錨釘，確保打入結構體可達5公分以上。 若粉刷層狀況不佳或厚度難以判斷，建議打除至結構體再行施作。		
環境衝擊	瓷磚敲除之噪音、振動、廢棄物產生(與全面敲除相較較少)		
驗收方式	拉拔試驗		
防止再次 剝落方式	1. 採用鋁板與直橫料系統作為 2. 以一次件配合拉拔試驗確保固定強度，並依結構計算設定安全係數以考量風壓之影響。 3. 設置伸縮縫	改修成果 驗證	

基於國內既有建物大樓多具有因結構體精度導致打底粉刷層厚度不均之狀況，此現象對於外牆施作時無法有效確認錨釘固定之深度與強度，繼而影響後續之安全性，若無有效檢查方法或工具可確認粉刷層之厚度概況，在無法確認其安全性通常仍需進行全面之瓷磚敲除，方可確保改修完成之飾面具有足夠之耐久性，然而即會造成整體工程預算與時程之提升，使替代性改修法之原有效益（現場施工快速、避免環境影響等）有所折損，此亦為國內替代性改修法發展之後續課題。

表 34 乾式改修法案例反映現況彙整

	項目	內容
反映改修現況問題	一次件之固定錨釘選用	1. 一般採用錨釘主要為 4 種，其中膨脹、拉脹類因強度範圍過大，無法準確控制施工品質，另複合式拉脹類亦因施工技術門檻較高，同樣導致施工品質之不穩定，因此採用價格較高之化學錨釘。
	二次件之材質選用	1. 考量電位差腐蝕對直橫料骨架的影響，本案採鋁製骨架取代鐵製骨架（既有 95% 以上案場使用），亦具較高之精度控制。 2. 考量與板材同材質，可避免因異材質膨脹量之差異，而導致的變位。
	既有外牆粉刷層厚度不均的影響	1. 因原有瓷磚飾面之粉刷層施作厚度不一，使大部分施工區域因無法確認錨釘之固定深度與強度，因此仍進行全面之瓷磚敲除，增加整體工程預算與時程的 1/4~1/3。
	外牆之相關防水排水處理	1. 外牆改修於頂樓亦須進行防水與排水處理，本案採 2 次防水及 1 次排水機制。

第四節 小結

由現場調查之施工現況，可了解到各類改修法在面對不同劣化現象所受到的影響，包含新面飾材之選用、原有外牆瓷磚剝落可能性、固定於原結構體之強度等，而從改修工法的執行內容來看，可進一步依改修工程之生命週期進行階段性之分析，底下分就改修前評估以及施工進行及驗收兩部分來說明。

改修前評估包含既有劣化診斷以及處理，此部分通常會直接影響改修工法的選擇，以確認符合該建物瓷磚外牆既有特性（如結構強度、既有瓷磚各構造層劣化狀況等），並且通常與此階段即可依原外牆處理方式以及面飾材之選擇確認可採用之改修工法。

而施工驗收部分，則依所選用之改修工法以及既有外牆飾面特性，針對外牆瓷磚剔除與否、錨釘等固定件固著於結構體之方式、新面飾材施作各細節等進行確認，以維持改修後外牆飾面之強度與穩定性，避免再度產生劣化甚而剝落現象造成公共安全的危害。

由本章對於既有工法內容以及國內實際執行案例現場調查的結果，接下來將依此作為彙整適於國內瓷磚外牆劣化改修法之參考，並提出相關之施工注意事項與適用工法之特點，供未來瓷磚外牆改修業主與施工單位參考。

第五章 計畫成果

第一節 國內適用工法彙整

依前述各項改修工法之內容，以及現場實務調查狀況，本計畫將國內適用之瓷磚外牆改修方法進行彙整，其內容包含改修方式之概要說明、適用材料以及於執行時各階段之注意事項。底下首先就國內既有瓷磚改修方式加以說明，再就其他替代性的改修法（如非採用瓷磚作為面飾材、或避免剔除裂化瓷磚等）進行彙整與說明，以作為面對不同改修需求時之選擇依據。

一、國內既有之瓷磚外牆改修方式

國內既有建物瓷磚外牆劣化改修方式考量工程預算、人力與技術門檻之限制，多仍為剔除既有劣化瓷磚，再行重新貼附新外牆飾面材料為主，即改修分類中之瓷磚重貼改修法，本研究針對既有文獻、職訓機構訓練內容、以及工程實務案例調查等，彙整國內既有的瓷磚改修方式如下。

表 35 瓷磚重貼改修法執行方式

改修法說明		
國內普遍使用作為改修建物瓷磚外牆之改修方法，以剔除原有劣化部位之瓷磚，並更換新瓷磚重新進行貼附，以水泥砂漿或黏著劑作為黏著層固定瓷磚於建物外牆。		
適用工法	改修法材料	
1. 硬底壓貼工法	面飾材	黏著 (固定) 方式
2. 改良式硬底壓貼工法	瓷磚	1. 水泥砂漿
3. 黏著劑工法		2. 黏著劑
適用工法示意		
硬底壓貼工法	改良式硬底壓貼工法	

表 35 (續) 瓷磚重貼改修法執行方式

改修法施工注意事項	
施工前評估	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 確認劣化範圍與確認需剔除之面積
劣化處理	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 確認劣化範圍是否達到粉刷層，若有則須確保剔除至結構體 ▪ 依不同結構體表面精度調整粉刷層的厚度，厚度較厚時須進行補強^{註1}，避免粉刷層之自重影響強度。
面飾材選用	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 需確認瓷磚規格有足夠深度之背溝，以確保黏著砂漿完整貼附瓷磚。 ▪ 瓷磚選用應避免重量過重。
面飾材施工	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 施工前應先充分清洗與濕潤瓷磚與施作面，以避免灰塵與雜質造成影響黏著層附著力。 ▪ 因應不同溫濕度環境需針對黏著砂漿的塗佈面積與厚度進行調整 ▪ 須確認施作面為具足夠附著力之粉刷面 ▪ 須確保施作面具足夠粗糙面以維持黏著砂漿之附著力
完工驗收	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 以拉拔試驗確認瓷磚之附著強度是否足夠^{註2}。 ▪ 可配合打診與紅外線檢測確認完工之改修範圍。
使用維護	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 於自然災害後須確認外牆飾材之劣化現象與程度，並進行維護。 ▪ 外牆之各項設備作業需確認其施作是否造成瓷磚外牆構造損害。
備註	<p>註 1：依不同厚度補強方式有所差異，國內既有相關案例以 4~6 公分即須植筋後綁鐵焊鋼絲網；7~8 公分則需補植筋後進行灌漿補漿。</p> <p>註 2：依國內規範標準為採用 ASTM C583 進行現場瓷磚拉拔試驗，須達 10 kgf/cm² 以上。</p>

二、替代性改修法

有別於國內既有的瓷磚改修方式，此處主要是指採取瓷磚以外之面飾材，或避免剔除劣化瓷磚以降低環境影響作為替代原有國內既有改修方式之改修法，茲說明如下：

表 36 塗料改修法執行方式

改修法說明		
<p>國內既有常用於瓷磚外牆劣化改修之替代工法，即剔除劣化部位之瓷磚，重新施作打底粉刷層後，以各類塗料代替瓷磚作為表面飾材，依設計需求可採用不同質感塗料以呈現外牆不同材料表現方式，如仿石、仿清水混凝土等。</p>		
適用工法	改修法材料	
1. 塗料改修工法	面飾材	黏著 (固定) 方式
2. 仿石材塗料改修工法	塗料、仿石材塗料	塗料附著
適用工法示意		
塗料改修工法		
<p>Diagram illustrating the paint repair process. The diagram shows a cross-section of a wall. On the left, there is a layer of plaster labeled "粉刷層總厚 2-5 cm". On the right, there is a layer of paint labeled "塗料塗佈 (1 ~ 1.5 mm)". A sub-layer of "粉刷細底塗佈" is shown between the plaster and the paint.</p>		
改修法施工注意事項		
施工前評估	<ul style="list-style-type: none"> ■ 確認劣化範圍與確認需剔除之面積 	
劣化處理	<ul style="list-style-type: none"> ■ 確認劣化範圍是否達到粉刷層，若有則須確保剔除至結構體 ■ 依不同結構體表面精度調整打底粉刷層的厚度，厚度較厚時須進行補強^{註1}，避免粉刷層之自重影響強度。 	
面飾材選用	<ul style="list-style-type: none"> ■ 依設計需求選擇塗料。 	
面飾材施工	<ul style="list-style-type: none"> ■ 施工前應充分清洗施作面，以避免灰塵與雜質造成影響。 ■ 塗料塗佈之細底粉刷層，其塗佈前須確保粉刷層之厚底表面具粗糙面，以維持細底之附著力。 	
完工驗收	<ul style="list-style-type: none"> ■ 可依個案狀況進行現場拉拔試驗或沖刷試驗。 	

表 36 (續) 塗料改修法執行方式

改修法施工注意事項 (續)	
使用維護	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 於自然災害後須確認外牆飾材之劣化現象與程度，並進行維護。 ▪ 外牆之各項設備作業需確認其施作是否造成外牆各塗層構造損害。 ▪ 定期需進行定期沖洗並小規模補漆，以確保維持其耐久性^{註2}。
備註	<p>註1：依不同厚度補強方式有所差異，國內既有相關案例以3~5公分即須植釘做補強，植釘則採化學鉚釘。</p> <p>註2：定期維護之頻率以國內既有案例採用之方式，為每3年用3000-4000磅的水柱沖洗，於適當維護可達10年以上之耐久性。</p>

表 37 外牆複合改修法執行方式

改修法說明			
<p>此改修法以纖維網直接覆蓋劣化之瓷磚外牆，並以填底料附加錨釘加固纖維網與覆蓋層，確保劣化之瓷磚外牆部位不致掉落，並以其覆蓋層作為新的粉刷施作面，視設計需求可採用不同之面飾材，可最大限度地減少剔除瓷磚所造成之環境影響。</p>			
工法	改修法材料		
1. 網釘工法	面飾材	黏著 (固定) 方式	
	瓷磚、塗料	粉刷層	面飾材
		纖維網、錨釘	1. 塗料附著 2. 或水泥砂漿或黏著劑
適用工法示意			
網釘工法			

表 37(續) 外牆複合改修法執行方式

改修法施工注意事項	
施工前評估	<ul style="list-style-type: none"> 確認劣化範圍與施作面表面劣化狀況
劣化處理	<ul style="list-style-type: none"> 底漆塗佈前須確保施作表面以充分清洗去除雜質與灰塵 原施作面各項缺損部位(如鋼筋露出、裂縫等),須加以修補^{註1},此外鼓脹與缺損部位必要時須以打除再加以修補^{註2}。 纖維網埋入後須確保表面壓層完全覆蓋纖維網,並需有足夠之養護時間^{註3}。 於較厚之粉刷層施作時,須確保插銷具足夠長度打入結構體達 20 mm。
面飾材選用	<ul style="list-style-type: none"> 面飾材採瓷磚時與瓷磚重貼改修法同。 面飾材採塗料時與塗料改修法同。
面飾材施工	
完工驗收	
使用維護	
備註	<p>註 1: 修補標準依不同工法有所差異,以國內既有相關案例為裂縫達 0.3 mm 以上需行修補;鼓脹部分於 0.5 mm 以上則需以環氧樹脂注入填充做修補。</p> <p>註 2: 修補方式一般採水泥砂漿進行表面修補與整平,以國內既有案例為採 NS 糊漿或 NSRL 水泥砂漿等修復,鋼筋露出之除銹則採 NS 陽離子糊漿進行處理。</p> <p>註 3: 養護時間依所使用材料差異有所不同,以國內既有案例養護時間為 24 小時。</p>

