

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

中華民國 105 年 12 月

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
105年度

外牆瓷磚接著施工技術手冊研擬

研究主持人：陳瑞鈴 所長

協同主持人：黃然 教授

研究員：周楷峻、厲妮妮、張竣堯、林世堂

研究助理：紀茂傑、謝紹恒

研究期間：中華民國 105 年 2 月至 105 年 12 月

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 105 年 12 月

目次

目次.....	I
表次.....	III
圖次.....	V
摘要.....	VII
Abstract.....	XI
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 研究計畫重要性	3
第四節 研究流程.....	5
第五節 研究方法及進度說明	6
第二章 文獻回顧	9
第一節 前言.....	9
第二節 影響外牆瓷磚剝落的原因	12
第三節 常見瓷磚劣化情形	16
第四節 國外瓷磚施工技術彙整	20
第三章 試驗計畫	31
第一節 前言.....	31

第四章 試驗結果	35
第一節 抗滑移試驗結果	35
第二節 晾置試驗情形	36
第三節 抗拉接著強度試驗	37
第四節 現地試驗.....	42
第五章 結論與建議	53
第一節 結論.....	53
第二節 建議.....	54
參考書目	57
附錄一 外牆瓷磚接著施工技術手冊草案	59
附錄二 期初審查意見與回應	93
附錄三 期中審查意見與回應	97
附錄四 期末審查意見與回應	103
附錄五 第一次專家座談會	109
附錄六 第二次專家座談會	115

表次

表 2-1 外牆瓷磚剝落原因彙整.....	14
表 2-2 常見瓷磚工程缺失及對策彙整.....	18
表 2-3 背溝深度基準.....	22
表 2-4 液態高分子材料系列.....	23
表 2-5 接著劑命名與分類.....	25
表 2-6 膠凝接著劑規格 - C.....	25
表 2-7 膠凝接著劑規格 - C - 特殊性質.....	26
表 2-8 接著性能診斷方法.....	30
表 3-1 抗拉接著強度試體不同曝露環境.....	34
表 4-1 水泥砂漿抗滑試驗結果.....	35
表 4-2 現地拉拔試驗結果.....	51

圖次

圖 1-1 瓷磚剝落劣化案例 1.....	4
圖 1-2 瓷磚剝落劣化案例 2.....	5
圖 1-3 研究流程.....	6
圖 1-4 研究進度.....	7
圖 2-1 瓷磚剝落的類型.....	17
圖 2-2 常見背溝示意圖.....	21
圖 2-3 瓷磚施工流程圖.....	28
圖 3-1 滑移試驗示意圖.....	32
圖 3-2 晾置試驗示意圖.....	33
圖 4-1 滑移試驗圖.....	35
圖 4-2 廠牌 A 晾置試驗結果.....	36
圖 4-3 廠牌 B 晾置試驗結果.....	37
圖 4-4 廠牌 A 接著劑不同曝露環境下抗拉接著強度(瓷磚 40x40 mm)	38
圖 4-5 廠牌 A 接著劑不同曝露環境下抗拉接著強度(瓷磚 50x50 mm)	38
圖 4-6 廠牌 B 接著劑不同曝露環境下抗拉接著強度(瓷磚 40x40 mm)	39
圖 4-7 廠牌 B 接著劑不同曝露環境下抗拉接著強度(瓷磚 50x50 mm)	39

圖 4-8 廠牌 A 接著劑單面接著於不同曝露環境下抗拉接著強度.....	40
圖 4-9 廠牌 A 接著劑雙面接著於不同曝露環境下抗拉接著強度.....	40
圖 4-10 廠牌 B 接著劑單面接著於不同曝露環境下抗拉接著強度...	41
圖 4-11 廠牌 B 接著劑雙面接著於不同曝露環境下抗拉接著強度...	41
圖 4-12 現地硬底施工試驗步驟照片.....	43
圖 4-13 現地軟底施工步驟.....	45
圖 4-14 現地施工及驗證步驟.....	51
圖 4-15 現地拉拔試驗試片.....	52

摘要

關鍵字:雙面黏著、外牆瓷磚施工技術手冊

一、研究緣起

近數十年來為提昇國內建築物品質與美觀，使用瓷磚已成為建築物內外裝修材料中不可或缺的一部分。然而近年來因為瓷磚剝落而導致人民生命安全或財產遭受危害的事件層出不窮，因此如何防止瓷磚脫落成為建築業重要研究的課題。瓷磚發生剝落，不僅影響都市景觀，更且造成民眾生命安全之危害，是都市安全防護重大隱憂。近年來，台灣許奪老舊建築物外牆瓷磚劣化情況嚴重，但歸納其掉落原因，分為接著劑使用不當及現場施工無正確可資遵循的規範或手冊，因此建立瓷磚接著施工技術手冊實為當務之急。

二、研究方法與過程

本計畫主要探討影響外牆瓷磚剝落的原因，包括接著材料、黏貼面積、黏貼方式(單面黏貼及雙面黏貼)、接著劑類別、曝露環境(浸水、高溫、鹽霧循環)等，利用抗拉接著強度試驗、晾置(open time)試驗與垂流試驗結果，評估各因子對瓷磚接著性能的影響，並據以擬訂施工技術參考手冊。

三、重要發現

壹、確認影響瓷磚黏著不良的原因

1. 混凝土劣化(如混凝土中鋼筋腐蝕或鹼骨材反應)導致基底層的破壞。
2. 修飾砂漿材料品質或施工不良導致黏著失敗。
3. 瓷磚接著劑黏著力不足導致黏著失敗。
4. 瓷磚黏貼施工不良(如黏貼時間過長或未進行適當壓貼程序)導致黏著失敗。
5. 瓷磚背溝型式不佳或瓷磚吸水率過大導致黏著失敗。

貳、透過試驗驗證各項因子對接著性能的影響

本研究進行不同變數對於接著性能的影響，結果顯示黏貼方式為影響抗拉接著強度最主要之因素，雙面接著能有效增加瓷磚接著劑抗拉強度。

參、擬定外牆瓷磚接著施工技術手冊

本研究參考試驗及現地試驗之結果並彙整國內外相關資料，提出包括瓷磚施作材料、瓷磚施作前之底層、瓷磚施作及瓷磚施作檢查等 4 部分之外牆瓷磚接著施工技術參考手冊草案。

四、主要建議事項

根據本案研究進行之後，提出立即可行建議及中長期建議。

建議一

立即可行建議—修正現行瓷磚黏著施工綱要規範。

主辦機關：行政院工程委員會

協辦機關：中華民國建築師公會、陶瓷工業同業公會

近年來國內發生多起外牆裝飾材掉落事件，有些案例導致人員傷亡。因此政府建築管理部門對既有外牆瓷磚黏著性能的品質及新建築物外牆瓷磚施工品質特別關心並進行相關研究。本研究計畫經由文獻評析與案例探討，發現多造成瓷磚掉落的原因包括混凝土底材劣化、修飾砂漿施工不良、黏貼施工不確實、黏貼時間過長等，致使瓷磚黏著失敗，除選用符合國家標準的接著劑避免錯用性質不良的接著劑外，要解決瓷磚脫落的根本的問題，更要訂定相關施工規範。

根據本研究試驗彙整後發現黏著方式對於抗拉接著強度的影響相當大且瓷磚尺寸、曝露環境黏著性能的影響接不同。因此修正現行瓷磚黏著施工綱要規範中強制要求需要雙面黏著可有效增加瓷磚抗拉接著強度，減少因接著強度不足導致瓷磚掉落之情形，另外針對接著劑於不同曝露環境下抗拉接著強度也需有規定，避免因暴露環境影響抗拉接著強度折減之情事發生。

建議二

中長期建議—瓷磚施作工程人員培訓制度建立。

主辦機關：勞動部勞力發展署

協辦機關：經濟部標準檢驗局

針對外牆瓷磚施工，瓷磚施材料(瓷磚、接著材料及填縫材料)、瓷磚施作前之底層(水泥砂漿粉刷及表面處理)、瓷磚施作(準備作業、牆面瓷磚施作、填縫及 VIII

瓷磚清潔與現場整理)及瓷磚施作後檢查等於施工技術手冊中均有敘明，然而國內目前泥水-面材鋪貼技術士的訓練並無標準程序或明確要求。本研究訂定技術手冊，規範外牆瓷磚施作程序，可作為技術士考核之項目。

Abstract

Keywords: Double-side adhesive installation, Technical Handbook of ceramic tile installation on building external walls

1. Introduction

Ceramic tiles have become one of the most popular building decoration materials in modern society. However, the external wall tiles that fall from building facades create major hazards, particularly for pedestrians' walking safety. This issue has been attracted much attention by public sector in Taiwan in recent years. From earlier experience, it is known that tiles fall because of adhesion failure between the tile and the adhesive (mortar) or between the adhesive and the substrate, or both. Thus, it is necessary and urgent to create a guideline on tile installation to prevent adhesion failure.

2. Research method and process

This program focuses on the factors affecting the exfoliation of external tiles, including adhesion materials, adhesive area, adhesive methods (single-sided adhesive and double-sided adhesive), types of adhesives, exposure conditions (ambient, high temperature and salt spray cycle). Strength test, open time test and slip test were conducted to explore the effect of the adhesive on the adhesion performance. Meanwhile, the technical handbook for external wall tile installation was also drafted based on the results of previous literatures and testing results.

3. Significant findings

(1) Causes for adhesion failure

- (a) Damage to the substrate due to deterioration of the concrete (eg reinforcement corrosion or alkali-aggregate reaction);
- (b) Poor construction on modified mortar;
- (c) Poor adherence;

- (d) Adhesion failure between the tile and the adhesive (mortar);
- (e) Tile back ditch shallow or high water absorption

(2) Test verification

Test results shows that the adhesion mode is the key factor affecting the tensile strength. Therefore, it is necessary to do the choice of adhesive for tile on long-term exposure to the environment.

(3) Draft a technical handbook for external wall tile installation

Four parts were included in the handbook for external wall tile installation which are materials, substrate, installation, and examination and verification.

4. Main recommendations

The following are the immediate and long-term recommendations.

Suggestion 1:

Immediate recommendation – to revise or update the specifications for tile adhesion.

Executive institution: Public Construction Commission, Executive Yuan

Join institution: Architectural Society of Republic of China, Ceramic Industry Association

A lot of external wall tile falling leads to casualties at present. Therefore, the performance of the external wall tile adhesion attracts more attention. The factors leading to adhesive failure include the deterioration of concrete substrate, modified mortar construction, adhesive construction, and the sticking time. Thus, both increasing adhesive properties and create a specification for the tile construction method are necessary and urgent.

Based on the test results, the adhesion method has a great influence on tensile

strength, meanwhile the tensile strength is different with different tile size and adhesion performance. To increase tile tensile strength effectively, double-sided adhesive should be required and suggested on ceramic tile adhesion. In addition, it is also necessary to ensure that the tile adhesion caused by tensile strength reduction in different environment.

Suggestion 2:

Establishment of Training System for Tile Operation

Executive institution: Ministry of Labor, Labor Development Agency

Cooperative institution: Bureau of Standards, Metrology & Inspection, M.E.O.A.

This project is aimed at the application of tile materials (tiles, adhesive and sealant materials), the substrate (cement mortar and surface treatment), ceramic tiles installation (preparation, wall tiles, tiling and tiles cleaning and site finishing) and inspection, However, the construction and processes of tile adhesion are not identical.

Through the results of this study, a unified external wall tiling procedure has been set up as a technical assessment item. The people who already have a technician qualification need to have a regular back-to-back system. To do so, it can effectively improve the domestic tile construction works and reduce the cost of re-paste after the fall and reduce the waste of materials to achieve energy saving and carbon reduction.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

壹、研究緣起

隨著國內建築物外觀品質需求，鋪設瓷磚已成為建築物內外裝修工程中不可缺少的一部分。然而近年來外牆瓷磚或石材破損掉落，導致國人受傷或死亡的案例不少，經新聞報導引起社會各界的注意，所以建築物外牆裝修工程防止瓷磚或石材脫落的相關技術，成為近年來營建業重要的研究課題之一。外牆瓷磚破損或石材剝落，不僅影響建築物美觀，更可能危害民眾生命安全；又因國內房屋構造多為屋齡超過 30 年以上的鋼筋混凝土建築物，由於施工品質未臻完善及使用中未能適當維護，混凝土結構發生劣化情況非常普遍，此不僅影響結構的耐久性與耐震性外，亦影響外牆瓷磚與結構體的接著強度，如不迅速進行建築物拆除更新，就需進行外牆局部瓷磚修補或整體更新，以維護使用安全與建物外觀。國內目前主要以水泥質砂漿為底材以接著劑黏貼瓷磚或陶磚，影響瓷磚或陶磚剝落或脫落的主要因素概分為兩部分：(1)為瓷磚或陶磚性質與接著劑性能，(2) 瓷磚或陶磚鋪設工法，所以為確保瓷磚工程品質，於設計階段時設計者即應選定正確的瓷磚、接著材料與工法，於現場施作時，必須確實監造，務必要求施工廠商按圖施作。內政部建築研究所為提升國內營建業外牆瓷磚工程的品質，於民國 104 年完成瓷磚接著劑與填縫劑性能規範研究及完成國家標準草案，業已函送經濟部標準檢驗局審議。本(105)年進行外牆瓷磚接著施工技術手冊研擬，以完備外牆瓷磚工程相關技術資料。

貳、研究背景

台灣位於菲律賓海板塊和歐亞大陸板塊的連結處，地震發生非常頻繁，台灣地理位置又受亞熱帶氣候影響，每年的 6~8 月為颱風高峰期，建築物各項構件中以外牆最易受到外力作用的影響，也是最容易發生劣化的地方，如大量的雨水沖

刷易造成瓷磚內部接著與外表受損，嚴重時即會發生瓷磚剝落，外牆瓷磚面潛藏著許多的危機或危險。近幾年，媒體時常播報瓷磚掉落砸傷或砸死國人的新聞，如基隆市最高的大樓，外牆飾材掉落砸死 7 旬婦人的案例[1]；人行道路地磚脫落破損造成路面顛簸，經常導致用路人跌倒受傷，行動不便的人更是主要受傷族群。依據我國建築法第 77 條第 1 項規定：建築物所有權人、使用人應維護建築物合法使用與其構造及設備安全。依同法第 95-1 條第一規定：違反第七十七條之二第一項或第二項規定者，處建築物所有權人、使用人或室內裝修從業者新臺幣六萬元以上三十萬元以下罰鍰，並限期改善或補辦，逾期仍未改善或補辦者得連續處罰。若老舊建築物外牆石材、瓷磚或類似物，掉落造成他人生命、身體或財物等公共安全危險時，可被處六萬元以上六十萬元以下的罰鍰。另外，公寓大廈管理條例第 56 規定：「獨立建築物所有權之牆壁，以牆之外緣為界、建築物共用之牆壁，以牆壁之中心為界」。

不同類別瓷磚使用的瓷磚接著劑有所差別。隨著業主對建築物外觀的更多元與多樣化的要求，目前國內使用的瓷磚尺寸、形狀、顏色及材質類型更為複雜，且用途及需求範圍愈加廣泛，雖然國內大量使用瓷磚做為外牆飾材，而針對不同性質接著材的黏貼的工法尚無適當的規範，為了避免因黏貼不當造成瓷磚剝落或破損，本計畫擬針對施工環境、材料品質、施工法及後續檢測方法研訂外牆瓷磚接著施工技術手冊。

第二節 研究目的

本計畫首先彙整國內外影響瓷磚黏貼失敗原因，提出影響接著強度與耐久性的關鍵因子，提出常見黏貼缺失與改善對策，並探討不同因子對瓷磚黏貼性能之影響，另外參考國內外相關瓷磚黏貼施工技術與檢測方法，配合國內之需求擬訂外牆瓷磚接著施工技術手冊，研究目的如下：

1. 彙整國內外影響現地外牆瓷磚接著品質原因。
2. 提出影響外牆瓷磚接著品質關鍵因素。

3. 探討各項因素對外牆瓷磚接著性能的影響。
4. 研擬外牆瓷磚接著施工技術手冊。

第三節 研究計畫重要性

台灣四面環海屬於地震帶，瓷磚接著強度易受外在環境影響產生剝落現象，然而政府公共工程或民間工程一般均使用有限經費完成興建工程，常因無適當瓷磚品質管理策略或方法，且建築物完工使用後又無適當的維護管理，以致無法有效防止外牆局部瓷磚剝落的發生，結果使用數年後即需要額外經費進行修補或甚至重建。一般而言，瓷磚工程經由適當的規劃設計、配比及施工，確保水泥砂漿及接著劑品質(如保水度，接著性等)，即使在惡劣的暴露環境下，瓷磚的接著可以達到品質標準而免於剝落或脫落；然而，實際建築工程案例顯示常因設計不正確、使用組合材料不當、施工品質欠佳或管理不完善等因素的影響，致使外牆瓷磚非預期剝落事件層出不窮。另有許多案例證明瓷磚施工法錯誤而導致損壞情形如台中市住宅大樓出現「爆磚」現象，200戶新屋，完工3年卻有近6成房屋的地磚有爆磚現象。高雄工務局統計高雄市16樓以上高層建築有1213棟，已完成前金、鹽埕、苓雅、鳳山、新興5區第一階段893棟老舊建築物外牆巡查，發現其中173棟都有瓷磚剝落情形，迄今僅4棟外牆瓷磚已修復完成。高雄工務局建管處因老舊建築物外牆瓷磚掉落會影響公共安全問題，強化公寓大廈管理維護及積極查察，初步發現外牆瓷磚剝落的173棟中，有5棟脫落情況較為嚴重，並公告提醒民眾行經該處注意安全，高雄工務局期能有效改善剝落問題，減少因外牆瓷磚剝落造成傷人或砸傷車輛等公安事件 [2]。而民國105年1月中旬寒流來襲，立法院群賢樓大樓外牆的瓷磚發生嚴重剝落現象，多片瓷磚從高樓掉落，大型吊車進駐院區進行維修工程，如圖1-1所示；杭州南路上建築物也曾發生瓷磚掉落，砸到一位行人，所幸傷勢不重無生命危險[3]，如圖1-2所示，原因是因為大氣氣溫變化，熱脹冷縮致使瓷磚剝落[4]。綜前所述，針對外牆瓷磚施工技術做系統

性彙整為目前最重要的課題，另外需針對施工環境、材料選擇、工法及後續檢測方法等影響瓷磚黏貼品質的因素進行模擬現地試驗，已確認主要影響因素。

本計畫擬進行砂漿配比與試體製作後，進行抗拉接著強度試驗、晾置時間(open time)試驗、抗滑移試驗，經由試驗數據評估瓷磚型式(背溝型式及深度)、黏貼工法(雙面及單面接著)、黏貼時間(5分鐘、10分鐘、20分鐘)對抗拉強度、晾置時間及滑移度的影響，並擬定國內外牆瓷磚施工技術手冊。



圖 1-1 瓷磚剝落劣化案例 1

(資料來源：[3])



圖 1-2 瓷磚剝落劣化案例 2

(資料來源：[4])

第四節 研究流程

本計畫先定義出明確目的與研究範圍，透過文獻蒐集並彙整後確認瓷磚脫落主要影響因素及試驗用接著劑(接著劑用水量依滑移試驗結果決定)，使用標準底材及不同晾置時間製作複合試體，採用空氣暴露、水中暴露與高溫暴露養護試體後，進行抗拉接著強度試驗、滑移試驗，評估滑移值控制加水量，決定接著劑配比。流程如圖 1-3 所示。

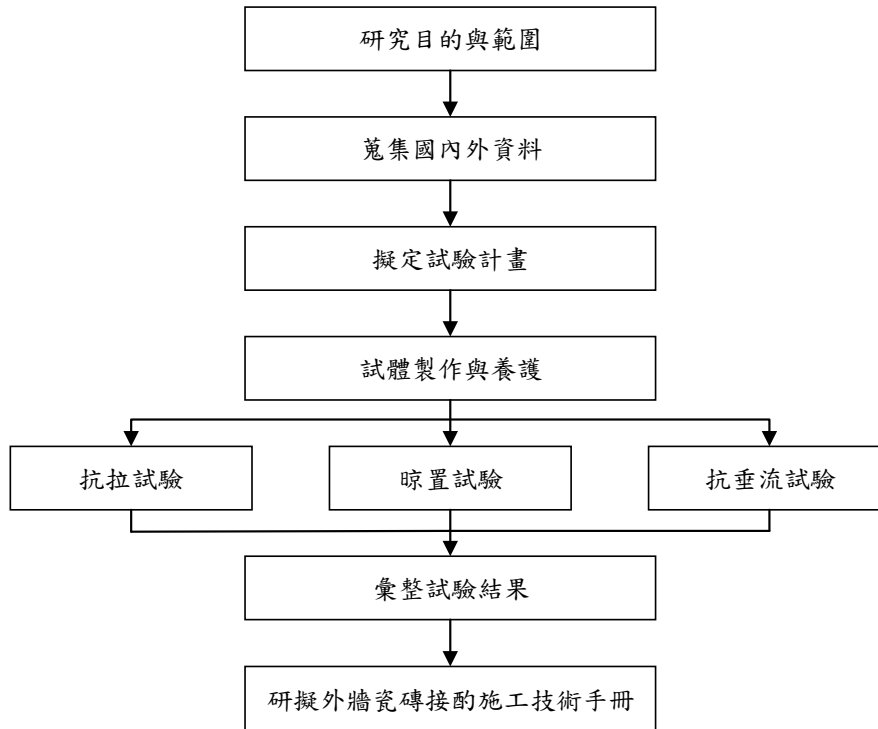


圖 1-3 研究流程

(資料來源：本研究)

第五節 研究方法及進度說明

本計畫主要探討國內外對於影響外牆瓷磚剝落的原因，針對材料特性(瓷磚吸水率、背溝型式及深度)、黏貼方式(單面黏貼及雙面黏貼)、黏貼時間(5分、10分、20分)、使用器具(木鏟刀及金屬鏟刀)對於抗拉接著強度的影響，擬定國家施工技術手冊草案。整個研究分為三階段，詳細研究進度如下圖 1-4。

第一階段：蒐集國內外對於影響外牆瓷磚剝落的原因。

第二階段：透過試驗驗證各項變因對接著性能的影響。

第三階段：擬訂外牆瓷磚接著施工技術手冊。

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
確立研究目的 與範圍	■											
相關文獻蒐集 與分析		■	■	■								
試樣製作與養 護				■	■							
進行各項試驗					■	■						
根據試驗結果 模擬各項變數 對接著性能之 影響							■	■				
擬定外牆瓷磚 施工技術手冊									■	■		
成果報告書											■	
預定進度 (累積數)	7.7%	15.4%	23.1%	38.5%	53.9%	61.6%	69.3%	77%	84.7%	92.4%	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>												

圖 1-4 研究進度

(資料來源：本研究)

第二章 文獻回顧

第一節 前言

現今陶磚、瓷磚接著劑被廣泛使用在不同的地方，不單僅用於高樓外牆、鋪面地磚、家用裝潢飾材等，在臺灣瓷磚及瓷磚接著劑使用量不少。瓷磚剝落的原因包括瓷磚品質不良、接著劑強度不足、接著劑與水泥砂漿的界面的強度不足等。瓷磚剝落詳細原因(1)外牆瓷磚貼著底層結構體膨脹：由於瓷磚係經由高溫燒結製成，磚體的乾燥收縮已完成，不會因為暴露環境的變化而發生變化。但與磁磚貼附的結構體、底床與瓷磚間的打底粉刷層水泥砂漿及不同界面的熱漲冷縮差異，會造成外牆瓷磚的剝離；(2)外牆貼瓷磚牆體內外的溫度差：在現代都市生活中，空調為調整室內環境的主要手段，但內部舒適的溫度與外界熾熱的溫度差異過大時，牆體本身不均勻的熱漲冷縮，會使瓷磚易於剝落，此現象於相較於日陰面，發生於日照面較為顯著。這在熱帶或寒帶國家尤其常見；(3)外牆瓷磚的顏色所致的吸熱性能的差異：深色瓷磚比淺色瓷磚吸熱率較高，會影響牆體的溫度變化，反之顏色較淺瓷磚吸熱率低，較不易影響牆身的溫度變化；(4)外牆牆體施工完成時間與外牆瓷磚貼著的時間差距：當趕工時，在外牆牆體施工完成後，若馬上進行瓷磚的貼著工作，由於外牆乾燥收縮未完全反應，瓷磚貼附後，經常發生剝離、鼓脹或斷裂的現。一般狀況下，構造體因為構造方式不同，所需等待的時間也不同；(5)外牆未妥善養護牆面，打底粉刷時未清理完全：常見的鋼筋混凝土外牆，可能過早拆除模板，使混凝土表面急速乾燥形成脆弱或易風化的表層，有時牆體施工完成後上部的施工用水或雨水滲流而污染牆面（如 礦物質、雜質、白華或青苔等），形成脆弱或易風化的表層，又可能打底粉刷時，沒有括洗清除或洗淨，讓施工中的灰屑沾附於牆面，容易造成瓷磚脫落。而超高層或高層建築物的傳統鋼筋混凝土構造的外牆，常因上下層施工完成時間相距過久，難以妥善維護；或因施工用的臨時用水管道自外牆外側引進水管接頭，或管壁破裂噴出的水汙染外牆面等；(6)瓷磚貼附作業時，打底粉刷層過乾或瓷磚本身的吸

