

各類使用場所騎樓地坪防滑性能之 研究

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國 111 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

各類使用場所騎樓地坪防滑性能之研究

受 委 託 者：國立成功大學
研 究 主 持 人：楊詩弘
研 究 助 理：杜功仁、林宗嵩、林曉韓
研 究 期 程：中華民國 111 年 1 月至 111 年 12 月
研 究 經 費：新臺幣 89 萬 5 千元

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國 111 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

目 錄

目 錄.....	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 研究目的與重要性.....	7
第三節 研究方法與流程.....	11
第二章 文獻回顧.....	13
第一節 防滑原理與測試方法.....	13
第二節 我國有關各種場所之防滑規定.....	21
第三節 國內之相關研究文獻.....	25
第四節 文獻小結.....	55
第三章 國外相關規定與我國地坪防滑係數指導原則之擬定.....	57
第一節 各國有關地坪防滑係數之規定.....	57
第二節 我國建築物地坪面磚防滑係數指導原則草案試擬.....	67
第四章 實驗計畫.....	75
第一節 磁磚防滑試驗機（OY-PSM）.....	77
第二節 可攜帶式防滑試驗機（ONO-PPSM）.....	81
第三節 濕式擺錘法測試儀器（BPN）.....	84
第四節 實驗試體選擇.....	90
第五章 試驗結果與分析.....	93
第一節 OY-PSM、ONO-PPSM 及 BPN 之相關聯性.....	93
第二節 各類場所及騎樓地坪材料、綠建材及抗滑塗料之防滑係數之關係.....	103
第三節 各類場所及騎樓地坪材料之防滑係數安全範圍歸納.....	110
第六章 結論與建議.....	116
第一節 結論.....	117
第二節 建議.....	119
第三節 後續研究建議.....	120
附錄一 期初審查會議記錄及回應表.....	121
附錄二 期中審查會議記錄及回應表.....	122

附錄三 期末審查會議記錄及回應表	126
附錄四 專家訪談會議記錄表.....	128
附錄五 工作會議會議記錄及回應表	132
附錄六 實驗紀錄及照片.....	134
附錄七 實驗總數據.....	136
參考文獻.....	146

表次

表 2-2-1 國內相關法規一覽表	24
表 2-3-1 騎樓及無遮簷人行道防滑係數研究數據	34
表 2-3-2 室內外常用地坪材料防滑性質之研究數據	37
表 2-3-3 人行面磚防滑測試(含導盲磚)之研究數據	41
表 2-3-4 地坪材料表面粗度對防滑性能影響之研究數據	45
表 3-1-1 英國無障礙設計規範依據 BPST 測試之風險關係表	59
表 3-1-2 澳洲 AS 4586 防滑等級劃分表	59
表 3-1-3 澳洲 HB 197 的場所別防滑等級表	60
表 3-1-4 室外及室內潮濕地面濕態防滑值等級表	61
表 3-1-5 室內乾態地面靜摩擦係數等級表	62
表 3-1-6 室外及室內潮濕地面工程防滑性能要求表	62
表 3-1-7 室內乾態地面工程防滑性能要求表	62
表 3-1-8 日本建築學會提出不同動作及地板種類之防滑係數建議值	64
表 3-1-9 「考量高齡者、障礙者順利移動的建築設計標準」防滑係數規定表	65
表 3-1-10 各國防滑試驗儀器及規範統合表	66
表 4-1-1 CNS 3299-12 規範	78
表 4-3-1 CNS 16106 規範	85
表 4-3-2 擺錘防滑試驗試驗儀 (BS 7976) 測試值與滑倒風險性關係表	89
表 4-3-3 擺錘防滑試驗儀 (CNS16106) 測試值與級別關係表	89
表 4-4-1 戶外空間或騎樓、公共用水空間之地坪材料選擇	90
表 4-4-2 綠建材之地坪材料選擇	91
表 4-4-3 抗滑塗料之材料選擇	92
表 5-1-1 乾燥狀態下之三台儀器防滑係數值比較	93
表 5-1-2 潮濕狀態下之三台儀器防滑係數值比較	95
表 5-1-3 OY-PSM 與 ONO-PPSM 防滑數值迴歸分析	98
表 5-1-4 各試驗材料樣本迴歸線圖	100
表 5-2-1 各瓷磚表面施作防滑劑 W 後的防滑係數與施作前後差異值	106
表 5-2-2 各瓷磚表面施作防滑塗料 X 後的防滑係數與施作前後差異值	107
表 5-2-3 各瓷磚表面施作防滑塗料 Y 後的防滑係數與施作前後差異值	108
表 5-2-4 各瓷磚表面施作防滑塗料 Z 後的防滑係數與施作前後差異值	109
表 5-3-1 空間類別統整歸納	110
表 5-3-2 試體樣本與空間類別關係	111

表 6-1-1 本研究針對各類使用場所及騎樓地坪材料防滑係數之安全範圍建議值	118
--	-----

圖次

圖 1-3-1 研究流程圖	12
圖 2-1-1 動摩擦與靜摩擦之關聯圖	13
圖 2-1-2 防滑測試機組 (O·Y-PSM) 外觀圖	19
圖 2-1-3 防滑測試機組 (O·Y-PSM) 之拖翹原理	19
圖 2-1-4 可攜帶式防滑試驗機 (ONO-PPSM) 外觀圖	20
圖 2-1-5 可攜帶式防滑試驗機 (ONO-PPSM) 各部構成	20
圖 2-1-6 BPN 濕式擺錘法測試儀器外觀圖	20
圖 2-1-7 BPN 濕式擺錘法測試儀器各部構成	20
圖 2-3-1 騎樓及無遮簷人行道防滑係數研究之數據分析圖	36
圖 2-3-2 室內外常用地坪材料防滑性質之研究之數據分析圖-1	39
圖 2-3-3 室內外常用地坪材料防滑性質之研究之數據分析圖-2	40
圖 2-3-4 人行面磚防滑測試(含導盲磚)之研究之數據分析表-C.S.R/C.S.R·B	42
圖 2-3-5 人行面磚防滑測試(含導盲磚)之研究之數據分析表-擺錘	44
圖 2-3-6 地坪材料表面粗度對防滑性能影響之研究_原始狀態	46
圖 2-3-7 地坪材料表面粗度對防滑性能影響之研究_防滑液 W	48
圖 2-3-8 地坪材料表面粗度對防滑性能影響之研究_防滑液 X	50
圖 2-3-9 地坪材料表面粗度對防滑性能影響之研究_防滑液 Y	52
圖 2-3-10 地坪材料表面粗度對防滑性能影響之研究_防滑液 Z	54
圖 4-1-1 磁磚防滑試驗機	77
圖 4-1-2 18°之角度向斜上方施力示意圖	78
圖 4-2-1 可攜帶式防滑試驗機	81
圖 4-2-2 可攜帶式防滑試驗機部位介紹	81
圖 4-2-3 可攜帶式防滑試驗機重錘構造	82
圖 4-3-1 濕式擺錘法測試儀器	85
圖 5-1-1 乾燥狀態下 OY-PSM 防滑係數值	94
圖 5-1-2 乾燥狀態下 ONO-PPSM 防滑係數值	94
圖 5-1-3 乾燥狀態下 BPN 防滑係數值	95
圖 5-1-4 潮濕狀態下 OY-PSM 防滑係數值	96
圖 5-1-5 潮濕狀態下 ONO-PPSM 防滑係數值	96
圖 5-1-6 潮濕狀態下 BPN 防滑係數值	97
圖 5-2-1 OY-PSM 之防滑係數值比較	103
圖 5-2-2 ONO-PPSM 之防滑係數值比較	103

圖 5-2-3 BPN 之防滑係數值比較	104
圖 5-2-4 OY-PSM 四種防滑塗料之防滑係數值比較	104
圖 5-2-5 ONO-PPSM 四種防滑塗料之防滑係數值比較.....	105
圖 5-2-6 BPN 四種防滑塗料之防滑係數值比較	105
圖 5-3-1 各類使用場所及騎樓地坪材料之防滑係數值安全範圍值與容許範圍-1.....	112
圖 5-3-2 各類使用場所及騎樓地坪材料之防滑係數值安全範圍值與容許範圍-2.....	113
圖 5-3-3 各類使用場所及騎樓地坪材料之防滑係數值安全範圍值與容許範圍-3.....	114

摘要

關鍵詞/地坪材料、防滑、防滑係數、騎樓

壹、研究緣起

臺灣在急遽邁向超高齡社會的當下，打造一個避免「滑倒」的環境係為重要的社會議題。由於人行走於各種室內外空間時，容易因為地坪鋪面材質鋪設等因素而滑倒，其所衍生的傷害除了對於一般人以外，特別易對高齡者造成生體機能之退化甚或生命危險。是故，確保各類使用場所及騎樓地坪的防滑，屬於建置安全環境的先決條件。台灣目前在中華民國國家標準(CNS)有明文的防滑性能標準檢測方法，但尚未針對各類場所的地坪訂定防滑係數之建議值，而其數值的提出，亦必須要累計更多數據才可作為制定之基礎。另，近年在消費者意識抬頭下，針對各種場所所用地坪材料的性能、規格的標示要求亦日趨強烈，以陶瓷面磚產品為例，除了表面材質加工狀況、顏色與紋路、吸水率以外，越來越多的廠商亦開始透過各種試驗的結果標示其防滑係數值，惟其數值所代表的意義有待釐清。

綜合以上說明，本研究基於保障一般人與高齡者使用各種空間的行走安全，針對目前我國室內外空間與騎樓的地坪常用之材料，包含六種陶瓷面磚、四種綠建材面磚、四種防滑塗料，依據國家標準所訂之試驗方法進行防滑係數值之測定，並將依據試驗結果之分析；同時，參考國外有關各種空間之防滑性能規定，並透過專家會議等方式，最終提出各類使用場所及騎樓之地坪的防滑係數安全範圍與防滑性能建議，作為各界在空間規劃或地坪改修階段時，選擇地板建材之參據。

貳、研究方法及過程

本研究所實施之方法主要包括國內外文獻蒐集分析，並對國內騎樓與無遮簷人行道地坪鋪面常使用之陶瓷面磚產品進行防滑性能試驗。

一、文獻回顧法：

國內外建築相關法令對地面防滑規定之比較集相關研究文獻蒐集及比較分析。

二、陶瓷面磚防滑性能試驗：

依據中華民國國家標準 CNS 3299-12(陶瓷面磚試驗法第十二部:防滑性能試驗法)，

以 OY-PSM、ONO-PPSM、BPN 防滑試驗機組實際進行十種面磚及四種抗滑塗料之防滑性能之驗證。

三、統計分析：

就試驗結果，以相關性檢驗比對，分析各面磚條件與防滑性能之關聯性。

參、重要發現

一、運用 OY-PSM、ONO-PPSM 與 BPN 之試驗結果與回饋

1. OY-PSM 適用於室內實驗室環境，且用以電子儀器試驗，不受於外在環境及人為誤差的影響，相較其他兩者測試儀器，能夠有較精準且穩定的防滑係數值，因此用以陶瓷面磚試驗之防滑係數測定，仍建議採用 OY-PSM 作為試驗儀器。
2. ONO-PPSM 作為可攜帶式至現場進行試驗的儀器，雖其精準度無法媲美 OY-PSM，但對於能夠實際反映現況條件，並現地試驗既有的地坪材料而言，ONO-PPSM 仍有其必要之處，但使用此儀器需提高試驗次數，使其降低外在環境及人為誤差的結果，才能有效反應材料本身之防滑係數值。除此之外，考量地坪材料防滑性能，除了材料本身的防滑係數外，皆須考量現地氣候、場地清潔、傾斜度等。
3. 濕式擺錘法之試驗原理不同於其他兩者儀器，其所採用之原理為擺錘自由擺動之動摩擦係數，透過研究成果可以得出，雖此儀器與兩者原理不同，但其仍能夠反應出部分材料之防滑係數與其他兩者儀器之關聯，但對於陶瓷面磚表面平整且光滑之材料，試驗之浮動較大，此類之材料建議使用 OY-PSM 試驗為佳。
4. 若地坪易附著水之空間場所，不建議使用表面平整且光滑之地坪材料，其表面容易產生真空吸盤之現象，而使防滑係數不穩定而易滑倒。
5. 在地坪表面增加防滑塗料可改變表面粗度，有效提升材料之防滑係數值，滿足防滑性能。
6. 環境之媒介物(例如水)、材料表面狀態(加工樣態)是影響防滑係數數值的主要關鍵。

二、各種空間防滑係數之建議值

1. 目前世界各國對於地坪防滑係數之測定方法種類繁多，但大致分為英國系統(含澳洲、新加坡等國)與日本系統。前者係由濕式擺錘試驗機測定 SRV 值，並依據其值大小設定 P 區間，我國 CNS 16106(人行面磚防滑性試驗法-濕式擺錘法)即為運用此

方法；後者則是運用 OY-PSM 防滑試驗機測定 CSR 值，我國 CNS 3299-12(陶瓷面磚試驗法第十二部:防滑性能試驗法)即為此方法，另，ONO-PPSM 儀器則是運用 OY-PSM 之簡易攜帶版，在日本主要作為現場測試地坪使用，但其數值之呈現不若 OY-PSM 穩定。

2. 依上述三者儀器實驗結果分析，並經專家會議討論後，提出「建築物地坪面磚防滑係數或等級指導原則」，建議用於一般戶外場所、騎樓、無遮簷人行道、戶外廣場等，乾燥、潮濕狀態之防滑係數值，應高於 0.55(C.S.R 值)以上，P5 值以上；一般建築物之走道、出入口、門廳、樓梯及居室，乾燥狀態之防滑係數值，應高於 0.45(C.S.R 值)以上，P4 值以上，若為進出口及通道場所之安全疑慮，建議應達到 0.5(C.S.R 值)以上，P5 值以上；若為廁所盥洗室、浴室、游泳池畔等赤腳用水空間，潮濕狀態之防滑係數值，應高於 0.7(C.S.R·B 值)以上，P5 值以上。

肆、主要建議事項

建議一

研提建築物地坪面磚之防滑係數或等級建議內容：立即可行建議

主辦單位：內政部營建署

協辦單位：內政部建築研究所

此案針對建築物地坪面磚之防滑係數或等級提出建議內容，建議陶瓷面磚、陶瓷馬賽克磚採用中華民國國家標準 CNS 3299-12(陶瓷面磚試驗法第十二部:防滑性能試驗法)進行試驗，行道磚、導盲磚、階梯磚、馬賽克磚、混凝土磚等非陶瓷面磚類則採用中華民國國家標準 CNS 16106(人行面磚防滑性試驗法-濕式擺錘法)進行試驗，並提出地坪面磚，其建築物或使用場所之所有權人及管理人有維護地坪面磚清潔及防滑性能之責任。如地坪面磚表面濕滑、油漬造成使用人滑倒，導致危險之虞，應在現場設置警告標誌，立即清潔處理。相關建議內容提供給本部營建署參考及研訂相關指導原則。

而國內現有規範 CNS 16106、CNS 3299-12 兩者之間的規範內容與數值，未來可加以研究其對應關係，應透過更多實驗室數據，以更加確立兩者規範試驗結果之共通可行性。

Abstract

Keywords

Floor material, Slip Resistance, Slip Resistance Performance, Arcade

As Taiwan is entering a super-aged society, how to build a non-slip environment is an important public space safety issue. Because the elderly and ordinary people walk in various places of use and arcades, they are prone to slip due to improper paving materials and excessive slippage, and slipping often causes life hazards. Therefore, for various places of use and arcade floors The slip resistance countermeasures are an important infrastructure to reduce the health risks of the people.

Since slip and fall accidents are frequent events in daily life or work, in order to ensure the safety of pedestrians, this study is based on the operating procedures and methods published by the national standards of the Republic of China to detect the current domestic commonly used in various places and arcades The anti-skid coefficients of indoor and outdoor floor materials include more than 6 types of tiles for arcade floors, more than 4 types of green building materials floors, and more than 4 types of anti-skid coatings. Based on the slip resistance coefficient values of the above materials, estimate the indoor The safety range of the anti-skid coefficient of the external floor material is used as the basis for seeking consensus on the formulation of specifications in the future.

This study has the following major findings:

1. OY-PSM is suitable for indoor laboratory environment, and is not affected by the external environment and human error. Compared with the other two test instruments, it can have a more accurate and stable anti-skid coefficient value. Therefore, it is still recommended to use OY-PSM as the test instrument for the determination of the slip resistance coefficient of the ceramic tile test.
2. ONO-PPSM is a portable instrument for on-site testing. Although its accuracy is not comparable to that of OY-PSM, ONO-PPSM is still suitable for existing floor materials that can reflect current conditions and test existing floor materials on site. but the use of this instrument needs to increase the number of tests to reduce the results of external environment and human error, to effectively reflect the anti-skid coefficient value of the material itself. In addition, when considering the anti-skid performance of floor materials, in addition to the anti-skid coefficient of the material itself, the local climate, site cleanliness, and inclination must also be considered.

3. The test principle of BPST is different from the other two instruments. The principle adopted is the dynamic friction coefficient of the free swing of the pendulum. Through the research results, it can be concluded that although the principle of this instrument is different from the two, it can still reflect some The slip resistance coefficient of the material is related to the other two instruments, but for the material with a flat and smooth surface of the ceramic tile, the fluctuation of the test is relatively large. It is recommended to use the OY-PSM test for this type of material.
4. If the floor is easy to adhere to water, it is not recommended to use flat and smooth floor materials. The surface is prone to vacuum suction cups, making the anti-skid coefficient unstable and easy to slip.
5. Adding slip resistance coating on the floor surface can change the surface roughness, effectively increase the slip resistance coefficient value of the material, and meet the slip resistance performance.
6. The medium of the environment (such as water) and the surface state of the material (processing state) are the main keys that affect the value of the anti-skid coefficient.
7. Based on the analysis of the experimental results and the results of the expert meeting, the "Guidelines for the anti-skid coefficient or grade of building floor tiles" are proposed, and it is recommended to be used in general outdoor places, arcades, sidewalks , outdoor plazas, etc., for anti-skid coefficients in dry and wet conditions The value should be higher than 0.55 (C.S.R value) and P5 value; the non-slip coefficient value of the dry state of the walkways, entrances and exits, halls, stairs and living rooms of general buildings should be higher than 0.45 (C.S.R value) and P4 value , if it is a safety concern in the entrance, exit and passage places, it is recommended that it should be above 0.5 (C.S.R value) and P5 value above; if it is a barefoot water space such as a toilet, bathroom, swimming pool, etc., the anti-skid coefficient value in a wet state should be higher Above 0.7 (C.S.R.B value), above P5 value.