表 38 乾式改修法執行方式

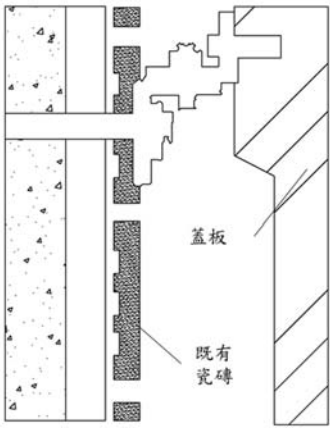
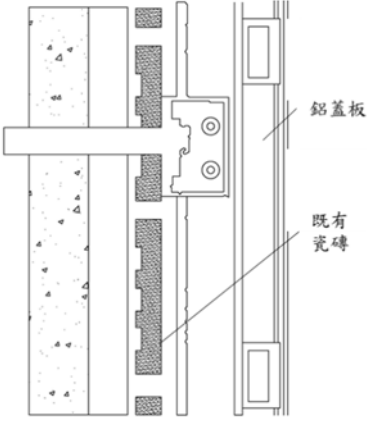
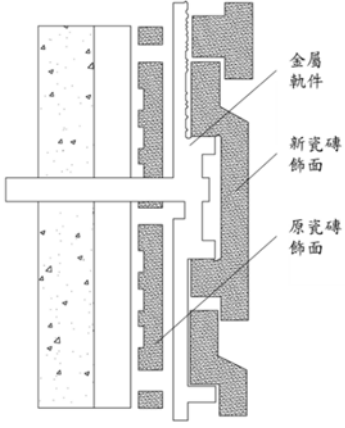
改修法說明		
<p>此改修法為國內常用於減少剔除瓷磚影響之外牆改修方式，為直接於既有劣化之瓷磚外牆進行錨釘與金屬繫件鎖固，並搭配直橫料或金屬軌件作為安裝框架，並於框架做各類板材或特製瓷磚之掛載，以作為外牆飾面，亦為一避免剔除瓷磚之環境影響之替代性改修法。</p>		
改修工法	改修法材料	
1. 蓋板工法 (GRC 板、鋁板)	面飾材	黏著 (固定) 方式
2. 金屬軌工法	GRC 板、金屬板、石板、瓷磚	1. 錨釘、繫件鎖固 2. 金屬軌
適用工法示意		
蓋板工法 (GRC 板)	蓋板工法 (鋁板)	金屬軌工法
 <p>蓋板 既有瓷磚</p>	 <p>鋁蓋板 既有瓷磚</p>	 <p>金屬軌件 新瓷磚飾面 原瓷磚飾面</p>
改修法施工注意事項		
施工前評估	<ul style="list-style-type: none"> ■ 確認劣化範圍與施作面表面劣化狀況 	
劣化處理	<ul style="list-style-type: none"> ■ 底漆塗佈前須確保施作表面以充分清洗去除雜質與灰塵 ■ 原施作面各項缺損部位 (如鋼筋露出、裂縫等)，須加以修補^{註1}，此外鼓脹與缺損部位必要時須以打除再加以修補^{註2}。 	
面飾材選用	<ul style="list-style-type: none"> ■ 石板與瓷磚須採用金屬軌工法適用之特定規格。 ■ 需確認瓷磚規格有足夠深度之背溝，以確保瓷磚掛載之穩定性。 ■ 若採金屬蓋板或金屬軌工法需避免於雨天或氣溫過低下施工。 	

表 38(續) 乾式改修法執行方式

改修法施工注意事項 (續)	
面飾材施工	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 於較厚之粉刷層施作時，須確保插銷具足夠長度打入結構體需求深度^{註3}。 ▪ 錨釘固定於牆面之附著強度須確保其施工品質之穩定性^{註4}。 ▪ 骨料與板材之連接處須確保其具足夠抗腐蝕性。 ▪ 需確認固定件之防鏽處理完備。
完工驗收	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 依結構計算之設定錨釘拉拔強度進行抽驗，以確保符合結構需求^{註5}。 ▪ 國內針對乾式外牆現場驗收無針對結構部分特別規定。
使用維護	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 需定期清洗表面，並確認填縫材之狀況，必要時進行修補^{註6}。
備註	<p>註 1：依不同厚度補強方式有所差異，國內既有相關案例以 4~6 公分即須植筋後綁鐵焊鋼絲網；7~8 公分則需補植筋後進行灌漿補漿。</p> <p>註 2：依國內規範標準為採用 ASTM C583 進行現場瓷磚拉拔試驗，須達 10 kgf/cm² 以上。</p> <p>註 3：需依不同粉刷層厚度調整錨釘長度之選擇，依國內既有案例採 80 mm 之錨釘，以確保可打入結構體達 50 mm。</p> <p>註 4：不同錨釘類型其強度範圍亦有所不同，依國內既有案例於施工穩定性以及錨釘既有抗拉強度範圍下，採化學錨釘進行施作。</p> <p>註 5：於錨釘施作完成後，依國內既有案例多採每 300 枝抽驗 1 隻，於必要時亦可採每 150 枝抽驗 1 隻，並取結構計算強度 2.5 倍作為安全係數標準。</p> <p>註 6：依國內既有案例，每年定期清洗並維護，可達 10 年以上與結構體等同之耐久年限。</p>

表 39 既有外牆飾面保留改修法執行方式

改修法說明	
<p>此工法為依國內既有瓷磚外牆劣化現況，需保留既有外牆飾面時適用之改修法，主要以避免剔除既有劣化瓷磚，並採透明塗料附加插銷固定方式，避免劣化部位之瓷磚掉落，並可維持既有外牆飾面外觀之改修法。</p>	
適用工法	改修法材料
1. 透明纖維塗料工法	面飾材
	原有外牆飾面材料
黏著 (固定) 方式	
塗料附著、插銷固定	
適用工法示意	
透明纖維塗料工法	
改修法施工注意事項	
施工前評估	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 確認劣化範圍。
劣化處理	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 於較厚之粉刷層施作時，須確保插銷具足夠長度打入結構體指定深度 ▪ 底漆塗佈前須確保施作表面以充分清洗去除雜質與灰塵
面飾材選用	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 無面飾材選用與施工部分。
面飾材施工	
完工驗收	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 可配合打診與紅外線檢測確認完工之改修範圍。
使用維護	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 於自然災害後須確認外牆飾材之劣化現象與程度，並進行維護。 ▪ 外牆之各項設備作業需確認其施作是否造成外牆各塗層構造損害。 ▪ 定期需進行定期沖洗並小規模補漆，以確保維持其耐久性

第二節 瓷磚外牆改修工法影響因素分析

一、影響因素說明

本節針對各項工法之影響因素進行分析，因考量工法於現場執行仍有不同變數，以致影響工法實際運作之效率，因此本研究將以常見之硬底壓貼工法為對照組，做為各項工法於各影響因素的比較，以呈現各項工法於通用狀況下之相對性，作為不同案場狀況時之工法選擇依據，各影響因素如下表。

表 40 瓷磚外牆改修工法影響因素

影響因素	項目	工法內容
外觀匠性	外觀之更動	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 面飾材樣式 ▪ 面試材可取得性 ▪ 面飾材材質 ▪ 改修後平整度
	改修後之一致性	
	整體飾面美觀性	
耐久性	理想之耐久年限	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 耐久年限
原外牆飾面特性	原外牆飾面處理方式	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 全面剔除/部分剔除 ▪ 施作面特性
	面飾材貼覆需求	
施工性	工序之多寡	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 飾面材物料成本 ▪ 砂漿或黏著劑附屬材料 ▪ 假固定用材料 ▪ 施工平台搭建成本
	工時長短	
	施工空間之需求	
	工法技術之難易度	
	工法材料二次劣化難易度	
	施工外在環境條件需求	
環境衝擊	粉塵之產生	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 敲除作業粉塵 ▪ 敲除作業噪音振動 ▪ 敲除廢棄物清運 ▪ 施工廢棄物清運
	施工噪音與振動影響	
	施工廢棄物之產生	
經濟性	工法所需物料成本	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 飾面材物料成本 ▪ 砂漿或黏著劑附屬材料 ▪ 假固定用材料 ▪ 施工平台搭建成本
	施工相關設備需求	
	施工附屬材料與工程成本	

1. 外觀性

本項目主要考量改修前後之外觀呈現的特性，主要分為外觀之更動、更動後之一致性與整體飾面美觀性的考量。因此就現有改修工法之分類進行比較，瓷磚重貼法若以全面剔除為主的話，可確保更動後單一立面之一致性與美觀性，但會以全新之飾面為主，塗料改修法於此項目部分亦同，並在維持改修後表面之平整度有較佳的控制性；於外牆複合改修法部分，可進一步於新飾面之選擇有更大的彈性，包含塗料、瓷磚、石材皆可做為觀飾面的選擇，此部分乾式改修法亦同；於既有飾面保留法，則可確保原外牆飾面不致更動，可維持原有外觀，然而若因局部部分仍須進行瓷磚剝落或剔除後的補修，則於更動後的一致性與整體美觀性造成負面的影響。

表 41 各改修工法外觀性比較

分類	工法別	外觀性			
		原飾面外觀維持	改修後一致性	整體飾面美觀性	飾面材選擇性
硬底壓貼工法 (對照工法)		外觀需更動	整體一致	整體美觀	瓷磚
瓷磚重貼 改修法	改良式硬底壓貼工法	外觀需更動	整體一致	整體美觀	瓷磚
	黏著劑黏貼工法	外觀需更動	整體一致	整體美觀	瓷磚
塗料改修法	塗料改修工法	外觀需更動	整體一致	整體美觀	塗料
外牆複合 改修工法	網釘工法	外觀需更動	整體一致	整體美觀	塗料、瓷磚、仿石塗料
乾式改修法	蓋板工法	外觀需更動	整體一致	整體美觀	板材 (GRC、鋁板、石材)
	金屬軌工法	外觀需更動	整體一致	整體美觀	板材、瓷磚
既有飾面 保留法	短纖維透明塗料工法	原有外觀	部分改修時不易達成	部分改修時不易達成	無法選擇

2. 耐久年限

各類工法之耐久性直接與施工環境條件與建物所在環境條件所影響，甚而直接受施工品質影響，相關因素眾多，就現有文獻，通常尚包含改修工法之使用條件等，然而為避免與施工相關因素進行混淆，以改修工法選用之考量作為分類依據，本研究主要以改修工法理想之耐久年限為主要影響因素，意即改修後外牆瓷磚耐久年限。

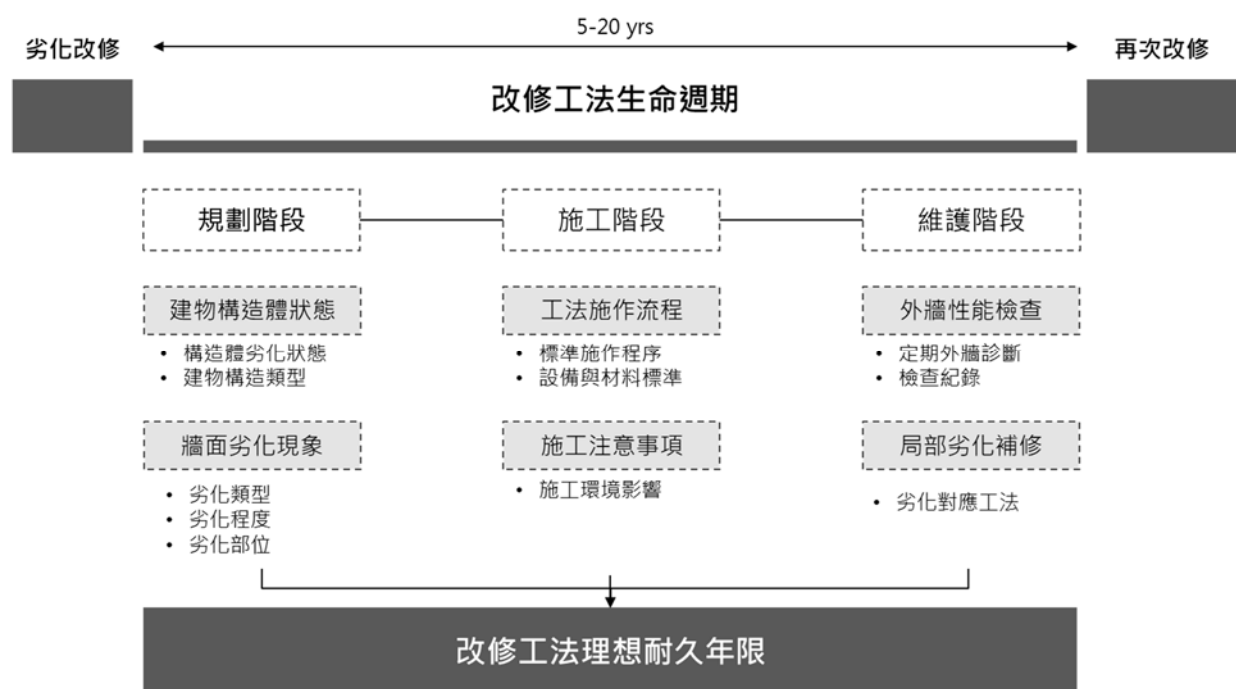


圖 39 改修工法生命週期與理想耐久年限

表 42 各改修工法耐久性比較

分類	工法別	耐久年限
		一般耐久年限
硬底壓貼工法 (對照工法)		10 年以上
瓷磚重貼 改修法	改良式硬底壓貼工法	10 年以上
	黏著劑黏貼工法	10 年以上
塗料改修法	塗料改修工法	5 ~ 10 年* (於維護階段妥善維護可達 10 年以上)
外牆複合 改修工法	網釘工法(塗料、瓷磚、石材)	N/A
乾式改修法	蓋板工法	N/A
	金屬軌工法	N/A
既有飾面 保留法	短纖維透明塗料工法	3-5 年