水性過大，會使瓷磚膠泥的水份被吸收而失去接著強度：膠泥硬化所需的水份，如被底床或瓷磚所吸收，則硬化不能完全，此因膠泥的硬化是源於水化反應，缺乏水份會降低膠泥水化反應的程度，易造成瓷磚脫落；(7)瓷磚貼著用的膠泥如保水性差、乾燥快速，在瓷磚貼附前即已硬化，喪失接著強度：一般使用甲基纖維素(海菜粉)調拌膠泥，海菜粉做為保水劑，用來增長膠泥的塗附的工作時間(Working Time)，增加作業效率。但如使用保水性差的海菜粉，會使膠泥在附著前就硬化；(8)瓷磚貼著的施工時機未妥善掌握：瓷磚貼著用的膠泥即使保水性好，但若瓷磚貼著施工太慢，加以日曬、風吹會使膠泥形成不黏手的皮膜，一般瓷磚的貼著作業速度約為 20~25min/m²，因此每次膠泥的塗佈面積應依實際作業速度來控制。倘若表面形成皮膜，亦可以重新用梳型鏟刀抹過，打破皮膜後再貼著瓷磚；(9)膠泥塗佈厚度不足或嵌入厚度不足：一般硬底壓貼法，膠泥塗佈厚度約為 3~4mm(視外牆瓷磚的厚度而定，一般為其厚度的三分之一以上)。施工中有時為了加快作業速度或節省膠泥材料，只施以 2mm 的厚度，故膠泥乾燥變快，晾置時間縮短，而使外牆瓷磚貼著不確實，嵌入膠泥中的厚度不足，容易產生脫落；當膠泥厚度夠時，可用有小型震動機作敲擊作業使瓷磚密貼；(10)瓷磚的伸縮勾縫未妥善預留：外牆瓷磚的貼著施工若依內牆瓷磚的貼著方式作業，未預留適當的伸縮縫，瓷磚易於伸縮時相互推擠剝離，且若瓷磚完全覆蓋於外牆牆體，使建築物外層水份無法蒸發或吸收，會產生排斥外表瓷磚的現象；(11)瓷磚品質與瓷磚背溝：雖然有廠商提出射出磚的倒鈎型勾縫可增加瓷磚的抓力，但據前人研究發現其影響有限，主要因為瓷磚與漿體間的粘著強度遠大於漿體強度，且倒鈎設計可能也會阻礙滿漿而減低強度；(12)瓷磚的吸水率：一般瓷磚的吸水率全磁化瓷磚約為 1% 以下，半磁化瓷磚為 1~10%，陶質瓷磚為 10% 以上，試驗結果顯示吸水率高，瓷磚粘著強度就會高。半磁化瓷磚雖然比較容易接著，但在防止凍融損傷上以吸水率 4% 以下為安全限度；(13)外牆瓷磚施工後初期未妥善養護：膠泥初凝並非代表其硬固強度，故在完工初期的養護十分重要，應注意以下幾點：瓷磚完成部份如因天氣炎熱或日照，足使水化反應加速，應以帆布

或其他遮蓋物遮覆，否則會形成許多毛細孔，日後亦被破壞。瓷磚貼著完工數日內，以清水濕潤，增強膠泥的硬化強度。避免外牆瓷磚的吸熱性能破壞背溝部份的膠泥，因水份蒸發形成膨脹空氣積存在背溝中，會加速推擠瓷磚。

提升外牆磁磚工程施工品質對策包括(1)結構體：牆體施工管理應加強，防止因結構性的變形或龜裂損傷，對日陰面牆體的鋪設應掌握時機，在牆體乾燥未完全前勿施作外牆瓷磚貼著的作業（防止因牆體收縮而致的剝離）；貼瓷磚的牆體，若有空調設備，應在內側加設隔熱的設施，以防內外溫差太大；(2)施工前：牆體施工完成時間與外牆瓷磚的貼著時間兼具不宜過短，倘無法等候，應在外牆瓷磚的分割作適當的伸縮縫。外牆瓷磚貼著前應確實清潔牆體，必要時以進行酸洗。外牆瓷磚在施工前一天將牆體濕潤，防止因牆體吸水而施工時過於乾燥；(3)瓷磚選用：選用淺色外牆瓷磚，不但減少吸熱亦可降低外牆白華現象的顯著性。外牆瓷磚以釉面不吸水而內側吸水為佳。施工前一天，瓷磚亦需濕潤。選用背溝式的瓷磚較為適當，但背溝吸水率不能過大且需確實貼密，不可形成空氣層。貼瓷磚的膠泥應有適當的保水性，增加施工效率，並減少外界因素（溫度、風力、日照）影響瓷磚的貼著效果；(4)施工法：依不同的瓷磚採用適當的工法。正確選擇接著劑，不可勿將保水用的海菜粉當作接著劑；(5)初期養護：施工後 72 小時內應以帆布或其他遮蓋物來防止日曬雨淋或夜間結露，此會影響膠泥硬化的強度。如同混凝土在初期，瓷磚的養護非常重要，也是需要適當的養護，以提高其強度；外牆的養護常被人忽略，結果造成日後的破壞。

隨著自外力作用、長時間風化及施工不當，將引變成瓷磚破壞的主要因素。對鋪面地磚而言，一般發生在冷熱溫差變化極大的季節中，且大多是以施工方式不當所造成地磚隆起。因臺灣坐落於地震帶位置，及每逢 7 月 8 月強烈颱風襲來，導致高樓外牆瓷磚剝落甚為嚴重，使瓷磚接著劑破壞時間提前，而許多公共設施因早期損壞，則必須花費比原本設定更多的金錢來加以修補。

近幾年，臺灣高樓建築物普遍屋齡偏高，高樓外牆無法抵擋自然力破壞，產生大量瓷磚剝落現象，導致砸傷人口之趨勢逐年攀升，甚至死亡，避免外牆瓷磚造

成公共安全事故，是本計畫探討的重點。

(1)目前計畫重點之一為探討瓷磚剝落的原因，材料部分係依據 104 年度計畫成果「無機瓷磚接著劑及試驗法」，施工法係參考美國、日本、澳洲等國資料進行評估分析。

(2)針對不同工法進行試驗驗證施工法之可行性，並依文獻評估分析及試驗結果，研擬外牆瓷磚施工技術手冊。

第二節 影響外牆瓷磚剝落的原因

本計畫蒐集國內外影響外牆瓷磚剝落的原因，包括日本、新加坡、澳洲及香港等地資料彙整如下：

日本研究者曾對外牆瓷磚和接著劑進行了大量研究，其中一些研究成果非常完整，如參照EN 1348 和EN 12004標準，測試10種水泥接著劑在乾燥、潮濕、炎熱和結冰融化條件下的黏合強度。研究發現含大量二氧化矽(SiO_2 , 80–95%)和少量碳酸鈣(CaCO_3 , 0.5-3.4%)的接著劑試樣具有最大拉力接著強度[5][6][7]。

日本對牆磚剝落的研究，著重混凝土底層和黏合砂漿之間的表面所承受的熱應力影響，日本外牆瓷磚剝落多由此原因造成。由Mahaboopachai和Matsumoto帶領的一個研究團隊指出，由於各種組成材料熱脹冷縮程度不同而產生的內剪應力，是破壞外牆瓷磚的主要因素之一[8]。Rumbayan (2006) 對牆磚結構中的溫度分佈做了詳細的研究。研究發現當牆磚表面溫度達到 50°C 時，混凝土層和牆磚層的最大溫差約為 12°C ，此暴露環境導致黏合砂漿產生2.6 MPa的剪應力，是破壞牆磚使用性的主要因素之一[9]。Mahaboopachai等人(2008)曾於試驗室進行加熱試驗，旨在模擬外牆磚結構受到太陽照射情形，評估熱荷載下，混凝土和聚合物水泥砂漿(PCM)間離層剝落情況。研究發現當牆磚表面溫度達到 100°C 時，混凝土和PCM之間的界面裂縫長度擴散到近3 mm。當牆磚表面溫度達到 105°C ~ 120°C 高溫時，裂縫沿界面進一步擴散。試驗結果顯示組成材料的熱膨脹程度不同，是破壞外牆瓷磚結構的主要因素之一[10]。Mahboonpachai等人(2010)進一步

確認由裂縫擴散引發的界面剝落情況，期望透過界面剝落韌性找到解答（而非黏合強度）。他們在界面剝落力學原理的基礎上，進行了四點彎曲試驗[11]。

Michael Chew 已發表至少4篇有關外牆瓷磚的論文，分別是Chew(1992、1999a、1999b)和Chew 等人(1998)。通過試驗室研究，他們發現接著劑在施工過程中，黏合強度會受到溫度影響；但接著劑添加聚合物後，可顯著提高其黏合強度（當儲存於高溫如60°C時，提高28%到46%不等）[12、13]。Chew(1999a)更特別開展了全面的試驗，評估溫度對四種接著劑強度的影響：（1）接著劑A：水泥：砂：水=1:4:0.8，（2）接著劑B：與A相同，50%的水用聚合物代替，用作添加劑（3）接著劑C：水泥：砂：水=1:3:0.4；（4）接著劑D：與C相同，100%的水用聚合物代替，用作添加劑。結果顯示接著劑B的剪應力較接著劑A高出10%。添加聚合物的增強作用得到肯定。但是，接著劑D的剪應力比接著劑C低8%，與上述結果相矛盾。研究中分析，因過量使用聚合物會導致接著劑乾燥過快，而造成強度降低。研究還發現無論接著劑是否使用聚合物作為添加劑，當在高溫（40°C）和低溫（10°C）環境下使用時，黏合強度都會降低（降低10%到47%不等）。該研究推斷，已預熱表面會呈乾燥並快速吸收接著劑的水分，阻礙了水合作用。最終，研究發現高溫和潮濕對接著劑強度影響非常之大。熱力循環會導致拉脫強度下降18%到21%，而加濕循環則會導致拉脫強度下降6%到37%[14]。Chew(1999b)在下面引用了Ohama 等人的(1986)溫度對接著劑強度的影響理論：「水泥的水合過程中會抽去水分（由於較高儲存溫度而加速），水泥水合物上的緊密聚合物顆粒會形成連續的薄膜，薄膜與水泥水合物混合後形成一個整體網路，聚合物相與水泥水合相在其中相互交錯[15]。新加坡的研究由Guan 等人(1997a, 1997b)進行，這兩項研究也有關溫度的影響。Guan 等人(1997a)的研究指出，高溫會加速接著劑中聚合材料的熱降解，當溫度增加10°C，就很可能會使力學反應速率提升一倍[16]。Guan 等人(1997b)認為，降雨帶來的快速冷卻效果會產生熱衝擊，在牆磚平面上產生很高的垂直正向應力。這會不利於膠黏效果，導致出現裂縫和離層剝落。濕度的變化同樣會對牆磚產生影響[17]。其

他各國針對外牆瓷磚剝落原因的探討彙整詳如表2-1所示。

表 2-1 外牆瓷磚剝落原因彙整

外牆瓷磚剝落的原因				
	澳洲	香港	新加坡	英國
混凝土基底剝落，例如鋼筋銹蝕、鹼矽反應（ASR）等	引起剝落最常見的原因，尤其對於靠海的陽臺，氯化物引起鋼筋腐蝕、混凝土覆蓋不充分和未提供防水處理的地方。未提及鹼矽反應（ASR）或混凝土惡化。	混凝土剝落多是因混凝土覆蓋不充分而引起碳酸化，而較少因氯離子腐蝕。鹼矽反應（ASR）可引起問題但未見影響外牆瓷磚或批盪的報道。	鋼筋銹蝕與混凝土鹼矽反應（ASR）惡化都是導致瓷磚脫粘的原因。原因另外還有設計工人技術或者材料選擇。	混凝土基底惡化是導致瓷磚脫粘的原因。歸結於工人技術或設計上的問題。諸如鹼矽反應（ASR）的混凝土惡化未有記錄。
混凝土墊層的脫粘	由於工人培訓和使用不當材料和方法引起，少見並且具有局限性。	引起瓷磚剝落的常見原因在於墊層表面製備不良、黏膠劑增強方法使用不當，例如在黏合層或粗塗底，表面濕化不足或批盪不適合。另外，缺乏移動空間也是導致剝落的原因。	引起瓷磚剝落的主要原因在於基底表面的製備不充分、接著劑使用不當，例如在黏合層或粗塗底，表面濕化不足不適合以及缺乏移動空間。	與其他潛在原因依樣能導致瓷磚剝落。
瓷磚與其底部的剝落	一種局部性及僅可能由於工人技術不同或缺乏移動空間而引起的缺陷。	引起剝落的常見原因，特別會因玻璃紙皮石和水泥墊層產生作用而引至膨脹與脫	與香港情況類似，同樣是引起剝落的常見原因。熱力衝擊也被認為是可能引	剝落的原因與香港類似，另冷凍融化活動也會造成該現象。

續表 2-1 外牆瓷磚剝落原因彙整

外牆瓷磚剝落的原因				
	澳洲	香港	新加坡	英國
瓷磚與其底部的剝落		粘。使用不當的墊層材料也會產生此類問題，如應當使用接著劑時把泥灰底部與過底磚共同使用。	起剝落的原因之一。瓷磚表面溫度可高達70°C，而驟降大雨會引起溫度驟降，雨停後又會迅速重新升溫。	
瓷磚剝落	並非常見原因。	由於瓷磚製造問題或是不適當的暴露環境，釉面會剝落或從瓷磚基底剝落。瓷磚與黏結底作用影響，造成玻璃紙皮石惡化。	同香港。	瓷磚缺陷並非為常見剝落原因。
伸縮縫接位	並非常見剝落原因。	特別是在沒有提供伸縮縫的情況下（有可能是設計師希望避免接位帶來的視覺影響）伸縮縫沒有穿過整個磚底層和批盪厚度，或位置不正確。隨著時間過去，本應被替換的密封料出現惡化，從而導致接位剝落。	同香港。	同香港。

續表 2-1 外牆瓷磚剝落原因彙整

外牆瓷磚剝落的原因	外牆瓷磚剝落原因彙整			
	澳洲	香港	新加坡	英國
設計不妥善	鋼筋的覆蓋與保護準備不足，如缺少防水措施導致鋼筋銹蝕和瓷磚批盪剝落。	未按要求正確設計出伸縮接位。未有詳細指定合適且相容的材料。	建築上的細節所帶來的問題，這與香港類似。	諸如材料選擇、細節設計、遮雨板的使用等與設計相關的問題仍然會引起缺陷。
維護保養與修復	修復瓷磚或批盪離層剝落通常發生在局部剝落。	常常是修理時才想到保養。修復採用切除與替換、與基底黏合的方法。更完整的修復或翻修包括塗層、覆蓋以及整體移除。	保養上與香港類似，通常只是清理瓷磚、具體剝落發生之後進行修復。	與香港、新加坡情況類似。批盪系統通常採用剔除和更換的方法進行修補。含有瓷磚的會採用更換瓷磚、真空輔助化學樹脂穩定穩定和外敷的方法。

(資料來源：參考書目[17])

第三節 常見瓷磚劣化情形

外牆瓷磚常見劣化現象:浮起、龜裂、局部破損、白華，髒污，圖 2-1 為常見瓷磚剝落類型，詳述如下。表 2-2 為常見瓷磚工程缺失及對策彙整。

1. 浮起-為水泥砂漿、混凝土軀體等異種材料間接著界面產生的間隙，受到乾溼、溫度變化等反覆作用之應力於接著表面，影響接著強度，進而分離。
2. 龜裂-因應力而衍生軀體的變動及打底水泥砂漿的變動時，所造成的龜裂，會造成瓷磚與接縫表面的割裂，形成瓷磚脫落的原因。
3. 白華-瓷磚表面或接縫處，水泥粉刷表面產生白色析出物時，表示瓷磚或水

泥後方可能已產生空隙而且有水滲入，也就是說有可能已經發生浮起的現象。

4. 局部破壞-常見於開口隅部、龜裂部位，不同時間之混凝土澆置介面，尤其為外牆瓷磚採用深溝縫工法時須特別留意。
5. 髒污-需判斷是附著於表面的髒污，或是因瓷磚或水泥後面有水滲入而造成。

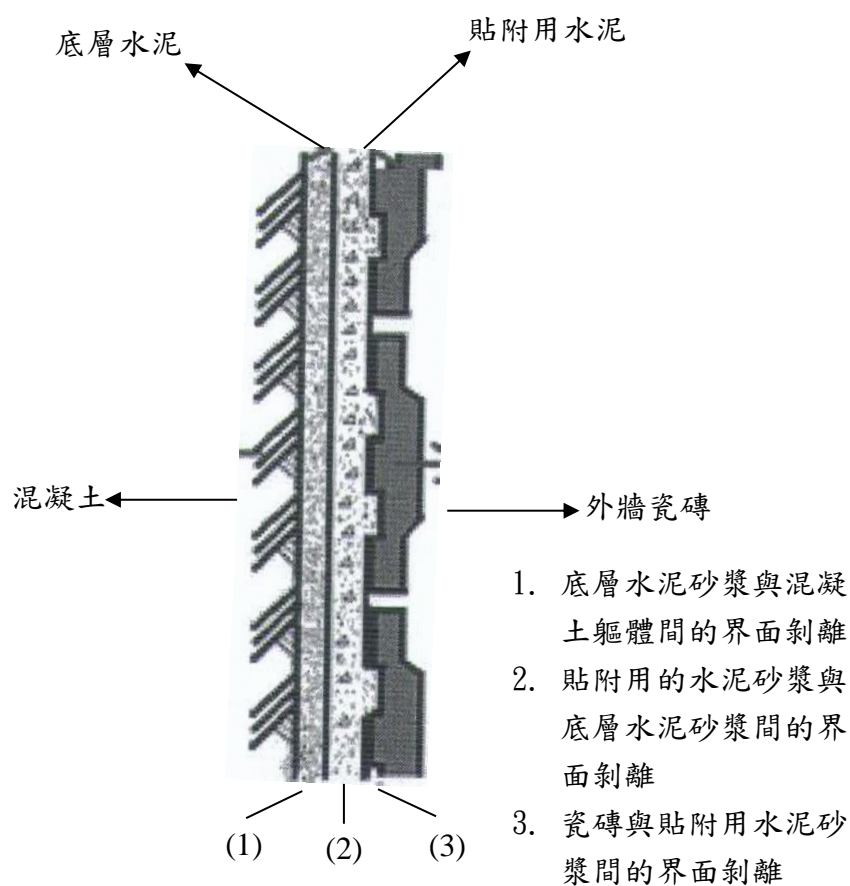


圖 2-1 瓷磚剝落的類型

(資料來源：參考書目[17])

表 2-2 常見瓷磚工程缺失及對策彙整

名稱	現象 (原因)	對策
白華 「白華現象」，俗稱 「白花」、「吐鹼」、「吐灰」、「吐糞」，更有人稱它為「壁癌」	白華的現象： 因外部滲透水之侵入使凝土內可溶解成分再度析出表面而形成	白華的現象防止： *防止雨水滲入瓷磚以及牆體的內部，如果瓷磚施工前底材有蜂窩或孔洞時，應先用水泥砂漿或加有樹脂或防水劑的水泥砂將充分補實在進行底材的粉刷。 *如果孔隙或蜂窩甚多時可用防水水泥砂漿處理。 *底材必需粉刷平整。 *模板存留物如夾板碎片或鐵絲等雜物務必清理乾淨。 *鋪貼瓷磚，應使瓷磚的背面與底材充分密合，不可有空洞產生。 *注意灌漿時的飽滿狀況，不可有蜂窩或孔洞產生。 *勾縫作業使用防水韌性材料並密實填補 *大型瓷磚可採取 1. 先採塑性環氧樹脂防水背膠 2. 水泥砂漿添加防水劑必要注意灌漿時的飽滿狀況，不可有蜂窩或孔洞產生 3. 底部瓷磚採篋空施工法，預備排水
釉裂	釉裂是瓷磚表面的釉面龜裂成很細的不規則紋路	注意不要選到以低溫燒成的陶質磚
瓷磚龜裂	瓷磚龜裂是指瓷磚胚體本身產生龜裂並且連同釉面一起裂開	*傳統無機系接著劑較易發生原因之一為底材未待乾燥就鋪貼瓷磚 *帶底材完全乾燥後再鋪貼瓷磚
	陶板、調溼板、薄板等易碎氫質板材較易發生本體龜裂	*建議使用具有塑彈性之 MS、MPU 等有機系接著劑系列

續表 2-2 常見瓷磚工程缺失及對策彙整

名稱	現象(原因)	對策
瓷磚脫落	氣溫過低 (凍脹 0°C 以下)	*由於瓷磚含水率過高因結冰膨脹而脫落，鋪貼瓷磚時應選擇吸水率在 3% 以下的瓷磚
	熱漲冷縮	*在鋪貼瓷磚時宜設置勾縫，以增加瓷磚熱漲冷縮的適應力 *使用無機瓷磚系接著劑時依廠商指示添加一定比例之高分子材料如：樹脂乳膠液、SBR 乳膠液、ED 等 PU 壓克力共聚乳膠液以加強其彈性應變力 *建議使用具有塑彈性之 MS、MPU 等有機系接著劑系列，並依產品作業要點施工
	抗地震或高樓搖晃	*建議使用具有塑彈性之 MS、MPU 等有機系接著劑系列，並依產品作業要點施工。
	瓷磚黏貼不牢	*建議使用具有塑彈性之 MS、MPU 等有機系接著劑系列
	瓷磚系屬光滑表面或不吸水之面磚	
瓷磚脫落	採用水泥砂漿等無機系接著劑	*主要是鋪貼用的水泥砂漿或接著劑塗抹後度不夠 *因材質影響 (如拌合比例錯誤、材齡過期、塗置時間) 掌握不佳等造成接著力不足所致 *確認、檢視是否依產品 (接著劑) 特性要點施工
	採用有機系接著劑 MS、MPU 鋪貼面磚	*面磚或打底面太潮濕，含水率過高需待 1-3 天乾燥後再施工 *表面油漬汙染以高壓水柱清洗表面，等充分乾燥再施工 *確認、檢視是否依產品 (接著劑) 特性要點施工 *濕膠後置放 (未貼合前)，時間過長，導致表面已呈膠化現象

續表 2-2 常見瓷磚工程缺失及對策彙整

名稱	現象(原因)	對策
脫落面在底材黏貼瓷磚的接著劑與瓷磚一起脫落	使用的是無機系接著劑(如水泥砂漿等)主要原因是打底面過於平滑,或接著用的水泥砂漿水份被陶質磚吸乾,或瓷質磚背溝過淺所致 使用的是接著劑屬有機系 MS、MPU 接著劑系列	*打底用的採砂粒徑選擇較粗者,並用木鏟刀打底必要時再以鋼刷刷粗 *採用陶質磚時施工前必須使陶質磚充分浸水 *採用背溝有倒勾或背溝有足夠深度的瓷磚 *施工時應避免所完成且尚未發揮接著強度的部分,受到不合理的震動 *確認、檢視是否依產品(接著劑)特性要點施工 *檢視鋪貼面是否潮溼、油污或粉塵

(資料來源：參考書目[17])

第四節 國外瓷磚施工技術彙整

瓷磚施工相關材料包括瓷磚、底層砂漿及接著劑,其與與瓷磚工程瑕疵或劣化有密切關係,設計上應特別注意,另外施工法對瓷磚工程品質亦有具體影響,而施工完成後檢測方法對於瓷磚工程品質管理有重大意義,概述如下。

壹、瓷磚

瓷磚一般係指透過多種礦物混合加工後,經過高溫燒結,使各種礦物的成份重新結合成另一種物理特性的產品。其特性包括:

1. 吸水率

吸水率為代表瓷磚品質重要指標, CNS9737 依面磚吸水率分為以下 4 類:

- (1) Ia 類(瓷質): 吸水率 0.5% 以下
- (2) Ib 類(瓷質): 吸水率超過 0.5%, 3.0% 以下
- (3) II 類(石質): 吸水率 10.0% 以下
- (4) III 類(石質): 吸水率 50.0% 以下

2. 背溝

一般瓷磚之設計為便與水泥砂漿等之接著牢固，與面磚之背後所做成之凹溝或凸條。CNS9737 5.7 節在使用場所之標示中，標示有可能使用於屋外壁面者，其背溝之形狀及深度，依 CNS3299-2 第 7 節(背溝之形狀及深度測定方法)之規定測定，須符合下列規定。

(1) 背溝形狀

形狀為倒勾狀，由製造廠商訂定。倒勾狀系指如圖 2-2 之(a)所示，在背溝大略先端部之寬度(L_0)與大略底根部之寬度(L_1)，其相互關係成 $L_0 > L_1$ 之形狀者。又如(b)所示之背溝時，其背溝之深度(h)，(L_2)係背溝在 $1/2h$ 之寬度，須符合 $L_0 > L_2$ 之關係。尚有如(c)所，在(a)及(b)以外之形狀時，只要其大略底根部(L_3)，能符合 $L_0 > L_3$ 之條件者，得視為倒勾狀[18]。