第一章 緒論

吾人因滑倒事故所衍生的後果，不但造成生命傷亡亦因治療而形成健保之負擔。而滑倒的原因，與個人的生理狀態、發生場地多項因素有關，其中，以提升地面材料防滑性能，為降低滑倒風險產生的主要手法之一。綜觀我國目前有多項有關鋪設於地面之材料必須防滑之規定，然而現時尚未訂有相關場所地坪的防滑係數值建議，以致於法令僅「定性」規定特定空間必須達到防滑，但無「定量」之參考數值可供依循。有鑑於我國即將邁入超高齡社會，生理機能退化之行動弱勢族群增加，為整備安全之行走環境，有必要強化各種空間地坪之防滑性能。是故本研究依據中華民國國家標準訂定之 CNS 3299-12〔陶瓷面磚試驗法-12 部:防滑試驗法〕與 CNS 16106(人行面磚防滑性試驗法-濕式擺錘法)之試驗規範，針對各種常用之陶瓷面磚與防滑塗料進行防滑性能驗驗，並根據試驗結果與專家會議所得之決議，同時參考國外相關準則與規範，訂定各種空間之地坪面磚防滑係數或等級建議。綜上所述，本章主要說明研究之緣起與目的，且界定與說明試驗試體選擇範圍，並述明研究流程。

第一節 研究緣起與背景

壹、研究緣起

滑倒可謂為一種身體「失足」的現象，意指人的腳底與地面接觸時，產生非預期的不穩定狀態，導致重心失衡而身體跌落地面的狀況。滑倒對人所造成的影響，會因年齡、生理條件、地坪材質軟硬等因素，而對身體產生不同程度之傷害。滑倒，並不侷限於從事某種特定的行進動作才會發生。事實上，於職場工作、居家生活等皆有其風險，但由於屬日常偶發的意外，所以吾人往往忽視其後果，狀況輕微者受傷或骨折，嚴重者則可能導致生命危險。有關滑倒發生的原因，大致可區分為「環境」的要素以及「人」的要素。前者包含鋪面材料、表面媒介物的有無或地坪維護管理程度、地面的傾斜或凹凸等因子、以及腳底/鞋底的條件等；後者則與行走者的生理機能狀態、步行或跑步姿勢有關。而相較於醫學、運動科學等專業研究著重於「人」的要素之研究，建築及材料工程領域則著力於「環境」要素之探討，以期創造一個可降低滑倒風險之生活場域。

依據我國行政院衛生福利部國民健康署於 2013-2014 年實施，2016 年 12 月所公布的最新「國民健康訪問調查」之結果顯示，在過去一年中曾發生跌倒/跌落/墜落事件的民眾當中，12 至 64 歲的比率為 13.3%(內含需要醫護人員處理有 5.4%)，其中 49.1%為滑倒或絆倒，發生地點以室外與室內為 2:1 的比例，發生場所以路邊(含人行道)為最高占 20.3%、運動場(含庭院)居次為 18.0%，發生時正在從事的活動則是於有薪工作中居首為 14.6%、其次為騎車 13.5%；而在 65 歲以上的高齡者方面，曾發生跌倒/跌落/墜落事件的比例為 16.5%(內含需要醫護人員處理有 7.7%)，其中滑倒或絆倒者則為 44.3%，發生地點屬室外為 54.9%、室內為 41.8%，發生場所以路邊(含人行道)為最高占 25.1%、居家場所(含浴廁)居次為 20.5%，發生時正在從事的活動則是騎車居首為 14.3%、其次為日常居家生活 6.0%。由以上的統計數據可知，滑倒事件的發生機率在不同的年齡層雖呈現一定的比例，然而高齡者因身體機能的逐漸弱化，故發生機率與需要醫護處理者較其他年齡為高；而在發生地點與場所方面，則因活動型態的差異而有顯著差別，12 至 64 歲民眾的意外發生地點室外遠高於室內，而發生場所無論何種年齡均以路邊(含人行道)為最多，但值得注意的是 65 歲以上的意外發生於居家空間者亦占高的比例；而就發生當下所從事的活動來看，12 至 64 歲民眾在工作時發生意外居首，高齡者若扣除騎車因素，則是於居家生活發生跌倒等意外最多。

另，根據衛生福利部統計處於 2021 年公布之「民國 109 年國人十大死因統計結果」指出，事故傷害為國人死因第六位，而在事故原因方面，跌倒/跌落高居第二占 21.9%(首位為交通運輸占 46.1%)。然而，就進一步從統計資料分析，2020 年(民國 109 年)因跌倒/跌落而喪生的 65 歲以上之高齡者，每十萬人口死亡人數高達 24.3 人，遠高於其他年齡層(例如 25-44 歲為 1.6 人、45-64 歲為 6.3 人)，足見面對行動能力趨於弱勢、生理逐漸退化的高齡者，其居家生活的安全課題實在不容小覷。

再者，依據行政院國家發展委員會的統計，我國在 1993 年邁向「高齡化社會」(65 歲以上人口占總人口 7%)後、隨即於 2018 年 3 月正式達到高齡社會(65 歲以上人口占總人口 14%)、並推估將於 2026 年進入超高齡社會(65 歲以上人口占總人口 20%)。政府為了因應人口結構高齡的急遽變化，長期照顧服務法於 2016 年 6 月 3 日正式上路，為目前臺灣長照發展的重要之根本大法，此法試圖欲整合多項的長照軟硬體資源。然而，現時之長照設施多半以照顧設施集中的系統方式出發，針對在宅養老、在地老化、在地安

養等非於特定設施所進行的高齡者預防階段空間安全性能的探討、以及設施的整備尚待建置與驗證。特別是探討到上述高齡者的空間軟硬體需求時，有關「行走」的安全條件，尚為有待探求之課題。縱然，我國於 2013 年實施無障礙設施設計規範，針對設施型、家庭型之無障礙環境整體生活環境之建構有所規定，但在地坪安全的性能需求上尚存有待釐清之。尚且，家庭觀念重視的臺灣，多半高齡者對於機構的設施有著不得已才去的觀念，再加上以眼前的人口結構，長照設施的建設亦有可能不足因應未來超高齡社會的狀況。是故，高齡者多半喜歡熟習的家庭環境，「在宅安老」與「社區環境」就將為長照機構前的預防之重要階段。因而更突顯未來超高齡社會下，各種空間地坪防滑性能必須被確保的重要性。

除了 65 歲以上高齡者的安全保障之外，一般民眾在生活與作業職場方面，產生滑倒的風險亦不可忽視。依據勞動部於 2012 年 10 月依所屬勞動及職業安全衛生研究所的研究結果公布，針對近十年 238 件於各級法院與跌倒事故有關的訴訟判例分析，發生於職場的滑倒案例共有 56 件，理賠金額超過新臺幣三千萬圓以上，但若包括公共場所的跌倒事故案例則有 171 件，總計理賠金額可能更高達新臺幣一億圓左右。顯見不安全的公共場所與工作場域對於一般民眾與勞動者的身心影響、雇主責任風險與社會成本必須付出的代價。

綜合前述，滑倒/跌倒所衍生的人民傷害、社會損失已是一個必須面對的課題，特別是臺灣在同時面對產業勞動安全環境待改善與整體人口結構老化、急遽邁向超高齡社會的當下，如何建置一個免於「滑倒」的生活與工作環境，實需各界亟思並行動。

貳、研究背景

一、滑倒與場所的關係

就滑倒的發生場所視之，居家的住戶內部常是容易衍生意外的地點(尤其是高齡者)，特別是室內地坪較光滑的戶內走道、以及浴室、廁所等用水空間。是故，包含世界各國人口高齡化急遽之區域，政府部門對於推動既有居家環境「無障礙化」的政策活動中，特別載明扶手加裝、地坪改善、浴廁防滑的重要性。除了住宅以外，公共場所如戶外人行道、街區的騎樓、建築設施(如醫院、車站、公部門機關等)常是各種生理條件不一的不特定多數百姓使用之環境，亦是滑倒意外發生風險較高的地點。另，除室內如走廊、

居室、衛浴空間之外，其它如學校、泳池、餐廳等也為滑倒意外發生頻率較高之地點。而導致滑倒的因素則包括地板使用易滑的材質、赤足或未穿著適當的鞋子及意外發生時的步行姿態等因素，另地面覆蓋如油、水、清潔液體等易滑物質亦為可能原因之一。而綜合相關文獻回顧，滑倒與個人及場地等多項因素有關，而其中提升地面材料之防滑性能為較易掌握之關鍵要素。

台灣一般常用的戶外、室內地坪材料包括水泥（cement）、土陶（terrazzo）、大理石（marble）、陶瓷（ceramic tile）、木板（wood）、橡膠（rubber）、塑膠類（vinyl）等。此類材料有些本身具有防滑性，但若其表面有外在物質覆蓋其上（如油、水、食物等），則幾乎變得易滑，因此考慮防滑性時，除了地板乾燥狀態以外，更要考慮潮濕狀態，有些地板材料在乾燥時觸摸似乎摩擦力很大，其實一發上水，就毫無止滑性可言。

我國戶外常見以磁磚鋪設於騎樓或戶外步行空間，然而台灣地區氣候因潮濕多雨，常造成鋪面表面呈現濕潤而易滑之狀態，故為確保步行者的行動安全，因此本研究計畫以常用之地坪磁磚進行止滑係數之驗證，一方面瞭解上述材料於乾燥、潮濕狀態下之物理性能，另一方面針對實驗結果提出未來規劃設計戶外(或半戶外)空間時之材料選用建議。

二、有關防滑的材料/空間規定與測試原理

以往我國廠商在工廠針對產品防滑性能進行自行檢驗時，常沿用『美國材料試驗協會（ASTM）』的 ASTM F1679 摩擦係數標準的試驗方法進行測試，依據所得數值判定地坪防滑性能合格與否(例如 0.5~0.59 間視為很安全，0.6 以上為 非常安全)，但 ASTM F1679 由於後來發生專利方面的問題於 2006 年廢止。而我國目前針對磁磚防滑性能的現行檢驗方法，列定在中國國家標準當中，分別有編號為「CNS 3299-12」、以及「CNS 16106」，兩者均針對實驗操作模式、方法列具詳細之記載，但並未明確指定止滑係數之標準。

至於在建築相關法規方面，於建築技術規則設計施工編中，在 1974 年即以第 39 條明文規定坡道的表面應使用「防滑材料」處理之；另，2008 年所頒布的建築物無障礙設施設計規範中，亦規定包括室內走廊、室外通路、坡道、樓梯、廁所及浴室等，所有地面皆應平整、堅固、「防滑」；此外，國內亦有新建建築工程之招標文件與施工規範中

表示對於「防滑性能」有所要求。但上述的規定皆為較籠統之概念，多未針對「防滑」作量化的定義與標準的制定。而在材料的測試方面，在 2009 年新的 CNS3299-12 標準公布之前，市面上針對地坪材料的測試方法並未統一，當時既存的適用儀器與方法，依據內政部建研所於 2007 年的「地坪材料防滑性能基準之研究」中指出至少有三種：一為前述之可變角度止滑試驗計(English XL Variable Incidence Tribometer)，試驗標準為 ASTM 1679，被公認可適用於潮濕與乾燥的地坪表面，但美國已將此方法從公告中撤銷；二為水平測力計(Horizontal Pull-Meter)，試驗標準為 ASTM C1028，較適用於瓷磚工廠的品管測試，不適用於潮濕及已鋪設的現場；三是擺錘式試驗機(BPST)，ASTM C1028，常用於道路鋪面之抗滑性，但 2008 年建研所在「地面材料防滑性能與表面粗度的關聯性之研究」中指出此試驗主要用於路面量測，驗證汽車行走時之止滑效果，對於步行地坪材料測試的適用性與檢驗標準有待商議。直至 2019 年，經濟部標檢局公布 CNS16106，擺錘式試驗儀被認定為測試人行地坪材料防滑係數的主要量測工具之一。

如同前節所述，滑倒以往常常被大眾界定為生活偶發的意外，所以容易忽略忽視它的嚴重性。有關滑倒事件的生成，本研究認為大致有「生理狀態」、「腳底面」、「地坪材料」、「表面介質」等四個關鍵因素：首先，「生理狀態」包含人的姿勢與身體狀況，前者意指人在停留、行進、工作等當下的身體姿態是否可維持重心平穩；而後者則是基本體能或腳的力道是否受到年紀、身體機能弱化而衍生影響。「腳底面」則是判定人的腳是屬赤足？穿襪？著鞋？而無論是腳根或腳尖，其與地坪的接觸與施力，可影響人在動作時腳底面與地面之間的摩擦力。「地坪材料」乃界定鋪設於地面上的材料條件(例如孔隙率、吸水率、有無上釉？)與凹凸、傾斜程度。「表面介質」則是指地坪材料表面的狀態有無純淨？是否有水、洗劑、油等殘留等。

根據前述的分類，有關滑倒原因的探索，第一種視行走者/使用者本身的生理狀況而定，是故吾人在建築計畫上需注意其各種不特定人們的使用特性，以達到公平、無障礙、通用的空間安全性考慮(例如高齡者與行動弱勢者)；第二種則是需要試驗各種鞋底面與襪品的材料性質是否可適應防滑；第三種則是測試各種地坪材料的表面性質、表面加工狀態、鋪設條件能否因應行人步走的基本安全需求；第四種則是探討室內外空間/場所地坪在日常生活中有否執行適切的維護管理。綜合以上說明，滑倒與個人綜合前述及場地等多項因素有關。而從整體建築生命週期的觀點視之，為了達到滑倒風險的降低，

有關建築/材料/物業管理等專業領域有關的決策與技術，乃是著重於「設計階段如何選擇正確的地坪材料、施工階段如何正確鋪貼、使用階段如何確實維護清潔」。因此，確保地面之防滑性能，為建築專業領域較易掌握之關鍵要素。

第二節 研究目的與重要性

壹、預期目標

內政部建築研究所自 96 年起針對地坪材料防滑性能等相關問題進行實驗規劃研究，迄今已累積多年研究基礎，得用以探討台灣地區本土性之防滑係數。經濟部標準檢驗局於民國 98 年 7 月始公布「陶瓷面磚試驗法-第 12 部：防滑性試驗法(CNS 3299-12)」國家標準，並於 100 年 9 月修訂，且為國內唯一可循量測地面材料防滑之試驗方法，然至今仍未訂定防滑係數相關建議值。為避免騎樓及無遮簷人行道發生滑倒意外，遂規劃本項研究課題。另，內政部建研所自 101 年起，即透過合乎 CNS 3299-12 標準之防滑試驗機，進行相關實驗測試，並已建立部分地坪材料之實驗數據，惟為訂定防滑係數，必須增加更多之實驗樣品數、種類及實驗次數，以確保實驗數據之準確性與合理性。此外，目前在上述標準的試驗方法上多以未實際安裝於地面的全新地坪材料為樣本，故在相對安定的試驗場域下測定出來的防滑係數值可能無法真實反映現地實況。為了解決實驗室數據與現況的差異，日本於 2004 年開發出可攜帶式的防滑係數測定機器(ONO-PPSM)。此儀器的主要特點在於輕量、搬運方便，可至各地進行實測。

此外，有鑑於我國在急遽邁向超高齡社會的當下，如何建置一個免於「滑倒」的環境係屬重要的社會議題。由於高齡者及一般人行走於各類使用場所及騎樓時，容易因為地坪鋪面材質鋪設不當及過滑而滑倒，因滑倒受傷容易對高齡者造成生命的危害，所以對於各類使用場所及騎樓地坪防滑重視是極為重要的。我國目前有中國國家標準公定的防滑性能檢測標準，惟面臨高齡社會之台灣，針對場所的標準制定，必須要累計更多數據才可進行地坪材料安全標準的制定。綜合以上說明，本研究基於保障高齡者及一般人行走各類使用場所及騎樓的公共安全，將依據試驗結果之分析，最終提出各類使用場所及騎樓之地坪的防滑係數安全範圍與防滑性能建議，作為建築師與一般民眾在選擇地板建材時之參據。

綜合以上說明，本研究目的如下：

1. 盤點蒐集國外各類使用場所及騎樓地坪材料防滑係數之相關規定，分析防滑性能需求，測試方式、測試單位，以及設計參用的相關數據規範。
2. 就民國 100 年公布後各單位相關防滑研究報告及國家標準進行彙整，並分析國內各縣市各類使用場所及騎樓防滑係數相關標準。

3. 分析國內常用於各類場所及騎樓地坪 6 種以上類型的瓷磚、4 種以上綠建材地坪、4 種以上抗滑塗料為樣本，分別運用符合中國國家標準之防滑測試機及攜帶式防滑機，測試防滑係數值，藉此推估地坪材料的防滑係數安全範圍。
4. 針對各類使用場所及騎樓之地坪提出防滑係數建議，並作為尋求未來制定規範共識之基礎。

依據以上的目的，本研究期望大量代表性材料的防滑係數測出，提出各類使用場所及騎樓之地坪材料防滑係數，藉以輔助設計者以及非專業者於挑選地坪材料之參考，並藉由提出建築物各類場所及騎樓選用適宜之材料建議，降低滑倒意外產生之風險。

貳、研究範圍

根據 2016 年「國民健康訪問調查」之結果顯示，12 至 64 歲發生滑倒或絆倒地點，以室外與室內為 2:1 的比例，發生場所以路邊(含人行道)為最高占 20.3%、運動場(含庭院)居次為 18.0%；而 65 歲以上的高齡者方面，發生滑到或絆倒者，發生地點屬室外為 54.9%、室內為 41.8%，發生場所以路邊(含人行道)為最高占 25.1%、居家場所(含浴廁)居次為 20.5%，由此可知戶外場所、騎樓及無遮簷人行道，造成滑倒及絆倒的發生機率極高，其次是用水空間。然而，訂定各類使用場所地坪防滑性能之安全範圍，為防止滑倒或絆倒之關鍵因素之一，本研究以室內外各類場所及騎樓、無遮簷人行道等空間的常用地坪材料為對象，界定研究範圍。

參、研究限制

滑倒、絆倒發生的因素相當多，其中包含環境因素及人為因素。本研究主要以反應各類場所使用條件之情況，透過試驗地坪材料之防滑係數，提出安全範圍之建議，以降低滑倒及絆倒之風險。