3. 原外牆飾面特性

原外牆飾面特性主要考量改修法於新飾面貼附或安裝前，原有外牆飾面是否須行敲處或進行相關劣化處理，另外亦包含飾面材貼附時對施作面之需求。

表 43 各改修工法原外牆飾面特性比較

分類	工法別	原外牆飾面特性	
		原外牆飾面處理方式	面飾材貼覆需求
硬底壓貼工法 (對照工法)		全面剔除 輔以 部分剔除	須確保施作面與結構體具足夠附著強度與粗糙面
瓷磚重貼 改修法	改良式硬底壓貼工法	全面剔除 輔以 部分剔除	須確保施作面與結構體具足夠附著強度與粗糙面
	黏著劑黏貼工法	全面剔除 輔以 部分剔除	須確保施作面與結構體具足夠附著強度
塗料改修法	塗料改修工法	全面剔除 輔以 部分剔除	須確保塗料塗覆之前粉刷層具足夠自重承重能力
外牆複合 改修工法	網釘工法(塗料、瓷磚、石材)	保留原有飾面	各類施作面皆可進行
乾式改修法	蓋板工法	保留原有飾面	各類施作面皆可進行
	金屬軌工法	保留原有飾面	各類施作面皆可進行
既有飾面 保留法	短纖維透明塗料工法	保留原有飾面 輔以 部分剔除	無

4. 施工性

施工性之相關因素為一般主要影響改修工品質之主要因素，亦會直接影響施工之難易度與品質穩定性，其中包含工序之多寡、所需工時長短、施工所需技術難易度、工法相關材料與構件之二次劣化防止措施、施工空間之需求(如是否搭施工架)，以及改修之外在環境條件(如施工之溫溼度控制、施作外牆之環境條件等)等，此部分將直接影響改修工法是否適合符合改修需求。

表 44 各改修工法施工性比較

分類	工法別	施工性					
		工序之多寡	工時長短	施工空間之需求	施工之難易度	發生二次劣化之風險	施工外在環境條件需求
	硬底壓貼工法 (對照工法)	--	--	--	--	--	--
瓷磚重貼改修法	改良式硬底壓貼工法	較繁複	較長	較多	較易	較不易產生	較低
	黏著劑黏貼工法	近似	近似	近似	近似	較不易產生	較低
塗料改修法	塗料改修工法	較簡易	較短	較少	較易	較不易產生	較低
外牆複合改修工法	網釘工法 (塗料、瓷磚、石材)	較繁複	視狀況而定	較多	較難	較不易產生	較低
乾式改修法	蓋板工法	較繁複	若無敲除瓷磚則較短	較多	較難	較不易產生	較低
	金屬軌工法	較繁複	若無敲除瓷磚則較短	較多	較難	較不易產生	較低
既有飾面保留法	短纖維透明塗料工法	較簡易	較短	較少	較易	較不易產生	較低

5. 環境影響性

施工期間所造成之環境衝擊向來影響改修委託方甚鉅，繼而影響對改修工法選擇之決策，因此將環境衝擊自原施工性之影響因素獨立為一影響因素，將針對施工所造成之粉塵、噪音、振動以及廢棄物產生與清運等，作為工法影響因素之相關依據，如敲除作業之粉塵、噪音與振動，以及敲除或塗抹作業產生之額外瓷磚與砂漿廢棄物等。

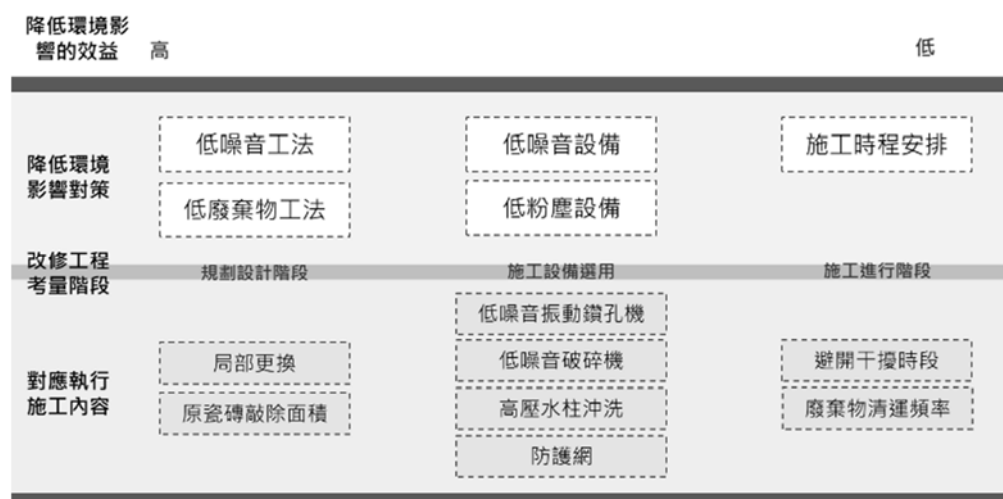


圖 40 降低環境影響之施工內容

表 45 各改修工法環境影響比較

分類	工法別	原外牆飾面特性		
		粉塵產生	施工噪音與振動影響	施工廢棄物產生
	硬底壓貼工法 (對照工法)	全面敲除瓷磚產生粉塵	全面敲除瓷磚產生噪音 與振動	敲除瓷磚之廢棄物產生
瓷磚重 貼改修 法	改良式硬 底壓貼工 法	近似	近似	近似
	黏著劑黏 貼工法	近似	近似	近似
塗料改 修法	塗料改修 工法	近似	近似	近似
外牆複 合改修 工法	網釘工法 (塗料、瓷 磚、石材)	較少	較少	較少
乾式改 修法	蓋板工法	較少	較少	較少
	金屬軌工 法	較少	較少	較少
既有飾 面保留 法	短纖維透 明塗料工 法	較少	較少	較少

6. 經濟性

此類及直接表示該改修工法所需具備的非人工之成本，包含改修工法所使用之物料、設備、附屬材料、附屬工程等相關成本支出，此部分由於隨市場物料價格波動，將以相對性之成本比較代替單一工法之成本估算作為評價依據，

表 46 各改修工法經濟性比較

分類	工法別	經濟性		
		工法所需物料成本	施工相關設備需求	施工附屬材料與工程成本
硬底壓貼工法 (對照工法)		1500 ~ 3000 NT/m ²	--	--
瓷磚重貼改修法	改良式硬底壓貼工法	2,500 ~ 4,200 NT/m ²	近似	較高
	黏著劑黏貼工法	2,000 ~ 3,500 NT/m ²	較低	較低
塗料改修法	塗料改修工法	1,500 ~ 2,200 NT/m ² (仿石材) 4,600 NT/m ² 以上	較低	較低
外牆複合改修工法	網釘工法 (塗料、瓷磚、石材)	25,000 ~ 30,000 YEN/m ²	較高	較高
乾式改修法	蓋板工法	7,500 ~ 9,500 NT/m ²	較高	較高
	金屬軌工法	50,000 ~ 100,000 YEN/m ²	較高	較高
既有飾面保留法	短纖維透明塗料工法	約 1,6000 YEN/m ²	較低	較低

二、改修工法影響因素綜合比較

各改修工法將以硬底壓貼工法作為比照對象進行各影響因素之綜合比較，硬底壓貼工法於各影響因素相關內容如表 47，並依前述各改修工法之相對比較彙整如表 48。

表 47 硬底壓貼法各影響因素內容說明

工法別	外觀性	耐久	原外牆飾面	施工性	環境影響	經濟性
硬底壓貼工法 (對照工法)	重貼瓷磚為 新外牆飾面	完善施作下 可達 10 年 以上	全面剔除既 有瓷磚飾面	於粉刷層塗 佈黏著砂漿 固定新瓷磚 飾面	剔除瓷磚產 生噪音、振 動與廢棄物	1500 ~ 3000 NT/m ²
比對說明						
○：較耐久、較簡易、較低價、較理想等相對符合改修需求 ●：較繁複、技術門檻較高、較高價等相對較無法符合改修需求				--：與對照工法近似，或無從比較是否符合改修需求 ◇：須依個案現況方可確認是否相對符合改修需求		

表 48 改修工法影響因素綜合比較表

分類	工法別	外觀性				耐久	原外牆飾面		施工性						環境影響			經濟性		
		原飾面外觀維持	改修後一致性	整體飾面美觀性	飾面材選擇性		理想耐久年限	處理方式	新面飾材貼覆需求	工序之多寡	工時長短	施工空間之需求	施工之難易度	二次劣化之風險	外在環境條件需求	粉塵產生	噪音與振動影響	施工廢棄物產生	工法所需工料成本	施工相關設備需求
瓷磚重貼改修法	改良硬底壓貼工法	--	--	--	--	○	--	--	●	●	●	○	○	○	--	-	--	●	--	●
	黏劑黏貼工法	--	--	--	--	○	--	○	--	--	○	--	○	○	--	--	--	●	○	--
塗料改修法	塗料改修工法	--	--	--	--	◇	--	○	○	○	○	○	●	○	--	--	--	○	○	○
外牆複合改修工法	網釘工法	--	--	--	◎	◇	○	◎	●	◇	●	●	○	●	○	○	○	●	●	●
乾式改修法	蓋板工法	--	--	--	○	◇	◎	◎	●	○	●	●	○	●	○	○	○	●	●	●
	金屬工法	--	--	--	○	◇	◎	◎	●	○	●	●	○	●	○	○	○	●	●	●
既有飾面保留法	短纖維透明塗料工法	◎	◇	◇	●	●	○	--	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○

第三節 瓷磚外牆劣化改修工法選用流程

本研究依據各類瓷磚外牆改修法，依據改修工程進行階段，擬定一對應不同建物現況以及改修需求之改修法選用表，可依據此流程供施工單位與業主單位溝通適合之改修工法，以符合不同建物之改修需求。