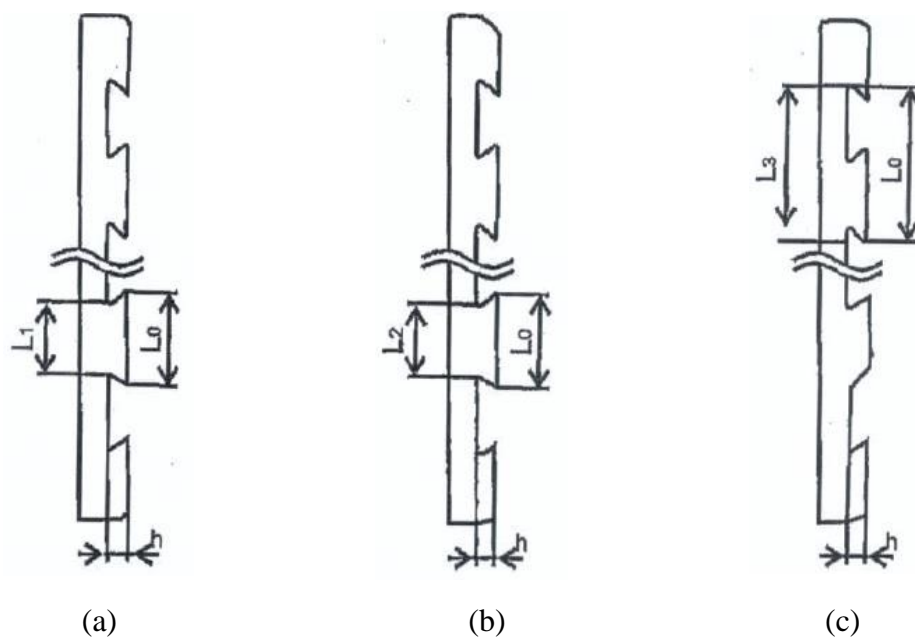


圖 2-2 常見背溝示意圖

(資料來源：參考書目[18])

(2)背溝深度

在製作尺度所訂定部分之背溝深度，須符合下列之基準。惟面磚之端部設有傾斜時，不包含該部分，詳細背溝深度之基準如表 2-3[18]。

表 2-3 背溝深度基準

面磚表面之面積 ^(a) (cm ²)	背溝之深度 ^(h) (mm)
15>X	X≥0.5
60>X≥15	X≥0.7
X≥60	X≥1.5 ^(b)
註(a)具有複數面之異形磚時，適用於最大面之面積。 (b)在附圖 5 所規定之面磚模短標稱尺為 M150×50 及 M200×50，須為 1.2mm 以上。 (h)背溝之深度最大為 3.5mm	

(資料來源：參考書目[18])

貳、接著劑

瓷磚面磚與底材之間結合必須經由瓷磚接著劑，即使瓷磚本身性質穩定，若接著劑材料使用不當，將使瓷磚產生嚴重劣化狀態。因此，依造接著材料所蘊含的性質，像安全性、施工性、接著強度等，透過試驗更改用量及用法，來掌握材料特性以及品質。

1. 水泥砂漿

使用水泥砂漿做為瓷磚水泥砂漿做為瓷磚接著材料時，對於水泥砂漿材料之組成及配比需嚴格控管，若無注意其工法及時效管制，在施工時，易造成瓷磚接著不佳且嚴重劣化[18]。

2. 含高分子摻料水泥砂漿

市售水泥砂漿為多孔性材料，抗拉強度弱、易龜裂、防水性低、及接著力弱等缺點，可加入高分子材料，改善水泥砂漿品質。常用液態高分子系列材料如表 2-4 所示。

表 2-4 液態高分子材料系列

分子材料	功能(適用點)	俗稱
天然橡膠乳膠	為保持高固成分(60-70%)通常添加有金屬鹼。使用時須注意調至適當 pH 值。屬環保型，可加強水泥砂漿抗龜裂性及耐衝擊性。	NR 乳膠
合成橡膠乳膠	市面上以 NBR 及 SBR 乳化製成之水泥外加劑最多。具有加強接著強度，抗拉強度，防止收縮，添加一定比例以上，達到防水功能。	NBR 乳膠， SBR 乳膠
熱塑性樹脂乳液	壓克力系 (MMA) 及醋酸乙烯系 (EVA) 為最常用，除了增加接著強度及抗收縮性外，MMA 具有增強耐候性及防水功能。	MMA 乳化劑， EVA 乳化劑
熱硬化性樹脂乳液	環氧樹脂(EPOXY)系對新舊水泥之搭接強度有顯著之效果，在所有水泥外加劑中，增加強度最為顯著，除不耐日光曝曬室對外場合下使用。酚醛樹醛 (phenolic)，對水泥砂漿具有抗化學性質及抗電弧性質。	EPOXY， phenolic

(資料來源：參考書目 [18])

3 外加劑

(1) 甲基纖維素(俗稱海菜粉)

一般在瓷磚工程中所使用外加劑維甲基纖維素(海菜粉)居多，透過包裝指示，

依照比例與清水調製成海菜粉漿體最為常見。甲基纖維素(海菜粉)簡稱甲基纖維素，為一種高親水性，易於水結合之黏滯性材料，加入水泥砂漿後，用來作為水泥砂漿保水緩凝劑，主要目的延長水泥初凝施工時間。但過量使用，則破壞水泥性質及強度[18]。

(2) 防水劑

為了達到防水效過而添加，常見使用有 SBR、NBR，橡膠乳劑或 ED 壓克力乳劑，一般添加量為水泥砂漿總體 10% 左右，且具有高效能防水能力。

(3) 接著增強劑

水性環氧樹脂(Epoxy)，水性壓克力系(ED)依照比例添加後，能夠有效增加砂漿對不同材料之接著力。

(4) 抗龜裂外加劑

如 EVA 乳膠，ED 壓克力乳膠，能夠降低水泥砂漿在硬化時所產生之熱能，同時含有樹脂與水泥砂漿之間的 IPN 交聯功能，使水泥砂漿增加凝聚力、抗衝擊性及降低收縮。

本研究依前期研究案針對瓷磚水泥質接著劑性能國家標準草案中所訂定接著劑分類、類型(class)與其他特殊性質詳如表 2-5、表 2-6 與表 2-7：

- 1 普通接著劑
- 2 改質接著劑
- F 快凝膠凝接著劑
- T 防滑型接著劑
- E 延長開始時間接著劑
- S 具特殊變形特性的膠凝接著劑
- P 可與外部膠合板黏結的接著劑

表 2-5 接著劑命名與分類

類型	數別	類別	描述
C	1		普通膠凝接著劑
C	1	F	普通快凝膠凝接著劑
C	1	T	普通防滑移膠凝接著劑
C	1	FT	普通快凝防滑膠凝接著劑
C	2		改善性質接著劑
C	2	E	改善性質膠凝接著劑及延長晾置時間
C	2	F	改善性質快凝膠凝接著劑
C	2	T	改善性質防滑移膠凝接著劑
C	2	TE	改善性質防滑移及延長晾置時間膠凝接著劑
C	2	FT	改善性質快凝與防滑移膠凝接著劑

(資料來源：參考書目[19])

表 2-6 膠凝接著劑規格 - C

分類	性質	需求	試驗方法
C1 - 普通膠凝 接著劑 (基本性質)	拉力接著強度	$\geq 0.5 \text{ N/mm}^2$	CNS 12611
	浸水後拉力接著強度	$\geq 0.5 \text{ N/mm}^2$	CNS 12611
	熱老化後拉力接著強度	$\geq 0.5 \text{ N/mm}^2$	CNS 12611
	凍融循環後拉力接著強度	$\geq 0.5 \text{ N/mm}^2$	CNS 12611

續表 2-6 膠凝接著劑規格 - C

分類	性質	需求	試驗方法
C1 - 普通膠凝 接著劑 (基本性質)	晾置時間：	$\geq 0.5 \text{ N/mm}^2$	CNS 12611
	拉力接著強度	晾置時間不少於 20 min	
C2 - 改善性質 膠凝接著劑 (附加性質)	拉力接著強度	$\geq 1.0 \text{ N/mm}^2$	CNS 12611
	浸水後拉力接著強度	$\geq 1.0 \text{ N/mm}^2$	CNS 12611
	熱老化後拉力接著強度	$\geq 1.0 \text{ N/mm}^2$	CNS 12611

(資料來源：參考書目[19])

表 2-7 膠凝接著劑規格 - C - 特殊性質

特殊特性	性質	需求	試驗方法
T-防滑移	滑移	$\leq 0.5 \text{ /mm}$	
F-快凝接著劑	拉力接著強度	$\geq 0.5 \text{ N/mm}^2$ 6hr 內	CNS 12611
	晾置時間： 拉力接著強度	$\geq 0.5 \text{ N/mm}^2$ 晾置時間不少於 10min	CNS 12611
	全部其他需求至少或優於表 2 所列 C1 接著劑	參考表 2 C1 接著劑	
S-橫向變形	可變形接著劑(S1)	$\geq 2.5 \text{ mm}, < 5\text{mm}$	
	高度可變形接著劑(S2)	$\geq 5\text{mm}$	

續表 2-7 膠凝接著劑規格 - C - 特殊性質

特殊特性	性質	需求	試驗方法
E-延長晾置時間	延長晾置時間： 拉力接著強	$\geq 0.5 \text{ N/mm}^2$ 晾置時間不少於 30min	CNS 12611
P-可與外部膠合板黏結的接著劑	普通外部膠合板接著(P1)	$\geq 0.5 \text{ N/mm}^2$	CNS 12611
	改善性能外部膠合板接著(P2)	$\geq 1.0 \text{ N/mm}^2$	CNS 12611

(資料來源：參考書目[19])

參、施工法

台灣傳統的瓷磚鋪貼工法有硬底施工與軟底施工兩種，硬底施工法又可以分為壓貼工法與才貼工法兩種，瓷磚施工流程如圖 2-3 所示。

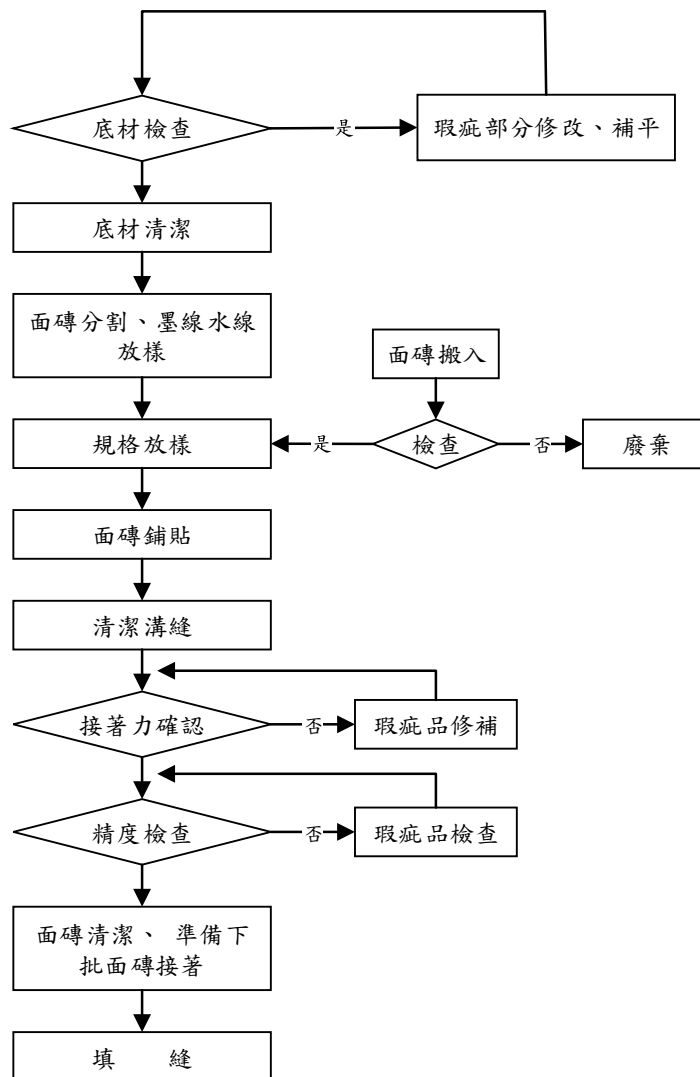


圖 2-3 瓷磚施工流程圖

(資料來源：參考書目[18])

1. 傳統瓷磚鋪貼工法施工前之前置作業[18]

- (1) 應先檢查牆體有無裂縫、凹凸不平、表面硬化不良以及附著物存在。牆體若有裂縫、蜂巢時應予以適當處理。
- (2) 牆體若有附著物存在，混凝土表面硬化不良或殘存之模板之散板，脫模時應以高壓水沖洗或以鋼刷將之清除乾淨。
- (3) 若牆體為混凝土磚或紅磚等吸水性大的材質構成時，應在塗抹或粉刷面材前適度地以水濕潤之。對於吸水顯著的牆面應事先以水濕潤至面乾內飽和狀態，

也可塗抹可調整吸水性之材料或混有添加劑（如合成樹脂乳劑等）之水泥漿等材料以調整其吸水性後才可進行後續之作業。

- (4) 採用添加劑時，應選擇不會在施工完成後產生膨脹，造成牆面接著力降低之材質，使用時並應遵從製造廠商的規定進行稀釋。
- (5) 對於採用金屬模板完成的表面光滑的混凝土底材，應先以混有添加劑（如合成樹脂乳劑等）的水泥漿塗抹後，接著才可進行後續之作業。

2. 打底作業[18]

傳統硬底瓷磚鋪貼工法須先行在結構體表面進行打底作業，打底作業依工程材料供給、合約價格、底材表面精度等條件不同，而有以下幾種施工方法：

- (1) 水泥砂漿薄層粉刷工法。
- (2) 水泥砂漿二次粉刷工法。
- (3) 水泥砂漿三次粉刷工法（底面誤差過大時採用）。

3. 水泥砂漿薄層粉刷工法

宜依下列規定內容施作：

- (1) 各層粉刷厚度在 7mm 以下。
- (2) 各層粉刷厚度合計應在 10mm 以下。
- (3) 薄層粉刷材料可採用添加促進施工與增加接著強度之添加劑的水泥砂漿。

4. 水泥砂漿三次粉刷工法、水泥砂漿二次粉刷工法

宜依下列規定內容施作：

- (1) 各層粉刷厚度在 7mm 以下。
- (2) 各層粉刷厚度合計應在 25mm 以下。
- (3) 以二次或三次水泥砂漿粉刷做為其他工程之底材時，最上層之表面狀態應配合其他工程需求，做適當的處理。

肆、檢測方法

本計畫彙整各種接著性能檢測方法如下表2-8所示[20]：

表 2-8 接著性能診斷方法

診斷方法	原理	優點	缺點	註
打診法	利用打診棒等工具敲擊牆，依據聲音的差異判別牆面的健全部及浮起部。	因為可以近距離實施，固可同時確認浮起以外的損傷狀況。	會因檢查者熟練度的差異而導致檢測結果不同。 長時間作業會影響判斷能力，需設置休息時間。 需額外搭設鷹架等動設施，故須檢討安全性及經濟性。	1. 可與紅外線裝置法並用。 2. 缺陷位置的尺寸若為 50mmx50mm 的話，無法使用打診法檢測。
紅外線裝置法	利用瓷磚、水泥浮起部與健全部之熱傳導的不同，透過量測溫度差來調查有無剝離現象的發生。	可遠端操作，且能掌握概括性的瓷磚浮起範圍。	會受季節、天候、時間、氣溫或建物冷暖氣機發熱影響。	1. 可與打診法並用。 2. 缺陷厚度越薄越難檢測出來，若小於 1mm 容易提高錯失缺陷的機率。 3. 瓷磚已有膨脹或剝落現象卻和周邊的東西夠密切接合的話，幾乎無法使用紅外線裝置髮剪促出來。
超音波法	藉由超音波探傷器的原理，由發信探觸子與受信探觸子間固定的傳播距離以量測傳播時間，依據時間的差異判斷外牆現況。		使用鷹架等輔助工具進行超音波調查時，瓷磚與探觸子之間必須保持密接狀態，為量測正確的傳播時間亦須其他輔助探傷器的輔助工具，因此目前並未使用於實際外牆測量。	已有開發出以超音波探傷原理的機器人式診斷器。

(資料來源：參考書目[20])

第三章 試驗計畫

第一節 前言

本計畫試驗項目為兩部分：第一部為試驗室試驗。使用市面上較為常見之材料依據滑移試驗結果決定用水量製作試體，進行晾置與抗拉接著試驗，評估各變數對於瓷磚接著性能之影響。第二部分為利用試驗室試驗結果，進行現地驗證試驗，利用抗拉接著強度評估工法之適切性。

1、試驗變數

本計畫除選擇適當瓷磚接著劑利用滑移試驗結果決定拌合水量，並經由晾置時間檢測，評估最長施作時距，其他變數包括瓷磚性質（瓷磚尺寸(接著面積)、黏貼方式(單面黏貼及雙面黏貼)、曝露環境，製作試體（底材接著劑與瓷磚）進行試驗探討變數對於接著性能的影響。

2、試驗材料與試體製作

兩種不同接著劑透過滑移試驗決定用水量，進行晾置試驗決定量置時間定於5min，將瓷磚接著劑與水拌置完成後梳抹於符合 ISO 13007 要求 7cmx7cmx2cm 製作之板材上，晾置 5min 後黏貼瓷磚(吸水率 0.3% 以下無背勾瓷磚)，並施加载重 30sec，再曝露於不同環境中，每組製作 5 個試體。雙面黏著則於瓷磚表面梳抹接著劑後再進行黏貼工作。

3、試驗方法

(1) 滑移試驗(ISO13007)

檢查瓷磚，保證其為乾燥、潔淨。使用此規範瓷磚須達到以下類型：V2 型，符合 GB/T4100.1 之瓷磚，吸水率 $\leq 0.2\%$ ，為上釉。具有平整接著面，表面積為 $(100\pm 1)\text{mm} \times (100\pm 1)\text{mm}$ ，質量為 $(200\pm 10)\text{g}$ 。

標準測試條件應為 $(23\pm 2)^\circ\text{C}$ 和 $(50\pm 5)\%$ 的相對濕度。確保鋼尺置於混凝土板之頂端，這樣當混凝土板垂直豎立時，會與鋼尺的底部邊緣保持同一水平。

鋼尺下緣使用遮蔽膠帶黏貼，長度為 25mm。先在混凝土板上塗抹瓷磚接著劑，使用齒型抹刀和底板保持 60°傾斜角，順混凝土板刮過，靜置兩 min，再將瓷質磚分別放上刮過後砂漿上，分別以 5kg 砝碼按壓 30sec，接著將底板垂直豎立，20min 後觀察瓷磚是否有滑移，滑移需 $\leq 0.5\text{mm}$ 。如圖 3-1。

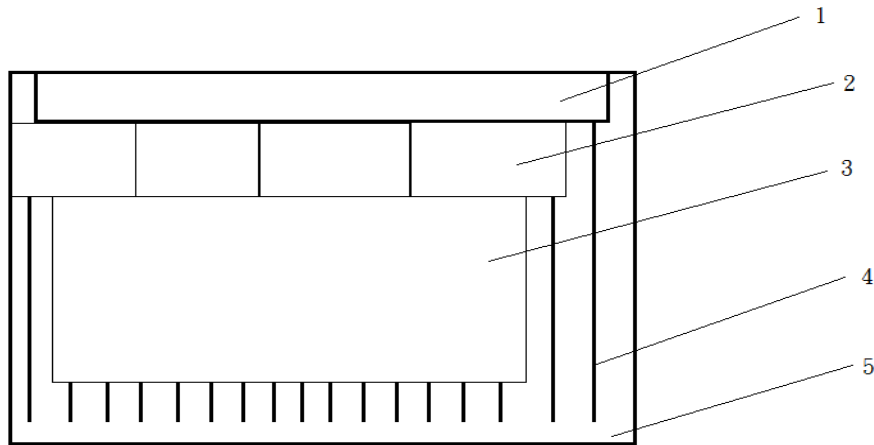


圖 3-1 滑移試驗示意圖

(資料來源：本研究)

1:鋼尺 2:遮蔽膠帶(25mm) 3:瓷磚 4:接著劑 5:混凝土底板

(2) 晾置試驗

標準測試條件應為 $(23\pm 2)^\circ\text{C}$ 和 $(50\pm 5)\%$ 的相對濕度。檢查瓷磚，保證其為乾燥、潔淨，表面積為 $(100\pm 1)\text{mm} \times (100\pm 1)\text{mm}$ ，質量為 $(200\pm 10)\text{g}$ 。將接著砂漿抹於底板上，靜置 20min 後，分別將 3 塊瓷磚放置接著砂漿表面，以 2kg 砝碼壓制 30sec 鐘後，先將瓷磚右轉 90 度，再左轉 90 度拔起，觀察瓷磚與接著砂漿附著面積為多少百分比。如圖 3-2 所示：

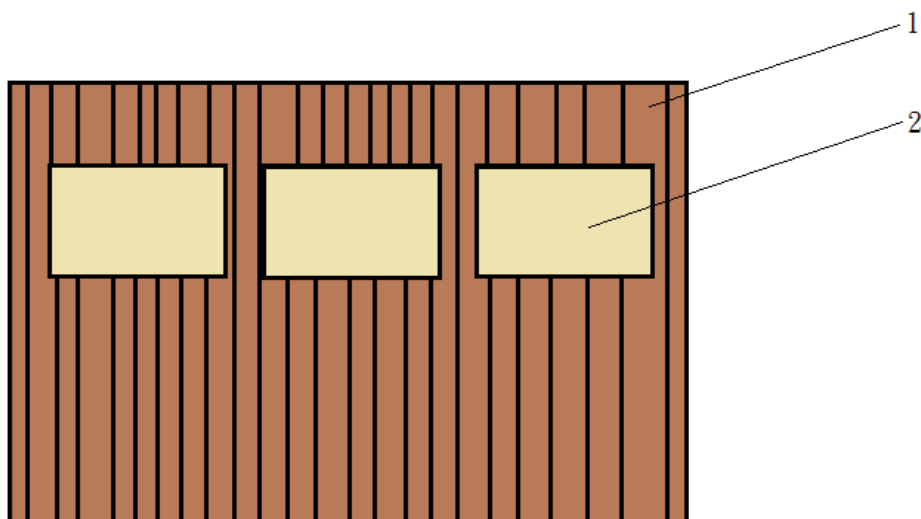


圖 3-2 晾置試驗示意圖

1:水泥接著砂漿 2:瓷磚

(資料來源：本研究)

(3) 抗拉接著強度(ISO13007)

標準測試條件應為 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 和 $(50 \pm 5)\%$ 的相對濕度。使用直邊鏟刀塗抹一層薄薄砂漿在混凝土板。然後塗抹較厚層並使用在中心 12mm 處具有 6mm \times 6mm 凹口之鏟刀梳理。鏟刀保持到基材的角度約 60° ，在一個合適的角度，從混凝土板的一個邊緣畫過並平行於板邊緣（在一條直線上）。

於在 30sec 內塗抹接著劑，放置之瓷磚上所有接著劑不超過 4 肋 (rib)。每個瓷磚用 (20 ± 0.05) N 加載 30sec。在標準條件下儲存 27 天後，用適合的高強度接著劑（如環氧接著劑）黏結拉頭板與瓷磚。在標準條件下另外再儲存 24h 後，以 (250 ± 50) N/s 的速率增加施力，決定接著劑的拉伸接著強度。各種環境條件下養護的方式如下表 3-1。

表 3-1 抗拉接著強度試體不同曝露環境

單面接著 (5min 晾 置)常溫曝 露	環境溫度 23±2 度)相 對濕度(50±5%)風速 <0.2m/s)	用適宜高強膠黏劑將拉拔接頭黏上於環境溫度 23±2 度)相對濕度(50±5%)風速<0.2m/s)養護		
	27 天	24hr		
單面接著 (5min 晾 置)浸水曝 露	環境溫度 23±2 度)相 對濕度(50±5%)風速 <0.2m/s)	取出放置 於(20±2)度 水中	用適宜高強膠黏劑將拉拔接 頭黏上	放入水中
	7 天	20 天	7hr	17hr
單面接著 (5min 晾 置)熱老化 曝露	環境溫度 23±2 度)相 對濕度(50±5%)風速 <0.2m/s)	取出放置 於(70±2)度 烘箱中	用適宜高強膠黏劑將拉拔接頭黏上於環 境溫度 23±2 度)相對濕度(50±5%)風速 <0.2m/s)養護	
	14 天	14 天	24hr	

(資料來源：本研究)

(4) 鹽霧循環

引用 CNS 11607 鹽霧曝露環境，將試體進行常溫養護 28 day 後，將試樣放置試樣條件分別為 4hr 20±5°C 的噴霧過程和 2hr 35±2°C 乾燥過程總體以 6hr 為一循環，持續進行 40 個循環後再進行抗拉接著強度試驗。

其中噴霧液依照相關組程標準為化學試藥級氯化鈉(純度 99% 以上，20°C 比重為 2.17，分子量為 58.44g/mol)與導電率低於 20 μS/cm 的去離子水調配成濃度為 5±0.5W/V%，且比重在 35°C 為 1.026 至 1.032 之間的溶液，pH 值則調整於 6.5~7.2 範圍內。

(5) 現地試驗

於透過昔用之工法進行於牆面進行瓷磚鋪貼針對昔用工法探討可能造成接著強度不足之原因，並提出針對硬底施工單面黏著、硬底施工雙面黏著及軟底施工的施工步驟並按照此步驟黏貼瓷磚進行現地拉拔試驗，評估訂定工法之可行性。

第四章 試驗結果

第一節 抗滑移試驗結果

使用兩種品牌接著劑製作試體進行抗滑移試驗，其結果及試驗情形如表 4.1 及圖 4.1 所示，滑移量過小會導致工作性不足不易施作，可透過調整水固比控制滑移量於 0.450~0.500mm 下之水固比，進行晾置試驗及抗拉接著強度試驗。