1. 各類場所及騎樓、無遮簷人行道，使用之地坪材料變化相當多，故本實驗規畫分別以各空間屬性媒介物(乾燥、用水條件)、試體材質、表面狀況作為變項，而試驗滑片(鞋底材料)、托撬角度(走路情況)、托撬速度(行走速度)則為固定項，透過專家會議與台灣區陶瓷業同業公會之討論，選擇國內常用之地坪材料為主。
2. 承上，市售之地坪材料選擇非常多種，考量人力、物力、時間等限制因素，難以就每種地坪材料進行測試，故將針對目前市面上各類場所常用之代表性地坪材料，共計 6 種地坪材料、4 種綠建材地坪、4 種抗滑塗料進行實驗。
3. 本研究係以模擬各類場所環境條件，試驗地坪材料防滑係數之安全範圍，由於 OY-PSM 試驗儀器尺寸較大，無法現地測量反應實際情況，僅能以模擬現況條件方式，透過 CNS 3299-12 與 CNS 16106 對於瓷磚試體表面的介質規定進行試驗；而對於各類場所及騎樓、無遮簷人行道地坪使用之安全性，仍有許多條件須顧慮與考量，本研究僅就地坪材料在有水的狀態下以標準試驗條件下進行探討，並未特別鎖定特殊情境如特定場所地坪介質(如機車行前騎樓地坪沾染機油、營業用廚房地坪表面的洗劑或油漬)。

肆、實驗對象

本研究預計以試驗法為主軸針對各式材料進行試驗，樣本預計如下：騎樓地坪 6 種以上類型的瓷磚、4 種以上綠建材地坪、4 種以上抗滑塗料。

一、試體樣本設計

- 1、用於戶外空間、騎樓或公共用水空間之地坪材料：考量室內外之空間特性，依據陶瓷面磚的吸水率分類、表面狀況(霧/亮面、凹凸面)等條件，選擇 6 種陶瓷面磚，其中兩種常用於戶外人行道等室外空間、兩種用於大廳、梯廳、廚房等有水侵入之空間、一種常用於泳池、一種常用於集合住宅之陽台，共計六種陶瓷面磚。
- 2、綠建材地坪：以回收料作為摻料之再生綠建材的陶瓷面磚為主，考量使用場所、不

同表面狀態、吸水率等，選擇 4 種材料，其中一種常用於廣場/露臺/戶外空間，另三種常用於各種室內場所。

- 3、抗滑材料:針對市面上常用的四種抗滑塗料(侵蝕型、硬化劑摻細骨材型塗料固化形成乾澀顆粒型、硬化粉摻粒料型)，塗佈於戶外空間地坪，就塗布前後進行防滑性能的試驗，並進行結果比對。

二、試驗條件

本研究試驗前將對實驗造成之影響因素排至最低，並針對試驗環境條件、試驗儀器具備特性、試驗設備與儀器、試驗滑片與試驗次數進行試前作業，將其以統一規格及規範以作為後續試驗之基礎條件。

1、試驗物理環境條件設定

本計畫為了將試驗誤差率降至最低，則參考日本 JIS A1454:2016[34]所規範之試驗溫度 $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、濕度 $(50 \pm 10)\%$ 於現地進行防滑性能試驗，然規範提出之實驗條件為相對安定的實驗室，因無法控制現地環境條件，本研究預計於成功大學建築科技大樓之有空調實驗室進行溫度及濕度控制後進行試驗。且於試驗前將其瓷磚表面之顆粒物、雜物清除乾淨後進行試驗。

2、媒介物設定

本研究試體表面之媒介物為模擬具有差異性之地坪可能出現之狀況而設定，故將使用一般常見地面污染物如水、油等來模擬之。本試驗依據 CNS 3299-12 陶瓷面磚試驗法第十二部防滑試驗法之相關規定進行，但我國 CNS 3299-12 內容僅定義媒介物為水的狀況下分布量，因此其餘媒介物則參照日本 JIS A1454:2016 之規範內容進行試驗，其分布量如以下說明：

- 乾燥：以乾淨布料於試驗前擦拭試樣表面及滑片，試驗時試樣與滑片間保持乾燥無媒介物。
- 自來水：依據 CNS 3299-12 規範 C.S.R 值，使用自來水作為媒介物，以約 400g/m^2 之分量均勻散布在試驗表面。

3、試驗儀器

(1)、OY-PSM 法

本儀器為小野英哲教授於東京工業大學時期所研發之防滑係數量測之儀器，利用兩

物體之間摩擦力與儀器本身砝碼之正向力(785N)測受測物體之防滑係數，也就是摩擦係數。測試原理與水平拉力計類似，並模擬人類行走角度，改良以向斜上方 18°施力，其方法可同時施予水平力與垂直力，可改善潮濕狀態時水膜產生的黏合效應問題。目前日本與我國以本儀器為主要防滑係數量測儀器之一。

(2)、ONO-PPSM 法

本儀器為小野英哲教授於東京工業大學時期以防滑試驗機(OY-PSM)為雛型，所研發之可攜帶型防滑係數測量儀器，是以拖橇式(drag sled)原理量測。其儀器分別為踏板轉動把手、重錘軌道、重錘與支撐架四個部分所組成，重錘則模擬人體垂直荷重，因本儀器為方便攜帶式，故基礎載重為 20KG。

(3)、濕式擺錘法

本試驗使用之儀器(BPST)為義大利 Controls 48-B0190 擺錘止滑檢測儀，該試驗儀符合英國 EN 1097-8:2001，EN 1340-1；EN 1341-D、美國 ASTM E303-93（1998）等試驗標準，並為我國 CNS16106 之指定儀器，藉由求取的 BPN 值(或稱 SRV 值)判斷材料之防滑程度。

第三節 研究方法與流程

壹、研究方法

本文之研究方法可歸納為以下三點作為說明。

一、文獻回顧：

國內外相關研究文獻蒐集及比較分析。

二、實際實驗：

依據中華民國國家標準 CNS 3299-12「陶瓷面磚試驗法第十二部:防滑性能試驗法」、CNS 16106「人行面磚防滑性試驗法-濕式擺錘法」，如前述實際進行 6 種面磚、4 種綠建材面磚及 4 種防滑塗料之防滑性能之驗證。

三、統計分析：

就試驗結果，以相關性檢驗比對，分析各面磚條件與防滑性能之關聯性。

貳、研究流程

本文之研究步驟大致分為主題確立(含研究動機與目的)、資料檢索與彙整(含既有研究成果、國內外相關規範的蒐集與提出見解)、試驗計畫與試驗執行、專家會議與防滑係數建議值提出等，其流程如圖下所示

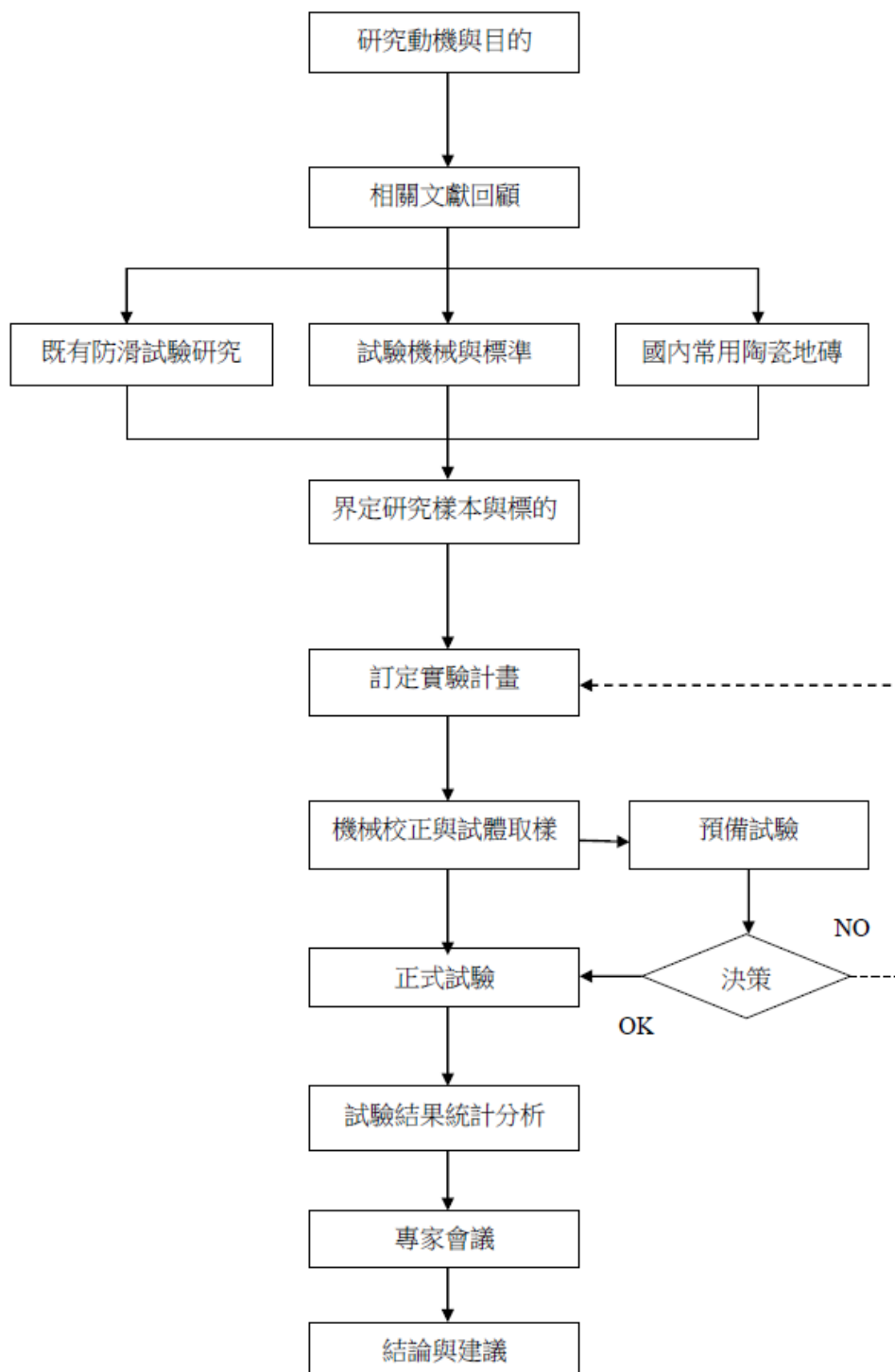


圖 1-3-1 研究流程圖
(資料來源：本研究繪製)

第二章 文獻回顧

第一節 防滑原理與測試方法

壹、滑倒與摩擦力原理

摩擦力產生之條件有三種情況，一為兩物體必須相互接觸且有壓力；二為接觸面不光滑；三為兩物體之間必須有相對運動或有對運動之趨勢，而這三種情況下都會回歸其接觸面探討，在兩物體接觸後於其接觸面上產生一種阻礙物體相對運動的力叫做摩擦力，摩擦力總是阻礙物體的相對運動或物體的相對運動趨勢，所以摩擦力的方向總是與物體相對運動方向相反，或與物體相對運動趨勢方向相反。摩擦力一般來說分為三類，而動摩擦力與靜摩擦力之間關係如圖 2-1-1 所示。

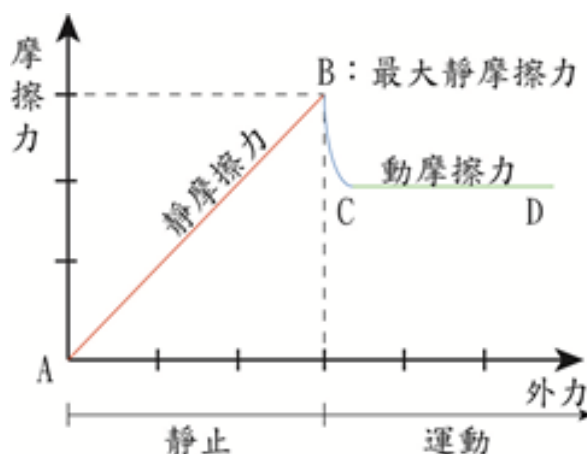


圖 2-1-1 動摩擦與靜摩擦之關聯圖

（資料來源：本研究繪製）

而當人在走路時，腳跟在著地的瞬間產生向前滑的情況非常普遍，但若滑行的距離非常短，則走路者往往無法察覺這種滑行的存在。Leamin&Son(1989)將跌倒依照程度分為下列三類：

- 一、微滑(microslip)：指當鞋跟著地後在地板上做很短暫的滑行（滑行距離約 1~2 公分就停止）。其實微滑是很常發生的，只不過一般人常常無法察覺。
- 二、平滑(Slip)：平滑的滑行距離約在 10 公分以內，通常是指可察覺的滑動，利用身體的平衡來抗衡跌倒的腳步滑動。
- 三、大滑(Slide)：大滑的滑行距離為 10 公分以上，通常大滑發生時，已無法利用身體

平衡來防止跌倒。

本研究此處所提及之摩擦力並不包含滾動摩擦，僅針對線性運動之靜、動摩擦力進行討論。防滑性能（Slip Resistance）係指地面可抑制行人腳（鞋）底滑動之能力，其防滑性能之優劣則以防滑係數衡量，而摩擦係數便是用來將鞋底與地板間滑溜程度加以量化最主要之項目。摩擦係數愈低代表愈滑而摩擦係數愈高則愈抗滑，探討滑倒與摩擦係數的計算分別有兩種，其一利用靜摩擦係數（ μ_s ）；二是利用動摩擦係數（ μ_d ）計算：靜摩擦係數（ μ_s ）常被用來評比地面滑溜的程度(Chaffin & Anderson, 1984; Strandberg & Lanshammar, 1979)，因為它比較容易量測。Chaffin & Anderson (1984)提到行走時，鞋與地板間的靜摩擦係數要在 0.5 以上才具有抗滑效果。Irvine(1978)也主張鞋底與地板材料之設計應考量靜摩擦係數的特性；而主張使用 μ_d 作為防滑量測的項目 (Goldsmith, 1986 ; Strandberg & Lanshammar, 1981)，若 μ_d 過高，則即使滑溜也會在很短的時間內停止下來而不會造成跌倒。Perkins & Wilson (1983) 與 Strandberg & Lanshammar (1981)等學者指出在正常步行時，動摩擦係數最小需求值介於 0.15-0.30 之間。Strandberg(1983)認為 μ_d 在 0.2 以上較不會產生滑倒的情形；Goldsmith (1986) 認為 μ_d 若小於 0.3 將容易產生滑倒，並主張 μ_d 的防滑安全標準應定在 0.5 以上。

貳、我國現行之防滑試驗方法

導致滑倒的因素相當多種，包含環境因素及人為因素影響，如地坪材料表面附著媒介物、鞋子未具有良好防滑性能之材料、個人走路姿勢、坡道、地坪材料防滑性能不足或劣化等。綜合相關文獻回顧，滑倒與個人及場地等多項因素有關，因此為降低滑倒之潛在危險性，提升地面材料之防滑性能為較易掌握之關鍵要素。

我國目前相關研究有以各國防滑試驗方法與儀器針對地坪材料之防滑係數進行相關研究，經濟部標檢局更於參考日本相關研究、文獻及 JIS A1509-12 後於民國 98 年 7 月始公布與 CNS 3299-12〔陶瓷面磚試驗法-第 12 部：防滑性試驗法〕國家標準，且於民國 100 年 9 月修訂，本標準規定使用於潮濕地面之陶瓷面磚，當人在其上面行走時之防滑性能試驗方法，其防滑係數分為穿鞋時評定為防滑係數 C.S.R 值（Coefficient of Slip Resistance，以下簡稱 C.S.R 值或是媒介物水作為代表），赤腳時評定為防滑係數 C.S.R·B 值（Coefficient of Slip Resistance · Bath，以下簡稱 C.S.R·B 值或是媒介物為滑石

粉體液作為代表)，此方法為國內可針對地面材料防滑性能之試驗方法，雖然我國已針對有許多相關於地坪材料防滑之研究，但僅針對地坪材料本身製造出來之物理性質，也就是其防滑係數測定僅於無需考慮現實情況、理想狀態下之實驗室內，然而現實生活中之地坪材料防滑係數與性能定非實驗室內所測得之理想情形，故如何將相關試驗可以於實際生活中行走之地坪材料上進行實乃當務之急。

市面上現存之防滑試驗方法相當繁多，例如參考美國 ASTM C1028 標準所制訂的 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)、可攜式絞接撐桿式止滑計、可攜式傾斜絞接撐桿式止滑計、可變角度止滑計、英國可攜式擺錘測試器等等，雖然其餘重量體積上可便於攜帶，然卻因其設計原理導致在測試時，則會因表面有液態媒介物產生黏著效應、互鎖效應而使得所得之力不為單純之摩擦力，故防滑數值偏高。有故於此，日本東京工業大學小野英哲教授遂研發出 O-Y·PSM，以向上傾斜十八度角托翹進而解決因液態媒介物所衍生的測不準的情況，而目前我國 CNS 3299-12「陶瓷面磚試驗法-第 12 部：防滑性試驗法」國家標準內所規範之實驗儀器就是 O-Y·PSM，但其規格過於沉重與巨大，並不適合隨身攜帶，因此小野英哲教授便於 2004 年以 O-Y·PSM 之設計原理為雛型進行 ONO-PPSM〔可攜帶式防滑試驗機〕之設計、開發與驗證其可行性，目前相關實踐與操作在日本已建立，並有相關企業者與政府單位使用其以測量現實生活中之地坪材料之防滑係數，並利用實驗室測得之數值與定期測得之現地地坪防滑係數推估其劣化，並將不適用或以達生命週期之地坪汰舊換新。有鑑於此，為將 ONO-PPSM 之相關操作方法與可信度於台灣建立起來以便於未來在台灣進行實地測驗之防滑試驗以及降低現實生活中，使用一定年限後之地坪材料其防滑性能劣化而導致滑倒的風險，遂規劃本研究課題。

參、現行地坪防滑試驗之計測方法與儀器

有關防滑程度的量測原理與發展方面，人在走路時有無發生滑溜或滑倒的狀況，與腳在地面上的作用力與摩擦力有密切的關係，故腳底/鞋底與地坪間的摩擦力向來是防滑所探討的主要課題。依據美國國家安全委員會於 1996 年的統計資料指出，自 1930 年代研發出第一種抗滑性的測量器材起始，直至目前已有 70 種以上的相關儀器問世(何明錦、廖慧燕、褚政鑫，2009)。而對於「防滑性能」的界定，乃是指地面可抑制行人腳底/鞋底滑動的能力，其優劣則以「防滑係數」來衡量。