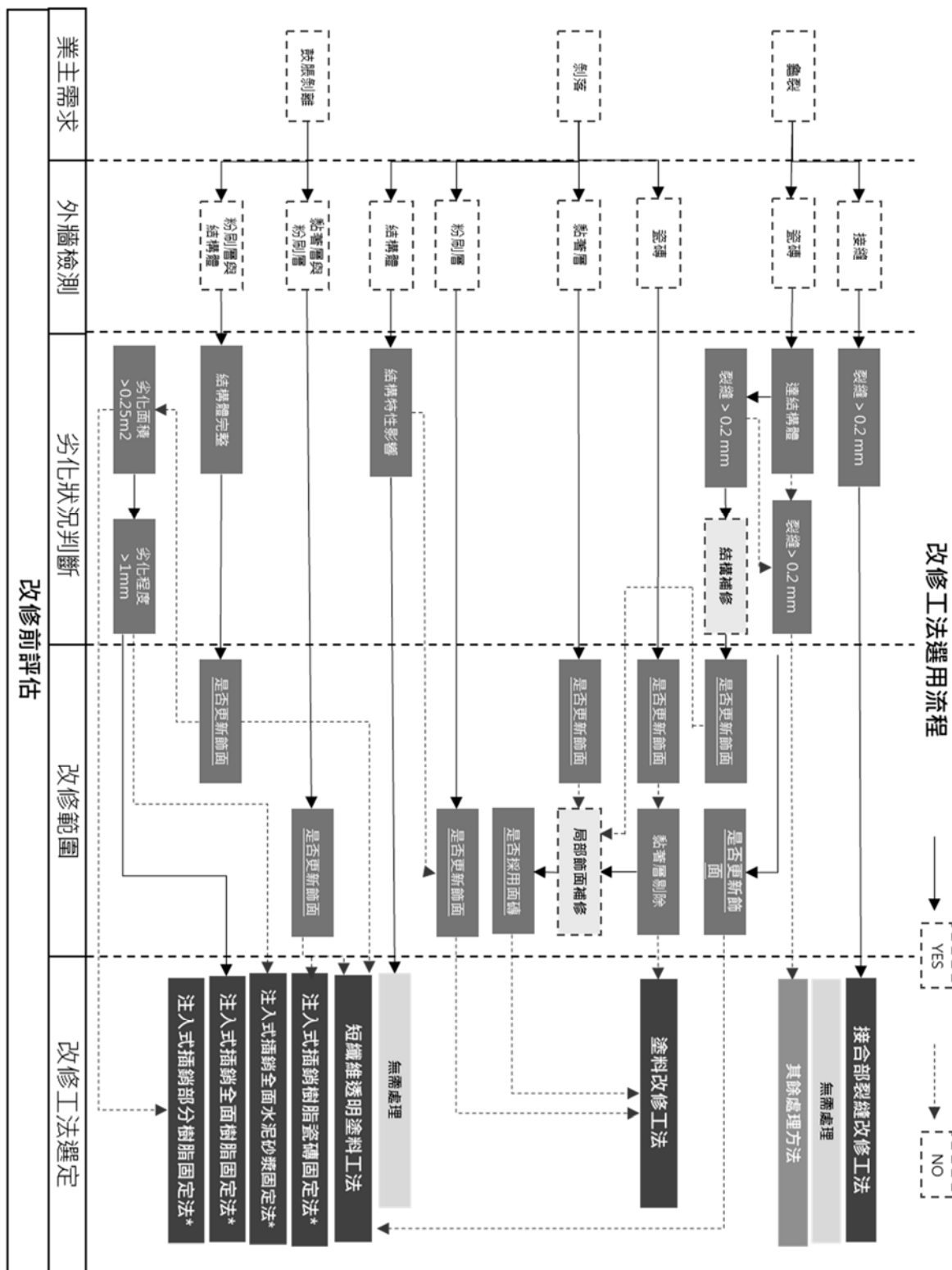


圖 41 改修工法之選用流程-1

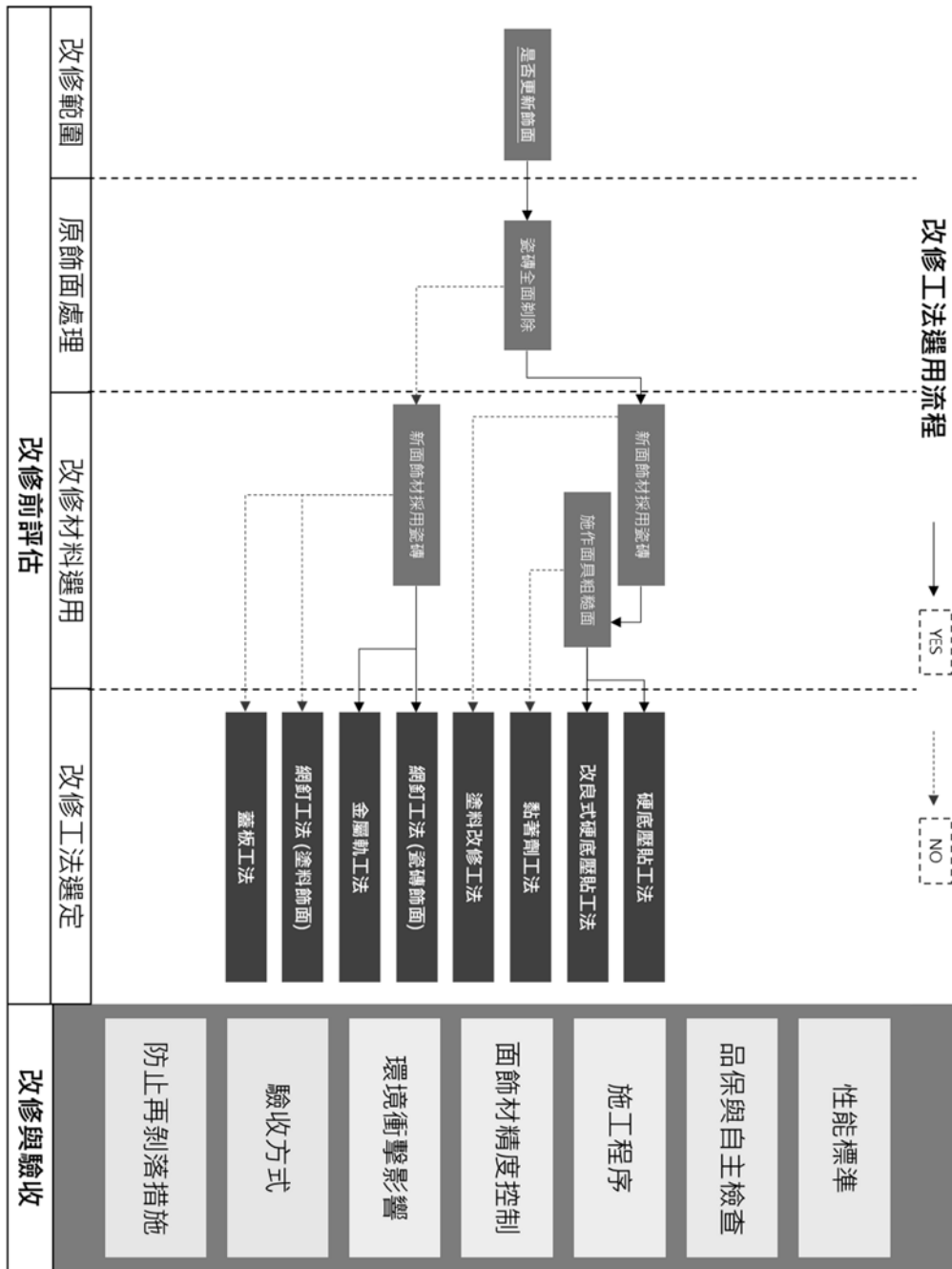


圖 42 改修工法之選用流程-2

第六章 結論與建議

第一節 結論

一、在現有施工環境的影響，瓷磚外牆改修仍以硬底壓貼工法為主

國內現有瓷磚外牆劣化改修現況，基於國施工環境限制，即普遍改修預算不足、施工人員人力不足，以及相關工法技術門檻等因素，使改修工法仍以硬底壓貼工法作為主要執行瓷磚外牆劣化改修之方式。

二、國內瓷磚外牆改修與替代性工法之內容

1. 由國內外工法進行彙整與適用性分析，現有可應用於國內之瓷磚外牆劣化改修工法，除既有硬底壓貼工法外，亦有改良式硬底壓貼法、黏著劑法、塗料工法；免敲除的則包含外牆複合改修法（網釘工法）、乾式改修法（蓋板工法、金屬軌工法）等替代性工法可供選擇，其中各工法之適用比較則須依據各影響因素進行比較，以確保改修工法符合不同個案之改修需求。
2. 注入式相關改修法（錨定插銷樹脂固定法、以及注入式錨定插銷瓷磚固定法）另須依據實際發生之劣化情況，加以適宜選擇，主要須確認注入材與注入方式與對應之劣化現象是否適用，亦須進一步確認插銷與採行之注入法對於是否得以確保飾面之附著強度。

三、施工條件的選用依據

1. 改修工法針對建物個案可依不同條件進行適用性評估，在客觀條件方面，包含施工性、環境影響、耐久性、原外牆飾面特性等因素；而在主觀條件上，則包含外觀性、經濟性。
2. 對應不同建物個案，所使用之改修工法需依據個案之改修需求進行各影響因素之評估，以確保符合相關改修需求之改修工法可有效應用於個案。

第二節 建議

建議一

立即可行建議：訂定適用改修工法之參考手冊

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：物業管理學會

根據歷年研究以及本計畫現場之調查結果，外牆瓷磚之改修方式自處理劣化、材料選用、原牆面特性、改修工法的選擇等，皆有須注意與遵照之執行原則與方式，並隨著改修方式的不同對其後續的改修效益而有不同的影響。既有建物瓷磚外牆之改修往往牽涉建物所有權人、工程業者、改修材料相關業者等不同對象，因此改修進行時若能有可供各方共同參考之改修工法參考手冊，將工法特性、施工程序、使用材料及施工注意事項等加以說明，將有利於各改修相關對象充分了解欲使用之改修工法內容。此外，擬定該手冊時，可進一步參考本研究所提出各類改修工法之特性比較結果，就外觀性、耐久性、施工性、環境影響、經濟性等因素來加以訂定，如此除可使各方充分了解所可能面臨之因素外，亦可確保改修效益並符合改修時各相關對象之需求。

建議二

中長期建議：各改修工法實際案例系統性調查

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：建築師公會、物業管理學會

既有建物之瓷磚外牆改修工法由於依不同工法以及不同材料，皆具有不同之施作特性，造成同類改修方式之工法中，亦有因使用材料或原有外牆飾面特性等之差異，造成工法施作程序與細節上有所不同。而在既有科技發展快速與新材料多元趨勢下，亦產生眾多之新改修工法，而各類工法在實際施作上亦會有所差異。由於既有研究與驗證往往須經過嚴謹之程序，因此較難與不斷產出之新式工法進行同步，倘若可藉由各改修工法之實際施作案例進行了解與探討，進一步確認各改修工法在實務上之考量細節與具體效益，除可作為篩選改修工法之參考外，亦可進一步作為未來各類改修工法研究與驗證之實務依據。

附錄一 期中審查會議紀錄

- 一、時間：107年7月25日（星期三）上午9時30分
- 二、地點：本所15樓第4會議室(新北市新店區北新路3段200號15樓)
- 三、主持人：鄭主任秘書元良 記錄：陳士明、周楷峻、張竣堯
- 四、出席人員：如簽到單
- 五、簡報內容：略。
- 六、綜合討論意見：
 1. 中華民國結構工程技師公會 陳技師正平：
 - (1) 鼓脹修復採注入環氧樹脂是否有環氧樹脂不耐熱紫外線容易老化的疑慮？
 2. 中華民國全國建築師公會 楊建築師勝德：
 - (1) 是否可以延伸課題到外牆乾式工法之改修？
 - (2) (屬於P.52頁 改修工法四大類之延伸課題)
 - (3) 工法難易程度應有比較、成本問題也應討論
 - (4) 結構體裂隙、白華，應先處理好表面瓷磚的改修才會發揮功能
 3. 財團法人臺北市都市更新推動中心 蔡組長明儒：
 - (1) 無回應。
 4. 謝理事長宗義：
 - (1) 要注意伸縮縫外牆熱脹冷縮的問題
 - (2) 外牆應輕量化(朝此方向進行)
 - (3) 要實際去調查
 5. 黃教授然：
 - (1) 請就改修工法的驗收標準加以補充。
 - (2) 請就國內瓷磚施工與日本施工的方式差異加以敘述。
 - (3) 請敘述有機與無機接著劑之差異。
 6. 秦總經理賢治：
 - (1) 需要建立針對瓷磚劣化時對應的系統化(數值化)，目前本人在台灣生活3年常常遇到瓷磚掉落的現象。針對陶片空洞的改善，只用灌入方式是沒有什麼效果。所以我們需要先了解目前在台灣發生的現況，再來設定