表 4-1 水泥砂漿抗滑試驗結果

接著劑	水固比	滑移量(mm)
A 廠牌	0.250	0.065
	0.265	0.430
	0.270	0.483
	0.280	0.503
B 廠牌	0.265	0.193
	0.270	0.253
	0.285	0.468
	0.290	0.505

(資料來源：本研究)



圖 4-1 滑移試驗圖

(資料來源：本研究)

第二節 晾置試驗情形

圖 4-2 及 4-3 分別為 A、B 廠牌晾置試驗結果，可以發現隨著晾置時間由 5min 增至 20min 瓷磚黏著面積有顯著的減少，因此本研究之試驗將晾置時間訂於 5min 進行後續瓷磚抗拉接著強度試體製作。

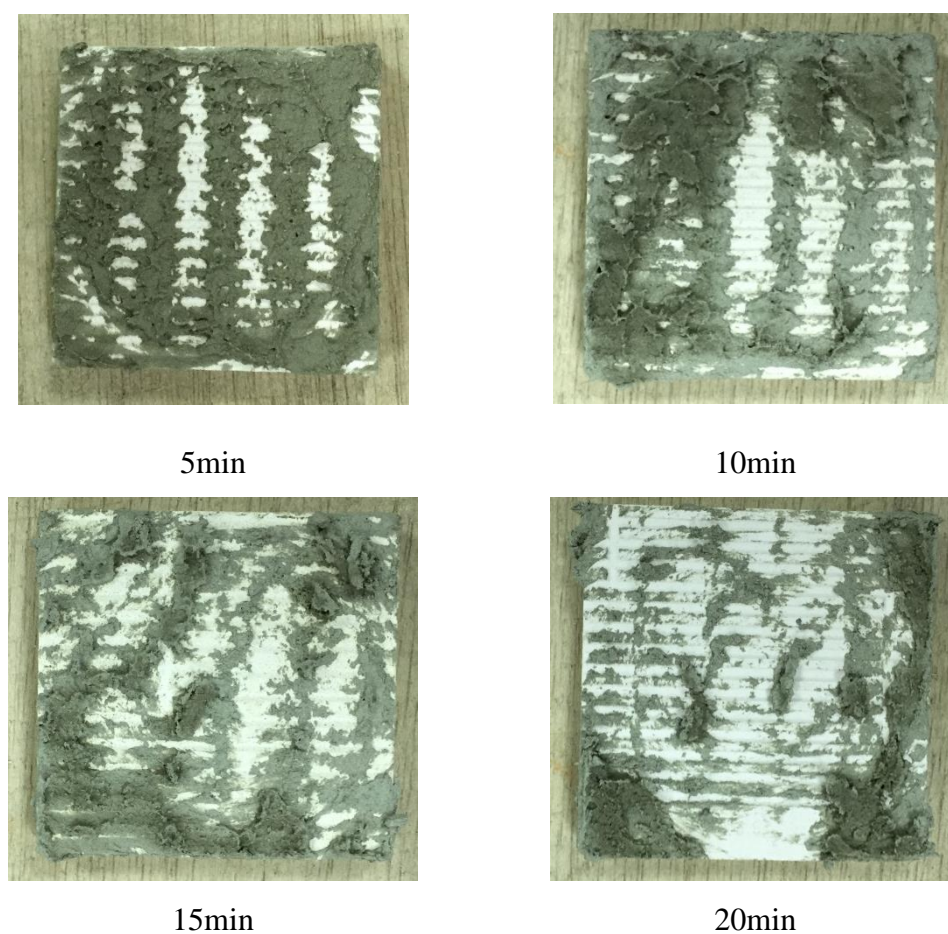


圖 4-2 廠牌 A 晾置試驗結果

(資料來源：本研究)

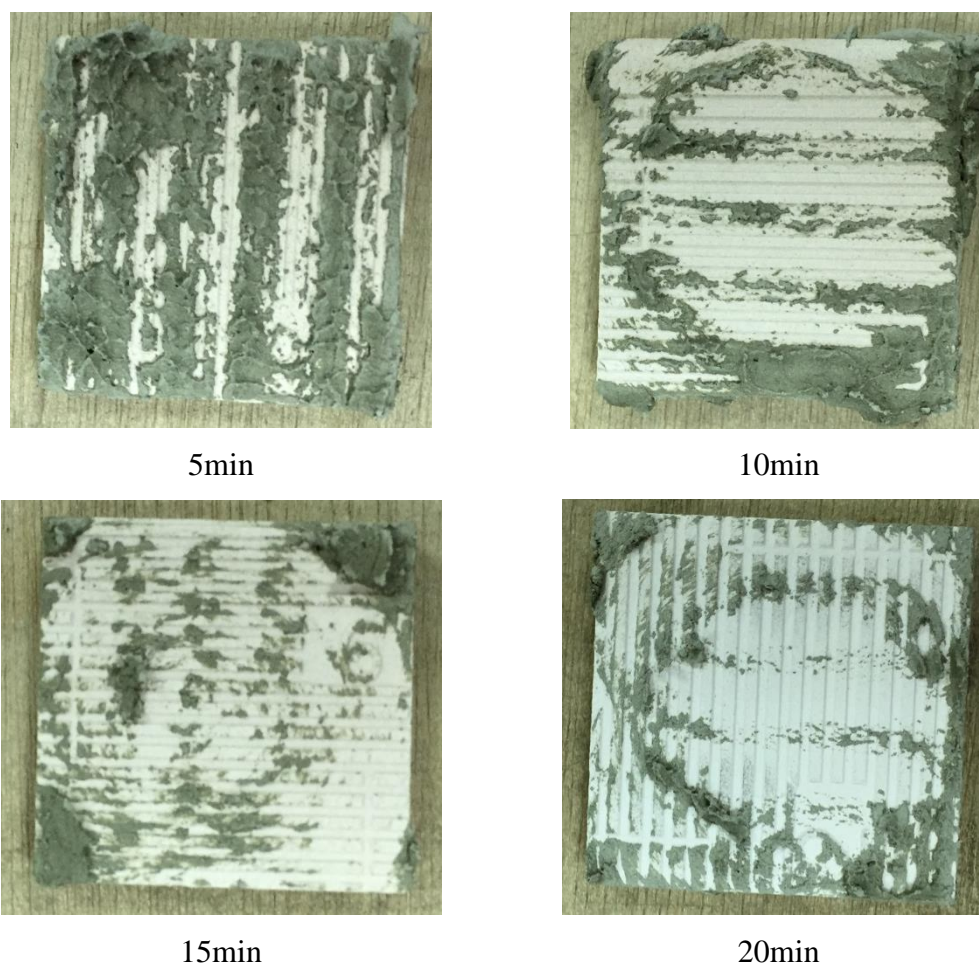


圖 4-3 廠牌 B 晾置試驗結果

(資料來源：本研究)

第三節 抗拉接著強度試驗

本研究之抗拉接著試驗變數包括瓷磚接著面積、黏貼方式、不同廠牌瓷磚接著劑及不同曝露環境，以下針對個變數對於抗拉接著強度的影響分別論述。

壹、不同瓷磚接著面積對於抗拉接著強度的影響

圖 4-4~ 4-7 為使用 A、B 廠牌瓷磚接著劑下不同瓷磚接著面積對於抗拉接著強度的影響。結果顯示使用 A、B 廠牌瓷磚接著劑當瓷磚接著面積由 16cm^2 增至 25cm^2 差異並不明顯。

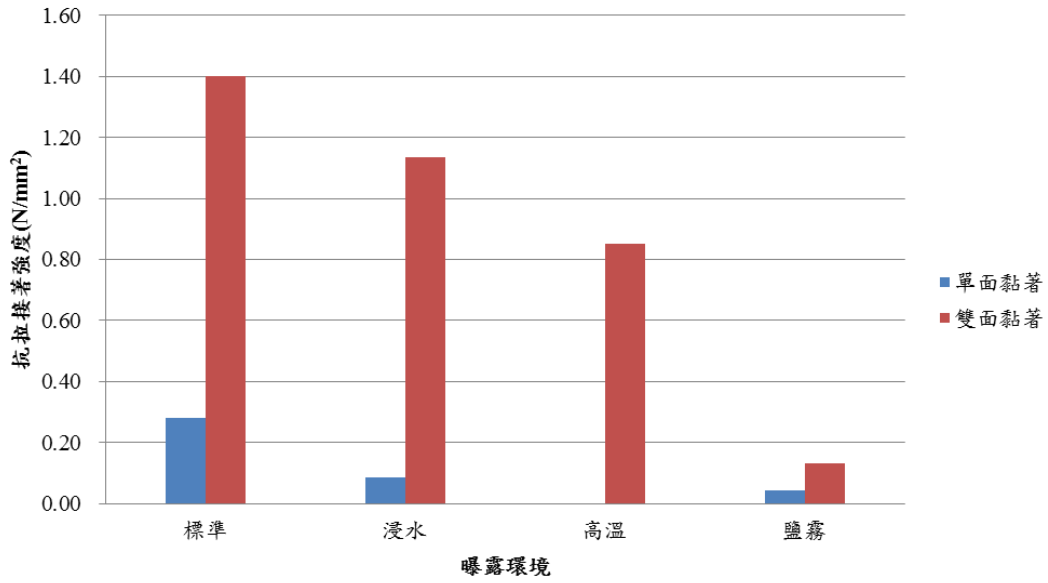


圖 4-4 廠牌 A 接著劑不同曝露環境下抗拉接著強度(瓷磚 40x40 mm)

(資料來源：本研究)

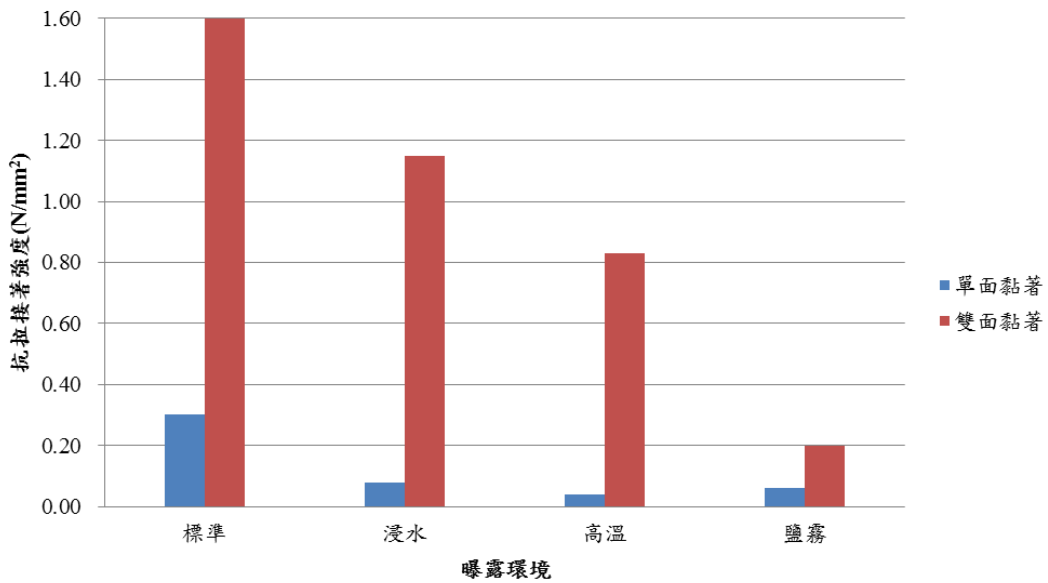


圖 4-5 廠牌 A 接著劑不同曝露環境下抗拉接著強度(瓷磚 50x50 mm)

(資料來源：本研究)

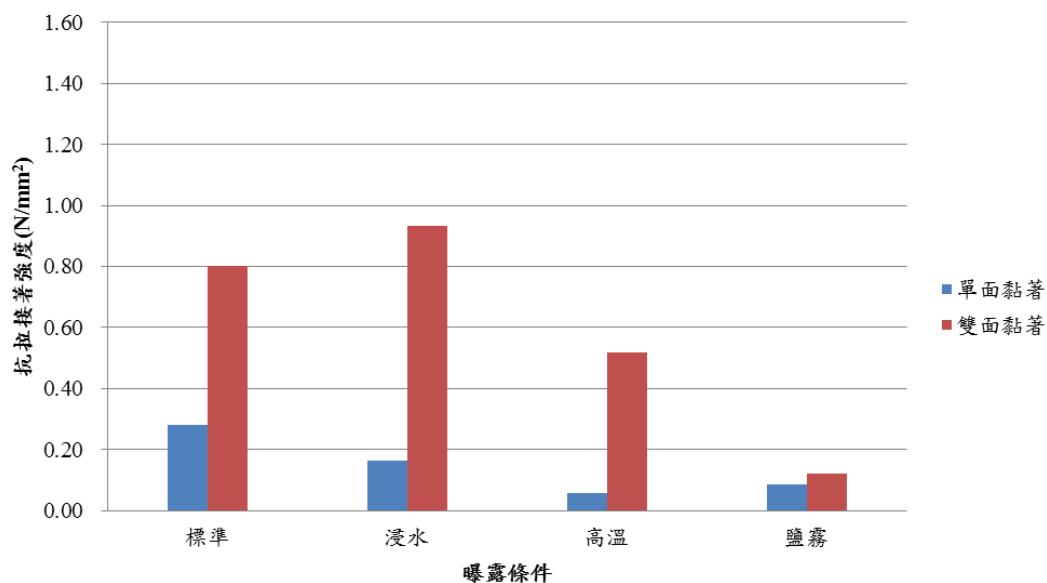


圖 4-6 廠牌 B 接著劑不同曝露環境下抗拉接著強度(瓷磚 40x40 mm)
(資料來源：本研究)

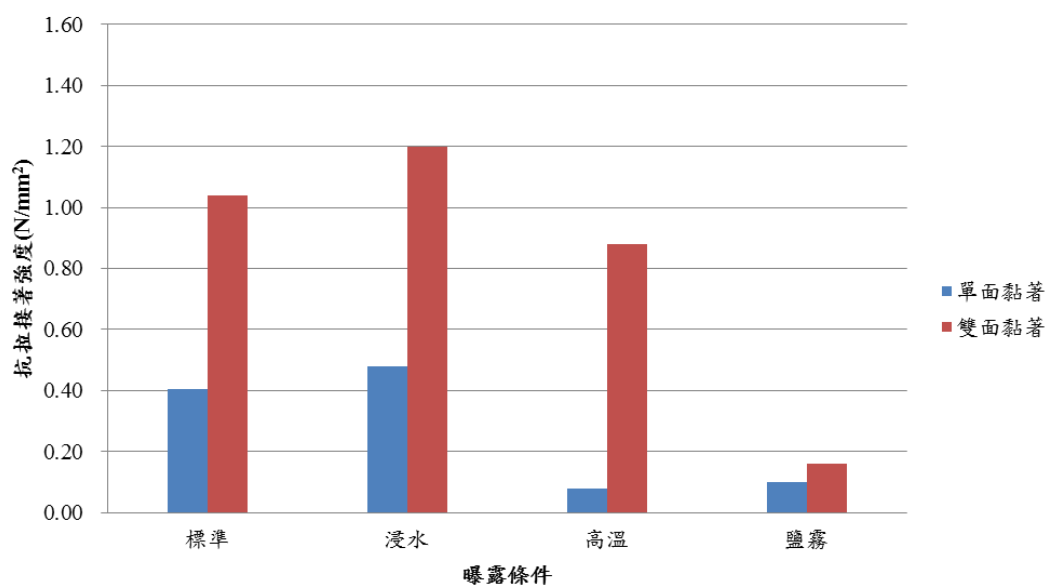


圖 4-7 廠牌 B 接著劑不同曝露環境下抗拉接著強度(瓷磚 50x50 mm)
(資料來源：本研究)

貳、不同黏貼方式對於抗拉接著強度的影響

圖 4-8~圖 4-11 為使用 A、B 廠牌使用不同黏貼方式下抗拉接著強度試驗結果。顯示不論是 A 或 B 廠牌在單面黏著的抗拉強度皆不符合 $>0.5\text{N/mm}^2$ 之要求

而於雙面黏著時抗拉接著強度都有顯著了增長，除了鹽霧環境外皆符合 $>0.5\text{N/mm}^2$ 之規定，因此本研究建議於瓷磚黏貼施作時建議使用雙面接著的方式進行黏貼，以確保瓷磚抗拉接著強度的足夠。

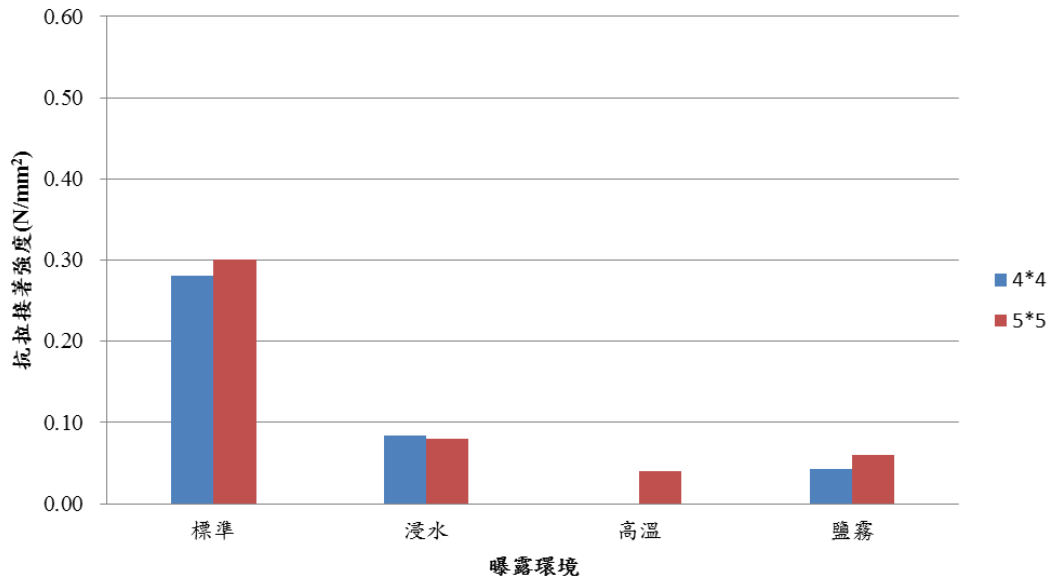


圖 4-8 廠牌 A 接著劑單面接著於不同曝露環境下抗拉接著強度 (資料來源：本研究)

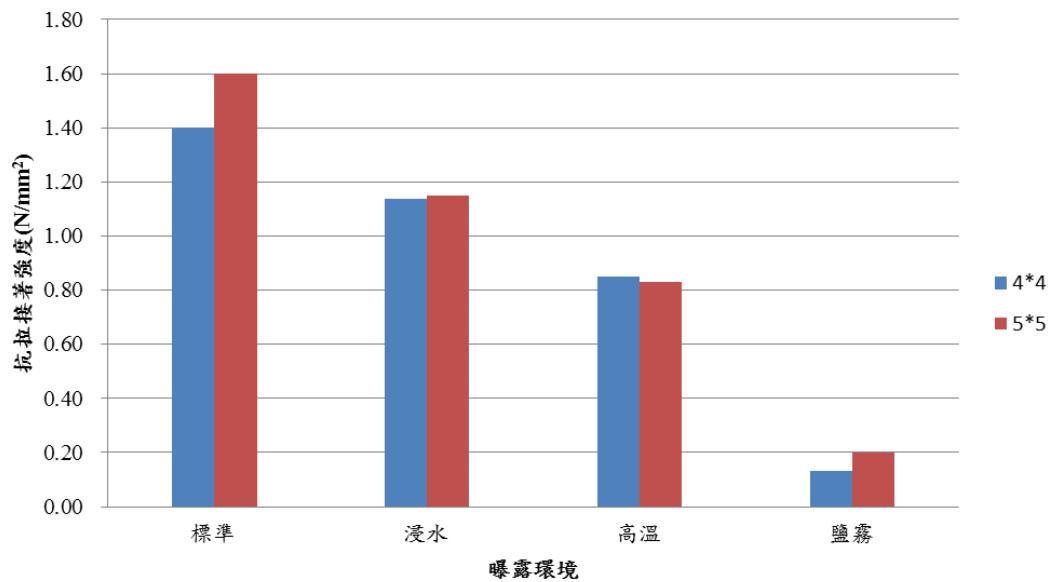


圖 4-9 廠牌 A 接著劑雙面接著於不同曝露環境下抗拉接著強度 (資料來源：本研究)

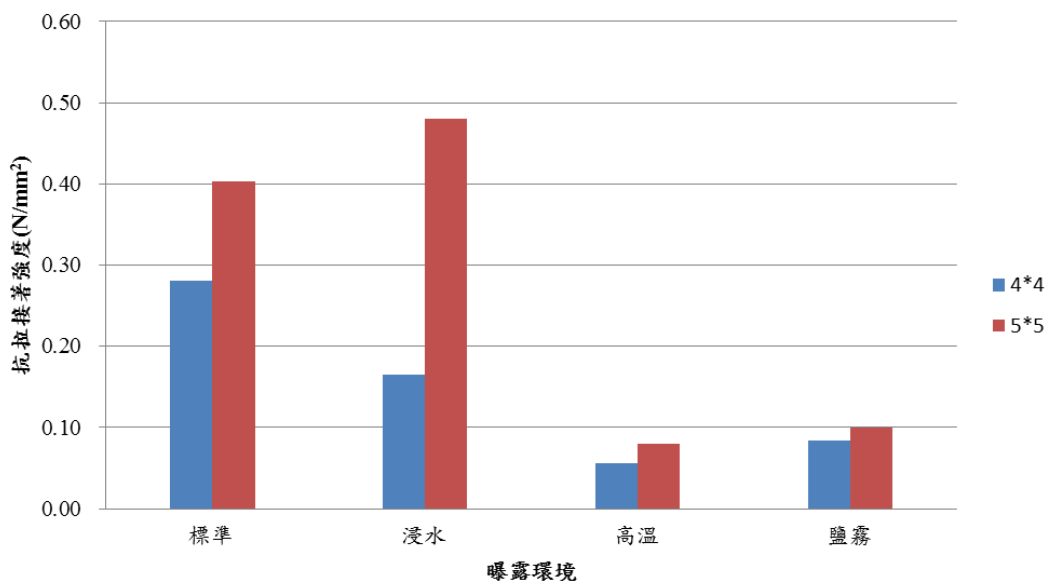


圖 4-10 廠牌 B 接著劑單面接著於不同曝露環境下抗拉接著強度
(資料來源：本研究)

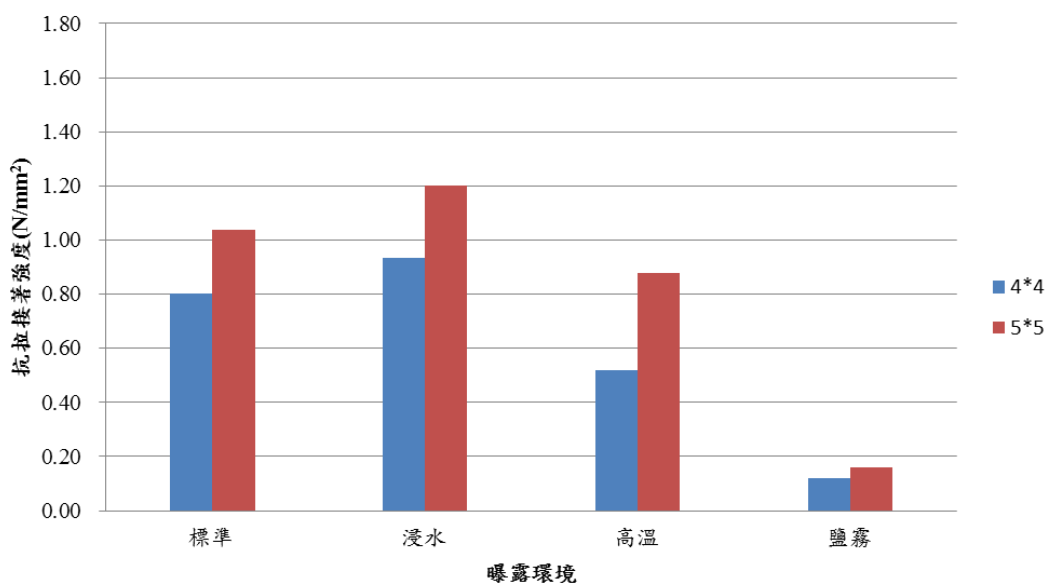


圖 4-11 廠牌 B 接著劑雙面接著於不同曝露環境下抗拉接著強度
(資料來源：本研究)

參、不同瓷磚接著劑對於抗拉接著強度的影響

圖 4-8~圖 4-11 為使用 A、B 廠牌抗拉接著強度試驗結果。顯示 A 廠牌瓷磚

接著劑在單面接著黏貼方式下於各曝露環境中的抗拉接著強度皆不符合 $>0.5\text{N/mm}^2$ 之要求，而於雙面接著黏貼後除了鹽霧環境外皆符合 $>0.5\text{N/mm}^2$ 之要求，B 廠牌的結果亦然顯示兩個廠牌的瓷磚接著劑於雙面黏貼的方式下皆能符合抗拉接著強度 $>0.5\text{N/mm}^2$ 之要求。然而於標準、高溫及鹽霧環境下 A 廠牌抗拉接著強度相較於 B 廠牌來的高顯示 A 廠牌對於高溫導致接著劑成膜減少接著強度的抵抗力較佳，而於浸水環境下 B 廠牌抗拉接著強度相較於 A 廠牌來的高顯示 B 廠牌對於浸水導致瓷磚接著劑接著能力下降的抵抗力較佳。