如同前面所述，由於市面上現存之防滑試驗方法相當繁多，因此早年臺灣經濟部標準檢驗局(以下簡稱標檢局)亦為了統一試驗方法與制定標準，曾經參考美國 ASTM C1028 標準，制訂 CNS 13432「陶瓷面磚或類似材料表面靜摩擦係數試驗法(手拉式水準測力計法)」，但依據內政部建研所於 2008 年的「地面材料防滑性能檢測之研究」指出，此種儀器雖然於重量、體積上可便於攜帶，然卻因其設計原理的特性，造成在測試時會因表面有液態媒介物產生黏著效應，而使得所得之力不為單純之摩擦力，導致防滑數值常常呈現偏高的情形，所以此法僅適用於新制地磚與乾燥表面的工廠品管測試，不適用於潮濕的地坪或現場(褚政鑫，2009)。有鑑於此，經濟部標準檢驗局而後參考氣候、用材習慣、檢測制度較為相近的日本，引用 JIS A1509-12 的 O-Y·PSM 儀器與測試方法，於 2009 年公佈 CNS 3299-12(陶瓷面磚試驗法-第 12 部：防滑性試驗法)公定標準。

O-Y·PSM 儀器為日本東京工業大學小野英哲教授所率領的研究團隊所開發，其機械的動作以向上傾斜十八度角的托翹作為主要運動機制，除了可真實模擬人行進與地坪的相互關係之餘，亦可避免如其他儀器因液態媒介物所衍生測試資料失真的狀況。而 CNS 3299-12 與 JIS A1509-12 的測試原理、方法均為相同(均為托翹式原理)：規定為使用於潮濕地面之陶瓷面磚，當人在其上面行走時之防滑性能試驗方法。其防滑係數分為穿鞋時評定為防滑係數 C.S.R 值 (Coefficient of Slip Resistance，以下簡稱 C.S.R 值或是媒介物水作為代表)，赤腳時評定為防滑係數 C.S.R·B 值 (Coefficient of Slip Resistance · Bath，以下簡稱 C.S.R·B 值或是媒介物為滑石粉體液作為代表)。而 O-Y·PSM 儀器為臺灣目前唯一有標準可依循，針對地面材料進行防滑係數測定之試驗機械。

雖然 CNS 3299-12 標準內所規範之實驗儀器 O-Y·PSM，可較準確地針對表面潮濕的材料進行測試，但其設備規格較為龐大，並無法隨身攜帶，只能在固定的室內空間進

行。在其試驗方法上，於小片試體上以約 400g/m^2 之分量的自來水均勻散佈並覆蓋表面，以進行防滑係數值的測定。這種模擬條件雖較其他方法趨近真實，但無法滿足實地測試的需求。有鑑於此，東工大的小野英哲教授於 2004 年依 O-Y·PSM 之設計原理為雛型，進行 ONO-PPSM(可攜帶式防滑試驗機)之設計、開發與驗證其可行性。目前相關實踐與操作在日本已建立，其測得之 C.S.R 值已成為政府單位與企業之規範或標準，藉由定期測得之現場地坪防滑係數推估其劣化程度，並將不適用或已屆生命週期之材料汰舊換新。本研究團隊在近年亦購置此種儀器，近期已針對大臺北都會區的各種交通設施與公立醫院候診空間進行實測，並提供主管機關與維護管理單位作為修繕更新之參考。

除了前述已列為國家標準的 CNS 3299-12 之 O-Y·PSM 與相同測定原理(托翹式原理)的 ONO-PPSM(可攜帶式防滑試驗機)以外，我國目前在業界常用的另一種地面材料防滑性能測定方法為運用動摩擦係數原理的濕式擺錘法(Wet pendulum method)。此為英國交通研究所(Transport Research Laboratory: TRL)所研發為檢測道路防滑性能之方法，係利用擺錘摩擦試驗機(BPST)於乾燥或濕式地面，以機體可自由擺動之擺錘，使其與地面產生相對之滑動摩擦後，藉由試驗前後擺錘擺動高度之變化，求出地面的 BPN 防滑係數值(又稱英式擺錘值)。目前此種儀器在 ASTM E303-93 標準中，規定其適用範圍為道路鋪面對於輪胎之抗滑性量測，惟英國、澳洲等國亦以此儀器測試人行地面材料之防滑性能。而我國公共工程委員會在道路標線工程之施工規範、以及交通部頒布之交通工程規範中，亦將 BPN 值納為檢測項目，主要測試對象為道路路面與標線等，故如同前述，濕式擺錘法原有之適用範圍主要以交通工程為主。而日本產業規格調查會(JISC)針對既往業界對於 C.S.R 值與 BPN 值並行混用之現象，特別在 JIS 標準中註明濕式擺錘法係適用在車道(柏油路面)所設定之 BPN 值，不適用於地坪面磚材料之測定。是故在隨著東京都保健局與日本無障礙相關法規以 C.S.R 值作為規定後，有關地坪防滑性能的量測統一採 JIS A1509-12 的 O-Y·PSM 或 ONO-PPSM。

然而，相較於日本對地坪測試方法的一致性，我國雖然在 2019 年上半以前，以 CNS 3299-12(陶瓷面磚試驗法-第 12 部：防滑性試驗法)為唯一公定的防滑性能檢測標準，但經濟部標準檢驗局的審查委員會在今年(2019 年)7 月已通過參考澳洲標準(AS 4586:2013 Slip resistance classification of new pedestrian surface materials)而制定的「人行面磚防滑性試驗法-濕式擺錘法」，並於 2019 年 9 月 23 日公布，至此我國成為防滑性能

兩制並行的狀態。綜上所述，面對新的標準制定，對於地坪材料防滑係數之 BPN 值安全標準，非一朝一夕可完成，為免引起不必要的爭議，必須累積更多的本土且須因地制宜，須針對該地之現場條件，才可就其環境因素訂定各場所的最低 BPN 值要求。而同一材料條件在 C.S.R 值與 BPN 值呈現中所代表的意義亦需要探討。是故，此為本研究計畫之重要目的之一。

以下為本研究所使用之儀器：

一、防滑測試機組 (O·Y-PSM)

本儀器為小野英哲教授於東京工業大學時期所研發之防滑係數量測之儀器，如圖 2-1-2 所示，利用兩物體之間摩擦力與儀器本身砝碼之正向力(785N)測受測物體之防滑係數，也就是摩擦係數。測試原理與水平拉力計類似，並模擬人類行走角度，改良以向斜上方 18°施力，其方法可同時施予水平力與垂直力，可改善潮濕狀態時水膜產生的黏合效應問題。目前日本與我國以本儀器為主要防滑係數量測儀器之一，如圖 2-1-3 所示，量測穿鞋時及赤腳時之防滑係數值，分別以 C.S.R 值及 C.S.R•B 值。

二、可攜帶式防滑試驗機 (ONO-PPSM)

本儀器亦為小野英哲教授於東京工業大學時期所研發之防滑係數量測之儀器，如圖 2-1-4、圖 2-1-5 所示，利用兩物體之間摩擦力與儀器本身砝碼之正向力(196N)測受測物體之防滑係數，也就是摩擦係數。測試原理與水平拉力計類似，並模擬人類行走角度，改良以向斜上方 18°施力，其方法可同時施予水平力與垂直力，可改善潮濕狀態時水膜產生的黏合效應問題。目前日本以本儀器為測量現場地坪材料主要防滑係數量測儀器之一，其量測之係數值以 C.S.R' 為表示。

三、濕式擺錘法測試儀器(BPN)

此測試儀器係依據由美國國家標準局率先研發提出，但卻由英國作進一步發展而成，美國 ASTM E303-93 (1998) 即適用於本儀器，本儀器為英國、澳洲、日本及紐西蘭等國家常見的測試儀器。本測試儀器係使用可自由擺動之擺錘，使其與測試面產生相對之滑動摩擦後，藉由試驗前後擺錘擺動高度之變化，求出測試面之動態摩擦係數，此儀器在 ASTM E303-93 標準中，規定其適用範圍為道路鋪面對於輪胎之抗滑性量測。因英國主要係以此儀器測試道路鋪面之防滑性能，較少針對人行面磚進行試驗，經瞭解國內既有之研究也有以此做為輔助試驗儀器進行研究，且美國 ASTM E303 亦是使用此量測儀

器，因此顯示此儀器應可適用於一般人行面磚地面材料之量測。標檢局於 108 年 9 月公布為國家標準 CNS16106，列為人行面磚檢測防滑係數之儀器。(詳圖 2-1-6 與圖 2-1-7)



圖 2-1-2 防滑測試機組 (O-Y-PSM) 外觀圖

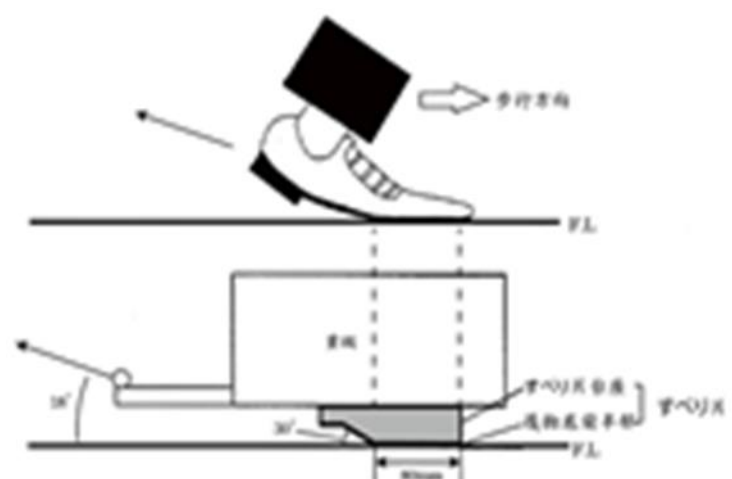


圖 2-1-3 防滑測試機組 (O-Y-PSM) 之拖起原理

第二節 我國有關各種場所之防滑規定

綜觀國內針對防滑相關規範之規定，目前相關規範內容僅就地面規定地面須防滑、使用防滑材料、採用防滑地板及應設有防滑措施等說明，皆為定性之規範，而對於需要施作到何種程度之定量防滑，並無相關規定。本研究將其分述如下：

壹、建築技術規則等相關法令之規定

一、建築技術規則建築設計施工編

第 39 條：建築物內規定應設置之樓梯可以坡道代替之，除其淨寬應依本編第 33 條之規定外，並應依左列規定：

- 1.坡道之坡度，不得超過一比八。
- 2.坡道之表面，應為粗面或用其他防滑材料處理之。

二、市區道路及附屬工程設計標準

第 17 條：市區道路人行天橋及人行地下道設計規定人行坡道、階梯處，應設置扶手，並施作防滑處理。

三、大眾運輸工具無障礙設施設置辦法

第 6 條：大眾運輸工具內，輔助身心障礙者乘坐運輸工具設施之設置規定如下：

衛生設備：長途運輸工具內，應設置可供身心障礙者使用之廁所與盥洗設備，並應裝設拉門、自動門或外開門，內部並設置服務鈴、扶手及防滑地板；飛行國內線航空器，得由航空公司以派專人服務方式代之。

扶手及防滑地板：大眾運輸工具內乘客通行地區，應於適當位置設置扶手供乘客握持，通行地區之地板，應為粗面或用其他防滑材料處理。

貳、無障礙、福祉機構等相關法令之規定

一、建築物無障礙設施設計規範

202.3 地面：通路地面應平整、防滑且易於通行。

205.2.1 通則：出入口兩邊之地面 120 公分之範圍內應平整、防滑、易於通行，不得有高差，且坡度不得大於 1/50。

206.2.4 地面：坡道地面應平整（不得設置導盲磚或其他妨礙輪椅行進之鋪面）、防滑且易於通行。

302.2 地板表面：樓梯平台及梯級表面應採用防滑材料。

304.3 防滑條：梯級踏面邊緣應作處理，其顏色應與踏面有明顯不同，且應順平。

502.2 地面：廁所盥洗室之地面應堅硬、平整、防滑，尤其應注意地面潮濕及有肥皂水時之防滑。

602.2 地面：浴室之地面應堅硬、平整、防滑，尤其應注意地面潮濕及有肥皂水時之防滑。

702.1 地面：輪椅觀眾席位的地面應堅硬平整、防滑，且坡度不得大於 1/50。803.5 停車位地面：地面應堅硬、平整、防滑，表面不可使用鬆散性質之砂或石礫，高低差不得大於 0.5 公分，坡度不得大於 1/50。

1002.2 地面：無障礙客房之地面應平順、防滑。

A304.1 地面：搭乘等候區的地面應平整、穩定、堅固和防滑，坡度不得大於 1/50。

A403.1 地面：結帳櫃檯及服務台前供輪椅使用者行進或迴轉之空間地面應平整、防滑易於通行，且坡度須在 1/50 以下。

A404.1 地面：自動化服務設備前供輪椅使用者行進或迴轉之空間地面應平整、防滑易於通行，除騎樓外，其餘地方設置坡度須在 1/50 以下。

二、老人福利機構設立標準

第 4 條第 3 款：照顧區、餐廳、浴廁、走道、樓梯及平臺，均應設欄杆或扶手之設備。樓梯、走道及浴廁地板應有防滑措施及適當照明設備。

三、身心障礙福利依購設施及人員配置標準

第 13 條第 2 款：衛浴設備：地板應有防滑設施。

第 13 條第 4 款：照顧失智症為主之機構，其遊走空間、燈光照明、防滑及照顧設

施應以失智症者之特殊需要為考量。

第 16 條第 3 款：盥洗室：地板應有防滑設施。

第 16 條第 7 款：照顧失智症為主之機構，其遊走空間、燈光照明、防滑及照顧設施應以失智症者之特殊需要為考量。

四、老人福利服務提供者資格要件及服務準則

第 67 條第 4 款第 3 項：衛浴設備應有防滑措施、扶手等裝備，並保障個人隱私。

五、物理治療所設置標準

第 3 條：物理治療所之設施，地板應為防滑地板。

根據以上的相關法規彙整，可得知現行有關地坪防滑的場所規定對象主要有以下空間：

- 垂直動線: 坡道與階梯。
- 室內外通路: 基地範圍內的戶內外動線、廣場、開放空間。
- 室內用水區域: 廁所、盥洗室等易潮濕空間。
- 交通道路: 市區道路人行天橋及人行地下道設計規定人行坡道、階梯處。
- 特定設施: 老人機構、身心障礙設施、治療場所等公共空間(含用水區)。

綜上所述，目前我國有關各類場所的防滑規定主要界定於「行動弱勢」者所使用之設施居多且以動線、通道、戶外開放空間、易潮濕之區域的規定為主，其規定宗旨係減低跌倒/滑倒之風險。本研究認為在我國逐漸邁向超高齡社會的當下，建議未來將其場所規定擴大為「不特定多數」的公共場所，並達到防滑性能可量化的方向規定之，以作為未來設計選材與空間改造之重要依據。

表 2-2-1 國內相關法規一覽表

空間別	規範	內容
垂直 動線 與室 內外	建築技術規則建 築設計施工編	第三十九條 建築物內規定應設置之樓梯可以坡道代替之，除其淨寬應依本編第三十三條之規定外，並應依左列規定： 1. 坡道之坡度，不得超過一比八。 2. 坡道之表面，應為粗面或用其他防滑材料處理之。
通路	建築物無障礙設 施設計規範	202-3 地面：通路地面應平整、堅固、防滑。
		206-2-4 地面：坡道地面應平整（不得設置導盲磚或其他妨礙輪椅行進之鋪面）、堅固、防滑。
		301-2 地板表面：樓梯平台及梯級表面應採用防滑材料。
室內 用水 區域		502-2 地面：廁所盥洗室之地面應堅硬、平整、防滑，尤其應注意地面潮濕及有肥皂水時之防滑。
交通 道路	市區道路及附屬 工程設計標準	第十七條 市區道路人行天橋及人行地下道設計規定人行坡道、階梯處，應設置扶手，並施作防滑處理。
特定 設施	老人福利機構設 立標準	第四條第三款 照顧區、餐廳、浴廁、走道、樓梯及平臺，均應設欄杆或扶手之設備。樓梯、走道及浴廁地板應有防滑措施及適當照明設備。
	身心障礙福利機 構設施及人員配 置標準	第十三條第二款 衛浴設備：地板應有防滑設施。
	老人福利服務提 供者資格要件及 服務準則	第六十七條第四 款第三項 衛浴設備應有防滑措施、扶手等裝備，並保障個人隱私
	國民住宅社區規 劃及住宅設計規 則	第七十三條 浴室地面應裝置水封式地板落水盤，樓地板面應對防潮、防水、防滑妥善處理。
	物理治療所設置 標準	第三條 物理治療所之設施，地板應為防滑地板。

(資料來源：本研究整理)

第三節 國內之相關研究文獻

壹、內政部建研所之相關研究

一、騎樓及無遮簷人行道防滑係數研究(2013 年，內政部建研所計畫，本研究主持人丹人主持)

本研究以 O-Y-PSM 機組分別對常用之半戶外之騎樓與戶外無遮簷之人行步道常用的陶瓷面磚 20 種進行測試，透過實驗數據分析，提出以下結論：

- 1、以面磚防滑試驗機組測試防滑性能之關聯性：於「C.S.R」情況下，20 種地面材料之 C.S.R 平均防滑係數值介於 0.471~0.771 之間；而於「C.S.R·B」情況下，20 種地面材料之 C.S.R·B 平均防滑係數值介於 0.608~1.262 之間。
- 2、試驗結果顯示以本試驗裝置試驗時其穿鞋時防滑係數（C.S.R）與赤腳時防滑係數（C.S.R·B）狀況對受測體來說，並無呈現相對關係，亦即穿鞋時防滑係數高之瓷磚製品，其赤腳時之防滑係數不一定有同等的高。
- 3、防滑係數主要與材料表面型態與加工狀態有關，其次針對材料本身具有方向性、紋路設計、不均勻凹凸表面或是不同表面的加工處理，如有施釉、無釉、吸水率、粗糙度等，就連同實驗時所測試之試體方向都是有可能影響防滑係數之主要原因。
- 4、針對材料本身表面加工狀態是影響防滑係數最主要因素，其次才是媒介物之影響。一般來說，穿鞋之防滑係數（C.S.R 值），材料表面附著水時，液體於試體表面呈現水膜，導致其防滑係數值呈現大幅降低。然而，試體表面具有粗糙、尖銳凸起物，不但可穿刺水膜亦可增加摩擦力達到止滑效果，使得防滑數值提高。赤腳之防滑係數值（C.S.R·B 值）時，試體表面相對粗糙且凹凸程度較大者，其防滑係數值平均偏高。綜合以上媒介物之探討，試體表面較光滑、平整。地坪材料於潮濕狀態時，防滑係數值平均有降低之趨勢。
- 5、陶質面磚進行穿鞋「C.S.R」試驗測得結果，樣本編號 PIC01 釉面陶磚、PIC02 釉面馬賽克陶磚防滑係數測得比樣本編號 PIC03 細金剛砂陶磚、PIC04 粗金剛砂陶磚低，初步判斷主要是由表面狀況不同所造成，由於 PIC01、PIC02 試體表面皆有施釉，而 PIC03、PIC04 試體表面則無施釉且表面有一層金剛砂之防滑處理，使得防滑係數結果比 PIC01、PIC02 還高。此外，PIC02 釉面馬賽克陶磚試體表面具有不