適合在台灣的改修工法即可。

- (2) 在台灣有關水泥材料的使用方式有很大的問題存在，所以推薦可以把水泥的特性(冷乾收縮等)加進去本論文比較好。
 - (3) 有需要我們會樂意協助。
7. 蔡理事長榮根：
- (1) 究案例分析，可統計各種劣化原因(如氣候因素、地震或施工品質)之比例，建議訪談對象加住戶管理委員，找出不同原因之比例，並各提出合理對策。
 - (2) 日本高樓牆面有少貼瓷磚，大部份之低矮建築。日本工法引用至台灣應加以評估兩地之不同。
 - (3) 乾式外掛石材牆面之對策建議加以研究。
 - (4) 各種工法建議要有驗證工法
8. 廖理事長書賢：
- (1) 外牆劣化改修工法建議能依診斷結果能提供適用性建議並建議多能以現場得量化之數值提供參考。
9. 內政部建築研究所 李副研究員台光：
- (1) 無回應。
10. 內政部建築研究所 陳組長建忠：
- (1) 調查國內常見工法，未見種類的工法請補上，各縣市如高雄市應有調查報告，請收集整理之。
 - (2) 第二章第二節僅述工法特異，未見耐久年限，易產生之缺失，目前現象，請詳為檢討
 - (3) 國內工法，務實面如何施作，請補完(如敲除、清洗…效益、耐久度)，國外工法僅見日本，缺乏其他國家的工法。各工法的改修施工、請補完詳細可用資料、注意事項，尤為重要，以供應用(這樣本報告書頁數量應很多才是)
 - (4) 請逐項檢視預期成果其需表達事項補完之
11. 內政部建築研究所 鄭主任秘書元良：
- (1) 請補足替代工法之相關內容，將瓷磚重貼工法改為其他的工法才是本次研究重點。
 - (2) 文獻僅有一個國家(日本)，歐美是否有相關文獻? 如果有請補充。

(3) 是否有研究乾式施工相關規範，此亦為替代性工法的一類。

七、會議結論：

(一) 本次會議 3 案期中報告，經徵詢在場審查委員與機關團體代表意見，審查結果原則通過。請業務單位詳實記錄審查委員及出席代表意見，供執行團隊參採，納入後續事項積極辦理並於期末報告妥予回應，如期如質完成計畫。

(二) 協同計畫請逐月配合辦理經費核銷，並請業務單位依規定時程管控研究進度，如期如質完成研究計畫。

八、散會：下午 12 時 40 分。

附錄二 期中審查會議回覆

委員名單	委員提問	研究團隊回應
<p>中華民國結構工程技師公會 陳技師正平</p>	<p>1. 鼓脹修復採注入環氧樹脂是否有環氧樹脂不耐熱紫外線容易老化的疑慮?</p>	<p>1. 本團隊在調查文獻的時候確有確認環氧樹脂容易受到溫度以及紫外線的影響而產生劣化現象，然本次研究目的主為針對國內常見工法內容與相關查核點進行研究，而就材料的物理及化學特性變化，屬工法影響因素中施工環境之影響，本團隊會將此現象列為後續工法影響因素的調查內容當中，將避免材料因氣候條件產生劣化現象劣化工法查核事項，感謝委員建議。</p>
<p>中華民國全國建築師公會 楊建築師勝德</p>	<p>1. 是否可以延伸課題到外牆乾式工法之改修?(屬於 P.52 頁改修工法四大類之延伸課題) 2. 工法難易程度應有比較、成本問題也應討論 3. 結構體裂隙、白華，應先處理好表面瓷磚的改修才會發揮功能</p>	<p>1. 本團隊對於乾式外牆改修也會加以研究，此亦為本研究彙整之外牆改修工法分類之一，將以現地調查與專家訪談納入後續研究計畫當中，感謝委員提醒。 2. 工法難易度、施工條件、成本考量等問題已彙整列為各工法影響因素，亦於期中報告書裡已經有納入研究範圍與調查內容，之後現地調查會依此內容作為各工法比較之依據，感謝委員建議。 3. 裂隙、白華在以往的相關文獻當中，已有詳細的論述與處理方法，裂隙、白華導致成因太多，改修範圍牽涉較廣，本計畫主就建物外牆(瓷磚外牆)之皮層部分因施</p>

委員名單	委員提問	研究團隊回應
<p>中華民國全國 建築師公會 楊建築師勝德</p>		<p>工品質所造成之劣化現象為主，就後續現地調查與專家訪談結果，再針對常見與本研究範圍內之劣化現象進行探討與改修工法之對應，感謝委員建議。</p>
<p>謝理事長宗義</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 要注意伸縮縫外牆熱脹冷縮的問題 2. 外牆應輕量化(朝此方向進行) 3. 要實際去調查 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 伸縮縫與熱脹冷縮的考量本團隊在現地調查時也會格外留意，謝謝委員提醒。 2. 外牆改修目前就本團隊調查結果，其改修方向與委員建議一致，本團隊在現地調查時也會特別留意外牆改修方式之自重，並將調查結果數值化記錄下來，謝謝委員提醒。 3. 感謝委員建議。
<p>黃教授然</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 請就改修工法的驗收標準加以補充。 2. 請就國內瓷磚施工與日本施工的方式差異加以敘述。 3. 請敘述有機與無機接著劑之差異。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本團隊後續研究方法將以現地調查為主要方式，本團隊將會在調查時訪談現場施工團隊，對驗收方式進行調查，感謝委員建議。 2. 2.謝謝委員提醒，本團隊會在後續的研究報告中比較兩國之間的施工差異性。 3. 3.此部分將納入工法現地調查與專家訪談之工法影響內容，針對實務上之使用歸納簡易的特性比較，感謝委員建議。

委員名單	委員提問	研究團隊回應
秦總經理賢治	<ol style="list-style-type: none"> 1. 需要建立針對瓷磚劣化時對應的系統化(數值化)，目前本人在台灣生活3年常常遇到瓷磚掉落的現象。針對陶片空洞的改善，只用灌入方式是沒有什麼效果。所以我們需要先了解目前在台灣發生的現況，再來設定適合在台灣的改修工法即可。 2. 在台灣有關水泥材料的使用方式有很大的問題存在，所以推薦可以把水泥的特性(冷乾收縮等)加進去本論文比較好。 3. 有需要我們會樂意協助。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝委員的經驗分享，台灣目前現場的施工狀況也是本團隊後續研究需更加深入了解的，故後期研究方式將著重在現場調查，以了解劣化的現象與成因，為外國改修工法在地化做出貢獻，感謝委員建議。 2. 於後續的現場調查當中，本團隊將會藉由訪談現場施作人員的方式，對水泥性質導致劣化的成因進行了解，並歸納為工法之特性比較內容，感謝委員的建議。 3. 感謝委員協助，日後將與委員密切聯繫。
蔡理事長榮根	<ol style="list-style-type: none"> 1. 究案例分析，可統計各種劣化原因(如氣候因素、地震或施工品質)之比例，建議訪談對象加住戶管理委員，找出不同原因之比例，並各提出合理對策。 2. 日本高樓牆面有少貼瓷磚，大部份之低矮建築。日本工法引用至台灣應加以評估兩地之不同。 3. 乾式外掛石材牆面 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 就住戶管理委員進行訪談比較偏向使用者觀感與既有劣化現象調查的部分，本團隊將藉由後續部分案例之管委會訪談內容，列為工法選擇之影響因素內容，感謝委員建議。 2. 謝謝委員提醒，本團隊會在後續的研究報告中比較兩國之間的施工差異性。 3. 乾式外掛石材牆面本團隊預計以現場調查的方式進行研究，謝謝委員提醒，本研究將會對乾式施工的廠商進行探

委員名單	委員提問	研究團隊回應
蔡理事長榮根	<p>之對策建議加以研究。</p> <p>4. 各種工法建議要有驗證工法</p>	<p>訪，並彙整其研究成果。</p> <p>4. 謝謝委員提醒，後續的現地調查時，將會對工法如何進行性能驗收進行訪問並記錄其調查成果。</p>
廖理事長書賢	<p>1. 外牆劣化改修工法建議能依診斷結果能提供適用性建議並建議多能以現場得量化之數值提供參考。</p>	<p>1. 本團隊在後續的現地調查當中，將會對改修工法的耐久性與經濟性等層面進行了解，並將其成果數值化，謝謝委員建議。</p>
陳組長建忠	<p>1. 調查國內常見工法，未見種類的工法請補上，各縣市如高雄市應有調查報告，請收集整理之。</p> <p>2. 第二章第二節僅述工法特異，未見耐久年限，易產生之缺失，目前現象，請詳為檢討</p> <p>3. 國內工法，務實面如何施作，請補完(如敲除、清洗…效益、耐久度)，國外工法僅見日本，缺乏其他國家的工法。各工法的改修施工、請補完詳細可用資料、注意事項，尤為重要，以供應用(這樣本報告書頁數量應很多才是)</p>	<p>1. 本團隊現階段研究內容以國內外之相關文獻統整為主，後續將進行現場實務與相關單位之訪談與資料補充，始可彙整出與現況相符之國內常見工法內容，其中關於高雄市既有之調查報告本團隊會在加以確認與補足，感謝組長建議。</p> <p>2. 耐久年限、易產生之缺失等問題目前已列於改修工法適用性影響因素，此外亦加入其他注意項目統整為五大影響因素(外觀意匠性、耐久性、施工性、環境影響、經濟性)，預計於後續現地調查與專家訪談中完備各項因素於各工法之內容進行檢討，感謝組長建議。</p> <p>3. 各改修工法於國內之實務操作內容，將於本研究後半之現地調查與專家訪談進行補足，針對國內常見工法之操作流程、施工查核點以及各</p>

委員名單	委員提問	研究團隊回應
<p>陳組長建忠</p>	<p>4. 請逐項檢視預期成果其需表達事項補完之</p>	<p>工法之各面向因素(如耐久性、施工性、環境影響等)進行比較,以使本研究之研究成果符合國內改修現況,感謝組長建議。</p> <p>4. 歐美等先進國家對瓷磚的相關規範,就本團隊目前蒐集包含 ANSI、ASTM 與北美瓷磚協會等相關資料,大多為材料性能之規範(如國內 CNS 相關瓷磚規格與拉拔試驗等規範),或瓷磚張貼之工法步驟,尚未尋至本次計畫之改修流程與替代性工法內容,此部分本團隊會持續連同歐盟相關規範一同追蹤與確認,感謝組長建議。</p>
<p>鄭主任秘書 元良</p>	<p>1. 請補足替代工法之相關內容,將瓷磚重貼工法改為其他的工法才是本次研究重點。</p> <p>2. 文獻僅有一個國家(日本),歐美是否有相關文獻?如果有請補充。</p>	<p>1. 現階段本研究為統整國內外既有瓷磚外牆改修標準方法,礙於替代性工法尚未全面納入,因此於目前資料尚未齊全,後續本團隊將藉由國內具代表性之外牆改修專家與單位,自實際案例之調查以確認各瓷磚外牆之改修工法於國內之適用性與各項工法特性比較,自其中將替代性工法之定義與適用性加以明確定位,以符合本研究預期效益之重點項目,感謝主秘建議。</p> <p>2. 歐美等先進國家對瓷磚的相關規範,就本團隊目前蒐集包含 ANSI、ASTM 與北美瓷磚協會等相關資料,大多</p>