肆、不同曝露條件對於抗拉接著強度的影響

圖 4-8~圖 4-11 為使用 A、B 廠牌抗拉接著強度試驗結果。於標準環境下 A 及 B 廠牌單面黏貼的抗拉接著強度皆不符合 $>0.5\text{N/mm}^2$ 之要求，而於雙面接著黏貼後符合 $>0.5\text{N/mm}^2$ 之要求，且 A 廠牌之瓷磚抗拉接著強度相較於 B 廠牌來的高。於浸水環境下，及 B 廠牌單面黏貼的抗拉接著強度皆不符合 $>0.5\text{N/mm}^2$ 之要求，而於雙面接著黏貼後符合 $>0.5\text{N/mm}^2$ 之要求，且 B 廠牌之瓷磚抗拉接著強度相較於 A 廠牌來的高，顯示 B 廠牌瓷磚接著劑對於抵抗浸水造成抗拉接著強度折減的影響較少。於高溫下 A 及 B 廠牌單面黏貼的抗拉接著強度皆不符合 $>0.5\text{N/mm}^2$ 之要求，而於雙面接著黏貼後符合 $>0.5\text{N/mm}^2$ 之要求，且 A 廠牌之瓷磚抗拉接著強度相較於 B 廠牌來的高，顯示 A 廠牌瓷磚接著劑對於高溫造成瓷磚抗拉接著劑成膜導致抗拉接著強度抵抗能力較佳。於鹽霧環境下不論是單面或是雙面黏著各廠牌抗拉接著強度皆不符合 $>0.5\text{N/mm}^2$ 之要求，推測可能為鹽霧試驗中氯化鈉透過瓷磚與底材中的間隙滲入瓷磚接著劑破壞原有接著面導致瓷磚抗拉接著強度有顯著的減少，因此後續需針對鹽霧導致抗拉接著強度不同之原因更進一步的探討並提出改善之對策增加接著劑之耐久性。

第四節 現地試驗

現地試驗部分主要分為第一部分於現地根據昔用之方式進行磁磚黏貼，探討其可能產生問題。提出一較為完備之施工方式，按照此步驟進行瓷磚現地黏貼並

探討工法之可行性。

壹、瓷磚現地實驗

案例一

於海洋大學校內依照目前最常見方法進行瓷磚修補黏貼，歸納現行瓷磚接著的硬底施工步驟大致如圖 4-12，詳細敘述如下：

1. 將欲施作瓷磚鋪貼的區域進行打底，待打底層乾了以後進行瓷磚鋪貼。
2. 調配接著劑，將海菜粉加入水中靜置約 1~2hr(比例約 25kg 的水:0.5kg 海菜粉)。
3. 靜置後將水泥加入海菜粉溶液中進行拌合(海菜粉溶液與水泥比例約 2:1)，拌合完確保有均勻拌合後便可直接進行瓷磚鋪貼。
4. 瓷磚鋪貼完成後，可直接進行填縫。
5. 填縫完成，清洗表面。



海菜粉與水攪拌後靜置



與水泥攪拌製作接著劑



填縫作業



接著劑進行梳抹

圖 4-12 現地硬底施工試驗步驟照片

(資料來源：本研究)

此案例與硬底單面接著相似，但許多步驟並不完備可能造成瓷磚接著力的不足的問題

案例二

目前軟底工法於外牆瓷磚鋪貼工程之應用較少，本案例為內牆地磚濕式軟底施工瓷磚鋪貼，歸納現行瓷軟底施工步驟如圖 4-13 所示，詳述如下：

1. 清理混凝土表層，避免雜質影響抗拉接著強度。
2. 測定基準點，再以墨斗線彈出水準線或用標準餅做出基準高度。
3. 表面灑上適量水分。
4. 灑上適量水泥粉。
5. 將水泥與砂及水以 1：3：1 的比例混合成水泥砂漿鋪設於牆面。
6. 用押尺整平抹平至標記點。
7. 劃定瓷磚規劃尺寸及施工地點。
8. 將瓷磚直接鋪貼於水泥砂漿面上。
9. 鋪貼過程中已槌柄輕敲瓷磚面材上，且於鋪貼過程中維持鋪貼之平整性。
10. 鋪貼完成後以濕海綿將瓷磚面材擦拭乾淨。
11. 待磁磚面才與砂漿完全凝固後，在以海綿鏟刀填縫並清潔乾淨。



清理表層



測定基準點



水泥砂漿鋪設



鋪貼瓷磚



表面清潔

圖 4-13 現地軟底施工步驟

(資料來源：本研究)

貳、瓷磚接著施作之方法

本團隊由國內外施工技術文獻及與現地施作上的問題部份提出硬底施工及軟底施工之方法，詳述如下。

1. 硬底工法：常見硬底工法步驟如下：

- (1) 界面接著劑：清理混凝土表面後，表面塗抹界面接著劑(如瓷磚接著劑或樹脂水泥砂漿或砂漿)將混凝土表面略微補平。
- (2) 粗胚打底砂漿：塗抹 1：3 水泥砂漿打底並以木鏟刀抹平使表面平整。厚度約為 1~2.5cm。
- (3) 細胚整平砂漿：待粗胚面硬固後，塗抹 1：2 或 1：1.5 水泥砂漿以金屬鏟刀鏟平使表面平整。厚度約為 0.3~0.5cm。

- (4) 底層打診：使用打診法評估底層是否有膨空現象，若有膨空則敲除重新施作打底作業。
- (5) 瓷磚分割放樣：待細胚砂漿硬固後，首先先做水平基準線後，再依照瓷磚計劃在牆面用墨線做分割放樣，建議每一區間不超過一平方公尺，目的是除了維持瓷磚的整齊外，也可以間接控制瓷磚接著劑的晾置時間不會過長。
- (6) 瓷磚鋪貼：塗抹瓷磚接著劑，進行瓷磚黏貼。首先逐一於已畫分單位的細胚整平砂漿上平塗瓷磚接著劑，塗抹厚度約 5~7mm，再用梳型鏟刀刮出凹凸紋路，(梳型鏟刀的鋸齒深度與寬度選用需依照瓷磚背溝型式及深度的不同作調整，瓷磚背溝及瓷磚厚度較大者要用鋸齒深度與寬度較大的鏟刀，建議鏟刀鋸齒深度與寬度要超過瓷磚厚度的 1/2 以上)。
- (7) 鋪貼瓷磚過程中隨時以木槌或震動槌調整位置使其整齊。並以水準尺檢視水平，貼妥後並以海綿沾水清潔表面。
- (8) 晾置時間：從梳型鏟刀劃出凹凸紋路到鋪貼磁磚的時間稱為晾置時間，晾置時間不宜過長，夏天最好不超過 3-5 分鐘，冬季最好不超過 5-7 分鐘，(晾置時間的考量還包括東西向、風速、濕環境溫度與濕度)
- (9) 瓷磚鋪貼檢驗：於鋪貼瓷磚一定面積後，施工者要進行自主檢察及確認瓷磚背面是否有沾黏瓷磚接著劑。建議在鋪貼瓷磚每一平方公尺後，隨即用鏟刀翻開瓷磚，檢查瓷磚背溝內是否充填有瓷磚接著劑及背面是否沾黏有瓷磚接著劑。若瓷磚背面沾黏瓷磚接著劑的面積小於一半時，即顯示晾置時間已經過長，需將牆面現有凹凸紋路的瓷磚接著劑重新塗抹一次，藉此打散表面已經成膜的瓷磚接著劑，如果瓷磚接著劑已經失水太多成乾燥狀，則須刮除重新塗抹新的瓷磚接著劑。
- (10) 瓷磚填縫：瓷磚鋪貼後的第 2-3 天，以海綿鏟刀將瓷磚填縫劑施做瓷磚抹縫或勾縫，為了要確保瓷磚間隙充飽填縫劑漿，務必用瓷磚填抹縫

鏟刀將每個瓷磚縫用力壓實。

- (11) 瓷磚清潔：瓷磚填縫後的第2-3天，以海綿沾瓷磚清潔劑清潔瓷磚表面，最後再用清水清潔瓷磚表面。瓷磚清潔劑的選用必須不可以損傷及破壞瓷磚釉面。
- (12) 瓷磚打診：於拆架前用打診棒確認瓷磚鋪貼狀況是否良好，若有空心之現象則需拆除重貼。
- (13) 瓷磚拉拔試驗：於一定面積內進行瓷磚拉拔試驗，確保其接著強度是否足夠。

2. 軟底工法：常見軟底工法步驟如下：

- (1) 界面接著劑：清理混凝土表面後，表面塗抹界面接著劑(如瓷磚接著劑或樹脂水泥砂漿或砂漿)將混凝土表面略微補平。
- (2) 瓷磚鋪貼：在瓷磚背面塗抹厚度約10~25mm的瓷磚接著劑或樹脂水泥砂漿厚度需混凝土牆面平整度作調整)，鋪貼過程中隨時以押尺檢視水平，並以水線調整位置，貼妥後並以海綿沾水清潔表面。
- (3) 瓷磚填縫：瓷磚鋪貼後的第2-3天，以海綿鏟刀將瓷磚填縫劑施做瓷磚抹縫或勾縫，為了要確保瓷磚間隙充飽填縫劑漿，務必用瓷磚填抹縫鏟刀將每個瓷磚縫用力壓實。

瓷磚鋪貼方式主要分為單面黏著及雙面黏著兩部份，詳述如下。

1. 單面黏著：於牆面塗抹瓷磚接著劑，使用梳型鏟刀將再用梳型鏟刀刮出凹凸紋路，緊接著鋪貼瓷磚，按壓並用木槌調整位置使其平整。
2. 雙面黏著：先於於牆面平塗瓷磚接著劑，塗抹厚度約2~5mm，再用平邊鏟刀塗抹瓷磚接著劑於瓷磚背面並使背溝充滿瓷磚接著劑。接著將已經塗有接著劑的磁磚貼附於塗有接著劑的牆面，壓並用木槌調整位置使其平整。。

參、工法驗證

於現地根據訂定工法中之步驟分別進行硬底單面黏著施工如圖 4-14 所示，硬底雙面黏著並進行現地抗拉接著強度試驗驗證。



清理混凝土表面



塗抹介面接著劑



水泥砂漿打底



木鏟刀抹平



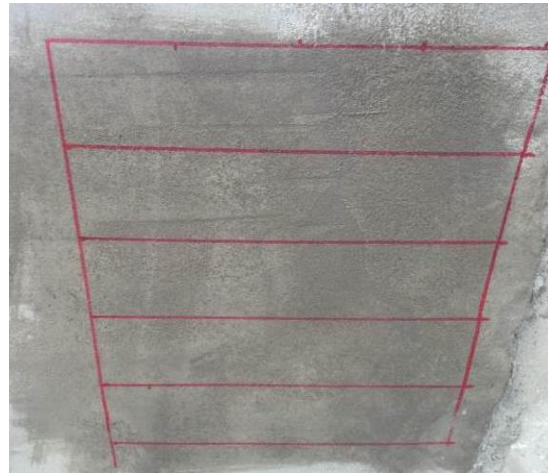
細胚整平



底層打診



分割放樣



預濕牆面



瓷磚背面清潔



塗抹瓷磚接著劑



梳抹瓷磚接著劑



瓷磚鋪貼檢測



海綿鏟刀抹縫



抹縫完成



單面接著



雙面接著



瓷磚清潔劑



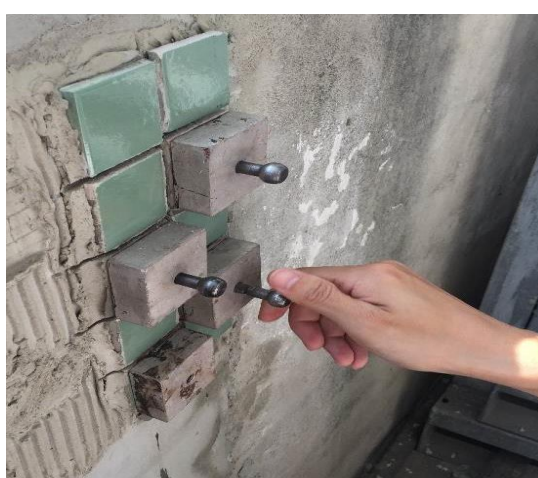
清理瓷磚表面



瓷磚打診



黏貼拉拔鐵塊



連接螺絲鎖入鐵塊



現地拉拔試驗

圖 4-14 現地施工及驗證步驟

(資料來源：本研究)

下表 4-2 及圖 4-15 為現地拉拔試驗結果，顯示雙面接著抗拉接著強度均大於單面接著抗拉接著強度，與試驗室結果相吻合。

表 4-2 現地拉拔試驗結果

試體編號\黏貼方式	單面黏著	雙面黏著
1	0.26N/mm ²	0.50N/mm ²
2	0.33N/mm ²	0.65N/mm ²
3	0.46N/mm ²	0.69N/mm ²

(資料來源：本研究)



圖 4-15 現地拉拔試驗試片

(資料來源：本研究)

第五章 結論與建議

第一節 結論

壹、確認影響瓷磚黏著不良的原因

1. 由於混凝土劣化(例如：鋼筋腐蝕或鹼骨材反應)導致基底層的破壞。
2. 修飾砂漿的施工不良導致黏著失敗。
3. 接著劑本身的黏著力不足導致黏著失敗。
4. 瓷磚黏貼施工不良(例如：黏貼時間過長或並未壓貼完成)導致黏著失敗。
5. 瓷磚背溝較淺或瓷磚吸水率過大導致黏著失敗。

貳、透過試驗驗證各項變因對接著性能的影響

本研究進行不同變數對於接著性能的影響，結果顯示黏貼方式為影響抗拉接著強度最主要之因素，雙面接著能有效增加瓷磚接著劑抗拉接著強度。

參、透過現地調查及現場試驗提出外牆瓷磚施工方法建議

本研究透過現況之調查提出建議的施作方法包括硬底及軟底工法，針對工法中介面處理、打底方法、鋪貼前準備及因注意事項、填縫作業及不同黏貼方法(單面及雙面黏著)，作為擬定外牆瓷磚接著施工技術手冊之參考。

肆、擬定外牆瓷磚接著施工技術手冊

本研究參考試驗及現地試驗之結果並彙整國內外相關資料，提出包括瓷磚施作材料、瓷磚施作前之底層、瓷磚施作及瓷磚施作檢查等 4 個部分之外牆瓷磚接著施工技術手冊草案。

第二節 建議

根據本案研究進行之後，提出立即可行建議及中長期建議。

主辦機關：行政院工程委員會

協辦機關：中華民國建築師公會、陶瓷工業同業公會

目前國內發生很多起外牆瓷磚掉落事件，導致人員的傷亡。因此針對外牆瓷磚黏著性能的好壞特別重視。經過仔細探討後，發現了許多造成瓷磚掉落的原因，如混凝土底材劣化、修飾砂漿的施工不良、黏貼施工不確實、黏貼時間過長等原因導致黏著失敗，並非皆是單純因為接著劑本身的黏著性能不佳所造成的黏著失敗，因此要解決根本的問題除了增加接著劑本身黏著性能外，更要針對施工法做一規範。

根據本研究試驗彙整後發現黏著方式對於抗拉接著強度的影響相當大且瓷磚尺寸、曝露環境黏著性能的影響接不同。因此修正現行瓷磚黏著施工鋼要規範中強制要求需要雙面黏著可有效增加瓷磚抗拉接著強度，減少因接著強度不足導致瓷磚掉落之情形，另外針對接著劑於不同曝露環境下抗拉接著強度也需有明確之規定，確保因環境導致抗拉接著強度折減之情形，增加瓷磚接著工程之耐久性。

建議二

中長期建議—瓷磚施作工程人員培訓制度建立。

主辦機關：勞動部勞力發展署

協辦機關：經濟部標準檢驗局

本計畫針對外牆瓷磚施作工程中，瓷磚施材料(瓷磚、接著材料及填縫材料)、瓷磚施作前之底層(水泥砂漿粉刷及表面處理)、瓷磚施作(準備作業、牆面瓷磚施作、填縫及瓷磚清潔與現場整理)及瓷磚施作後檢查於施工手冊有明確的建議，然而國內目前針對泥水-面材鋪貼技術士於施工作過程中之要求並無統一的程序導致瓷磚施作工程中常因施工不當導致瓷磚抗拉接著強不足掉落，不僅造成行人生命及財產的損失亦增加後續修補經費的支出。

透過本研究之成果訂定統一外牆瓷磚施作程序，作為技術士考核時之項目，並與已經擁有技術士資格之人員，建立定期回訓制度，將關於瓷磚接著新材料或新技術作一宣導，相信能有效改善國內瓷磚施作工程中施工不當瓷磚掉落導致人員傷亡，減少掉落後要重新黏貼的經費並減少材料的浪費，達到節能減碳與永續發展的目標。相信若能達到此目標，對於國內瓷磚產業的發展也是相當有效益的。

參考書目

- [1] 「基隆最高摩天樓瓷磚剝落砸死7旬婦」，社會中心基隆報導，2013。
- [2] 李仲誼，「各類瓷磚對接著劑效能影響之研究」，碩士論文，國立台北科技大學，台北，2013。
- [3]自由時報，寒流過境後 北市外牆瓷磚掉落激增至35件，鍾泓良/台北報導，2016。
- [4]自由時報，爆冷瓷磚掉落 北市4天50起1傷，鍾泓良、張菁雅、王冠仁、姚岳宏/綜合報導，2016。
- [5]Kumagai, T., Nakamura, M. and Irino, K. (1997) Study on temperature distribution and repetitive thermal stress at interface between tile and bedding mortar of ceramic tile finished external wall by solar radiation, Research report, Shimizu corporation, 60, 15–28 [in Japanese].
- [6]Makoto, T. and Yasunori, W. (2003) One consideration about the character of adhesive mortar for ceramic tile on external wall, Technical Research Reports of Konoike Construction Co., 13,63-69. [In Japanese]
- [7]Ozkahraman, H.T. and Isik, E.C. (2005) The effect of chemical and mineralogical composition of aggregates on tensile adhesion strength of tiles, Construction and Building Material, 19, 251–255.
- [8]Mahaboonpachai, T., Kuromiya, Y. and Matsumoto, T. (2008) Experimental investigation of adhesion failure of the interface between concrete and polymer-cement mortar in an external wall tile structure under a thermal load, Construction and Building Materials, 22, 2001-2006.
- [9]Rumbayan, R. (2006) Study of Mechanism Failure of Tile Structure by Thermal Stress Analysis, Journal of P & PT, 4(1), 192-200.
- [10]Mahaboonpachai, T., Matsumoto, T. and Inaba, Y. (2010) Investigation of interfacial resistance of the interface between concrete and adhesive mortar in an

external wall tile structure, *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 30(1), 1-9.

[11] Chew, M.Y.L, Wong, C.W., and Kang, L.H. (1998), *Building Facades: A Guide to Common Defects in Tropical Climates*, World Scientific, Singapore.

[12] Chew, M.Y.L. (1992), “The study of adhesion failure of wall tiles”, *Building and Environment*, Vol. 22, No. 4, pp. 493-499.

[13] Chew, M.Y.L. (1999a), “Adhesion of tiles for external cladding”, *Structural Survey*, Vol. 17, No.1, pp. 12-17.

[14] Chew, M.Y.L. (1999b), Factors affecting ceramic tile adhesion for external cladding. *Construction and Building Materials*, 13(5): 293-296.

[15] Guan, W.L., Alum, J., Liu, Z.J., and Yang, T. (1997a), “Performance of external tiled-wall systems under tropical weathering”, *Journal of Performance of Constructed Facilities*, February, pp. 24-34.

[16] Guan, W.L., Alum, J., Zhao, Z.Y., Zhang, W.L., and Liu, Z.J. (1997b), “Impact of workmanship on performance of tiled-wall systems”, *Journal of Performance of Constructed Facilities*, May, pp. 82-89.

[17] 外牆瓷磚及批盪黏合技術研究報告，建造業議會，2013。

[18] 臺灣陶瓷工業同業公會，瓷磚工作指南，台北，2014。

[19] 瓷磚水泥質接著劑性能相關國家標準研究，內政部建築研究所，2015。

[20] 2015 台日建築物外牆瓷磚性能診斷與更新工法研習會。

附錄一 外牆瓷磚接著施工技術手冊草案

目錄

第一章 瓷磚施作材料

- 1.1 範圍
- 1.2 瓷磚
- 1.3 瓷磚接著材料
- 1.4 瓷磚填縫材料

第二章 瓷磚施作前之底層調查

- 2.1 範圍
- 2.2 水泥砂漿粉刷
- 2.3 現場澆灌混凝土
- 2.4 磚牆面層
- 2.5 表面處理

第三章 外牆瓷磚施作

- 3.1 準備作業
- 3.2 瓷磚施作作業流程
- 3.3 吊線放樣
- 3.4 外牆瓷磚施作
- 3.5 瓷磚施作方法
- 3.6 填縫
- 3.7 瓷磚清潔與現場整理

第四章 瓷磚施作檢查

- 4.1 瓷磚施作檢查項目
- 4.2 瓷磚施作完工後之檢查方式

參考文獻

第一章 瓷磚施作材料

1.1 範圍

本章說明外牆瓷磚施作材料，包括瓷磚、接著材料與填縫材料等三種材料之相關規定。

1.2 瓷磚

1. 定義

瓷磚（又稱磁磚）是以耐火的金屬氧化物及半金屬氧化物，如陶瓷黏土、長石、陶石、石英等材料，經由研磨、混合、壓制、施釉、燒結（Sintering）之過程，而形成之一種耐酸鹼的瓷質或石質等建築或裝飾之材料，通常使用於建築物內、外部牆面、地面及其他需要裝飾的表面。面磚之坯體上釉者為施釉磚，未上釉者為無釉磚。

2. 瓷磚的分類

瓷磚的種類可細分為

- (1) 陶質磚：坯土經 600-800°C 高溫燒製，吸水率素坯17%，施釉16%以下，粉粒未熔合者。陶質磚都會加上一層釉，使其具有防水及保護作用及增加瓷磚的色彩。
- (2) 石質磚：坯土經800~1200°C 高溫燒製，粉粒半熔合者。石質磚，目前大部分採用快速燒成所以主原料除了黏土、長石以外還必續加入能使坯體耐急冷熱的滑石等原料通常採用一次燒製。石質磚的品質特性，它的吸水率在壁磚及地磚都必須在6%以下，抗曲強度壁磚120kgf/cm²、地磚200kgf/cm²以上，目前國內一般施釉地磚採用快速燒製的都屬於石質磚。
- (3) 瓷質磚：坯土經1200°C 以上高溫燒製後，粉粒完全熔合者，吸水率1%以下。

瓷質瓷磚是目前世界上最高品質的瓷磚，它的品質特性吸水率無論壁磚、地磚都必須在1%以下，抗曲強度壁磚 180kgf/cm^2 、地磚 300kgf/cm^2 以上，生產瓷質瓷磚，因為要達到1%以下的吸水率，所以不能用快速燒製方式生產，必須採用傳統窯爐，利用20hr左右的時間，以 1200°C 以上高溫才能燒製完成。

3. 瓷磚分級與摩擦係數規定

(1) 依溫度分級

- (a) 陶質：燒結溫度約為 $600-800^\circ\text{C}$ ，因為燒結溫度較低，所以吸水率較高(大於6%)、硬度差，一般用於燒製壁磚。判別方式可看磚的背面，目視可見粉質較高，若滴一滴水在背面會發現水馬上被瓷磚吸收，此種質料的只適合用於內壁而不適合用於施作外牆或是室內外地板。
- (b) 石質：燒結溫度約為 $800-1000^\circ\text{C}$ ，硬度大於陶質許多，此種質地一般都設計為室內外地板或外牆磚，也可施作於牆壁。
- (c) 瓷質：燒結溫度高於 1000°C (拋光磚因為硬度的關係大多以 1200°C 燒製)，硬度高(莫氏硬度約為6-7)，吸水率低(一般為0.1%甚至0.2%以下)，室內外均可施作。

(2) 依吸水率分級

- (a) 吸水率指陶瓷產品開口氣孔吸滿水後，吸入水的重量佔產品重量的百分比。
- (b) 吸水率 $\leq 0.5\%$ 的稱為瓷質磚(平均值不大於0.5%，單個值不大於0.6%)。
- (c) 吸水率 $> 10\%$ 的為陶質磚(平均值為大於10%、單個值大於9%)。

(d) 吸水率>6%的為石質磚。

(3) 摩擦係數：顯示瓷磚滑溜(slippery) 的程度，在風乾情況下，用於浴室、廚房的瓷磚的摩擦係數至少應該在 0.6 以上。依據美國材料試驗協會(ASTM C1028) 瓷磚磨擦係數標準如表1.1所示。