規則之紋路設計，使試驗數據誤差超出規範容許範圍。

- 6、由於樣本編號 PIC20 為花崗石地磚，而表面經拋光處理，試驗過程中數據跳動情形可能為水膜覆蓋於石材表面時，產生的表面張力而影響試驗數據。
- 7、樣本編號 PIC13 石紋地磚、PIC15 石英磚、PIC16 石英磚防滑係數測得數據與另兩試體 PIC12 瓷質地磚、PIC14 石紋地磚相對的低，初步判斷數據影響因子為試體表面處理狀況雖皆為施釉表面，但表面凹凸程度影響試驗拖撬過程可提供更多的摩擦作用。
- 8、進行 C.S.R·B（赤腳時之防滑係數）試驗時，因滑石粉本身是一種帶負電荷的微粒子，其粒徑極小，當在試驗拖撬過程大部分散佈於試體表面凹洞中易產生「互鎖效應（Interlocking）」阻止粒料粉體滑動，使得防滑係數略為增加。承上所述，若滑石粉體混濁液不均匀散佈於試體表面時，導致凹凸程度較大及尖銳表面狀態下產生之媒介物粉體集中情形即可能產生黏著效應（Stiction），使得試驗數據超出規範誤差範圍。

二、室內外地坪防滑係數之研究(2014 年，內政部建研所計畫，本研究主持人丹人主持)

本研究依據中華民國國家標準 CNS 3299-12〔陶瓷面磚試驗法-第 12 部：防滑性試驗〕所公布之操作流程及方法，來檢測目前國內常用之室內、室外地坪材料之防滑係數。試驗材料包含陶瓷面磚、石材、木地板、水泥類、聚合物類、地毯等六大類，以十種樣本進行實驗。檢測材料條件於乾燥、潮濕、附著油、附著清潔劑等四種不同媒介物之狀態下之物理性能，模擬實際空間場所發生之情形。然此均為實驗室試驗，且多使用全新地坪材料作為樣本，在相對安定的試驗場所下測定出的防滑係數值，無法確切反映出現地實況。故為求謹慎周延，以攜帶式防滑試驗機 ONO-PPSM 先於實驗室與 OY-PSM 進行數據比對建立迴歸探討兩者之相對關係性後，再攜帶至現地進行同種地坪材料之測試，以確保實驗數據之準確、合理性以及地坪材料於現實生活中之防滑數值。主要研究成果針對內容區分為兩部分實驗，實驗一為 OY-PSM 與 ONO-PPSM 之關聯與現地防滑數值，實驗二為不同媒介物與地坪材料防滑係數關係之試驗，實驗一與實驗二之研究成果分別如下所述：

- 1、 操作 ONO-PPSM 時，手轉速度對其防滑係數會造成影響，四秒一圈之數值略比兩秒一圈高，故建議依標準操作程序(四秒一圈)進行之。另，手轉速度亦影響準確性，若托撬速度過快則會使重垂產生跳動，而得到不正確數值。
- 2、 OY-PSM 與 ONO-PPSM 所測得之數值經由數據迴歸比對，R² 值高達 0.96，證明了兩台儀器之相關聯性之可信度，與日本操作所得之 0.98 僅有微小差距，可再多選取樣本進行數據量之擴充，以提升 R² 值鞏固兩台儀器之間的關聯性。
- 3、 表面的處理方式，上釉有無、凹凸平整、媒介物有無、粗糙與否、不同的滑片都會對防滑係數造成影響，甚至測得之力不完全為摩擦力，其可能包含真空吸盤現象所產生的力。
- 4、 若表面為平滑、上釉，且有媒介物水時候，ONO-PPSM 數據較不穩定，是因其測得之力不單純為摩擦力，其接觸面可能產生水之拉力或甚至沒有接觸，因此產生有案例其現場之防滑係數高於實驗室測得之數值或是極低於 OY-PSM 測得之數值，故需反覆測試以修正。
- 5、 ONO-PPSM 為一台可以攜帶至現場進行試驗的儀器，因此考量不確定之環境因素，例如：氣候、場地清潔、傾斜度等，以氣候而言，若天氣過熱超過攝氏 30 度，則地坪溫度會過高而影響滑片的表面造成數值誤差。

實驗二之研究成果為：

- 1、 C.S.R(依據 CNS 3299-12 規定，模擬穿鞋狀態，介質為清水):在十種室內外地坪材料試驗當中，影響防滑係數高低的主要因素在於表面粗糙度，其次為表面有無施釉，以細微來看，表面粗糙度會造成水分子無法於其表面產生完整之水膜，使水在影響摩擦力的效果產生一定影響，而施釉的表面趨近於平整，越是平整的表面，更容易使水在試體表面形成水膜進而影響滑片與地坪材料之間的接觸面積。
- 2、 C.S.R·B(依據 CNS 3299-12 規定，模擬穿鞋狀態，介質為清水+滑石粉):在十種室內外地坪材料試驗當中，影響防滑係數高低之主要因素為粗糙度以及是否還有尖銳的成分於表面，在 C.S.R·B 試驗當中乃是滑石粉與水之混和物，表面的粗糙度之起伏大小若小於或等於滑石粉之顆粒大小，則會產生滑石粉於地坪材料表面滾動或者是造成滑石粉顆粒填補地坪材料表面而造成平整，進而影響到防滑係數之高低。然若表面還有尖銳之成分，則尖銳部分可刺穿滑石粉與水構成之膜，使媒介物造成之影響降低。
- 3、 介質為油，模擬騎樓有機車行或餐飲業之空間:在十種室內外地坪材料試驗當中，所有防滑係數普遍低下，防滑係數平均數值介於 0.25~0.4 之間，其主要影響因素在

於表面凹凸起伏，因油膜之厚度與分子間之作用力遠大於水，故地坪材料表面之尖銳度或是凹凸程度小於油膜厚度，則滑片與地坪材料之間之忽視被油膜所分隔，而使防滑係數普遍低下。

- 4、介質為洗劑(室外)、肥皂水(室內):在十種室內外地坪材料試驗當中，所有防滑係數普遍低偏低平均數值介於 0.3~0.4 之間。在現實生活中，當清洗地板時，地坪材料表面之介質不純為清潔劑或肥皂水本體，其媒介物為混合物，含有介面活性(洗劑)、分解髒汙油脂使其平均散佈於表面之特性，故地坪材料表面粗糙度、凹凸、施釉有無皆會成為影響其防滑係數高低之因素，而主要因素為表面粗糙度以及是否有尖銳成分可突破洗劑與肥皂水所形成之膜

三、住宅衛浴空間及廚房地坪之防滑實測研究(2015 年，內政部建研所計畫，本研究主持人丹人主持)

本研究延續上一年度的計畫，該年度選取十種常用於住宅衛浴空間與廚房地坪的面磚作為試驗材料，以五種媒介物條件(乾燥無媒介物、清水、滑石粉+清水、清潔劑、油)設定進行 ONO-PPSM(可攜帶式防滑試驗機)防滑性能試驗。另一方面，為進一步驗證 O-Y-PSM 的標準滑片與一般鞋底面的關係，另製作皮鞋鞋面滑片、拖鞋鞋面滑片以做三者的比較。研究成果如下：

- 1、當地坪材料乾燥無媒介物時，十種試驗材料的防滑係數值平均均大於 0.7，比起 C.S.R 安全建議值 0.4 左右為高，均可提供使用者安全行走條件。然而，但當地坪材料附著自來水時，試驗材料樣本編號陶 01 係數值從 0.85 (橡膠滑片)降至 0.36 (橡膠滑片)，為明顯降低防滑性能之地坪材料，防滑係數值低於 0.4，恐增加使用者發生滑倒的機率。
- 2、樣本編號陶 03 (金剛砂陶磚)添加金剛砂顆粒使其表面呈現粗糙感、銳利感而在不同媒介物時防滑係數值維持在 0.45，然而，其他兩種陶磚 (III 類磚) 均為表面平整滑順，當遇到不同媒介物時，除了樣本編號陶 02(霧面平滑陶磚)在清水時防滑係數為 0.45，。樣本編號陶 01(光面平滑陶磚)、樣本編號陶 02(霧面平滑陶磚)在清潔劑與油類條件下皆低於安全值，其中樣本編號陶 01(光面平滑陶磚)表面含清潔劑時防滑係數值更降至 0.13 左右。
- 3、瓷質磚 (I 類磚) 方面，浴廁常用之瓷質磚 (I 類磚) 燒製溫度高，為現今業界常用種類，其表面加工技術可製成仿木紋、仿石紋、花紋射出，提供多樣的表面樣態。經實驗結果，除樣本編號瓷 01 表面光滑於介面清潔劑與油時小於 0.4 以外，其他三種瓷質磚的樣本則呈現 0.4 以上，其中，以表面呈明顯凹凸、粗糙感防滑性能為

佳。故建議鋪設於用水空間如廚房、浴室及廁所應使用表面為凹凸、粗糙感之地坪材料，方能有效提升使用者行走之安全性，避免滑倒事件發生。

- 4、目前國內現有之國家標準陶瓷面磚試驗法—第 12 部：防滑性試驗法，所使用之儀器為磁磚防滑試驗機（OY-PSM）安裝橡膠滑片進行試驗，本研究選取了拖鞋鞋底、皮鞋鞋底、標準橡膠滑片進行回歸分析比對後，驗證 OY-PSM 可使用實質鞋底進行試驗，且可取得有效數據，也能測得出更貼近使用者一般行走於路面的情境。
- 5、依據本研究自 2013-2015 年以中華民國國家標準 CNS 3299-12〔陶瓷面磚試驗法-第 12 部：防滑性試驗〕所公布之操作流程及方法，歷年已完成國內常用之室內外地坪、浴廁與廚房地坪等防滑係數之測定，並綜整出當穿鞋時於室外空間，泛指一般路面、騎樓及人行道，最適當之防滑係數安全範圍為 0.45 至 0.6，其容許安全下限為 0.4，上限為 0.8，室內空間如建築物出入口之大廳、車站、商場等，最適當之防滑係數安全範圍為 0.5 至 0.65，其容許安全下限為 0.4，上限為 0.8，以上較針對不特定多數人經常使用之場所空間定義；當赤腳時於室外空間，如游泳池畔、淋浴間、公共澡堂等，最適當之防滑係數安全範圍為 0.75 至 0.9，其容許安全下限為 0.6，上限為 1.0，以上針對公共性質較強的空間所定義，室內空間如居家室內、客廳、衛浴空間等，最適當之防滑係數安全範圍為 0.65 至 0.8，其容許安全下限為 0.5，上限為 1.0 左右。

四、既有公共場所地坪防滑性能之研究(2015 年，科技部專題研究計畫，本研究主持人丹人主持)

延續 2015 年用真實鞋底安裝於 O-Y-PSM 以驗證實用性，本年度則是將拖鞋、皮鞋鞋底、運動鞋底所成的滑片安裝於 ONO-PPSM(可攜帶式防滑試驗機)以進行實測，並探討防滑係數值與心裡量的關聯性；該年亦在科技部的計畫補助下，與日本與東京工業大學三上貴正教授研究室進行聯合試驗，以比對同樣材料於台灣與日本三種防滑測試機器間的差異。研究成果如下所述：

- 1、本研究主要使用儀器為 ONO- PPSM 攜帶型防滑試驗機，然本儀器於我國認定上目前尚無任何規範，但其可攜帶至現地進行試驗卻是在應證地坪材料於現實生活中之防滑性能時之必須。有鑒於此，為驗證本儀器的精準度與可信度，攜帶我國 ONO-PPSM 攜帶型防滑試驗機於日本東京工業大學三上貴正教授研究室進行比對分析。本比對試驗於東京工業大學綠之丘實驗室進行，媒介物為乾燥狀態進行試驗，試驗滑片為台灣及日本共五種，試驗材料為台灣及日本各三種進行兩儀器數值之校正，並以日本 OY- PSM 佐證，以確立我國 ONO- PPSM 於現地試驗時其數據有效性及可確性。本比對試驗於東京工業大學綠之丘實驗室進行時，兩儀器構件、量測原理、操作模式、操作人員皆相同，且於溫度 22°C、濕度 50%環境下進行兩儀器比對試驗。經試驗證明我國 ONO- PPSM 與日本 ONO- PPSM 測得之趨勢曲線相同，線性回歸分析達 99.0%，OY- PSM 也測得相同趨勢曲線，其與我國 ONO- PPSM 線性回歸分析也達 86.40%，更佐證我國 ONO- PPSM 之可信度與有效性。
- 2、我國 ONO- PPSM 與日本 ONO- PPSM 兩儀器雖為同樣品牌，然因廠商製作精度而有所差異，導致載重上不同，因此日本 ONO- PPSM 測得之數值皆高於我國 ONO-PPSM，其防滑係數值差異平均 0.1 左右。有鑒於此，本研究發現東京工業大學 (TIT) ONO- PPSM 重錘之重量為 21.12 公斤，則臺北科技大學 (NTUT) ONO-PPSM 重錘之重量為 20.02 公斤，東工大 ONO- PPSM 重錘之重量高於北科大 ONO-PPSM 1.1 公斤，藉此試驗得知兩儀器所測得之趨勢曲線皆相同，但重錘重量略影響測得之防滑係數值差異。
- 3、本研究依據我國國人使用習慣，除國人經常穿穿著之藍白拖鞋及皮鞋外，本次更選用布鞋實質鞋底加入試驗。為比對四種滑片與地坪材料之間防滑係數變化，將標準滑片、藍白拖鞋、皮鞋、布鞋裁切並黏著於滑片固定座，後進行九種地坪材料(北科大校園常用地坪材料)與三種媒介條件(乾燥、自來水、清潔劑)設定之試驗。以 ONO- PPSM 安裝四種滑片共測得一百餘筆有效係數值，將以四種滑片資料進行交

又分析，檢視標準滑片與實質鞋鞋底對於地坪材料之防滑係數之間的變化。依結果顯示，四種滑片(標準滑片、皮鞋、拖鞋、布鞋)在各地坪材料的防滑係數值大多呈現為乾燥>自來水>清潔劑，與既往研究結果相同。惟試驗材料表面處理凹凸面較大且紋路具有方向性的材料(如樣本編號 05 的 II 類磚)，有較不穩定之數值呈現例如自來水(0.69)>乾燥(0.67)。而吸水率高、透水性佳且無上釉的材料可以得到較高的防滑係數值，相對來講也較為安全且穩定(如樣本編號 08 的 III 類磚)。另，四種試驗滑片中，標準、拖鞋、皮鞋皆呈現穩定數值，惟布鞋鞋面因表面凹凸面大且為較軟之合成樹脂材料，進而引發真空吸盤現象，而導致防滑係數值呈現較為不規則。

- 4、前項 3 為北科大常用地坪材料，以新材料由 ONO-PPSM 所測試之結果。而為了比較新的材料與現地使用之材料防滑係數差異，本研究亦攜帶 ONO-PPSM 於九種材料已鋪設之現場，實施現地實驗。並以四種滑片(標準滑片、皮鞋、拖鞋、布鞋)、兩種媒介條件(乾燥、自來水)進行試驗，共得七十二筆有效數據進行綜合分析比對。結果顯示在媒介物乾燥時九個試體於實驗室及現地試驗結果皆呈現為穩定狀態。唯媒介物為自來水時，樣本編號 01、樣本編號 05、樣本編號 06、樣本編號 08、樣本編號 09 呈現之數值差距較大，造成此差異原因可能陶質、瓷質磚上釉處理，其次是表面過度粗糙及光滑之關係而導致。
- 5、本研究為了更趨近於真實情況，以現地之防滑係數作為後續心理量化之比較。依據前項九種材料的鋪設位置，選擇六個場所進行使用者感受之調查。本研究篩選五個年齡層、男女性別各兩位，共計二十位受測者來實施，分別就乾燥與潮溼狀態的條件下，藉由量表取得受測者行走前目測之感受、穿著拖鞋行走之感受、穿著皮鞋行走之感受、穿著布鞋行走之感受，藉以探討校園地坪材料防滑係數與人體感知之差異。而量表的設計依據東工大的建議，依據滑與不滑及 C.S.R 值的分佈區間分為十等分設計，其中 0 至 3 區間為滑(不安全)、4 至 6 區間為普通、7 至 10 為不滑(安全)。從調查結果發現，受測者於行走時將受到視覺空間(環境)所產生之預設立場影響，年齡層為 18 歲以下、19 至 25 歲與 26 至 40 歲受視覺影響較低，所測得之視覺感與實際行走較為接近，年齡層為 41 到 65 歲與 65 歲以上者將受到視覺影響較大，因此測得之視覺感受比實際感受低許多。而從整體結果顯示，當地坪為乾燥狀態時，人們對於空間所產生心理量之安全性會高於試驗所測得之防滑係數之安全性，地坪為潮濕狀態時，人們對於空間所產生心理量之安全性較趨近於試驗所測得之防滑係數之安全性。

貳、國內相關研究文獻

一、臺北捷運站出入口地坪防滑係數實測研究(2017 年，楊詩弘、曾柏傑)

本研究以台北捷運路線較為悠久之板南線為例，進行捷運站出入口之地坪防滑係數實測研究。在實際案例的選擇方面，因板南線分為三小支線（以招標施工分段），分成南港線、板橋線與土城線分段落成，故選擇較早完工之南港支線從南港展覽館至西門捷運站的十二個車站(但剔除台北火車站因其捷運入口皆為在室內)的五十八個出口為對象。南港線當初在招標施工時，地坪材料-窯燒花崗岩之相關規範均參考國外 ASTM Section #09330-Quarry and Paver Tile 之相關規定，且民國 83 年 08 月 24 日 CNS 13431 才有關於窯燒花崗岩之相關規定。換言之，目前南港線於當初興建時各站各出口地坪材料並無合乎現時的防滑規定可依循。經本研究以實際現地測試之後，發現以下情況：