委員名單	委員提問	研究團隊回應
<p>鄭主任秘書 元良</p>	<p>2. 文獻僅有一個國家(日本)，歐美是否有相關文獻？如果有請補充。</p> <p>3. 是否有研究乾式施工相關規範，此亦為替代性工法的一類。</p>	<p>為材料性能之規範(如國內CNS 相關瓷磚規格與拉拔試驗等規範)，或瓷磚張貼之工法步驟，尚未尋至本次計畫之改修流程與替代性工法內容，此部分本團隊會持續連同歐盟相關規範一同追蹤與確認，感謝主秘建議。</p> <p>3. 乾式改修工法目前已於現階段研究成果列為外牆改修工法四大分類之一，後續將由國內現況案例進行施工流程與相關規範之了解，感謝主秘建議。</p>

附錄三 期末審查會議紀錄

- 一、時間：107 年 10 月 29 日（星期一）下午 2 時 30 分
- 二、地點：本所 15 樓第 4 會議室(新北市新店區北新路 3 段 200 號 15 樓)
- 三、主持人：鄭主任秘書元良 記錄：李育帆
- 四、出席人員：如簽到單
- 五、簡報內容：略。
- 六、綜合討論意見：

1. 邱委員昌平：

- (1) 貼瓷磚外牆之修繕幾十年來都是問題，國內外皆有實作與工法研究，日本之資料塗料較多，值得參考，2014 年 10 月“現代營建”418 期中，也有「舊有建築物外牆修繕之探討」一篇，值得參考。建築研究所 90 年底出版的「集合住宅外牆附置物設置參考手冊」，對於外牆瓷磚劣化檢測、改修工法選擇等，可能影響的因素等也參考應用之。
- (2) 國內以常用之改修工法，宜向相關公會徵出實際之設計例、施工圖說等，以補強本研究至今為止，皆為概要性之內容。
- (3) 本研究報告 P22~P39 說明五大改修工法，但在 P21 表 6 工法彙整表，P46~P47 表 26~表 33 中之分類法或工法別內容不大一致。
- (4) 二樓至屋頂皆有女兒牆或滴水(小垂壁)等 RC 構造，常以牆厚過小，配筋生鏽造成 RC 構體之龜裂，其改修工法可能包含“打掉重做”。
- (5) 名稱上，本研究採“改修工法”，但 P2 第二節提及之面飾材替代工法，即表 6 中之“新的外牆面飾材”類，亦為改修工法之一大類。

2. 高委員健章：

- (1) 在台灣打底砂漿為最弱的一層，且其與結構體表面之貼著力亦弱。因為打砂漿之施作均未依規定，例如打底面結構體需充分潤濕飽水，打底後亦需濕養 7 天。目前均未依此規定濕養，致打底砂漿與結構體介面存在一層薄弱層，此項機理需再加探討。
- (2) 瓷磚拉拔試驗未將打底砂漿依瓷磚塊邊緣切割，致無法測出打底砂漿與結構體間介面真實貼著力。

3. 秦委員賢治：

- (1) 台灣建物外牆劣化調查並數據化：1-1 建築物外牆劣化現況、1-2 材料本身的演變、1-3 工法本身的演變。
 - (2) 其他國家的狀況研究：2-1 日本、2-2 美國、2-3 香港等等。
 - (3) 替代工法的選擇：3-1 新建物(施工強度、費用面等部分作驗證、3-2 改修(建築結構、粉光層等分門別類來思考)(施工強度、費用面等部分作檢討)。
 - (4) 進一步具體化結論，以工法、費用等等製作矩陣圖，以得出哪種工法較好的結論。得出之工法需依照建物的現狀來選擇應對。內容已有相當改進，但還是認為需要有更數據化的了解。
4. 陳委員志銘：
 - (1) 無意見。
 5. 楊委員詩弘：
 - (1) 建議以 SOP 形式彙整外牆瓷磚改修工法抉擇與需要注意事項。
 - (2) 書面報告建議朝今日簡報內容增補。
 - (3) 未來宣導向單一工法的設計/施工準則制定研究。
 6. 楊委員勝德：
 - (1) 請進一步詳述工法的注意事項，瓷磚打底動作要確實，要注意牆面的濕潤度、清潔度。
 - (2) 請增加已有劣化依已修改方法實際案例之調查與統計。
 7. 巫委員垂晃：
 - (1) 改修結果如何確認其效果，亦即採紅外線、瓷磚拉拔、打診棒之檢測(做為)合格標準。
 - (2) 請說明外力作用產生、劣化所產生所採行之改修工法之比較。
 - (3) 拆除方式所採用之工法(含噪音、空汙)，如高壓水刀等請說明
 - (4) 環境因素如海邊之選擇工法及採用之黏著劑請說明
 - (5) 10 年之耐久性(改修工法)如何決定，請說明。
 - (6) JPY/m² 建議採用 Yen/m²
 - (7) 打底砂漿 2cm~5cm 所採用之此工法，是否容易因地震或黏著劑品質問題降低其效果。
 - (8) 古蹟建築物或歷史建築物所使用工法之採用原則請說明。
 8. 陳組長建忠：

- (1) 報告請充實預期成果，調整報告章節，以便對照，還有餘力再提供陳述其他研究成果。
 - (2) 清掃、打除工法程序…，似乎既有的部分陳述不足、經費、人力、時間等調查資訊未見，更新工程會議之常見問題解決建議未見。
 - (3) 期末報告建議事項，擬請本所訂定手冊，本案宜提出標準手冊草案（其中所稱標準是什麼？），建議 2 修改工法亦非建築師所專，宜尋其他團體為佳。
 - (4) 本所報告 10 月 25 日 發出，本報告大意改修部分為當日前補充，可提供充分資料供審查人員單位參審。
9. 鄭主任秘書元良：
- (1) 有關報告書及簡報之內容格式，請研究團隊依本所規定之格式撰寫。
 - (2) 研究重點著重於替代工法之內容，應與既有瓷磚改修工法區隔。
 - (3) 期中報告審查委員意見及回覆，未載於期末報告中，請於後續成果報告中，將期中及期末報告審查委員意見一併納入。

附錄四 期末審查會議回覆

委員名單	審查意見	研究團隊回應
<p>邱委員昌平</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 貼瓷磚外牆之修繕幾十年來都是問題，國內外皆有實作與工法研究，日本之資料塗料較多，值得參考，2014年10月“現代營建”418期中，也有「舊有建築物外牆修繕之探討」一篇，值得參考。建築研究所90年底出版的「集合住宅外牆附置物設置參考手冊」，對於外牆瓷磚劣化檢測、改修工法選擇等，可能影響的因素等也參考應用之。 2. 國內以常用之改修工法，宜向相關公會徵出實際之設計例、施工圖說等，以補強本研究至今為止，皆為概要性之內容。 3. 本研究報告 P22~P39 說明五大改修工法，但在 P21 表 6 工法彙整表，P46~P47 表 26~表 33 中之分類法或工法別內容不大一致。 4. 二樓至屋頂皆有女兒牆或滴水(小垂壁)等 RC 構造，常以牆厚過小，配筋生鏽造成 RC 構體之龜裂，其改修工法可能包含“打掉重做”。 5. 名稱上，本研究採“改修工法”，但 P2 第二節提及之面飾材替代工法，即表 6 中之“新的外牆面飾材”類，亦為改修工法之一大類。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝委員提供參考的訊息，本研究團隊會再進行了解，本團隊也將特別留意外牆檢測與影響改修意願的因素。 2. 礙於時間因素，本團隊未將整體工序資料放進簡報檔案當中，公會方面本團隊將會再進行連絡與了解，若有更為完整的資料將會進行補充，謝謝委員建議。 3. 感謝委員提醒，後續結案報告即行修改。 4. 結構體修復雖不在本次研究範圍當中，但仍具有參考性，感謝委員提醒。 5. 感謝委員提醒，後續結案報告即行修改。
<p>委員名單</p>	<p>審查意見</p>	<p>研究團隊回應</p>

<p>高委員健章</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在台灣打底砂漿為最弱的一層，且其與結構體表面之貼著力亦弱。因為打底砂漿之施作均未依規定，例如打底面結構體需充分潤濕飽水，打底後亦需濕養 7 天。目前均未依此規定濕養，致打底砂漿與結構體介面存在一層薄弱層，此項機理需再加探討。 2. 瓷磚拉拔試驗未將打底砂漿依瓷磚塊邊緣切割，致無法測出打底砂漿與結構體間介面真實貼著力。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝高委員的經驗分享，經本團隊調查打底粉刷的品質將影響後續瓷磚的接著強度，後續本團隊將會整理打底粉刷層養護及施工的注意要點，謝謝委員提醒。 2. 謝謝委員提醒，本團隊將會把拉拔試驗的檢測要點，在後續進行補充。
<p>秦委員賢治</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 台灣建物外牆劣化調查並數據化: 1-1 建築物外牆劣化現況 1-2、材料本身的演變、1-3 工法本身的演變 2. 其他國家的狀況研究: 2-1 日本、2- 美國、2-3 香港等等 3. 替代工法的選擇: 3-1 新建物 (施工強度、費用面等部分作驗證、3-2 改修 (建築結構、粉光層等分門別類來思考) (施工強度、費用面等部分作檢討) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究團隊已於去年研究報告「混凝土與鋼材表面被覆材感謝委員建議，將於成果報告中加入既有調查與文獻回顧之數據化結果。 2. 感謝委員建議，有關日本與美國之現況已有列於其中，香港部分目前礙於時間與資料量暫無法於本次研究納入，將於後續研究建議列為建議事項。 3. 感謝委員建議，本次報告將針對委員建議部分列入影響因素的評估內容，驗證與新建物的探討則列入後續研究建議。

委員名單	審查意見	研究團隊回應
秦委員賢治	4. 進一步具體化結論，以工法、費用等等製作矩陣圖，以得出哪種工法較好的結論。得出之工法需依照建物的現狀來選擇應對。內容已有相當改進，但還是認為需要有更數據化的了解。	5. 感謝委員建議，將補充考量建物類型與改修方式之判斷流程圖，以反映建物與劣化的現況對改修工法選的影響。
陳委員志銘	1. 無意見	
楊委員詩弘	1. 建議以 SOP 形式彙整外牆瓷磚改修工法抉擇與注意事項 2. 書面報告建議朝今日簡報內容增補 3. 未來宣導向單一工法的設計/施工準則制定研究。	1. 謝謝委員建議，本團隊會斟酌後加入後續的補充內容當中。 2. 感謝委員提醒，後續結案報告即行增補。 3. 本團隊將會在後續的研究建議上，加入此項建議，謝謝委員建議。
楊委員勝德	1. 請進一步詳述工法的注意事項，瓷磚打底動作要確實，要注意牆面的濕潤度、清潔度。 2. 請增加已有劣化依已修改方法實際案例之調查與統計。	1. 貼附瓷磚前的注意事項，本團隊將會特別留意委員意見，謝謝委員提醒。 2. 礙於計畫時程，可能無法回應委員這方面的期待，在後續的研究當中，或許能夠編列額外項目來執行此項研究，感謝委員提供建議。
巫委員垂晃巫委員垂晃	1. 改修結果如何確認其效果，亦即採紅外線、瓷磚拉拔、打診棒之檢測(做為)合格標準。 2. 請說明外力作用產生、劣化所產生所採行之改修工法之比較。	1. 礙於計畫時程有限，後續驗收目的具體數值再續續研究當中或許可以加以探討，謝謝委員建議。 2. 外牆劣化，常見的外力因素有溫度、水的入侵、地震力、風力等因素，在之前的許