表1.1 美國材料試驗協會(ASTM C1028) 瓷磚摩擦係數標準

地坪磨擦係數	安全程度
0.00-0.34	極度危險
0.35-0.39	非常危險
0.40-0.49	危險
0.50-0.59	很安全
0.60以上	非常安全

四、中華民國國家標準(CNS 9740)對瓷磚品質的規定

依據中華民國國家標準(CNS 9740)對瓷磚品質的規定如表1.2所示。

表1.2 中華民國國家標準(CNS 9740)對瓷磚品質的規定

種類／項目	陶質磚	石質磚	瓷質磚
吸水率	壁磚：18%以下 地磚：16%以下	6%以下	1%以下

續表1.2 中華民國國家標準(CNS 9740)對瓷磚品質的規定

種類／項目	陶質磚	石質磚	瓷質磚
蒸壓試驗	10kgf/ cm ²	10kgf/ cm ²	10kgf/ cm ²
抗折強度	壁磚:60kgf/ cm ² 地磚:102kgf/ cm ²	壁磚:122.4kgf/ cm ² 以上 地磚:204kgf/ cm ² 以上	壁磚:183.6kgf/ cm ² 以上 地磚:326.4kgf/ cm ² 以上
釉面磨耗量	0.08g 以下	0.08g 以下	0.08g 以下
耐酸鹼性	10% 鹽酸溶液及 10% 氫氧化鉀溶 液，24hr，釉面無 污染變色	同左	同左
尺寸公差	500 以上：±1.6mm 160-500 未滿： ±1.3mm 50-160 未滿： ±0.9mm 小於 50：±0.5mm	同左	同左
磚面耐刮硬度 (莫氏硬度)	施釉磚：3~3.9 無釉射出陶磚：6~8	3.5~5.5	5~6
表面靜摩擦係數	x	x	x

5. 瓷磚背溝

瓷磚的品質包含吸水性、彎曲破壞載重、翹曲測試、耐磨耗性、防滑性等，一般不易由外觀察覺，但瓷磚的背面設計可以從外觀辨別。外牆瓷磚背面設計凹槽或凸條，可以提高瓷磚與牆面的附著力。依CNS3299-2背溝形狀及深度測定方法，須符合以下規定：

1. 背溝形狀

背溝之形狀為倒勾狀，由製造商訂定。

- (1) 倒勾狀如圖1.1(a)所示，在背溝先端部寬度(L_0)與底根部寬度(L_1)，其相互關係為 $L_0 > L_1$ 。
- (2) 倒勾狀如圖1.1(b)所示，背溝深度(h)，先端部寬度(L_0)與背溝在 $1/2h$ 處寬度(L_2)，其相互關係為 $L_0 > L_2$ 。
- (3) 倒勾狀如圖1.1(c)所示，先端部寬度(L_0)與底根部寬度(L_3)其相互關係為 $L_0 > L_3$ 。

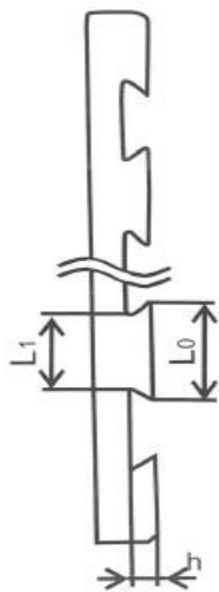


圖1.1(a)

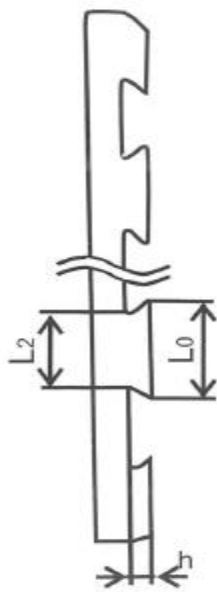


圖1.1(b)

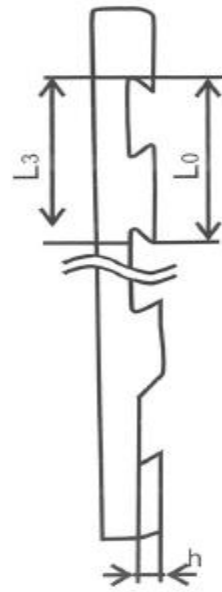


圖1.1(c)

圖1.1 背溝形狀倒勾狀圖例

2. 背溝深度

在製作尺度所訂定部分之背溝深度，須符合表1.3之基準。惟面磚之端部設有傾斜時，不包含該部分。(單位:mm)

表1.3 背溝深度

面磚表面之面積 ^(a)	背溝之深度 h(mm)
未滿 15cm ²	0.5 以上
15cm ² 以上，未滿 60cm ²	0.7 以上
60cm ² 以上	1.5 以上 ^(b)
<p>註^(a)：面磚表面之面積系指最大面之面積。</p> <p>^(b)：面磚模短標稱尺為 M150x50 及 M200x50 時，背溝之深度(h)須為 1.2 mm 以上。</p> <p>參考：背溝之深度(h)，最大為 3.5mm。</p>	

1.3 瓷磚接著材料

面磚與底材間之結合必須經由接著材料使其固結，即使面磚本身材料性質穩定，但如果使用接著材料不當，也會導致瓷磚接著產生嚴重劣化等缺失。因此，對於接著材料之貯藏安定性、施工性、接著強度、用量、用法等必須依照生產廠商之規定，以掌握材料之特性與品質。必要時，依瓷磚接著劑原廠建議，適時施作底漆以增強與素地間之接著力。一般鋪貼瓷磚用接著材料及添加劑說明如下：

1. 無機質改質接著劑

使用無機質水泥砂漿作為瓷磚接著主材料時，需注意對其使用水泥砂漿材料的組成及配比進行嚴格控制，同時施工過程需注意工序及時效上之管制，否則將造成瓷磚接著力嚴重劣化。

無機質改質接著劑之材料組成為：水泥、細粒料、各種水泥摻料如水溶性高分子、可分散樹脂粉末等及水。所用水泥需符合CNS61(卜特蘭水泥)之規定，同時有害之雜質如泥土、有機不純物、鹽分等物質，會對於水泥硬化產生不良的影響，其不良影響造成的結果將影響瓷磚的接著狀況，因此應加以注意。再則水泥配比較多時，會增加瓷磚的剝落現象，因此可適度加一些粒料將有助於防止瓷磚剝落現象。所使用的水，應該為不含油脂及有害的酸、鹽類或有機不純物的乾淨之水，以免影響水泥漿拌合品質。

目前使用市售之瓷磚接著劑是已在工廠以水泥、砂及各種礦物及化學摻料調配好的乾拌成品有愈來愈普遍之趨勢，由於在工廠已調配妥當，品質應該較均勻，現場使用也較方便，因此已為多數施工者所採用；但是市場上乾拌成品的瓷磚接著劑很多，價格、特性與用途不等，因此選用前除了價格、現地拉拔數據外、還應評估供貨工廠的品管能力、生產能力及依工程需要、施工性與實績充分地加以評估。

2. 添加高分子樹脂化學摻料之水泥砂漿

一般水泥砂漿或混凝土為多孔性材料，在本質上有抗拉強度弱、易龜裂、防水性差、接著力不強的缺點，為改善這些缺點，常用高分子樹脂摻料改質，因此有高分子樹脂水泥砂漿產品的產生。

常用的高分子樹脂系列可分為下列三項

水溶性高分子 (water Soluble Polymer)

乳液型高分子 (Polymer Dispersions)

可分散型高分子 (Re-dispersible Polymer Powders) (粉末樹脂)

如表 1.4 所示。

表 1.4 常用的高分子樹脂

	分子材料	功能(適用點)	俗稱
水溶性高分子	纖維素醚	保水、增黏	海菜粉
水溶性高分子	澱粉醚	保水、增黏	澱粉
水溶性高分子	聚乙烯醇	保水、增黏	PVA
乳液型高分子	天然橡膠乳膠	增強抗龜裂性及耐衝擊性。	NR 乳膠
乳液型高分子	合成橡膠乳膠	具有加強接著強度，抗拉強度，防止收縮，添加一定比例以上，達到防水功能	NBR 乳膠， SBR 乳膠
乳液型高分子	丙烯酸樹脂	增加接著強度及抗收縮性、柔軟性較差、耐水性較佳	壓克力樹脂
乳液型高分子	SBR與丙烯酸改質樹脂	增加接著強度及抗收縮性 柔軟性與耐水性適中	S/A 樹脂
乳液型高分子	醋酸乙烯系	增加接著強度及抗收縮性，柔軟性較佳、耐水性較差	EVA 樹脂
可分散型高分子	醋酸乙烯改質樹脂	增加接著強度及抗收縮性，柔軟性較與耐水性視樹脂而定	粉末樹脂

3.有機系接著劑(CNS 12611)

(1)有機系接著材料依主要成分之區分：

(a) 聚胺酯樹脂系PU

① 一液反應硬化型：以聚胺酯樹脂系為主要成分之一液硬化型者。

② 二液反應硬化型：以聚胺酯樹脂系為主要成分之二液硬化型者。

(b) 改質矽烷氧樹脂系MS：

① 一液反應硬化型：以改質矽烷氧樹脂系為主要成分之一液硬化型者。

② 二液反應硬化型：以改質矽烷氧樹脂系為主要成分之二液硬化型者。

(2)有機系接著劑適用於：

(a) 結構外牆面磚施作

(b) 內裝、外裝瓷磚及地磚

(c) 陶片或薄板面磚等防潮、調濕、恆溫壁磚

(d) 異種材質(如：木材、金屬板材、石材、預鑄板、ALC、塑材、玻纖等)
與瓷磚之施作工法

(e) 防水、接著一次施作工法

(f) 透氣式施作工法

(g) 窗框防水工法

(h) 空縫式施作工法

4.接著劑品質規定：

(1) 接著劑應均勻，不可含有害及有機接著之異物。

(2) 接著劑不可滲透到所接著之面磚及墊底材料。

- (3) 接著劑不可含有化學物質之審查與製造等相關法律規定之甲類特定化學物質及乙類特定化學物質、以及勞工安全衛生法所規定「有機溶劑中毒預防規則」之第一種有機溶劑。
- (4) 接著劑品質應符合CNS12611規定之試驗項目。

1.4 瓷磚填縫材料

1. 定義

依公共工程施工綱要規範，瓷磚勾縫和抹縫皆稱為「填縫」，填縫材料一般由水泥、石英砂、顏料以及多種添加劑經工班在現地以機械混合而成。目前使用市售的瓷磚填縫材料則是在工廠以水泥、石英砂、及各種礦物及化學摻料調配好的乾拌成品有越來越普遍的趨勢，由於在工廠已調配妥當，品質應該較均勻，現場使用也較方便，因此已為多數施工者所採用；但是市場上乾拌成品的填縫劑很多，價格、特性與用途不等，因此選用前除了價格、現地拉拔數據外、還應評估供貨工廠的品管能力、生產能力及依工程需要、施工性與實績充分地加以評估。乾拌成品的瓷磚填縫劑有些還有防水抗白華功能，目的在美觀及兼具保護作用。勾縫是將(瓷磚)接縫各別處理，因為山型磚面及非平滑鋪面為避免整面抹縫污染或清理困難，所以施工時需要在磚縫間將填縫劑用勾縫鏟刀勾入，故稱為「勾縫」。勾縫和抹縫主要使用在面磚、地坪、鋪面及砌工實務上。

2. 瓷磚填縫材料特點

- (1) 優質瓷磚勾縫劑一般具有黏結力強並具有韌性、能吸收基面及磚塊的持續振動及收縮，防止裂紋產生；
- (2) 具有憎水及潑水功能，能防止水分從瓷磚縫滲入，並抑制白華現象產生。
- (3) 無毒、無味、無污染、防霉抗菌、確保飾面恆久常新；
- (4) 色彩鮮艷，可滿足不同裝飾效果的要求。

3. 瓷磚填縫材料選購方法

- (1) 按顏色選擇：勾縫劑顏色有多種，但大多以白色、灰色、水泥色為主。如果想把瓷磚的陰影效果突出來，選擇和瓷磚顏色反差大的填縫劑。如果想把瓷磚的效果和灰縫統一起來，則選擇和瓷磚顏色接近色的填縫劑。
- (2) 按種類選擇：勾縫劑應具有良好的抗滲、防水性、潑水性、防霉性。

(3) 第二章 瓷磚施作前底層調查

2.1 範圍

瓷磚施作前之面層必須剛性大且平坦，並為類似下述所列的無機材料：

1. 水泥砂漿粉刷；

2. 現場澆灌混凝土；
3. 預鑄混凝土；
4. 由混凝土磚或紅磚所砌成之磚牆面層。

2.2 水泥砂漿粉刷

1. 材料

- (1) 水泥：符合CNS 61 R2001第I型之卜特蘭水泥。
- (2) 粒料：無雜質，符合CNS 387 A2003；建築用砂：符合CNS 3001 2039圻工砂漿用粒料。
- (3) 化學摻料：如防水劑、防裂纖維及粉刷助劑。粉刷助劑是一種具有輸氣效果的化學摻料，它可在水泥砂漿內產生不連結的微小氣泡，具有培林的潤滑效果，可以改善水泥砂漿粉刷作業的工作性。
- (4) 水：清潔，不含足以損害粉刷材料之雜質。

2. 配比與拌和

拌和水量不應超過達成適當工作度所需，以校正合格之容器稱量拌和各次所需之混拌材料，以攪拌器攪拌均勻，拌和之機器及工具皆應潔淨。

3. 施工

- (1) 混凝土面或圻工面於水泥粉刷前應予充分潤濕。
- (2) 底材面顯著不平整時，應整成使粉刷厚度能均一的底材面。

- (3) 粉刷灰誌(俗稱標準餅)：為控制粉刷面之精準度及平整度，施工前應先做控制用粉刷灰誌，天花板及牆面每m不得少於1個灰誌條以控制品質。
- (4) 每段工作收工時，粉刷應做控制縫或於角緣隅處停止。
- (5) 收邊緣條、接縫及配件
 - (a) 除另有規定外，外角及收頭處應加緣條。
 - (b) 切口應平整，轉角處斜切，去除尖突、金屬碎片及其他危險之突出物。
 - (c) 按設計之水準面及垂直面確實固定，與底層完全接觸。
 - (d) 外露收邊緣條應於粉刷後，清除沾附之材料。
- (6) 粉刷面須與臨接面平整並留鏟縫，應以工具將底層與表層作出企口。粉刷之底層應壓至金屬網內，但在門、窗等開口的周圍，應於粉刷未硬化前，與邊框分離。粉刷面與插座、開口蓋等鄰接處厚度應整平至均勻。
- (7) 底層（粉刷打底）
 - (a) 底層厚度不得小於1.5mm，第一道塗抹應以對角線方式來回鏟耙，並於砂漿初凝時將表面掃毛。塗抹後應養護48hr上第二道塗抹。
 - (b) 第一道塗抹經48hr養護後，再上第二道，刮尺施以適當壓力刮平，表面鏟成均勻粗面，使與底層黏結良好，同一牆面用同一種鏟刀。
- (8) 表層粉刷之前，先將底層濕潤，使其達到適當吸水量，再施以足夠壓力粉刷，使與底層黏結良好。

4.現場品質管理

- (1) 粉刷前應檢查厚度基準點、緣條、設計圖說所示之網及其他配件，確定其線條平直、正方，曲面、水平及鉛直等皆符合粉刷面修飾之要求。
- (2) 設計圖有規定時，應確認設計圖所示之金屬網已安裝妥當。
- (3) 粉刷表面應無搭疊、裂縫、下陷及其他瑕疵。
- (4) 水泥砂漿粉刷完成後應以目視檢查有無裂縫及以打診棒滑過檢查有無異音，

若有異音則再用敲擊方式確認是否有膨空鼓起現象。若有膨空鼓起現象，則應敲除重做。

2.3 現場澆灌混凝土

對於現場澆灌之混凝土面層，在鋪設瓷磚前應注意事項：

1. 殘餘木片、鐵絲、油污、水泥渣及泥土須清除乾淨。
2. 裂縫、缺陷、蜂巢、過度凹凸的部分須修補。
3. 漏水處須做止漏及防水處理。
4. 對於具有光滑及平整面的混凝土底材，應先塗抹加有高分子樹脂摻料如海菜粉與高分子樹脂乳液的水泥漿(俗稱土膏)、塗刷高分子樹脂乳液的接著強化劑、塗抹乾拌成品的界面砂漿、或者用含有可分散樹脂的乾拌瓷磚接著劑來提高混凝土底材與粉刷層之間的接著強度。塗抹後再進行水泥砂漿粉刷。底材面顯著不平整時，應整成使粉刷厚度能均一的底材面。
5. 整平厚度若大於25mm時應先以鋼筋、點銑鋼絲網或鋼絲網等緊釘於牆面上後再進行整平或增灌混凝土以作為補強。

2.4 磚牆面層

牆面裝修可分內牆及外牆裝修，一般壁面工程結構，外牆用1B磚，約24cm厚，或是混凝土結構牆，內牆為0.5B磚牆，結構牆的表面先以水泥砂漿粉刷後，再用表面修飾材處理，如貼瓷磚、貼壁紙、油漆等。

1. 牆面於表面修飾材處理前之粉刷施工應注意之事項包括

- (1) 表面要清除乾淨，表面以略具粗糙狀者為佳。
- (2) 施工前應確認牆面裝修實況，應注意施工中之維護，不可污及其他已裝修部份。
- (3) 混凝土及紅磚類底層構造，因吸水性大，故於粉刷施工前須預先全面潤濕。

或用有高分子樹脂摻料如海菜粉與高分子樹脂乳液的水泥漿(俗稱土膏)、塗刷高分子樹脂乳液的接著強化劑、塗抹乾拌成品的界面砂漿、或者是用含有可分散樹脂的乾拌瓷磚接著劑來提高底層與粉刷層之間的接著強度。塗抹後再進行水泥砂漿粉刷。

- (4) 水泥砂漿之水泥用量較多時容易發生龜裂，使用鏟刀過份推壓時，水泥漿浮面容易產生毛細裂縫或鼓起，故應適宜控制配比。另必要時須摻加的水溶性高分子的海菜粉、高分子樹脂或纖維等，以提高接著性及保水性及減少龜裂。

2.牆面裝修在鋪設瓷磚之施工分為軟底貼法、硬底貼法與馬賽克瓷磚牆面。

- (1) 軟底貼法：先將牆面澆水潤濕，於瓷磚背面填充無機質瓷磚接著劑，由上而下壓貼於牆面，每貼好一列隨即將背面空隙處填充無機質瓷磚接著劑，每日裝貼之高度，小口磚及二丁掛約1.2~1.5m，三丁掛及四丁掛約為0.7~0.9m。

- (2) 硬底貼法：硬底貼法可分為單面黏著及雙面黏著兩種，詳述如下。

單面黏著：於牆面使用鋸齒鏟刀塗抹瓷磚接著劑，將再用鏟刀刮出凹凸紋路，緊接著鋪貼瓷磚，按壓瓷磚並用木槌輕敲瓷磚調整位置使其定位平整。

雙面黏著：先於於牆面平塗瓷磚接著劑，塗抹厚度約2~5mm，再用平邊鏟刀塗抹瓷磚接著劑於瓷磚背面，並使背溝充滿瓷磚接著劑。然後將已經塗有接著劑的瓷磚貼附於塗有接著劑的牆面，按壓瓷磚並用木槌輕敲瓷磚調整位置使其定位平整。

- (3) 紙材馬賽克瓷磚牆面：貼馬賽克瓷磚之底層可比照水泥粉刷之施作，裝貼時先將牆面澆水潤濕後，再均勻抹上一層厚約2~3mm之瓷磚接著劑，再用平邊鏟刀塗抹瓷磚接著劑於紙材馬賽克瓷磚背面，此工法可事先準備一個外部尺寸大於紙材瓷磚，厚約2-5mm，中間挖空的木框或壓克力框，塗抹接著劑時，可將該框蓋於瓷磚上直接塗抹，抹平，後拿起框，即可將瓷

磚，由牆頂往下依次壓貼，用木鏟刀輕敲壓著，於接著劑未硬化前，將面紙刷濕剝縫，並清理表面雜屑污泥，然後做瓷磚縫隙的調整對齊與

(4) 網材瓷磚牆面：貼網材瓷磚之底層裝貼時先將牆面澆水潤濕後，再均勻抹上一層厚約2~3mm之瓷磚接著劑，再用平邊鏟刀塗抹瓷磚接著劑於網材瓷磚背面。也可事先準備一塗抹用的框，如(3)紙材馬賽克磁磚所述。隨後將背部塗有瓷磚接著劑的網材瓷磚，由牆頂往下依次壓貼，用木鏟刀輕敲壓著，於貼面接著劑未硬化前，做瓷磚縫隙的調整對齊。

(5) 詳細施作步驟與細節將於下一章節說明。

2.5 表面處理

1.打石

- (1) 將須要打石之區位標示清楚，並規劃打石施工次序，依次序進行作業。
- (2) 於施工接縫、牆地交接處、模板鐵檔鐵絲、木材等雜質清除處，應進行線溝打鑿，注意不得傷及鋼筋，如有滲水疑慮時，應做好防水措施。

2.補厚

- (1) 補厚前牆面，先將鬆脫浮石去除，並進行清潔作業。
- (2) 厚度修補較大時，應分次進行補厚動作，同時牆面應考慮使用加強接著層或鋪貼龜甲網，以防止修補材料脫落；或調整修正部分瓷磚分割位置，以避免厚度過大，造成震動脫落現象。

3.貼灰誌(俗稱標準餅)

- (1) 牆面之灰誌，水平及垂直間隔每1.5m各一處。
- (2) 轉角之灰誌條不得中斷或翹屈。

- (3) 三腳架周邊應加設灰誌點。
- (4) 陽角灰誌條應以圓角形式安裝。
- (5) 開口及轉角部分之灰誌條應按收頭圖施作。

4. 粉刷打底後：

- (1) 垂直線：引用原有RC放樣之基準線，重新彈放垂直墨線於牆面。
- (2) 水平線：引用原有RC放樣之高程基準線，重新彈放水平墨線於牆面。

第三章 外牆瓷磚施作

3.1 準備作業

1.現場準備作業

- (1)施工範圍內之雜物、污泥、油漬等底面先清理乾淨，外露鐵絲、鐵釘等予以切除，外露鋼筋則予以切除或另作防鏽保護措施。
- (2)所有混凝土之蜂窩應全面修補完成。
- (3)門窗框應組立完成，水電、照明、安全衛生措施等應準備完妥。
- (4)各作業施工前之自主檢查表內，所有檢查項目均應合格(含複驗結果)。
- (5)施工範圍於施工前一日應全面濕潤。

2.瓷磚施工前之準備工作

- (1)施工前應以目視及打診棒全面檢查打底粉刷面是否平齊，有否脫落、龜裂、鼓起、過度凹凸等現象，灰漿硬化是否正常，保養期間是否超過14天以上，如需提前施作則須進行現場拉拔強度試驗。
- (2)打底粉刷面不得有污穢、浮漿、異物等有礙接著的附著物，影響粉刷層平整度。
- (3)打底粉刷面如有長時間放置時，需清洗整理。
- (4)打底粉刷面與面磚材料（依材質）應於施工前一天灑水濕潤。
- (5)各層粉刷合計總厚度應在25mm以下。總厚度若大於25mm時應配置以鋼筋、焊接、五金、鐵絲網等強固之。瓷磚材料進場，應規劃批號、數量、並分批存放使用，以避免瓷磚色澤產生差異。
- (6)打底粉刷面之精度每2m之水平誤差應在 $\pm 2\text{mm}$ 以內。瓷磚進場應依照驗收程序，

施以車上檢查，檢查其大小、厚度、背溝、平整度、色澤等，不良品則原車退貨。

(7)依材料抽驗程序抽樣，對長、厚度、彎曲度、吸水率、抗曲強度、磨耗減量等施作試驗，通過後才准使用。

(8)瓷磚施工前需施作瓷磚檢選工作，尺寸大小、厚薄不等、色差、缺角、變形、龜裂等均不得使用。

3.2 瓷磚施作作業流程

1.應依整體工程計畫來擬定瓷磚工程計畫，並依計畫安排作業者以及資料以謀作業之順利進行。

2.應藉由適當的工程管理，避免產生工序顛倒的情況。

3.瓷磚黏貼標準的作業流程如圖3.1所示：

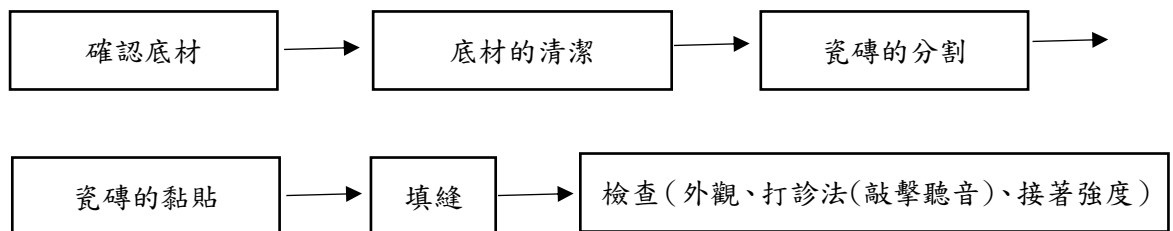


圖3.1 瓷磚黏貼標準作業流程

4.作為瓷磚底材之相關工程、設備機器、配管等前置作業，應在事先加以檢討以避免造成工程上之障礙。

3.3 吊線放樣

1.外牆放樣原則

(1) 依瓷磚計畫進行柱位、牆面間吊距線、打底，考慮結構體施工誤差及打底厚度，吊線時的垂線與柱或牆側面的正確間隙在2~3cm，若垂線與柱位、牆面間隙小於1cm應噴漆做記號、打石，間隙大於3cm打底要分成兩次填補（打底厚度以3cm為原則）。