- 1、 既往筆者所參與的防滑相關研究，其依照 CNS 3299-12 規定所使用的滑片為日本進口。但目前台灣市面上流通的替代品雖外觀與標準試片相同，但成分與表面性質有所差異。此亦影響防滑係數值的呈現。台製滑片與日製滑片最大的不同在於台製摩擦滑片為熱固性，日製滑片為熱塑性，為驗證其差異性，將兩滑片同樣以 O·Y-PSM 針對十種不同地坪材料進行乾燥與濕潤兩種媒介物之試驗。經由實驗得知，台製滑片與日製滑片測得之係數值差異範圍，在扣除極端值之後範圍為 0.12~0.2，然造成差異的原因在於各地坪材料之表面處理與材質不盡相同，故會有此區間出現。而捷運站所使用之地坪材料—窯燒花崗岩，其乾燥、潮濕之係數差異區間為 0.16~0.2。是故在實驗計畫方面，選用滑片必須特別註明，若是台製滑片，其 C.S.R 數值建議至少應折減 0.16 左右。
- 2、 以台製滑片而言，公共場所最低防滑係數於乾燥與潮溼狀態下分別至少為 0.70 與 0.61，然本研究經過實地測試發現多數出口之地坪材料於乾燥或潮濕狀態下，甚至於乾燥與潮溼情況下期防滑係數已經低於標準。以市政府捷運站一號出口為例，乾燥與潮溼防滑數值可以發現，雖然潮濕係數雖大於最低標準值，但其乾燥時之防滑係數偏低，經判斷推論是其表面粗糙之孔隙內填滿髒汙，使得其表面摩擦能力無法得到良好發揮，故可清過定期清洗保養回復，會做此判斷是因為以地坪材料來分析，大多數任何地坪材料，只要是潮濕狀態之防滑係數必定低於乾燥之防滑係數，且滑倒事故多發生於潮濕狀態或是地坪材料表面有媒介物之時，故以潮濕狀態之防滑係數為標準進行判斷，若潮濕狀態下之防滑係數依舊大於最低標準，則可判斷此地坪材料之表面必定有髒汙、口香糖或有深藏髒汙不易清除，而防礙其表面摩擦能力之

發揮。

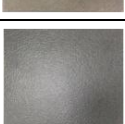
- 3、反之，以南港捷運站二號出口為例。，從其潮濕狀態之防滑係數值來判斷，其數值為 0.56 已低於標準，雖然其乾燥狀態下之防滑係數值可以靠後續維護清潔保養來回復，然其潮濕時之防滑係數已低於標準也就是其滑倒危險性已增高，故在使用上也是建議進行汰換。依此類推，可以藉由其趨勢線推斷各出入口其需清潔維護或更換與否。(備註:日後臺北捷運公司採用防滑塗料進行表面處理)
- 4、一般而言，用於室外之地坪材料需能耐用以因應天候影響與眾多人潮流量之磨耗，以捷運站而言，多選用石質地磚以及窯燒花崗岩地磚，主要原因在於其表面具耐用性、不易耗損被破壞，防滑性能上亦應有不俗的表現。然在本研究進行調查時，發現有出入口無雨遮之情形，且其出入口為直通梯，經本研究試驗得其出入口乾燥與潮溼之防滑係數為 0.65 與 0.6，都已低於最低標準，使用者行走於此處發生滑倒機率大而提升。
- 5、未來在地坪磁磚的汰換上，建議增加汰換面積，因為新舊地坪材料，即使都為相同材質，卻會因使用頻率不同，而呈現不同的防滑係數表現，例如本研究在忠孝新生二號出口所測得的係數值差異，使用者的步伐若剛好踏足於兩個新舊地坪材料交界點，新舊材料之防滑係數若相差過大，則會影響使用者之行走時腳步施力狀態，進而可能導致滑倒或是跌倒。故建議在進行更換時須考量新舊材料之間防滑係數的不同。

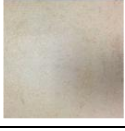
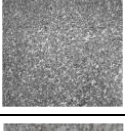
參、國內相關研究實驗數據分析

本研究分析前述文獻與研究成果，將 C.S.R 值介於 0.4~0.62 的地坪樣本彙整分析如下所示：

一、騎樓及無遮簷人行道防滑係數研究(2013 年，內政部建研所計畫)

表 2-3-1 騎樓及無遮簷人行道防滑係數研究數據

文獻來源	編號	樣品照	品名	類別	表面狀況			備註	C. S. R 值	C. S. R·B 值
騎樓及無遮簷人行道陶瓷面磚之防滑係數研究 2013 年 12 月	PIC01		石質地磚	石質	施釉	凹凸	粗糙	捷運站出口地坪鋪面用磚	0.628	0.772
	PIC02		石質地磚	石質	施釉	凹凸	粗糙	捷運站出口地坪鋪面用磚	0.618	0.663
	PIC03		地緣石地磚	石質	無釉	仿岩凹凸	霧面	北市騎樓整平計畫用磚	0.597	0.838
	PIC04		釉面陶磚	陶質	施釉	平面	光滑	剝皮寮歷史街區地坪修復用磚	0.486	0.689
	PIC05		釉面馬賽克陶磚	陶質	施釉	凹凸	光滑	剝皮寮歷史街區地坪修復用磚	0.476	0.679
	PIC06		石質地磚	石質	施釉	仿岩凹凸	粗糙	捷運站出口地坪鋪面用磚(不同色)	0.674	0.992
	PIC07		瓷質地磚	瓷質	施釉	凹凸	光滑	政府機關騎樓或廣場用磚(不同色)	0.602	0.756
	PIC08		黃山石地磚	石質	無釉	凹凸	霧面	台北市騎樓整平計畫預定用磚	0.767	1.189
	PIC09		細金剛砂陶磚	陶質	無釉	尖銳	粗糙	台北市花博公園廣場地坪用磚	0.714	1.154
	PIC10		粗金剛砂陶磚	陶質	無釉	尖銳	粗糙	台北市花博公園廣場地坪用磚	0.700	1.173
	PIC11		石紋地磚	瓷質	施釉	仿岩凹凸	光滑	捷運站出口地坪鋪面用磚	0.530	0.946

文獻來源	編號	樣品照	品名	類別	表面狀況			備註	C. S. R 值	C. S. R·B 值
	PIC12		梁山石地磚	石質	無釉	凹凸	粗糙	捷運站出口地坪鋪面用磚	0.611	0.757
騎樓及無遮簷人行道陶瓷面磚之防滑係數研究 2013 年 12 月	PIC13		戰車岩地磚	石質	無釉	凹凸	粗糙	台北市政府機關騎樓或廣場用磚	0.694	1.164
	PIC14		石英磚	瓷質	施釉	平面	光滑		0.492	0.618
	PIC15		石英磚	瓷質	施釉	平面	光滑		0.521	0.852
	PIC16		石英磚	瓷質	施釉	仿岩凹凸	光滑	台北市城市舞台騎樓地坪用磚(不同色)	0.668	1.053
	PIC17		窯燒花崗石面磚	石質	無釉	尖銳	粗糙	大安區行政中心是外地坪用磚	0.771	1.272
	PIC18		花崗石地磚	石質	無釉	平面	霧面	捷運站出口地坪鋪面用磚	0.665	1.104
	PIC19		花崗石地磚	石質	無釉	平面	光滑	公共機構門廳出口用磚	0.471	0.633
	PIC20		花崗石地磚	石質	無釉	平面	粗糙(燒面)	公共廣場地坪石材表面處理方式	0.742	1.210
	PIC21		石質地磚	石質	無釉	平面	粗糙		0.743	1.147
	PIC22		石質地磚	石質	無釉	平面	粗糙		0.652	0.875
	PIC23		窯燒花崗石	石質	無釉	凹凸	粗糙		0.674	0.984

(資料來源：本研究整理)

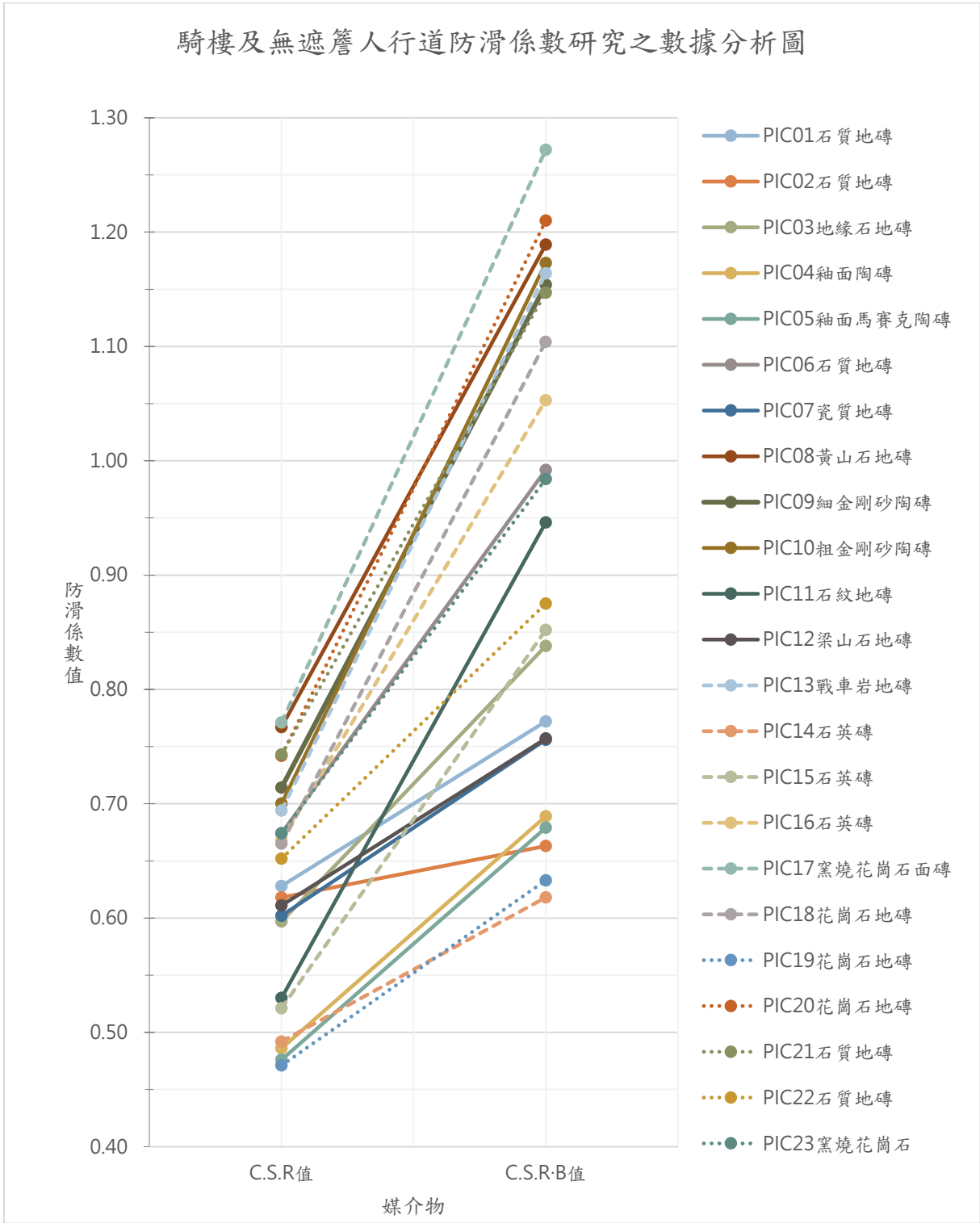
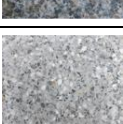


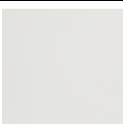
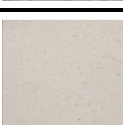
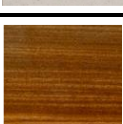
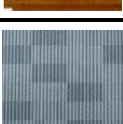
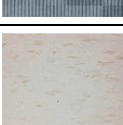
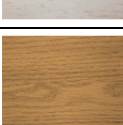
圖 2-3-1 騎樓及無遮簷人行道防滑係數研究之數據分析圖

二、室內外常用地坪材料防滑性質之研究(2014 年，楊詩弘、沈聖雯)

表 2-3-2 室內外常用地坪材料防滑性質之研究數據

文獻來源	編號	樣品照	品名	類別	表面狀況			備註	C. S. R 值	C. S. R·B 值
室內外常用地坪材料防滑性質之研究 沈聖文 2014 年	OD-01		細金剛砂陶磚	陶質	無釉	尖銳	粗糙	台北市花博公園廣場地坪用磚	0.730	0.430
	OD-02		粗金剛砂陶磚	陶質	無釉	尖銳	粗糙	台北市花博公園廣場地坪用磚	0.690	1.210
	OD-03		馬賽克陶磚	陶質	施釉	凹凸	光滑	剝皮寮歷史街區地坪修復用磚	0.380	0.420
	OD-04		地緣石地磚	石質	無釉	仿岩凹凸	霧面	北市騎樓整平計畫用磚	0.600	0.450
	OD-05		石質地磚	石質	施釉	仿岩凹凸	粗糙	捷運站出口地坪鋪面用磚(不同色)	0.630	0.430
	OD-06		瓷質	瓷質	施釉	平整	粗糙		0.450	1.080
	OD-07		石英磚	瓷質	施釉	平面	光滑		0.480	0.410
	OD-08		光面花崗石	石材	反光	平面	光滑	住宅大樓戶外用磚	0.500	0.610
	OD-09		燒面花崗石	石材	無反光	凹凸	粗糙	住宅大樓戶外用磚	0.640	0.930
	OD-10		磨石子地磚	水泥製品	無反光	平面	霧面	校園走廊地坪用磚	0.700	1.190
	OD-11		原木地板	木材	無反光	平整	粗糙	校園景觀木棧道	0.810	0.420
	OD-12		環塑木	聚合物類	無反光	有紋路	粗糙	公園涼亭地坪材料	0.660	1.080

各類使用場所騎樓地坪防滑性能之研究

文獻來源	編號	樣品照	品名	類別	表面狀況			備註	C. S. R 值	C. S. R·B 值
室內外常用地坪材料防滑性質之研究 沈聖文 2014 年	ID-01		陶質地磚	陶質	無釉	平整	霧面		0.710	0.940
	ID-02		石質地磚	石質	施釉	光滑	光滑	住宅廚房地坪用磚	0.420	0.420
	ID-03		瓷質地磚	瓷質	施釉	平整	粗糙		0.510	0.470
	ID-04		大理石	石材	防護劑	平整	光滑	住宅浴室地坪用磚	0.710	1.130
	ID-05		木地板	木材	UV 塗料	平整	光滑	住宅臥室地坪用磚	0.560	0.420
	ID-06		方塊地毯	地毯	聚脂纖維	毛料	粗糙	校園會議室地坪	0.850	1.460
	ID-07		透心塑膠磚	聚合物類	平整	光滑	霧面	校園辦公室地坪用磚	0.660	0.420
	ID-08		花磚	聚合物類	透明料	凹凸	紋路	校園圖書館地坪材料	0.340	0.440

(資料來源：本研究整理)