委員名單	審查意見	研究團隊回應
<p>巫委員垂晃</p>	<ol style="list-style-type: none"> 3. 拆除方式所採用之工法(含噪音、空汙)，如高壓水刀等請說明 4. 環境因素如海邊之選擇工法及採用之黏著劑請說明 5. 10年之耐久性(改修工法)如何決定，請說明。 6. JPY/m²建議採用 Yen/m² 7. 打底砂漿 2cm~5cm 所採用之此工法，是否容易因地震或黏著劑品質問題降低其效果。 	<p>多文獻當中都有提及，本研究計畫就不在贅述，謝謝委員提醒。</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. 謝謝委員建議，本團隊將在後續補充。 4. 環境因素的應對，並不在此次研究計畫的範圍當中，需涉及實驗進行驗證，本團隊將把委員寶貴建議列入後續的研究建議當中，謝謝委員寶貴的意見。 5. 耐久性為經由本團隊訪談相關業者得到相關的數據，僅作初步參考之用，不同的業者使用的材料品質、施工方式，均有差異，具體耐用年限，無法逐一呈現，請委員見諒。 6. 謝謝委員建議。 7. 隨著砂漿厚度的增厚，當有外力作用時，的確會影響瓷磚的接著強度，當然黏著劑的不同也造成影響，故當粉刷層過於厚重時，經由本團隊的了解也應該適時的進行補強，之後將會把補強的方式納入補充資料當中，謝謝委員提醒。

附錄四 期末審查會議回覆

委員名單	審查意見	研究團隊回應
巫委員垂晃	8. 古蹟建築物或歷史建築物所使用工法之採用原則請說明。	8. 古蹟外牆修復不在此次研究計畫範圍當中，將針對委員意見列於後續研究之建議，感謝委員提醒。
陳組長建忠	<p>1. 報告請充實預期成果，調整報告章節，以便對照，還有餘力再提供陳述其他研究成果。</p> <p>2. 清掃、打除工法程序…，似乎既有的部分陳述不足、經費、人力、時間等調查資訊未見，更新工程會議之常見問題解決建議未見。</p> <p>3. 期末報告建議事項，擬請本所訂定手冊，本案宜提出標準手冊草案（其中所稱標準是什麼？），建議 2 修改工法亦非建築師所專，宜尋其他團體為佳。</p> <p>4. 本所報告 10 月 25 日 發出，本報告大意改修部分為當日前補充，可提供充分資料供審查人員單位參審。</p>	<p>1. 感謝組長提醒，後續將依預期成果調整報告章節，以符合計畫目標與預期效益。</p> <p>2. 既有作法中之清掃、打除等工序內容將於後續報告中進行補充，各工法之經費、人力等項目已於本次簡報中進行補增。另更新工程會議常見之問題涉及內容廣泛，本研究仍以改修工法本身的探討為主。</p> <p>3. 感謝委員提醒，建議部分將做出以下調整：</p> <p>4. 建議一將調整為製作國內瓷磚外牆改修工法選擇流程選單，其內容可引用研究成果報告來加以製作。</p> <p>5. 建議二將修正為以物業管理與房屋整建相關之協會等相關單位，為主辦與協辦之機關。</p> <p>6. 感謝組長提醒，後續將於成果報告完整呈現研究相關資料。</p>

委員名單	審查意見	研究團隊回應
鄭主任秘書元良	<ol style="list-style-type: none"> 1. 有關報告書及簡報之內容格式，請研究團隊依本所規定之格式撰寫。 2. 研究重點著重於替代工法之內容，應與既有瓷磚改修工法區隔。 3. 期中報告審查委員意見及回覆，未載於期末報告中，請於後續成果報告中，將期中及期末報告審查委員意見一併納入。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝主秘提醒，成果報告將依規定格式完整附上相關研究資料。 2. 感謝主秘建議，成果報告將針對既有瓷磚改修工法與替代性工法之區隔進行撰寫。 3. 感謝主秘提醒，成果報告將依規定格式完整附上相關研究資料。

附錄五 第一次專家座談會議紀錄與簽到表

時間：107 年 6 月 28 日下午 2 時 30 分

地點：大坪林聯合開發大樓 13 樓簡報室(一)

(新北市新店區北新路 3 段 200 號 13 樓)

與會人員：

內政部建築研究所陳組長建忠、屬副研究員妮妮、張研發替代役竣堯、石副教授正義、楊助理教授詩弘、吳教授韻吾、謝副理事長宗義、葉副教授榮晟、曾副教授亮、陳副總經理育秀、張董事繼文

1. 楊教授詩弘

- (1) 先確立目標：調查建研所既有研究的項目，然後設定本次研究的目標，不然沒完沒了會無法收尾。
- (2) 需確認國外工法在台灣的適用性。
- (3) 外牆規範擬定建議可以朝兩個方向著手：
 - a. 從程序下手>>訂定 SOP (從施工流程進行管制)
 - b. 結果論>>性能檢測 (拉拔)
- (4) 調查 2~3 個廠商，將工法在地化就是功德一件。
- (5) 日本外牆的劣化症狀跟台灣不一樣須特別注意須考量實際情況與文獻的差異。
- (6) 台灣目前現狀：廠商瓷磚本身品質是 OK 的，瓷磚外牆劣化多半以施工因素居大。
- (7) 瓷磚外牆改修往往選擇使用再貼瓷磚的方式，多半未做中性化檢測，以致瓷磚容易再次剝落，台灣所欠缺的是改修前的診斷確認。

2. 謝理事長宗義

- (1) 先訂定研究目的
- (2) 日本劣化現象為結構體與張貼水泥砂漿，整片大面積剝落；台灣的劣化現象為張貼水泥砂漿與瓷磚背面，單片零星剝落。兩地情況不太相同。
- (3) 建議本次研究可以思考如何更貼近實際情況，與日本的不同是什麼？如何將日本工法本土化。
- (4) 建議進行產業的實際調查
 - a. 施工的困難點

b. 施工的條件

- (5) 如果要用瓷磚該怎麼做?貴團隊身為學術單位,不能排除掉瓷磚的做法。
- (6) 研究資料來自文獻,目前與現實情況脫鉤,台灣是直接黏跟日本不同。外牆瓷磚建議要有倒鉤(台灣卻鮮少有人使用,使用比例很低約 3~5%的使用率)。
- (7) 劣化現象發生位置為二,結構體與張貼水泥砂漿之間膨空;瓷磚與張貼用水泥砂漿之間剝落。
- (8) 台、日兩者打底粉刷的厚度不同:
 - a.. 日本<1cm 厚
 - b. 台灣約 2cm 以上
- (9) 外牆需設伸縮縫>>材料熱膨脹係數不同。
- (10) 日本的樹脂注入法在台灣外牆瓷磚可能一打洞,瓷磚就會整片掉下來。

3. 張董事長繼文

- (1) 台灣環境惡劣,政府必須有所認知,外牆修繕應立法,用法令規範人方能奏效。
- (2) 希望貴團隊提出較前瞻性的做法,台北都發局統計全市目前有 3700 件外牆通報需要改修。
- (3) 劣化成因可分為兩種:
 - a: 設計本身:

發生在剛新建的建築上 瓷磚本身太重,且未留伸縮縫。EX: 和平國小每天都在掉瓷磚,選用的瓷磚太重
 - b: 施工品質:
 - b-1: 重量不重質瓷磚在施工時,往往重的不是施工品質,而是在有限的時間成本裡完工,為了符合營造廠利益,工人當然是貼越快越好,間接反映外牆施工預算過低的窘境。
 - b-2: 溫度變化早、中、晚氣溫不同,張貼用水泥砂漿的工作性。(open time)不同,師傅通常不會因應氣溫高低而改變水泥砂漿的配方比例,或者僅依據自身經驗進行粗略修正,因此降低了瓷磚的張貼強度。
- (4) 台灣多颱風、地震,沒有營造廠敢保證永遠不會掉,至多保固一年,瓷磚本身就是一種高風險管理的外牆材料。
- (5) 台灣沒有能力再貼瓷磚:

附錄五 第一次專家座談會議紀錄與簽到表

- a. 台灣缺工很嚴重、貼瓷磚沒人要學。
 - b. 台灣教學多為師徒傳承，但現在慢慢斷了，營造廠的師傅都 50~60 歲居多，老師傅很多都不做了還得用拜託的，故替代工法的研究真的很重要
- (6) 台灣業主對瓷磚的認知多半有問題（總以為瓷磚最為耐久牢固可靠）
 - (7) 台灣結構體精度太差，與日本差異太大打底粉刷層(整底)厚度台灣約 2~5cm，日本低於 1cm。
4. 陳副總經理育秀
- (1) 台灣應該要法規先行，立法優先，否則其他的都免談。
 - (2) 要修瓷磚外牆得先健檢，不健檢容易白忙一場，事前檢查事關重要，需確認剝落介面才能對症下藥。
 - (3) 瓷磚要用是可以，但要擬訂 SOP(施工流程)。
 - (4) 國外與國內的情況不同，再進行改修工法研究時，須特別留意適用性。
EX：台灣某工程使用了以色列進口的瓷磚黏著劑，結果黏著劑環境適應不良，兩國氣候條件不同，造成瓷磚脫落。
 - (5) 外牆改修應朝輕量化進行，不建議再貼瓷磚。
 - (6) 新加坡規定 3F 以上的房子只能使用塗料 3F 以下的房子才可以貼瓷磚。
 - (7) 要修瓷磚外牆，須先做健檢，但會增加檢查成本，台灣大多習慣便宜行事，如何推廣正確的概念，也是一大課題。
 - (8) 公司接觸到的案子有發現剝落介面是在打底粉刷層與結構體之間，與謝宗義理事的見解不同。(或許為個案但值得思考)。
 - (9) 台灣施工水平，結構體的精度誤差太大，以致打底粉刷層要非常的厚，所以台灣並不適合貼瓷磚。
 - (10) 我們公司在改修瓷磚外牆時，一定先做土壤中性化的檢測，由剝落且最容易取得的部位優先。


內政部建築研究所

107 年度協同研究計畫第 1 次專家座談會議簽到簿

時 間：107 年 6 月 28 日（星期四）下午 2 點 30 分

地 點：大坪林聯合開發大樓十三樓簡報室（新北市新店區北新路 3 段 200 號 13 樓）

主持人：陳組長建忠

出席者	簽 到 處
石教授正義	
楊教授詩弘	
吳教授韻吾	
謝理事長宗義	謝宗義
葉教授榮晟	
曾教授亮	
陳副經理育秀	陳育秀
張董事繼文	張繼文
張研發替代役竣堯	張竣堯
厲副研究員妮妮	
陳副教授震宇	陳震宇
周研究助理傳文	周傳文
蔡研究助理嚴鋒	蔡嚴鋒

附錄六 第二次專家座談會議紀錄與簽到表

時間：107年10月4日 下午6時30分

地點：國立成功大學建築研究大樓 2樓會議室

與會人員：

內政部建築研究所陳組長建忠、屬副研究員妮妮、張研發替代役竣堯、楊助理教授詩弘、葉理事世宗、吳建築師崇彥、黃建築師克翊、廖助理教授硃岑、謝助理教授秉銓、陳職訓師全協

1. 黃建築師克翊

- (1) 要特別留意改修工法相對內容和現況實做的差異。
- (2) 都市危險及老舊建築物加速重建條例，可以調查是否有相關的補貼內容可查詢。
- (3) 重新施作(剔除重作、不剔除重作)差異性可以特別注意。
- (4) 完全打除與部分打除是否有不同程度安全上的疑慮，可以再了解。
- (5) 黏著劑的改善是否有影響瓷磚掉落的發生率？
- (6) 粉刷打底層如果要加入化學防水劑能否避免粉刷層剝落的問題。
- (7) 大樓、透天、商辦產權的問題可能有直接影響改修意願。
- (8) 改修適用面積的定義如何定位出來？
- (9) 可以調查改修法的規範與作法。

2. 葉理事長世宗

- (1) 破壞的類型須留意結構體的不同帶來的差異性(磚、混泥土等)。
- (2) 建築的類型修繕法也會有所不同
 - a. 古蹟對應的工法
 - b. 現代建築對應的工法兩者的修繕法應該有所區別
- (3) 目前台灣的拉皮工法最好能列出工序，可以輔以照片則更好。(可以劃分成國內與國外兩種工法)
- (4) 我認為預算是最影響執行度的主因。