(2) 放樣時先求出施工面之中間基準線，並按瓷磚規格劃放樣彈墨線。

2.外牆放樣方法

(1) 依據外牆瓷磚分割圖進行放樣，每隔 1.5 m 左右放樣出一條水平基準線。

(2) 外牆吊線：

(a) 依據外牆瓷磚分割圖辦理。

(b) 吊線應以鋼線進行，並於高樓層處加強固定，防止鬆脫失準。

(c) 開口及轉角部分應特別標示尺寸。

(d) 吊線完成後，應經檢查無誤後，方得進行打石作業。

3.4 外牆瓷磚施作

1.外牆瓷磚施作原則

(1) 施作前應先將施工面掃淨，並充分潤濕。

(2) 不論上下縱橫方向務求垂直，並應注意接縫之平直度與裝修面之平整度（3m範圍內 $\pm 1.5\text{mm}$ ）。

(3) 臺度上除特別規定者外用單邊圓，如遇柱陽角處，應用雙邊圓。

(4) 其施作程序，應自中間基準線向左右兩邊排列，如最後不足一塊而少於半塊者，應將最後第二塊與之平均分割至同寬度後鋪貼。

(5) 瓷磚接著劑之使用、配比及厚度依核准之技術資料及施工說明書施工，施作

時須將接著劑很均勻地塗在施工面及面磚本體背面凹槽(瓷磚背溝)中。

- (6) 底層塗抹瓷磚接著劑，塗抹面積不可過大，以防瓷磚接著的水泥漿表面風乾成膜，影響與瓷磚間的接著力。晾置時間：從鋸齒鏟刀劃出凹凸紋路到鋪貼磁磚的時間稱為晾置時間，晾置時間不宜過長，夏天最好不超過3-5分鐘，冬季最好不超過5-7分鐘，(晾置時間的考量還包括東西向、風速、濕環境溫度與濕度)。
- (7) 磚面上應擦抹乾淨，不得留有泥漿，凡遇有管洞之處，必須按照管洞式開鑿後鑲入。
- (8) 瓷磚施工完成後，在水泥漿尚未完全凝固的狀態下，應不可使之受到震動或衝擊，以免造成瓷磚接著力降低之現象。

2.外牆瓷磚施作程序

- (1) 將外牆面磚背面的隔離粉清除並擦拭乾淨。
- (2) 牆面底層處理：牆面基層清理灰塵、油污，光滑水泥面須事先打毛。
- (3) 吊線放樣並選擇材料試排：按照設計圖、飾面位置、面磚縫隙寬度、飾面圖樣與面磚規格尺寸，在底層表面分別放樣彈出水平與垂直控制線、分格線及分塊線，觀察面磚表面質感、尺寸、色彩及表面平整度等指標，剷除不合格面磚。
- (4) 可用木槌敲擊，調整對縫。須隨時注意控制表面的平整度與精準度。
- (5) 外牆面磚施作完成後，應即時清理表面並養護。
- (6) 瓷磚鋪貼須自主檢驗：於鋪貼瓷磚一定面積後，施工者要進行自主檢查確認瓷磚背面是否有沾黏瓷磚接著劑。建議在鋪貼瓷磚每30min間隔，隨即用鏟刀翻開瓷磚，檢查瓷磚背溝內是否充填有瓷磚接著劑及背面是否沾黏有瓷

磚接著劑。

3.瓷磚間隙調整

- (1) 施作後於瓷磚接著劑初凝前立即進行瓷磚縫間隙調整，縫寬應在 3~10mm 間，以目視檢查齊平整度。
- (2) 施作瓷磚至少 24hr 以後，方得以規定之材料(水泥、白水泥、乾拌瓷磚填縫劑等)進行勾縫或抹縫作業。

4.瓷磚施作要求

- (1) 牆面瓷磚須與地坪瓷磚對縫，牆面與平頂之收頭須平整。
- (2) 瓷磚縱橫縫須整齊劃一，相鄰兩面牆瓷磚縫必須一致。
- (3) 凡遇管洞之處，應按管洞形狀開鑿後鑲入，不得以拼接方式鋪貼。

3.5 瓷磚施作方法

瓷磚之大小、施工高度、接著材料、質地、背溝情況等都是施工法決定因素之一，如果施工法的選擇錯誤，會成為剝落、脫離的狀態原因，尤其是外牆的瓷磚發生剝落時，不僅是美觀上難看，損害到結構體之耐久性，可能還會傷害到第三者。另外特大型瓷磚貼於牆面時應考慮使用固定鐵件或採用預鑄的方法，工法和接著材料決定了瓷磚之固定能力，亦是控制施工進度之主要因素。台灣瓷磚黏貼之施工法有硬底施工與軟底施工兩種，其中硬底施工又可分為單面黏著與雙面黏著兩種，而軟底較常用於室內尺寸較大的地磚。

1.軟底施工法

(1)軟底施工法步驟：

- (a) 界面接著劑：清理混凝土表面後，表面塗抹界面接著劑(如土膏、瓷磚接著劑或樹脂水泥砂漿)。

(b) 瓷磚鋪貼：在瓷磚背面塗抹厚度約 10~25mm 的瓷磚接著劑或樹脂水泥砂漿厚度需混凝土牆面平整度作調整)，鋪貼過程中隨時以押尺檢視水平，並以水線調整位置，貼妥後並以海綿沾水清潔表面。

(c) 瓷磚填縫：瓷磚鋪貼後的第 2-3 天，以海綿鏟刀將瓷磚填縫劑施做瓷磚抹縫或勾縫，為了要確保瓷磚間隙充飽填縫劑漿，務必用瓷磚填抹縫鏟刀將每個瓷磚縫用力壓實。

(2) 軟底施工法說明：

(a) 為避免未來發生瓷磚拱起的現象，施工前應確時將底層面清掃乾淨，並把原底層中接合不良的部份清除。注意原底層是否拱起等不良現象，應先排除。施工時，應先將準備施工之地板以水噴灑，並保持地面之濕潤。

(b) 適用材料：本施工法所適用之瓷磚規格，應儘量小於 50x50 cm² 之規格，並應儘量以石質或陶質等吸水率較高之產品為主，以避免因附著不良，引起瓷磚拱起等現象。

(c) 接著材料：使用高分子之水泥及砂子或乾拌型瓷磚接著劑為接著材料。

(d) 軟底施工法如圖 3.1 所示。

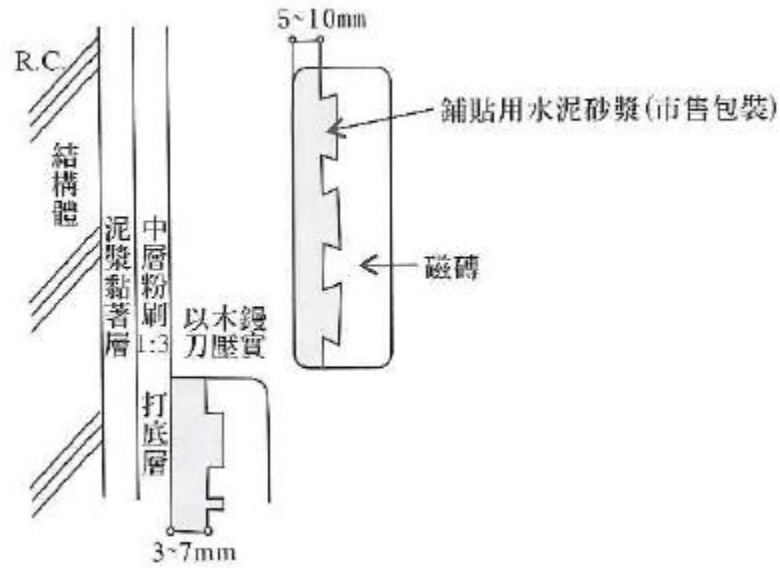


圖3.1 軟底施工法

2.硬底施工法

(1)硬底施工法步驟：

- (a) 用鋸齒鏟刀將瓷磚接著劑刮布於打底層上，並刮布瓷磚接著劑於磚背溝進行鋪貼，隨時以水準尺檢視水平並以水線調整位置，貼妥後以海綿沾清水清理表面。
- (b) 24hr陰乾後，以填縫劑勾縫，以海綿沾清水清理表面養護待乾。

(2)硬底施工法說明：

- (a) 界面接著劑：清理混凝土表面後，表面塗抹界面接著劑(如瓷磚接著劑或樹脂水泥砂漿或砂漿)將混凝土表面略微補平。
- (b) 粗胚打底砂漿：塗抹1:3水泥砂漿打底並以木鏟刀抹平使表面平整。厚度約為1~2.5cm。

- (c) 細胚整平砂漿：待粗胚面硬固後，塗抹1：2或1：1.5水泥砂漿以金屬鏟刀鏟平使表面平整。厚度約為0.3~0.5cm。
- (d) 瓷磚分割放樣：待細胚整平砂漿硬固後，首先先做水平基準線後，再依照瓷磚計劃在牆面用墨線做分割放樣，建議每一區間不超過1m²，目的是除了維持瓷磚的整齊外，也可以間接控制瓷磚接著劑的晾置時間不會過長。
- (e) 瓷磚鋪貼：塗抹瓷磚接著劑，進行瓷磚黏貼。首先逐一於已畫分單位的細胚整平砂漿上平塗瓷磚接著劑，塗抹厚度約2~5mm，再用平邊鏟刀塗抹瓷磚接著劑於瓷磚背面並使背溝充滿瓷磚接著劑。接著將已經塗有接著劑的瓷磚，壓貼附於塗有接著劑的牆面，並用木槌調整位置使其平整。
- (f) 晾置時間：從平塗瓷磚接著劑到鋪貼瓷磚的時間稱為晾置時間，晾置時間不宜過長，夏天最好不超過3-5min，冬季最好不超過5-7min，(晾置時間的考量還包括東西向、風速、濕環境溫度與濕度)
- (g) 瓷磚鋪貼檢驗：於鋪貼瓷磚一定面積後，施工者要進行自主檢察及確認瓷磚背面是否有沾黏瓷磚接著劑。建議在鋪貼瓷磚每30min間隔用鏟刀翻開瓷磚，檢查瓷磚背面是否沾黏有瓷磚接著劑及背溝內是否充填有瓷磚接著劑及。若瓷磚背面沾黏瓷磚接著劑的面積小於一半時，即顯示晾置時間已經過長，需將牆面現有平塗的瓷磚接著劑重新塗抹一次，藉此打散表面已經成膜的瓷磚接著劑，如果瓷磚接著劑已經失水太多成乾燥狀，則須刮除重新塗抹新的瓷磚接著劑。鋪貼瓷磚過程中隨時以木槌或震動槌調整位置使其整齊。並以水準尺檢視水平，貼妥後並以海綿沾水清潔表面。
- (h) 瓷磚填縫：瓷磚鋪貼後的2-3day，以海綿鏟刀將瓷磚填縫劑施做瓷磚

抹縫或勾縫，為了要確保瓷磚間隙充飽填縫劑漿，務必用瓷磚填抹縫鏟刀將每個瓷磚縫用力壓實。

- (i) 瓷磚清潔：瓷磚填縫後次日或2-3day，以海綿沾瓷磚清潔劑清潔瓷磚表面，最後再用清水清潔瓷磚表面。瓷磚清潔劑的選用必須不可以損傷及破壞瓷磚釉面。
- (j) 硬底施工法如圖3.2所示。

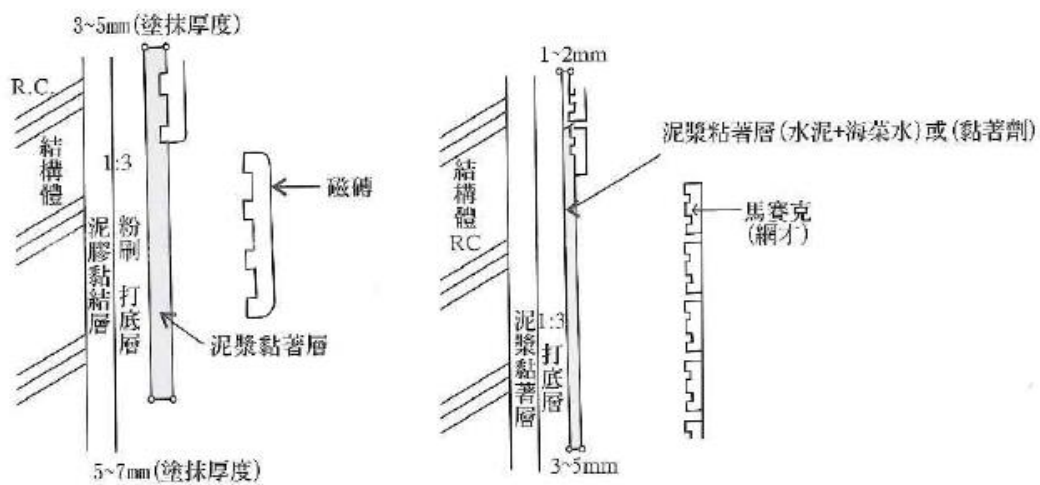


圖3.2 硬底施工法 (a)雙面黏著單面黏著

3.6 填縫

1. 應確保有適當的填縫間隙，不可採用盲縫施工。
2. 外牆鋪貼瓷磚時，應至少於每一層樓的施工冷縫處，垂直部分也應每3-4m，預留一條10-20mm寬的瓷磚伸縮縫。若結構體已有預留伸縮縫者，瓷磚伸縮縫應配合其位置設置。瓷磚伸縮縫的深度應少於瓷磚與接著劑總合之厚度，瓷磚伸縮縫的材料應以彈性密封材料施作，施工時伸縮縫內應先填塞發泡條後再施作充填彈性密封材。彈性密封材要確保不會流出污染物，及吸附塵埃，

造成外牆汙染。

3. 室內鋪貼瓷磚時，可於牆與樓板交會處設置瓷磚伸縮縫。
4. 就安全的考量，建議填縫寬度不得小於3mm、或大於10mm；深度則不得小於3mm。
5. 現場調配之填縫材料，水泥須符合CNS之規定，而細骨材的粒徑應在1.2mm以下，且不含有害垃圾、泥土、鹽份、不純之有機物等之川砂或細砂。
6. 與填縫材料一起使用的水泥摻料混合劑需具防水性、潑水性、保水性、施工性、安全性佳之特性，並應能提高接著性，其混合量等的使用方法應依廠商之規定。
7. 使用已調配妥當的乾拌填縫材料時，應確認其樣品及試驗數據，須符合要求標準後方可使用。

3.7 瓷磚清潔與現場整理

1. 瓷磚面清洗

- (1) 完成瓷磚面不得有空洞、脫層、凹凸或裂紋之現象，否則應剷除重做。
- (2) 完成瓷磚面，至少48hr內，不得在其表面施壓重量或衝擊震動。
- (3) 完成之外牆瓷磚面(含勾縫或抹縫尚未完全凝結者)，如有日光直射、受風雨侵襲等現象時，應給予覆蓋保護。
- (4) 全面硬化後(含勾縫或抹縫作業)，用海綿沾水清洗表面，雜質污穢得用稀鹽酸清洗，嚴禁使用強、弱酸性之清潔劑清洗。

2. 現場整理

- (1) 確認牆角等角落均已收尾。

- (2) 施工後現場遺留之水泥漿乾塊、水泥袋及其他雜物垃圾等，清理乾淨，並運棄至指定地點。
- (3) 施工後剩餘可用之材料，應整理妥善，存放於工地管理人員指定之處。

第四章 瓷磚施作檢查

4.1 瓷磚施作檢查項目

1.現場準備作業檢查項目

- (1) 瓷磚施作面清理乾淨，並補厚平順。
- (2) 門框、窗框、欄杆等固定鐵件事先預埋。
- (3) 預留開孔位置之水電配管配合完成。
- (4) 水電及照明設備準備完妥。
- (5) 瓷磚施作面適當濕潤。

2.放樣及貼灰誌檢查項目

- (1) 依瓷磚細部施工圖、牆瓷磚分割圖進行檢查。
- (2) 瓷磚分格線之彈放符合規定，墨線寬度 $<2\text{mm}$ ，灰誌水平、垂直間距為 1.5m 。

3.粉刷打底施工檢查項目

- (1) 牆面一次粉刷厚度 $\leq 2\text{cm}$ ，如超過 2cm ，採分層補平並加鐵絲網。
- (2) 粉刷作業分成兩次進行，打底粉光間隔時間不得小於 24hr 底面層並以鐵絲刮刀刮成粗紋面。
- (3) 完成粉刷面平整，不得有起砂、膨空或龜裂。
- (4) 牆粉刷面每 2m 之水平、垂直誤差 $\leq 1.5\text{mm}$ 以內。

4.施作瓷磚及間隙檢查項目

- (1) 瓷磚施作前掃淨及濕潤，自中間向左、右鋪貼，垂直及水平縫隙整齊平直，瓷磚不得小於半塊，施作時接著劑應均勻塗於施工面。

- (2) 瓷磚縫隙無凹凸不平，寬度符合規定，應平直且誤差 $\pm 2\text{mm}$ 。
- (3) 瓷磚施作時以水準尺逐塊檢視水平檢查，完成面平整及順度每2m應小於1.5mm，花色需一致。
- (4) 有紋路之瓷磚，施作時花紋對齊，施作完成24hr進行勾抹縫作業檢查，勾縫寬度不得小於3mm或大於6mm，深度不得小於3mm或大於12mm，窗邊預留0.8~1.0cm塞水路空間，2day內不得震動或衝擊。
- (5) 勾抹縫後立即將磚面擦拭乾淨，並達滿縫、平順、無孔洞之情況。
- (6) 如須趕工，完成面上鋪設夾板，加以保護。
- (7) 出線盒依規定切割整齊並清潔乾淨。
- (8) 牆面瓷磚與地坪瓷磚須對縫，牆面與平頂之收頭須平整。
- (9) 瓷磚縱橫縫須整齊劃一，相鄰兩面牆瓷磚縫必須一致。

5.水泥砂漿嵌縫檢查項目

- (1) 瓷磚完成面清洗乾淨。
- (2) 瓷磚完成面平整，不得有色差、龜裂、空心現象及表面無雜物。
- (3) 每塊瓷磚鋪貼牢實，無中空現象、破損及缺角等情形。

6.瓷磚面清洗及現場整理檢查項目

- (1) 完成瓷磚面至少48hr內，不得在其表面施壓重量或衝擊震動。
- (2) 完成之外牆瓷磚面(含勾縫或抹縫尚未完全凝結者)，如有日光直射、受風雨侵襲等現象時，應給予覆蓋保護。
- (3) 全面硬化後(含勾縫或抹縫作業)，清洗表面與雜質污穢。

- (4) 清理垃圾及廢料，並運棄於指定地點。
- (5) 剩餘材料置放於指定地點並堆放整齊。

4.2 瓷磚施作完工後之檢查方式

1.外觀檢查

- (1) 瓷磚完成面外觀須平整，不得有色差、龜裂、空心現象及表面無雜物。
- (2) 完成之外牆瓷磚面勾縫應連續筆直，不可有歪曲。
- (3) 完成之外牆瓷磚面勾縫寬度與深度應均一，不可有錯離現象。
- (4) 建物伸縮縫及瓷磚伸縮縫是否有依規定於規劃預留的位置，伸縮縫是否有使用彈性密封材料填縫

2.打診法(敲擊聽音檢查)

待完成之外牆瓷磚面全面硬化後，應全面實施打診聽音檢查，如有膨空、鼓起黏貼脫落現象的部分，應剷除重新施作。

3.接著強度試驗

- (1) 瓷磚完成後兩禮拜，認為強度已經足夠時，以接著力試驗機進行拉拔試驗。
- (2) 應於適當面積內進行現地瓷磚接著強度試驗以確保其接著強度。
- (3) 有機系瓷磚接著劑之強度測試依CNS草制1010381(與JIS A 5557同)進行檢測。

參考文獻

1. 瓷磚工程施工指南，台灣陶瓷工業同業公會編印。
2. 建築裝飾工程施工安裝手冊，陳寶藩編著，中國電力出版社，2015。
3. **2003-2004 Handbook for Ceramic Tile Installation, 41st Edition, Tile Council of America, Inc. (TCA), 2003.**
4. **Australian Standard – Ceramic Tiles, Part 1 : Guide to the installation of ceramic tile, Council of Standards Australia (CSA), 2007.**

附錄二 期初審查意見與回應

內政部建築研究所 105 年度建築先進技術創新與推廣應用精進計畫

協同研究計畫(一)

第 2 案「外牆瓷磚

評選委員發單及回應一覽表

委員	審查委員意見	廠商回應
陳召集人建忠	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本案係手冊編制臨時工資宜著重於文獻蒐集成電子檔，做分析探討，前三個月應完成 80%，執行第一個月提執行計畫與本所討論後執行。 2. 15 人次的分次舉行諮詢會議，宜妥慎在所內召開為準。 3. 試體製作請參考國內施工情形，有的是大鋪貼再行另掛，有的是細鋪貼，有的是轉角面鋪貼。 4. 請參考公共工程委員會施工綱要。 5. 未見手冊內容架構章節，宜即早提出初稿，俾便建立共識。 6. 請考量試體及牆體試驗結案後的保留與示範，以增加推廣機會。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 臨時工資源部分將依召集人建議方式執行，相關文獻分析可於前三個月內完成 80%。計畫開始後第一個月內提執行計畫，經與所方討論確定後執行。 2. 遵照辦理。 3. 施工手冊與試驗部分，會將不同鋪貼型式列入考慮。 4. 感謝建議，將參考公共工程委員會施工綱要方法，研擬施工技術手冊。 5. 施工技術手冊架構將於計畫開始後 1 個月內提出。 6. 計畫執行期間會與所內人員商討模擬試驗地點與試體保存展示的方式。

<p>林委員谷陶</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 國內常用並模擬試驗使用之瓷磚、接著劑、工法為何?施工技術手冊將以為何立?請加強說明。 2. 文獻收集中相關名詞如：接位、熱層、批盪等不符國內用法，請多校核修正。 3. 相關接著影響因子涉及工法、瓷磚、接著劑等種類繁多，使用之試驗設計方法，請補充說明。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 模擬試驗中所用之瓷磚接著劑為符合 104 年度所提出標準草案中之規定，工法參照施工技術手冊的內容進行。技術手冊包含材料選定、施工法選定與檢測方法等。 2. 後續報告將針對相關名詞校核修正。 3. 感謝委員意見，將於文獻蒐集彙整後，於報告中說明。
<p>陶委員其駿</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議本研究應再增加於 0206 台南地震，瓷磚、石材甚至帷幕牆的破壞現況與破壞模式。 2. 建議本研究宜由內政部營建署於瓷磚掉落安檢制度中，如何支援相關政策推動之需求，亦可先參考陶瓷公會既有之技術手冊。 3. 建議本研究主軸，除針對新施工的技術外，可再強化瓷磚修補的施工方式。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 依委員建議未來報告內容會論述 0206 台南地震，瓷磚、石材及帷幕牆的破壞情況。 2. 將至內政部營建署拜訪相關負責人員或請相關人員參加諮詢會議，以利後續支援政策之推動。另陶瓷公會手冊將列入參考資料。 3. 手冊會將瓷磚修補施工方式列入。

<p>李委員宗德</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 是否有可能於施工時符合規範，但後續因環境因素導致材料(接著劑)變異而產生剝落? 2. 由於社會轉型，經驗豐富的師傅越來越少，施工技術也似乎每況愈下，是否在訂定施工技術手冊之餘，考量在符合設計需求情況下改變施工方法，減少技術工量，或在材料選擇內容做些變革? 3. 本案似為建議標準試驗方法，而非尋找較佳接著劑? 4. 本案試驗部分，因有多種外加劑、接著劑，試驗內容採用甚麼樣的試體?做多少試驗?似未清楚說明? 5. 建議後續成果報告，多注意文章內容之校核，以避免過多的漏字。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 104 年度計畫已針對瓷磚接著劑性質與試驗法擬訂標準草案，其中包括環境因素的影響如浸水環境、熱循環接著力變化等。 2. 委員意見於擬訂技術手冊時，列入材料與工法選擇的重要因素，以降低工量或技術的複雜性。在針對瓷磚黏貼工程需求部分，可有 3. 本案主要是擬訂施工技術手冊，試驗部分係在驗證技術手冊建議之施工法。 4. 本案試驗部分係在驗證技術手冊建議之施工法；試驗除部分內容草擬標準外，另外將依施工技術手冊規定執行。 5. 感謝委員提醒，將針對後續報告內容詳細校核。
<p>廖委員肇昌</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本案為「施工技術手冊」研擬，擬請說明手冊未來架構及手冊 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本案所研擬之施工技術手冊將包含材料的選定標準(瓷磚、接著劑、填縫劑)、

	<p>的使用對象、目的以及與本案研究流程(試驗參數)間之關係。</p> <p>2. 瓷磚間的接縫(勾縫)寬度是否須一併建議或解說。</p>	<p>施工法的選定(打底及黏貼工法)、後續檢測方法及瓷磚掉落發生原因及解決對策。</p> <p>2. 關於瓷磚間的接縫(勾縫)寬度問題將於施工法中明確訂立。</p>
李委員釗	<p>1. 研究團隊實力堅強。</p> <p>2. 建議探討經乾濕冷熱循環對瓷磚接著的影響。</p> <p>3. 本研究有實務應用的重要性。</p>	<p>1. 感謝委員肯定。</p> <p>2. 未來將針對乾濕冷熱循環下對接著力的影響併入試驗計畫中考量。</p> <p>3. 感謝委員肯定。</p>
委員	<p>1. 試驗材料有使用到接著劑，其廠牌、性質、成分是否可請投標團隊再補充。</p> <p>2. 請團隊再補充對此標案有進一步「創意或自由回饋項目」。</p>	<p>1. 本研究預定使用符合標準草案的無機水泥質瓷磚接著劑。</p> <p>2. 除研擬施工技術手冊外，本研究或可提出建築物外飾材優化選用的流程，以實踐永續工程的理念。</p>