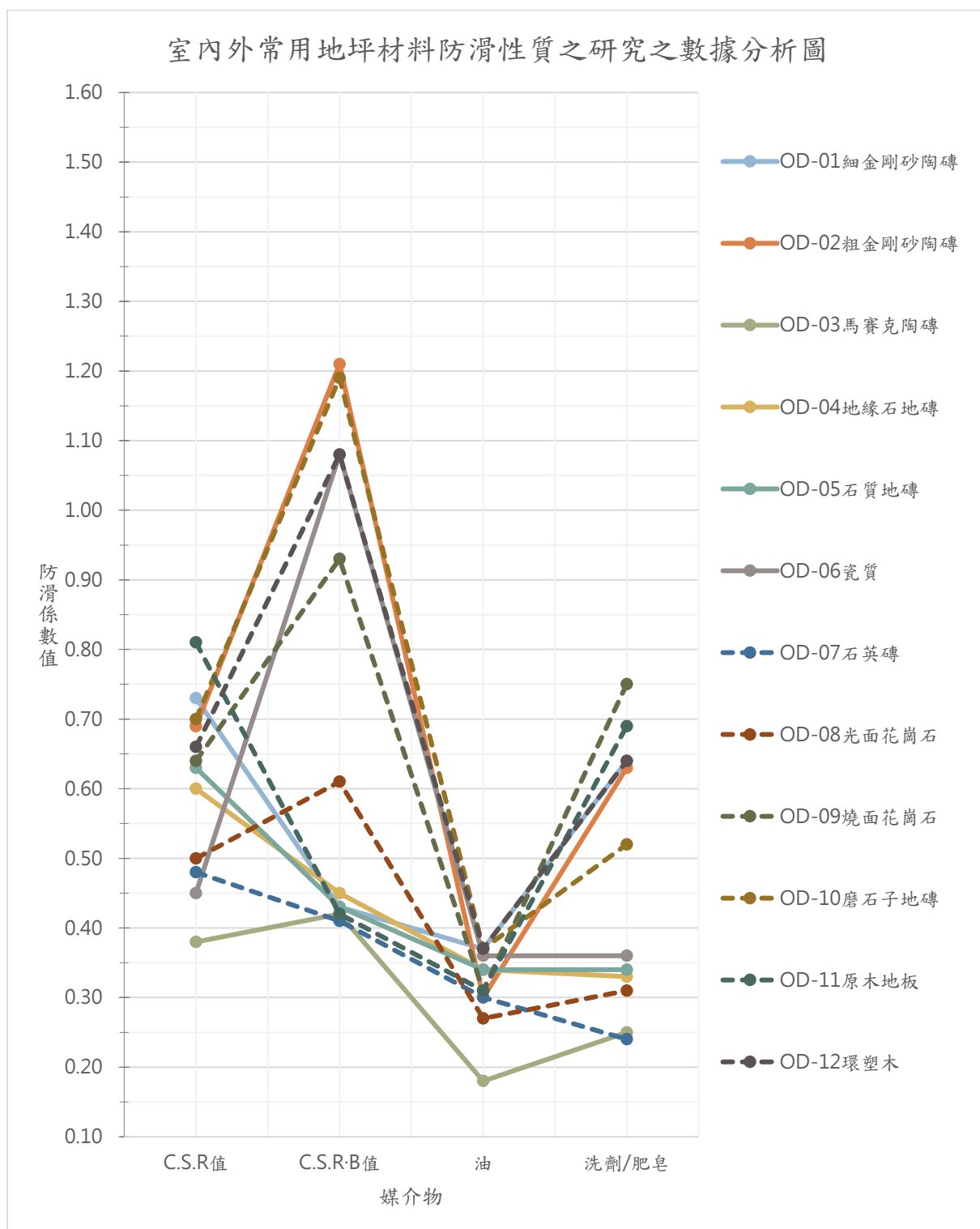


圖 2-3-2 室內外常用地坪材料防滑性質之研究之數據分析圖-1

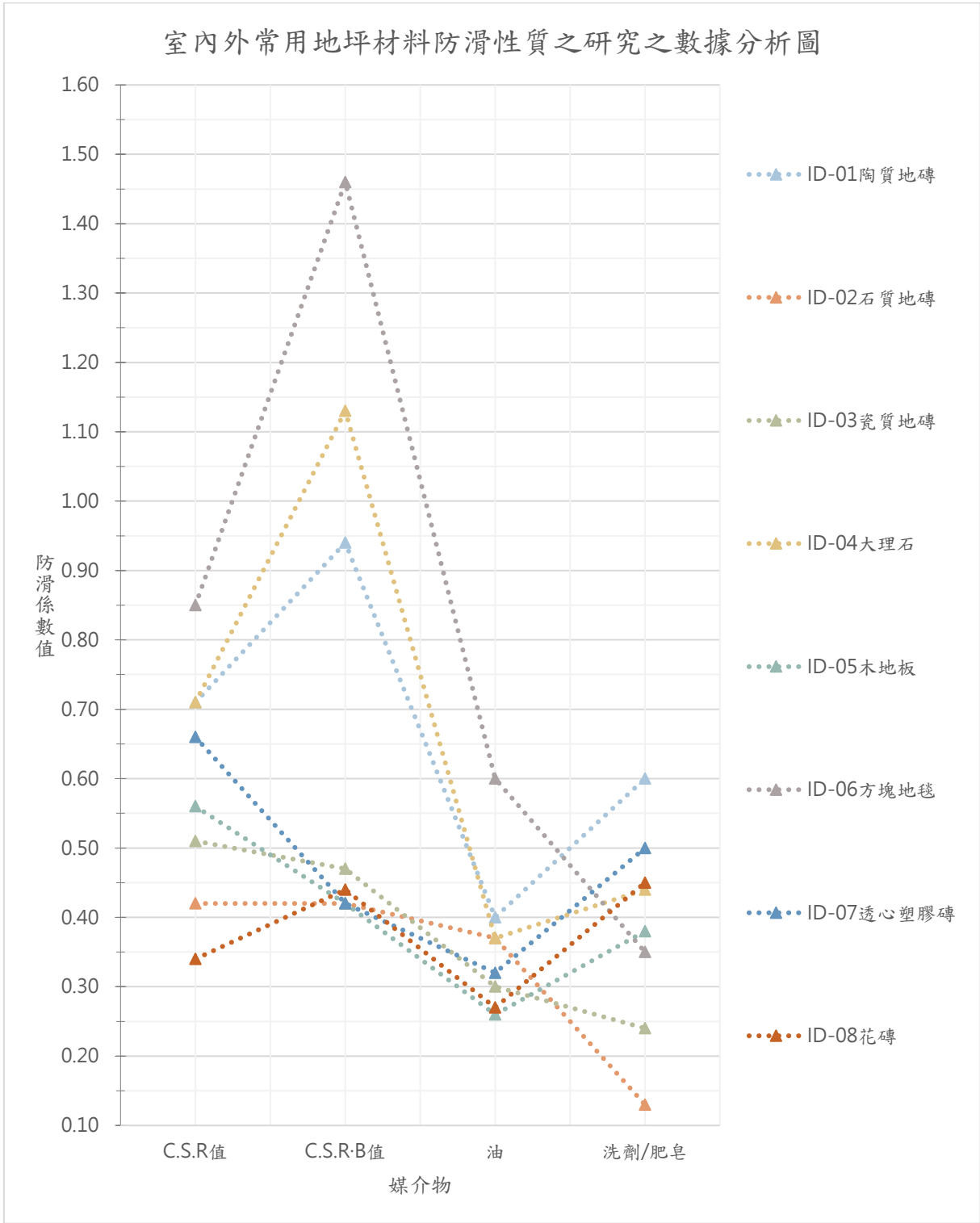


圖 2-3-3 室內外常用地坪材料防滑性質之研究之數據分析圖-2

三、人行面磚防滑測試(含導盲磚)之研究-以 CNS16106 試驗法試驗

(2020 年，內政部建研所計畫)

表 2-3-3 人行面磚防滑測試(含導盲磚)之研究數據

文獻 來源	編號	樣品照	品名	類別	表面狀況			C. S. R 值 (乾燥)	C. S. R 值 (潮濕)	C. S. R 值 (表面潮濕)"	C. S. R 值 (油污)
人行面磚防滑測試(含導盲磚)之研究-以 CNS16106 試驗法試驗 2020 年	試體 A		釉面仿古石英磚	石質	施釉	光滑		0.723	0.430		
	試體 B		洗石子面磚	水泥製品	無釉	顆粒	粗糙	0.750	0.753		
	試體 C		PVC 塑膠位置磚	PVC	彈性	-	-				
	試體 D		PVC 塑膠引導磚	PVC	彈性	-	-				
	試體 E		石質位置磚	石質	-	-	微粗糙				
	試體 F		石質引導磚	石質	-	-	微粗糙				
	試體 G		窯燒面磚	陶質	無釉	顆粒	微粗糙	0.742	0.737	0.697	0.538
	試體 H		釉面石英磚	瓷質	施釉	平整	-	0.537	0.371	0.379	0.254

(資料來源：本研究整理)

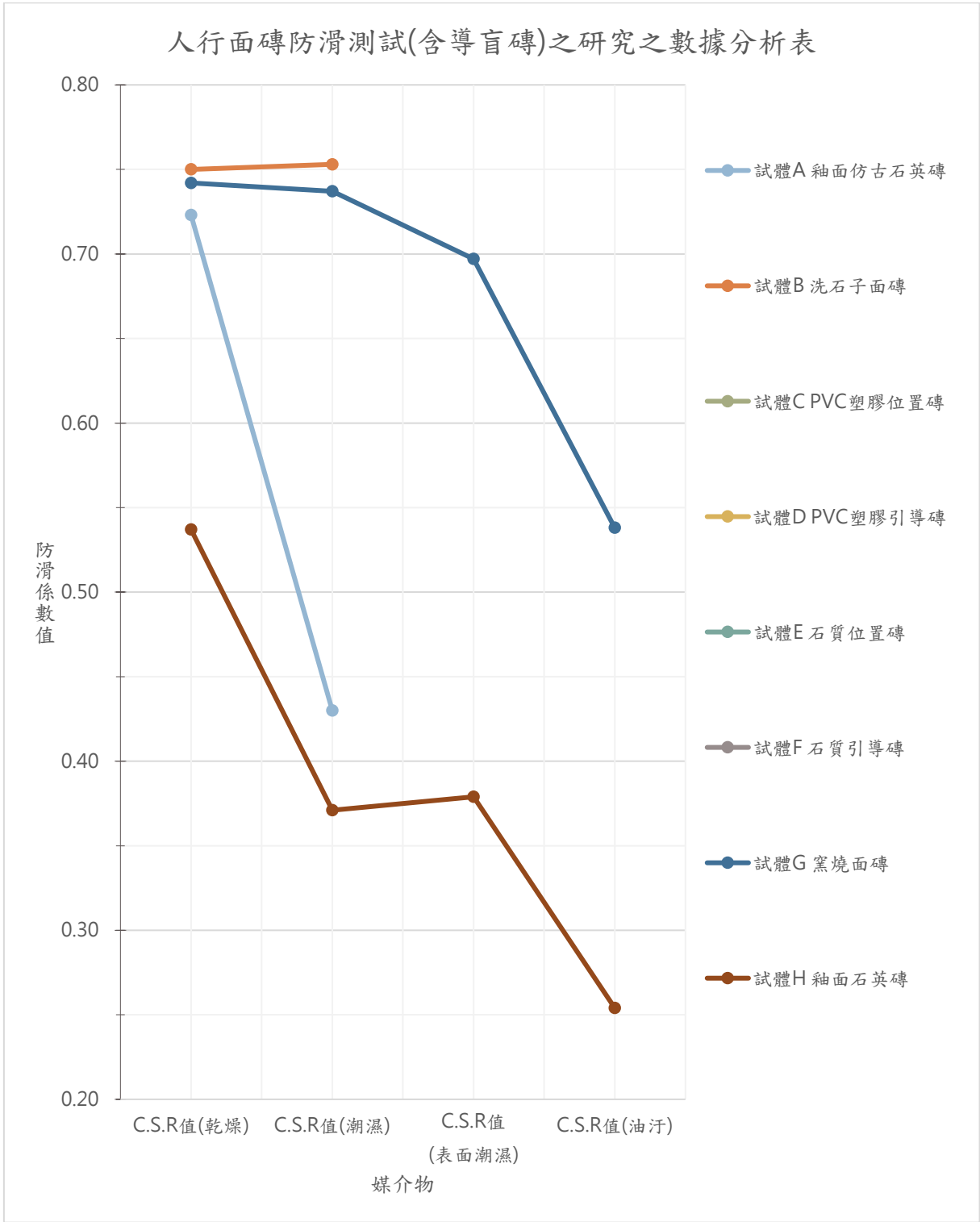


圖 2-3-4 人行面磚防滑測試(含導盲磚)之研究之數據分析表-C.S.R/C.S.R·B

文獻來源	編號	樣品照	品名	類別	表面狀況			擺錘 (乾燥)	擺錘 (潮濕)	擺錘 (表面濕潤)	擺錘 (油污)
人行面磚防滑測試(含導盲磚)之研究—以 CNS16106 試驗法試驗 2020 年	試體 A		釉面仿古石英磚	石質	施釉	光滑	-	86.330	40.000		
	試體 B		洗石子面磚	水泥製品	無釉	顆粒	粗糙	102.000	78.330		
	試體 C		PVC 塑膠位置磚	PVC	彈性	-	-	99.000	35.670		22.000
	試體 D		PVC 塑膠引導磚	PVC	彈性			95.330	25.670		26.670
	試體 E		石質位置磚	石質	-	-	微粗糙	89.670	37.000		19.000
	試體 F		石質引導磚	石質	-	-	微粗糙	91.330	46.670		21.000
	試體 G		窯燒面磚	陶質	無釉	顆粒	微粗糙	100.000	52.330	55.330	55.330
	試體 H		釉面石英磚	瓷質	施釉	平整	-	97.670	17.000	16.000	16.000

(資料來源：本研究整理)

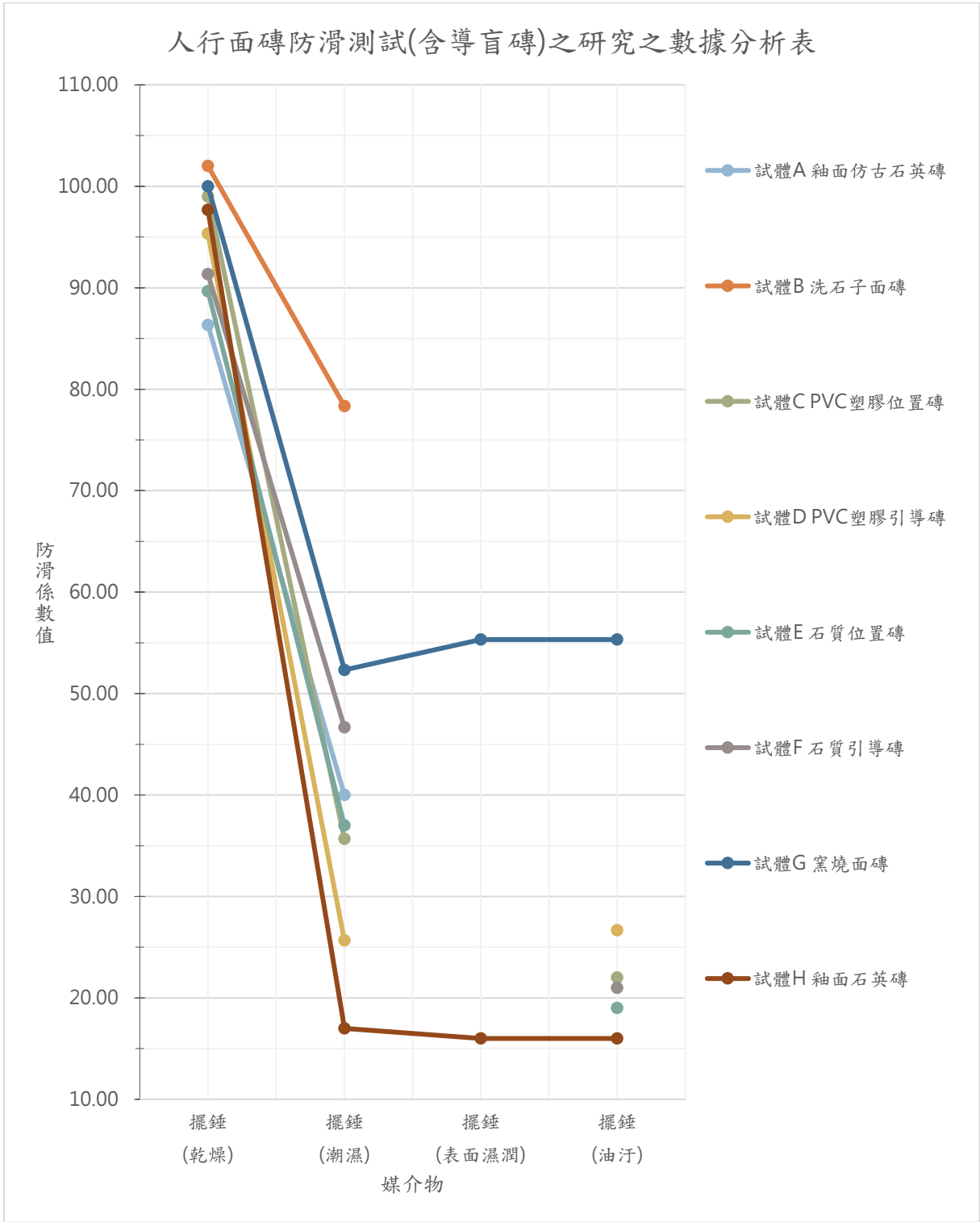


圖 2-3-5 人行面磚防滑測試(含導盲磚)之研究之數據分析表-擺錘

四、地坪材料表面粗度對防滑性能影響之研究-以施作防滑材料前後差異為例

(2020 年，楊詩弘、王俊元)

表 2-3-4 地坪材料表面粗度對防滑性能影響之研究數據

文獻來源	類別	編號	樣品照	品名	表面狀況			備註	C. S. R 值 (乾燥)	C. S. R 值 (水)	C. S. R 值 (肥皂水)	C. S. R 值 (油)
地坪材料表面粗度對防滑性能影響之研究-以施作防滑材料前後差異為例 王俊元 2020 年	Ia	C01			施釉	平面	極小紋路	可用於室內及室外	0.44	0.28	0.13	0.20
		C02			無釉	平面	顆粒	可用於室內及室外	0.53	0.43	0.35	0.43
	Ib	C03			施釉	平面	粗糙	可用於室內及室外	0.54	0.30	0.25	0.27
		C04			施釉 金鋼砂	凹凸	略粗糙	可用於室內及室外	0.50	0.33	0.26	0.26
	II	C05			無釉	平面	粗糙	一般用於室內	0.73	0.73	0.63	0.58
		C06			無釉	凹凸	略粗糙	一般用於室內	0.44	0.38	0.29	0.25
		C07			無釉 金鋼砂	凹凸	略粗糙	一般用於室內	0.54	0.44	0.33	0.32
		C08			無釉	平面	略粗糙	一般用於室內	0.60	0.61	0.53	0.47
	III	C09			無釉	平面	平滑	一般用於室內	0.57	0.33	0.19	0.17
		C10			無釉	平面	略粗糙	一般用於室內	0.67	0.61	0.51	0.48

(資料來源：本研究整理)

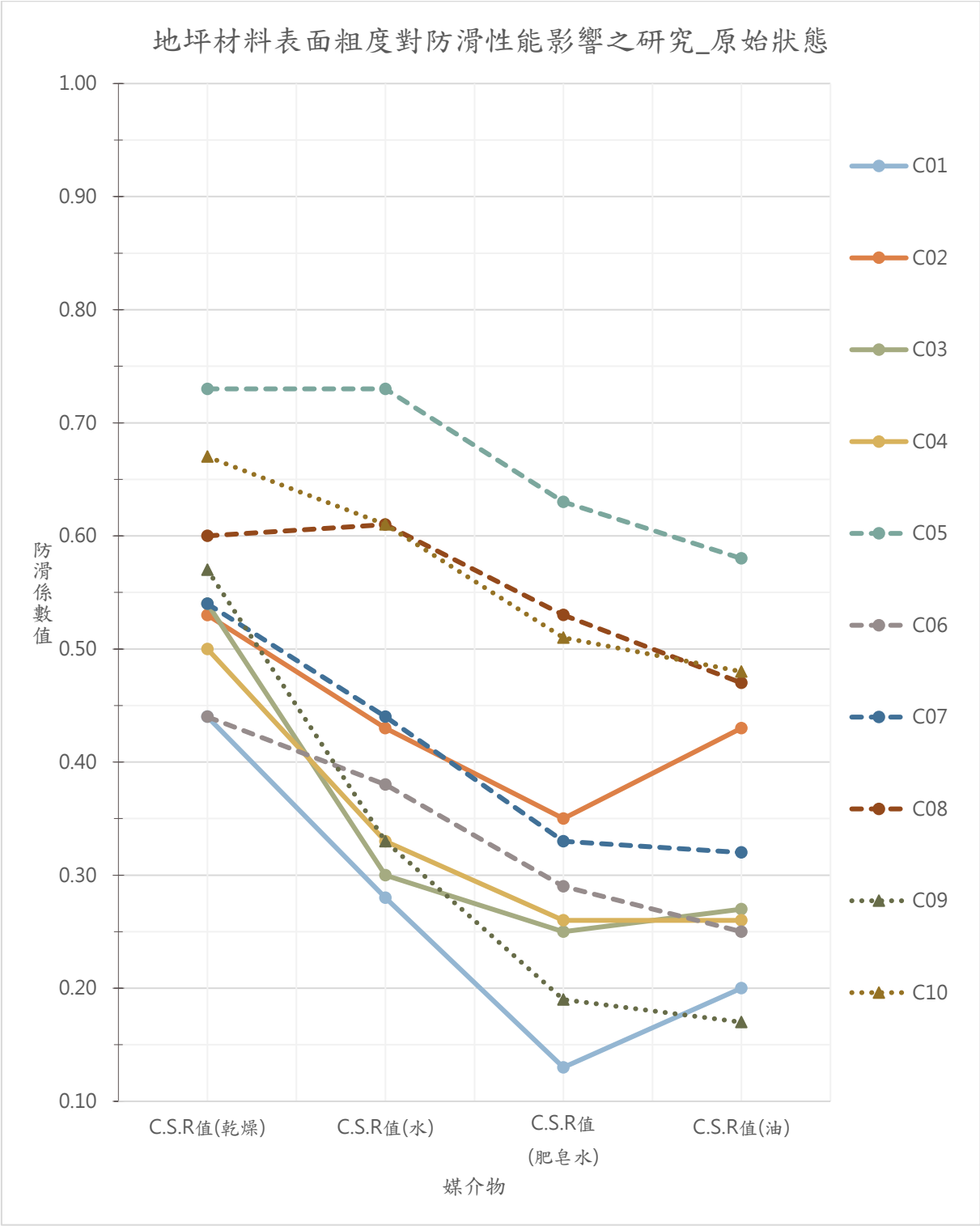


圖 2-3-6 地坪材料表面粗度對防滑性能影響之研究_原始狀態

(1)、防滑液 W(侵蝕性液體)