3. 吳建築師崇彥

- (1) 有些瓷磚繪圖與現狀不符合目前台灣現狀的一般作法。
- (2) 脫落的介面調查需為最初之決定後續工法之依據，已達成應地置宜的目標。

- (3) 建築外牆裂縫必須處理以免裂縫之延續，不進行修繕漏水現象會持續發生。
 - (4) 可以釐清一下防水層的必要性。
 - (5) 外飾材施工前，結構體必須有完整的清潔，非常重要。
 - (6) 對塗料工法的可行性，後續可以加以討論(在台灣已經有15~16年以上的實績可以研究)。
 - (7) 小面積的外牆改修，對替代性工法較無實質上的意義。
4. 廖教授硃岑
- (1) 針對改修方法-瓷磚上貼上斷熱材的工法可以納入此研究。
 - (2) 綜合架構，建議可以納入臨時性的防護措施，例如：包覆網材、直接塗防水、行人安全走廊等。
 - (3) 可從管委會進行思考-建議將費用納入討論，另外也可參考台北市政府 Q&A 文宣品。
 - (4) 工法-以拉拔強度來說，就我本身實驗結果，貼瓷磚時有經過灑水養護與不塗防水漆的強度會比較高。
5. 謝教授秉銓
- (1) 須確認業界具體需要的是什麼，繼而反應至本研究之研究目的與成果。
 - (2) 改修工法推展工法流程的目的主要仍是回到推廣不同材料與面飾材之工法，以達到外牆劣化改修之多元性。
6. 楊教授詩弘
- (1) 建議可於改修工法統整發展一供作改修工法選擇之 SOP。
 - (2) 改修工法眾多，仍須就國內既有現況篩選出適用之工法，並可針對還無法直接適用之工法進行後續探討。


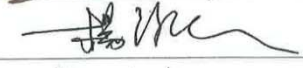
內政部建築研究所

107年度協同研究計畫第2次專家座談會議簽到簿

時間：107年10月04日（星期四）下午6點30分

地點：國立成功大學建築研究大樓 2樓會議室（台南市東區大學路1號國立成功大學建築系）

主持人：陳副教授震宇

出席者	簽到處
葉理事世宗	 -
楊助理教授詩弘	 -
廖助理教授硯岑	廖硯岑 -
謝助理教授秉銓	謝秉銓 -
吳建築師崇彥	吳崇彥 -
黃建築師克翊	黃克翊 -
陳職訓師全協	
厲副研究員妮妮	
張研發替代役竣堯	
陳副教授震宇	陳震宇
周研究助理傳文	周傳文
蔡研究助理嚴鋒	蔡嚴鋒
相關人員	林昭宏

附錄七 第三專家座談會議紀錄與簽到表

時間：107 年 10 月 23 日 上午 10 時

地點：大坪林聯合開發大樓 15 樓第三會議室（新北市新店區北新路 3 段 200 號）

與會人員：

內政部建築研究所工程技術組陳組長建忠、內政部建築研究所材料實驗中心屬研究員妮妮、內政部建築研究所材料實驗中心張研發替代役竣堯、中華民國建築學會黃理事長世孟、台灣南海公司謝理事長宗義、東南科技大學葉教授榮晟、中國科技大學吳教授韻吾、鑫德工程有限公司陳總經理德欽、宏星技研材料股份有限公司創辦人林博士世堂、台灣菊水公司秦總經理賢治、台灣菊水公司吳翻譯峰毅、台灣菊水公司吳翻譯峰毅、國立成功大學陳教授震宇、國立成功大學周助理研究員傳文、國立成功大學蔡助理研究員嚴鋒。

1. 黃世孟理事長

- (1) 案名瓷磚、內文的“磁”磚要統一為“瓷”。
- (2) 研究對象及主要內容為替代工法研究，超越工法技術之外的內容，不宜要求研究團隊。
- (3) 改良式硬底壓貼工法的施工規範，可再補充後續發展作業方式。
- (4) 台灣常在打底水泥砂時，配比不對，也是有白華現象劣化的主因之一，故此部分應納入改修時局部打除或全部剷除的指標之一。若打底層已大部劣化時，建議應全面剷除為宜。

2. 謝宗義理事長

- (1) 改良式硬底壓貼工法，應是瓷磚黏著的最佳方案，但報告中稱工人在大熱天環境中不願意施工，問題點應再提高工資就會有人去做。
- (2) 目前市場已有仿瓷磚立體化的塗料，我們以運用於台大醫院，應納入工法之一。
- (3) 我國貼瓷磚多沒有留伸縮縫及接著劑乾死(加吸水調整劑)，是瓷磚掉落的主因之一，應納入技術檢討及將來貼瓷磚的改善對策。

- (4) 包括研擬規範、培訓課程、材料工法單價分析等。
 - (5) 對於改善方式，建議應將瓷磚劣化面積或劣化位置等在某些量化時應建議採用何種工法(可採多重選擇)。
3. 葉榮晟教授
- (1) 研究主題建議導入生命週期的規劃管理概念，促進整體研究效益。
 - (2) 針對瓷磚規格進行檢討，包括尺寸限制、厚度重量，接著表面等因素，降低外牆瓷磚劣化的可能性。
 - (3) 建議對台灣外牆貼瓷磚建築物使用條件環境現況，未來發生劣化強度的調查。
 - (4) 瓷磚劣化改修的出路宜多樣化。
4. 吳教授韻吾
- (1) 有關影響因素的部分建議，維持外觀、耐久、施工、環境影響、經濟，五項原則。
 - (2) “綜合比較”建議以影響因素評估應用名稱取代。
5. 陳總經理德欽
- (1) 雙面背膠貼法的確較為牢固可靠、但綜合成本遠大於單面背膠，故比較少用，如何降低施工成本或許可以思考。
 - (2) 在業界普遍認為瓷磚的耐久性優於塗料，外牆拉皮改用塗料的做法可以再思考是否有其缺點，不一定重貼瓷磚就沒有可取之處。
6. 林世堂博士
- (1) 研究團隊資料收集頗多。有理論有實例。
 - (2) 外牆瓷磚剝落原因分析完備。
 - (3) 以分析內容來看“改良硬貼工法”“雙面黏著”才是值得推廣，雖說不普及，仍應再加強。
 - (4) 外牆改建可以增加 sustainability 分析，如採用“改良壓貼工法”初期增加成本，但以生命週期觀點，比較其他工法的，或改建增加成本。
 - (5) 改修材料的品項建議也列入。
 - (6) 瓷磚規格已經更新/黏著劑也已經進步。

- (7) 老屋整建 VS 拉皮的政策。
- (8) 防水問題、漏水問題也是劣化主因。

7. 陳建忠組長

- (1) 施工成本以未來規格，構築方式影響甚多，分析影響。
- (2) 認同吳教授意見，綜合比較應多方面的教授的應用、以個案檢示可選出較適項工法，可模擬數個案例的應用分析、工法及費用(工期、人力、材料)
- (3) 建議事項尚不成熟，請再考量如末表，及本所對於建議案例，以架以往績效不彰，宜請考慮適當的單位等。
- (4) 請以成科普的形式，如網頁或向為 APP 等表單，讓使用者可填選初步的所需工法。

8. 秦賢治總經理

(1) 台灣建物外牆劣化調查並數據化

1-1 建築物的外牆劣化現狀

1-2 材料本身的演變

1-3 工法本身的演變

(2) 其他國家的狀況研究

2-1 日本

2-2 美國

2-3 香港 等等

(3) 替代工法的選擇

3-1 新建物 >> 施工、強度、費用面等部分做驗證※相關的調查最為重要

3-2 改修 >> 建築結構、粉光層等再分門別類來思考

施工強度、費用面等部分做檢討

(4) 進一步更具體化(結論)

以工法、費用等等製作矩陣圖，來導出哪種工法比較好的結論。

※其他，為了選擇改修工法“調查”為第一重要

從第 4 點結論中列舉工法，依照建物的現狀來選擇應對

(5) 內容已經有相當的改進，但還是認為需要有更數據化的了解。

內政部建築研究所

107 年度協同研究計畫第 3 次專家座談會議簽到簿

時 間：107 年 10 月 23 日（星期四）上午 10 點 00 分

地 點：大坪林聯合開發大樓 15 樓 第三會議室

主持人：陳組長建忠

出席者	簽到處
黃理事長世孟	黃世孟
謝董事長宗義	謝宗義
葉教授榮晟	葉榮晟
吳教授韻吾	吳韻吾
林博士世堂	林世堂
秦總經理賢治	秦賢治
陳總經理德欽	陳德欽
厲副研究員妮妮	厲妮妮
張研發替代役竣堯	張竣堯
陳副教授震宇	陳震宇
周研究助理傳文	周傳文
蔡研究助理嚴鋒	蔡嚴鋒
相關人員	吳峰毅 莊晉濤
相關人員	

參考書目

1. 林世堂外牆瓷磚剝落原因及對策探討 空間雜誌建築技術增刊 4 號 1993
2. 石正義譯，日本建築仕上學會，防止外牆剝落之設計、施工指南與解說，1997
3. 林耿毅，外牆瓷磚計畫，詹氏書局，1997
4. 高健章，建築材料與構材檢測基準之調查與研究規劃（一）外牆材料與構材，內政部建築研究所，1998
5. 梁若暉，建築瓷磚工程現況調查及發展課題之研究，內政部建築研究所，1999
6. 經濟部標準檢驗局，CNS 12611，2000
7. 何明錦、吳毓勳、石正義，建築飾材技術規範之研究，內政部建築研究所，2001
8. 日本建築学会，外壁改修工事の基本的な考え方 乾式編，2002
9. 黃世孟，台灣高層建築外牆瓷磚「強制驗屋」與「健診技術」法制之探討，建築外牆瓷磚耐用診斷與維修技術研習會論文集，2007
10. 小笠原和博，瓷磚的損傷原因與對策，建築外牆瓷磚耐用診斷與維修技術研習會論文集，2007
11. 河邊伸二，日本的瓷磚維護保養之體制，建築外牆瓷磚耐用診斷與維修技術研習會論文集，2007
12. 黃克翊，既有 R.C. 建築瓷磚外牆劣化及改修工法調查研究-以高雄市透天厝為例，國立成功大學建築研究所碩士論文，2009
13. 盧珽瑞，高層集合住宅外牆瓷磚剝落原因與解決對策探討(1/2)，內政部建築研究所自行研究報告，2010
14. International Organization of Standardization, ISO 10370-3 Ceramic tiles — Grouts and adhesives — Part 3: Terms, definitions and specifications for grouts, 2010
15. International Organization of Standardization, ISO

- 10370-2 Ceramic tiles — Grouts and adhesives — Part 2:
Test methods for adhesives, 2013
16. International Organization of Standardization, ISO
10370-4 Ceramic tiles — Grouts and adhesives — Part 4:
Test methods for grouts, 2013
17. International Organization of Standardization, ISO
10540-1 Ceramic tiles —Part 1: Sampling and basis for
acceptance, 2014
18. International Organization of Standardization, ISO
10370-1 Ceramic tiles — Grouts and adhesives — Part 1:
Terms, definitions and specifications for adhesives, 2014
19. 一般財団法人建築保全センター，建築改修工事監理指針(平成 28
年版)(上巻)，2016
20. 本橋健司、タイル外壁リニューアル研究会，これからのタイル
張り仕上げ外壁リニューアルー安全・長寿命・美しい景観造りー，
2016
21. 陳瑞鈴、黃然，外牆瓷磚接著施工技術手冊研擬，內政部建築研究
所協同研究報告，2016
22. 日本建築仕上學會，台湾における外壁劣化に関する調査研
究報告書【最終版】，2018
23. The Tile Council of North America, TCNA Handbook For
Ceramic, Glass, and Stone Tile Installation, 2018

建築物外牆瓷磚劣化改修及替代工法研究

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：研究主持人：陳建忠

協同主持人：陳震宇

研究員：張竣堯、厲妮妮、李育帆

出版年月：107年12月

版次：第1版

ISBN：978-986-05-7739-6