附錄三 期中審查意見與回應

內政部建築研究所 105 年度建築先進技術創新與推廣應用精進計畫

協同研究計畫(一)

第 2 案「外牆瓷磚

評選委員發單及回應一覽表

委員名稱	委員意見	研究單位回覆
陳建忠委員	文獻 17 在本文中被引用數次，其似乎為香港的專案機構，請查明列註。	感謝委員提醒將於報告中修正。
	試驗計畫所得得與手冊內容銜接。	感謝委員提醒，試驗所得結果將作為手冊中所規定之方法改變時影響之評估。
	預期成果前 3 項除文獻外，宜予討論分析，以免留於資料老舊或無法本土適用情形發生。	將蒐集較新文獻並彙整後針對比較符合我國之部分予以分析整理納入報告當中。
蔡得時委員	符合預期進度。	感謝委員支持與肯定。
	工程單位建議修正為習用之公制。	感謝委員提醒將於報告中修正。
	試驗計畫之配比等參數及量體建議列表表示。	感謝委員提醒將於報告中列表說明。
	有關國內外瓷磚之型式種類等建議稍做說明。	感謝委員提醒將於報告中針對國內外瓷磚型式及種類進行匯整。
	有關接著劑之化性建議稍作說明，本研究使用兩種是否具代表性。	本試驗計畫之瓷磚接著劑採用市面上最常使用之產品，化性部分將於期末報告中補足。
張繼文委員	瓷磚接著劑水泥系、高分子系、反應型除了 CNS12611 A2239 所界定的 6kgf/cm^2 以外，可參考更為完整的 EN12004，以材料性質與特性區分用途，(若抗拉	本施工技術手冊使用之接著劑性質符合本團隊去年執行計畫中所提出無接瓷磚接著劑及填縫劑之性能要求。

	接著強度未達 6kgf/cm ² 其破壞位置係在墊底材或磁磚時得視為合格)。	
陳昶良委員	一般相關文獻大都使用”磁磚”與本研究使用”瓷磚”有所不同。	根據國內規範目前都使用”瓷磚”。
	外牆瓷磚使用年限低於結構體甚多但保固期甚短，本研究試驗計畫對於耐候性（器後變化，溫濕交替）未予規畫。	本研究於抗拉接著試驗中有進行浸水及熱循環條件試驗，另外將會增加鹽霧試驗評估針對耐候性的影響。
	本研究圖 1-3 研究流程似以材料試驗為主，非本研究之研究流程。	本研究主要為擬定外牆施工技術手冊，試驗部分主要為所提出影響瓷磚接著性能之因子的認證試驗。
	第三章試驗計畫之試體製作總數建議依試驗變數規劃出一覽表。	感謝委員提醒將於報告中列表說明。
	本研究規劃現地模擬試驗，有關現地場域如何擇定？時間如何規劃？	模擬試驗主要為評估所訂定工法之可行性。
高文婷委員	技術手冊用與宜簡明扼要，口令動作。外來有機會延伸翻寫成”自我檢核表”或”專案簽證表單”，俾利行政制度接軌落實執行。	感謝委員提醒，將於報告中盡量以淺顯易懂之文字搭配圖片使施工者容易使用，自我檢核表及專案簽證表單作為未來努力之目標。
王榮吉委員	本研究針對材料品質、施工環境及後續檢測方法敘述及說明詳實具體。	感謝委員支持與肯定。
	目前國內外牆瓷磚接著施工，並無強制的施工規範及基準，未來施工技術手冊完成後，外來新建築物是否強制納入。	本案所擬定之目標主要希望使施工技術增進，減少因為施工不當造成瓷磚掉落之情形。納入未來新建築物鋪貼瓷磚之要求可作為外來努力之目標。

	建請外來外牆瓷磚施工技術士擬依併納入且外牆瓷磚、接著劑應達依定標準基準，才能使用於外牆。	施工技術手冊中所使用之接著劑將符合去年度本研究團隊所訂定之規範。
謝百鈞委員	評估試驗規畫之影響因子是否以充份含蓋所有影響瓷磚剝落的因子，例如：溫度因子及震動（地震）因子等。	感謝委員建議，本團隊將思考盡量在研究計畫中考量較為詳盡之影響瓷磚剝落之因子。
	考慮目前規劃的試驗條件是否足以代表台灣現有建築之環境因素。	感謝委員提醒，本計畫盡量會參考與台灣環境相同的日本等國家作為參考。
	考量如何將試驗的結果轉換做為擬定外牆瓷磚接著之施工技術。	本試驗主要為針對影響瓷磚接著不當原因之驗證，作為施工技術手冊中
	2.5 節標題為國外瓷磚施工技術彙整但實際內容似乎和標題不太相符。	感謝委員意見將予以修正。
林煥程委員	瓷磚尺寸(大小)是否影響實際接著能力。	感謝委員提醒，將於計畫中予以考量瓷磚尺寸的影響。
	瓷磚施工高度(如 5F 與 20F 之外牆受風力影響接著材料與施工操作性)是否影響?	高樓施工對瓷磚接著性能影響，主要是由於接著劑之可施工時間不同所導致造成接著失敗之現象。
	是否考量外牆防水施工後，瓷磚接著性是否因此改變。	感謝委員提醒，將於計畫中考量防水施工對於瓷磚接著性能的影響。
	瓷磚填縫材料與填縫深度影響接著性能的程度如何?	於施工技術手冊將包含填縫施工之要求，減少因為填縫不當對於接著性能的影響。
張小葳委員	本研究案說明內容太多屬於現有施工規範內容均為已知之規範（第 2	第 2 章部分主要為國內外文獻之匯整，將其彙整後擬定影響瓷磚接著性

	章) 多為已知。	能之原因作為後續試驗計畫之基礎。
	P.7 近行各項試驗中以幾次樣品結果做結論。	感謝委員提醒將於報告中列表說明。
	P.7 工作項目中需自行訂定部份,其訂定之依據為何?	依照所核定之契約內容。
	本案在訂定技術手冊,可否加註人員施作要求訓練並建立考核制度,以確認施工步驟之確實性。	施工人員培訓部分可作為後續努力之目標。
	在材料運用及步驟上可能亦是本案重點述求。	施工材料及工法部分將於施工手冊中詳細敘述。
	應加強試驗過程及結果之陳述,考慮因子亦需加強說明。	考慮因子將於第2章中彙整,試驗結果部分將於試驗完成後於第4章詳細說明。
	環境因子是否應考量進去,試驗幾次之結果可茲認定。	後續將增加環境因子(耐候性)試驗對於瓷磚接著性能之影響。
趙文成委員	文獻收集相當豐富,值得肯定。	感謝委員支持與肯定。
	外牆瓷磚掉落甚多,本案質得探討。	感謝委員支持與肯定。
	國內許多瓷磚外牆歷經數十年,未見剝落宜探討其成功原因,含材料、設計、施工。	感謝委員建議,將尋找國內成功之案例作為擬定手冊之參考。
	國內失敗案例可進一步分析其原因,目前僅於P.17~20頁概述。	感謝委員提醒於期末報告中增加國內失敗之案例。
	化學有機接著劑源於日本較多,但因氣候環境不同應加探討其耐熱循環UV之能力。否則近來失敗案例甚多與使用有機接著劑有關,不值得鼓勵或近一步試驗,且本試驗	感謝委員提醒本計畫所使用之接著劑主要為無機水泥質瓷磚接著劑,且將增加耐候試驗

	<p>亦未納入熱疲勞及 UV 試驗及其相對接受值。</p>	
	<p>P.30” 各層粉刷在 7mm 以下合計在 10mm 以下” 容易誤解造成只要刷 1mm 亦可。</p>	<p>感謝委員提醒將於期末報告中修正。</p>
	<p>P.33 請說明接著劑成份。</p>	<p>感謝委員提醒將於報告中列表說明。</p>

附錄四 期末審查意見與回應

內政部建築研究所 105 年度建築先進技術創新與推廣應用精進計畫

協同研究計畫(一)

第 2 案「外牆瓷磚

評選委員發單及回應一覽表

委員名稱	委員意見	研究單位回覆
蔡得時委員	符合預期進度及成果。	感謝委員支持與肯定。
	建議為瓷磚背溝型式稍作說明。	於手冊中第一章 瓷磚施作材料 1.2 瓷磚部分詳細修正。
	建議施工技術手冊章節確認改以與相關施工團體效法、宣導、教育、訓練者。	後續將手冊章節部分仔細檢討後修正確保後續的適用性。
	建議施工技術手冊內容應包括示意圖與照片	後續將照片及示意圖補正。
林煥程委員	施工面積處檢驗可否量化，如含水量、基面硬度、磨損量等。	目前是以底層打診確認底層是否良好的依據，委員之意見可列入考量。
	認同雙面接著施工方式，建議直接納入手冊中強制執行。	後續會將雙面接著作為施工的主要方法。
謝百鈞委員	P6 研究方法提及針對材料特性(...)黏貼方式(單面、雙面)、黏貼時間及使用器具(木、金屬鏟刀)對抗拉強度影響，但第三章的試驗似乎和此研究方法所提不盡相同。	將於成果報告中研究方法修正。
	第三章第 4 節標題為「國外瓷磚施工技術彙整」但內容似乎不符合標題。	第 4 部分為本國及國外施工技術彙整，於成果報告中將標題予以修正。
	P31 試驗變數之變化情形說明較不清楚，建議製作一個表，將所有變數變化數據呈現清楚。	將於試驗變數說明明確說明。

	第三章只有一節，因此不需要特別分 3.1 節	將於成果報告中修正。
	P41 標題為現地試驗，但內容看不到「現地試驗」，而是在介紹施工，因此亦將試驗結果列出並進行探討。	後續將現地試驗中的成果與照片補正。
	P47 第 4 章第 5 節，無法得知展示板內容，亦無法判斷該節的目的為何。	原目的為針對羅列的施工方法做一展示，作為後續施工之參考。
	P59 瓷磚種類細節中之吸水率資料，和 P60 依吸水率分級的資料不一致。	將於成果報告中修正。
	文中未定義何謂單面黏貼，何謂雙面黏貼。文中只有提及硬底及軟底施工。	於報告 p.46 中有敘述何謂單面黏著與雙面黏著。
	P78 軟底施工法及 P80 硬底施工法之內容，皆是在講地坪而非外牆。	將於成果報告中修正。
王榮吉委員	本研究就瓷磚掉落的原因，就混凝土底材、砂漿、黏貼等的底材劣化、施工不良、施工不確實、施工時間不當等均有詳細敘述、說明預期成果。	感謝委員支持與肯定。
	外牆瓷磚接著施工技術的推廣，想與建築師公會、陶瓷公會、建材估會等產業公(學)會共同推廣。	作為後續努力之目標。
	建議請外牆瓷磚接著施工，未來想研擬列存專業造的施工項目。	作為後續努力之目標。
張繼文委員	本案於公法標準、材料規格之研究均已完善，唯獨尚缺施工專業人員訓練育成之規劃，建議可增	本案針對施工技術手冊部分訓練與育成可作為後續努力之目標。

	列。	
	實際執行個案調查驗證支持。	將於成果報告中補正。
台灣物業管理學會	貢獻具體對於台灣施工環境有所助益。	感謝委員支持與肯定。
	(現地試驗與試體試驗)黏著劑不同，其差異為何？請補充說明。	現地與試驗室試驗所使用之接著劑相同。
	現有提出的實驗施工法，多數為傳統施工法，繁多且多元，能否補充傳統施工法與新工法的比較？	將於成果報告中補正。
	能否建議不同黏著劑的open time。	各接著劑的晾置時間有差異，應於晾置試驗中確認應訂於之範圍。
	建議加上規範修正的對照表	將於成果報告中修正。
	請問實驗中，不同尺寸與不同吸水率的地磚與外牆面磚是否影響實驗結果？或是採用時下較常用之瓷磚進行實驗？	不同尺寸瓷磚對於試驗之結果不明顯，主要影響因子為施工方法。現地試驗所使用之瓷磚為市面較常見之瓷磚。
	施作實驗時，狀似在開放空間進行實驗，請問氣候中濕度、溫度等大氣條件是否會影響實驗結果。	濕度及溫度對於瓷磚拉拔強度皆有影響，施作時應避免於惡劣環境下施作，將於手冊中予以建議。
	研究中建議的雙面接著的施工法符合當今施工的習慣嗎？	現今於大片瓷磚施作時常使用雙面黏著確保瓷磚能接著良好。
	若按照本研究所推薦之施工規範，能否初算可以維持的保固時間有多長，或是外國文獻中一般保固幾年？	一般工程慣例，瓷磚施作保固時間大約在1-3年不等，若確實按照本研究推薦之施工規範雙面黏著施作，應可增加瓷磚黏著強度並延長使用年限，但要評估其使用年限，實際

		上仍須考慮其他因素之影響。
	拉拔試驗的流程可否明確規範，因實施拉拔試驗時非隨機，而是由施工廠商自己實驗，恐有問題。	於第四章瓷磚施作檢查項目中予以修正建議。
社團法人台灣房屋整建產業工會	內文若干段落太長，建議妥予分段。部分陳述內容不妥。如 P1，壹，下第 7 行~9 行「屋齡超過 30 年以上之.....，如不迅速使行建築物拆除更新.....」；「第 1 頁最後 1 行後段，如大量的雨水沖刷易造成瓷磚...受損。」等之，有不適當之描述。	將於成果報告中予以修正。
	瓷磚剝落、鼓起，多因溫差大，內含水氣而生基本上須留設有「伸縮縫」(非勾溝縫)，而國內常予忽略，本手冊研擬並予著重。	於施工技術手冊中增加針對伸縮縫的要求。
	本文之軟底工法並不適用外牆瓷磚之施作，提議減略之，並加強硬底 2 法之細部要求之探討。	將於成果報告中施工技術手冊予以修正。
	施工技術手冊草案之架構章節，未能反應瓷磚鋪貼之公序，各層次施作之技術要求說明。	將於成果報告中施工技術手冊予以檢討修正。
台灣營建防水技術協進會	表 1.4 常用高分子中的丙烯酸類敘述，「柔軟性差」較不適當，可改成增加砂漿抗彎及接著，個人可在提供修改。	將於成果報告中予以修正。
	可否增加砂漿因吸水產生水蒸氣而破壞接著的討論。砂漿完工後的降低	將於成果報告中予以修正。

	吸水是非常重要的。	
陳建忠組長	請在檢視修正文內技術手冊務求可行，以免往後一直處於被翻案或膠著狀態。	於成果報告中，施工技術手冊完成後仔細審視是否合宜。
	許多的實驗是室內的，施工時是如何實驗請再檢核。	試驗是實驗部分為黏著方法之驗證，現地試驗部分之結果確認了雙面黏著能有效的增加抗拉接著強度，後續於成果報告中予以修正。
謝宗義委員	建議在作外牆瓷磚接著施工技術手冊，只建議外牆瓷磚貼著應都以接著劑雙面塗抹工法，不須再推薦台灣的所謂硬底工法。	感覺委員建議，後續將硬底雙面接著工法作為瓷磚施作的主要之方法。
	使用名詞是否能統一、明確如：(1) 才貼工法：CNS9737 稱面磚單元；(2) 填縫：指的是伸縮縫或抹縫、勾縫等。是否名稱可以定義清楚。	將於成果報告中予以修正。
	完工後的拉拔強度，是否可以有明確數據。	於瓷磚施作檢查部分將拉拔強度之要求予以建議。
	瓷磚層及水泥砂漿層都應留伸縮縫，應同時建議規範。	於施工技術手冊中增加針對伸縮縫的要求。

附錄五 第一次專家座談會

內政部建築研究所

專家座談會開會通知單

受文者：如出席者

開會事由：內政部建築研究所委託「105年度建築技術多元創新與推廣

應用精進計畫協同研究計畫(二)外牆瓷磚接著施工技術手

冊研擬」案第一次專家座談會

開會時間：105年06月06日(星期一)上午10時00分

開會地點：內政部建築研究所13樓簡報室(新北市新店區北新路三段

200號13樓，捷運松山新店線大坪林站)

主持人：黃然教授

會議聯絡人：研究助理 謝紹恒(0988-233374)

附件：第一次專家座談會討論題綱

出席者：

研究案相關人員－

計畫主持人陳副所長瑞鈴、計畫協同主持人黃教授然、工程技術組陳組長建忠、陶主任其駿、鄒研發替代役思宇、計畫研究團隊紀教授茂傑、林教授世堂、謝研究助理紹恒。

邀請專家委員－

宜蘭大學鄭安教授、臺灣科技大學陳君弢教授、陳榮福土木技師事務所陳土木技師榮福、大同大學翁在龍教授、中國科技大學吳韻吾研發長、中華科技大學黃乃明總務長、潤弘精密劉佰明副理。

內政部建築研究所 105 年度建築技術多元創新與推廣應用精進計畫協同研究計畫(一)

外牆瓷磚接著施工技術手冊研擬

第一次專家座談會討論題綱

- 一、現行瓷磚接著工程的問題
- 二、國外瓷磚施工技術探討
- 三、試驗計畫之可行性
- 四、本次座談會預定討論內容
 1. 哪些部分建議擬定於施工技術當中
 2. 試驗計畫之可行性

外牆瓷磚接著施工技術手冊研擬-第一次專家座談會議紀錄	
專家建議	研究單位回覆
使用澳洲規範之原因為何？與 ISO 規範差異為何？	澳洲規範較為簡易易懂因此以此為框架，此外將規範內不足部分從 ISO 或其他規範補足。
建議在後續專家座談會中補足各施工方式能夠改善膨空之效益。	將計畫之試驗結果針對所提出施工技術對膨空改善之效益進行探討。
建議施工手冊中加註針對專有名詞。	將於施工手冊中加註。
本施工手冊是否整體適用還是參考？與現行施工者認知的差異性為何？	此手冊目的為作為施工者及監造單位參考與檢驗之依據。現行施工技術並無一整體的依循準則，期望透過本手冊的制定將施工技術統一化避免因施工不當導致瓷磚掉落之情形。
建議是否選擇與台灣相近環境及溫度地區的規範會手冊作為施工手冊之參考？	將會針對日本與美國施工手冊中與所訂定之框架進行全盤檢視，考量我國環境之因素將較適合之部分納入手冊當中。
施工手冊中需包含材料與施工之配合性（例如：施工順序及安全性）。	材料部分依照本研究單位去年度研究計畫之成果進行要求，施工技術部分將參考國外現行之手冊進行制定，且將訂立之施工技術於試驗室及現地模擬確保工法之可行性。
施工者如何了解收側重要性，及如何施工？	透過所訂定淺顯易懂之手冊，與因為施工不當將會導致瓷磚接著失敗原因探討告知施工者，盼能減少施工不當造成人員及財產之損失。
施工者培訓制度？	手冊訂立後，配合工會的宣導與現行工法相吻合，且透過施工者參與認證課程以提昇施工技術。
地面及內牆瓷磚接著施工技術是否包含？	外牆瓷磚接著較為複雜內牆與地磚部分較為單純，本研究單位若此施工技術手冊能包含地面及內牆瓷磚接著施工技術將較為為整。
建議先透過瓷磚公會手冊進行了解與改善後定立施工手冊。	瓷磚公會所訂定之手冊施工技術部分較無相關試驗的驗證與佐證，本研究單位會就此問題進行修正，提出較為為整性之施工手冊。
手冊中是否包含影響瓷磚接著破壞之	手冊將包含影響瓷磚接著破壞之原

<p>原因？且是否將後續修復瓷磚工程納入手冊當中</p>	<p>因，然而瓷磚修補時如何將剝落部分進行表面處理方法皆不相同，本施工技術將包含表面處理後瓷磚修補施工技術手冊。</p>
------------------------------	--

專家座談會簽到單
 內政部建築研究所
 105 年度建築技術多元創新與推廣應用精進計劃(二)
 外牆瓷磚接著施工技術手冊研擬
 第一次 專家座談會
 簽到單

開會時間：105 年 06 月 06 日(星期一)上午 10:00

開會地點：內政部建築研究所 13 樓會議室

鄭安教授	
陳君強教授	陳君強
陳榮福技師	陳榮福
翁在龍教授	翁在龍
吳韻吾研發長	吳韻吾
黃乃明總務長	黃乃明
劉佰明副理	
陳瑞鈴副所長	
陶其駿主任	陶其駿
陳建忠組長	陳建忠
周楷峻研究助理	周楷峻
黃然協同主持人	黃 然
林世堂研究員	林 世 堂
紀茂傑研究助理	紀 茂 傑
謝紹恒研究助理	謝紹恒



圖 1 第一次專家座談會開會情形

附錄六 第二次專家座談會

內政部建築研究所

專家座談會開會通知單

受文者：如出席者

開會事由：內政部建築研究所委託「105年度建築技術多元創新與推廣

應用精進計畫協同研究計畫(二)外牆瓷磚接著施工技術手

冊研擬」案第二次專家座談會

開會時間：105年10月05日(星期三)上午10時00分

開會地點：內政部建築研究所13樓簡報室(新北市新店區北新路三段

200號13樓，捷運松山新店線大坪林站)

主持人：黃然教授

會議聯絡人：研究助理 謝紹恒(0988-233374)

附件：第二次專家座談會討論題綱

出席者：

研究案相關人員－

計畫主持人陳副所長瑞鈴、計畫協同主持人黃教授然、工程技術組陳組長建忠、

陶主任其駿、周楷峻研究員

研發替代役思宇、計畫研究團隊紀教授茂傑、林教授世堂、謝研究助理紹恒。

邀請專家委員－

宜蘭大學鄭安總務長、臺灣科技大學陳君弢教授、陳榮福土木技師事務所陳土木技師榮福、大同大學翁在龍教授、中國科技大學吳韻吾教授、中華科技大學黃乃明總務長、建國工程劉佰明經理、中央大學李釗教授、海洋大學葉為忠教授、工業局材料試驗所錢少陵主任。

內政部建築研究所 105 年度建築技術多元創新與 推廣應用精進計畫協同研究計畫(一)

外牆瓷磚接著施工技術手冊研擬

第二次專家座談會討論題綱

一、外牆瓷磚接著施工技術手冊初稿報告

二、試驗結果報告

三、本次座談會預定討論內容

1. 施工技術手冊初稿審查
2. 計畫試驗結果探討

外牆瓷磚接著施工技術手冊研擬-第二次專家座談會議紀錄	
專家建議	研究單位回覆
第一章”鋪設材料”容易造成混淆，建議更改名詞。	統一將技術手冊草案中”鋪設”改為”施作”。
瓷磚分級中吸水率分級並未將石質磚吸水率之規定列出請修正。	於手冊中補足石質磚吸水率之規定。
摩擦係數及瓷磚品質規定引用之規範請詳列規範編號	於手冊中將規範詳細編號補正。
1.3 接著材料及 1.4 填縫材料所指稱是否包括其他接著及填縫材料，請修正名稱。	統一將”接著材料”改為瓷磚接著材料，將”填縫材料”改為瓷磚填縫材料。
第二章2.2 水泥砂漿粉刷中施工部份不符合現況，建議修正。	於手冊中進行修正。
3.4 表面處理見義移至第二章。	於手冊中將”3.4 表面處理”修正為”2.5 表面處理”。
3.5 外牆瓷磚施作程序中第 1 點外牆面磚進水 2hr 以上，洗淨陰乾，與現況較不相同，請修正。	已於手冊中修正為將外牆面磚背面隔離粉清除並擦拭乾淨。
4.2 瓷磚施作完工後之檢查方式敲擊聽音檢查建議更改為打診法(敲擊聽音)檢查。	已於手冊中修正。
接著強度試驗中第 2 點所明定之檢測頻率是否過多建議確認後修正。	已於手冊中更改為應於適當面積內進行現地瓷磚接著強度試驗以確保其接著強度

內政部建築研究所
 105 年度建築技術多元創新與推廣應用精進計畫協同研究計畫
 外牆瓷磚接著施工技術手冊研擬
 第二次 專家座談會
 簽到單

鄭安總務長	
陳君強教授	
陳榮福技師	陳榮福
翁在龍教授	翁在龍
吳韻吾教授	吳韻吾
黃乃明總務長	
劉佰明經理	
李釗教授	
葉為忠教授	
錢少陵主任	錢少陵

內政部建築研究所
 105 年度建築技術多元創新與推廣應用精進計畫協同研究計畫
 外牆瓷磚接著施工技術手冊研擬
 第二次 專家座談會
 簽到單

陳瑞鈴副所長	
陳建忠組長	
陶其駿主任	陶其駿
周楷峻研究員	周楷峻
黃然協同主持人	黃然
林世堂研究員	林世堂
紀茂傑研究助理	紀茂傑
謝紹恒研究助理	謝紹恒



圖 1 第二次專家座談會開會情形

外牆瓷磚接著施工技術手冊研擬 / 陳瑞鈴等編

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>

出版年月：105年12月

版(刷)次：初版

ISBN 978-986-05-0735-5 (平裝)