文獻來源	類別	編號	樣品照	品名	表面狀況			備註	C. S. R 值 (乾燥)	C. S. R 值 (水)	C. S. R 值 (肥皂水)	C. S. R 值 (油)
地坪材料表面粗度對防滑性能影響之研究——以施作防滑材料前後差異為例 王俊元 2020 年	Ia	C01			施釉	平面	極小紋路	可用於室內及室外	0.51	0.08	0.12	0.00
		C02			無釉	平面	顆粒	可用於室內及室外	0.23	0.21	0.25	0.13
	Ib	C03			施釉	平面	粗糙	可用於室內及室外	0.26	0.42	0.41	0.18
		C04			施釉 金鋼砂	凹凸	略粗糙	可用於室內及室外	0.33	0.26	0.15	0.06
	II	C05			無釉	平面	粗糙	一般用於室內	0.10	0.09	0.16	0.19
		C06			無釉	凹凸	略粗糙	一般用於室內	0.36	0.26	0.28	0.13
		C07			無釉 金鋼砂	凹凸	略粗糙	一般用於室內	0.27	0.23	0.27	0.07
		C08			無釉	平面	略粗糙	一般用於室內	0.21	0.13	0.10	0.09
	III	C09			無釉	平面	平滑	一般用於室內	0.29	0.43	0.48	0.13
		C10			無釉	平面	略粗糙	一般用於室內	0.15	0.13	0.11	0.14

(資料來源：本研究整理)

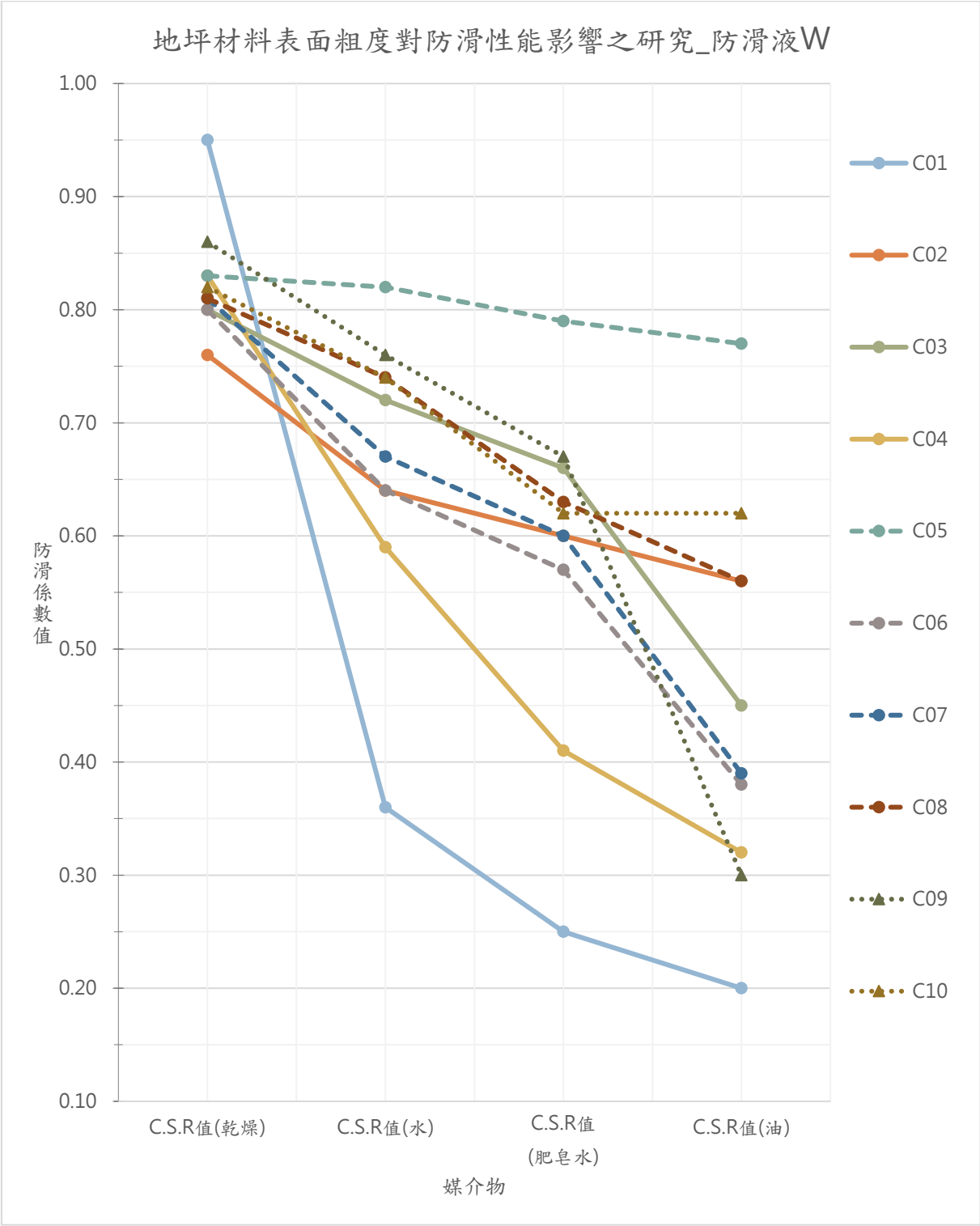


圖 2-3-7 地坪材料表面粗度對防滑性能影響之研究_防滑液 W

(2)、防滑塗料 X(硬化劑摻細骨材)

文獻來源	類別	編號	樣品照	品名	表面狀況			備註	C. S. R 值 (乾燥)	C. S. R 值 (水)	C. S. R 值 (肥皂水)	C. S. R 值 (油)
地坪材料表面粗度對防滑性能影響之研究——以施作防滑材料前後差異為例 王俊元 2020 年	Ia	C01			施釉	平面	極小紋路	可用於室內及室外	0.46	0.53	0.54	0.15
		C02			無釉	平面	顆粒	可用於室內及室外	0.32	0.29	0.27	(0.08)
	Ib	C03			施釉	平面	粗糙	可用於室內及室外	0.35	0.53	0.40	0.10
		C04			施釉 金鋼砂	凹凸	略粗糙	可用於室內及室外	0.32	0.50	0.35	0.05
	II	C05			無釉	平面	粗糙	一般用於室內	0.07	0.08	(0.01)	(0.25)
		C06			無釉	凹凸	略粗糙	一般用於室內	0.37	0.44	0.35	0.11
		C07			無釉 金鋼砂	凹凸	略粗糙	一般用於室內	0.30	0.35	0.27	0.02
		C08			無釉	平面	略粗糙	一般用於室內	0.23	0.17	0.06	(0.14)
	III	C09			無釉	平面	平滑	一般用於室內	0.24	0.46	0.42	0.18
		C10			無釉	平面	略粗糙	一般用於室內	0.16	0.20	0.11	(0.12)

(資料來源：本研究整理)

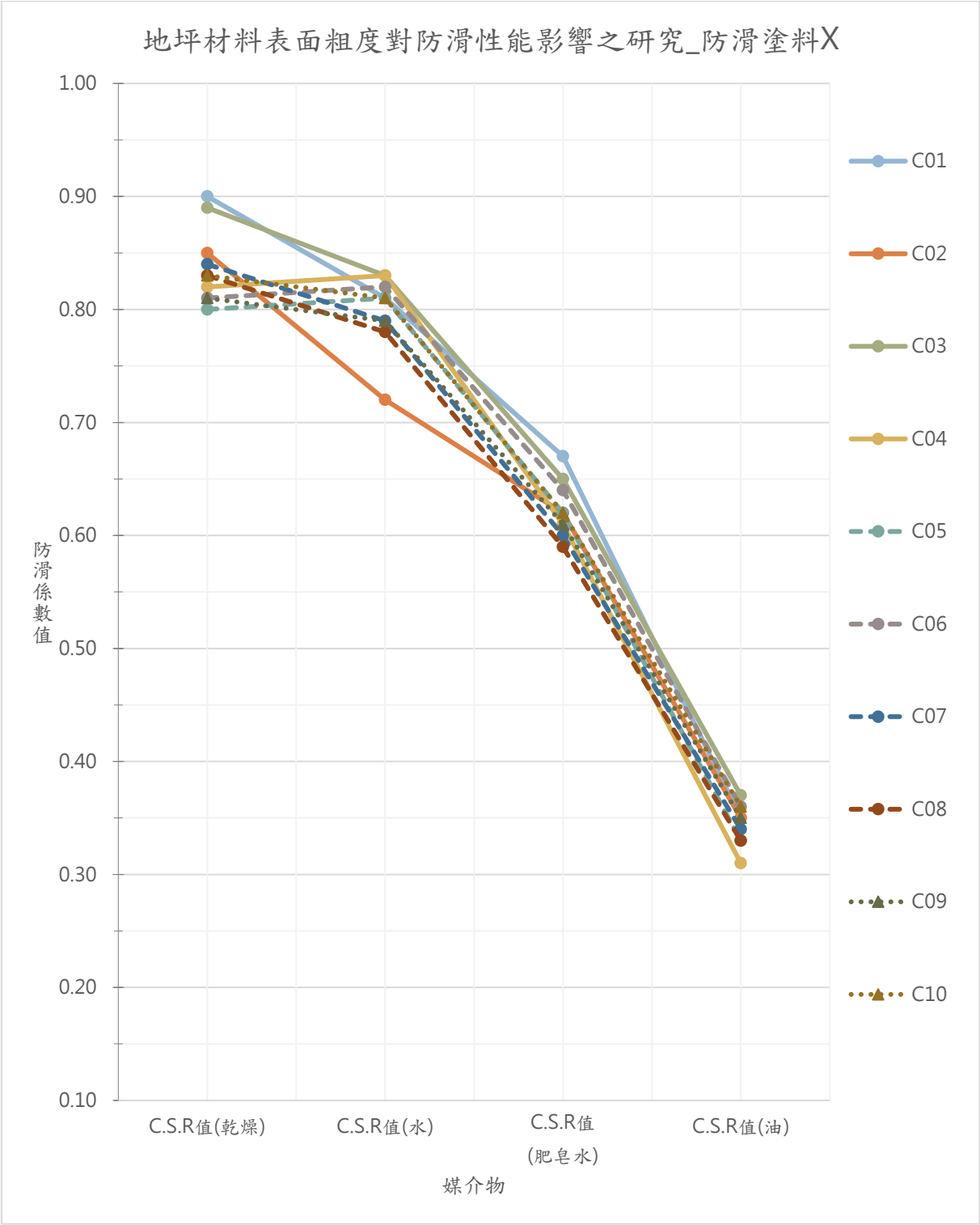


圖 2-3-8 地坪材料表面粗度對防滑性能影響之研究_防滑液 X

(3)、防滑塗料 Y(塗料固化形成乾澀顆粒)

文獻來源	類別	編號	樣品照	品名	表面狀況			備註	C. S. R 值 (乾燥)	C. S. R 值 (水)	C. S. R 值 (肥皂水)	C. S. R 值 (油)
地坪材料表面粗度對防滑性能影響之研究—以施作防滑材料前後差異為例 王俊元 2020 年	Ia	C01			施釉	平面	極小紋路	可用於室內及室外	0.25	0.27	0.36	0.11
		C02			無釉	平面	顆粒	可用於室內及室外	0.26	0.06	0.22	0.04
	Ib	C03			施釉	平面	粗糙	可用於室內及室外	0.26	0.27	0.26	0.16
		C04			施釉 金鋼砂	凹凸	略粗糙	可用於室內及室外	0.30	0.15	0.15	0.11
	II	C05			無釉	平面	粗糙	一般用於室內	0.08	(0.13)	(0.05)	(0.13)
		C06			無釉	凹凸	略粗糙	一般用於室內	0.39	0.11	0.34	0.11
		C07			無釉 金鋼砂	凹凸	略粗糙	一般用於室內	0.28	0.12	0.18	0.05
		C08			無釉	平面	略粗糙	一般用於室內	0.23	0.00	0.15	(0.07)
	III	C09			無釉	平面	平滑	一般用於室內	0.25	0.19	0.36	0.15
		C10			無釉	平面	略粗糙	一般用於室內	0.18	(0.09)	0.17	(0.04)

(資料來源：本研究整理)

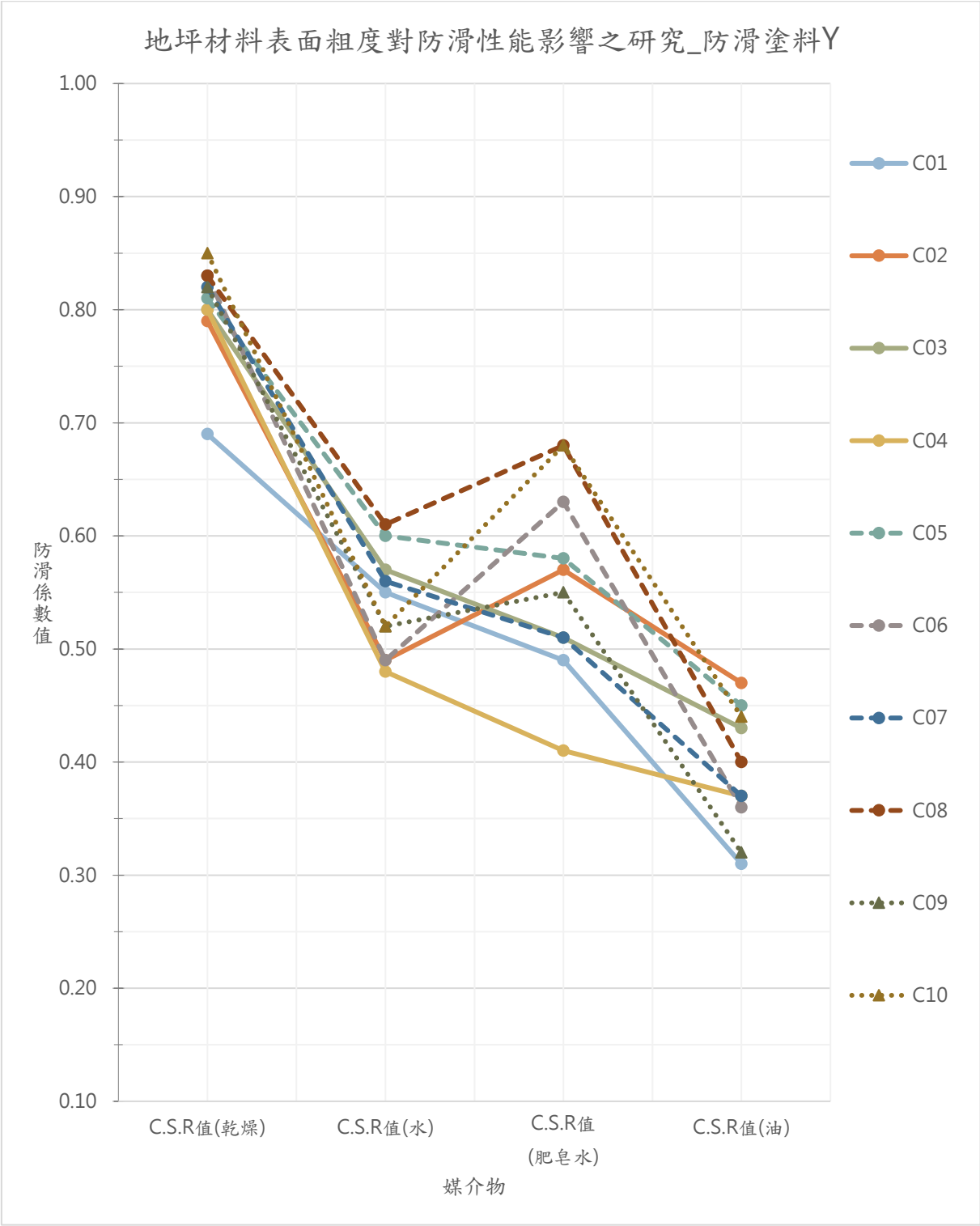


圖 2-3-9 地坪材料表面粗度對防滑性能影響之研究_防滑液 Y

(4)、防滑塗料 Z(硬化粉摻粒料)

文獻來源	類別	編號	樣品照	品名	表面狀況			備註	C. S. R 值 (乾燥)	C. S. R 值 (水)	C. S. R 值 (肥皂水)	C. S. R 值 (油)
地坪材料表面粗度對防滑性能影響之研究——以施作防滑材料前後差異為例 王俊元 2020 年	Ia	C01			施釉	平面	極小紋路	可用於室內及室外	0.40	0.51	0.30	0.40
		C02			無釉	平面	顆粒	可用於室內及室外	0.32	0.38	0.01	0.08
	Ib	C03			施釉	平面	粗糙	可用於室內及室外	0.31	0.51	0.18	0.32
		C04			施釉 金鋼砂	凹凸	略粗糙	可用於室內及室外	0.36	0.48	0.29	0.31
	II	C05			無釉	平面	粗糙	一般用於室內	0.14	0.11	(0.15)	0.05
		C06			無釉	凹凸	略粗糙	一般用於室內	0.41	0.44	0.12	0.34
		C07			無釉 金鋼砂	凹凸	略粗糙	一般用於室內	0.33	0.38	0.19	0.24
		C08			無釉	平面	略粗糙	一般用於室內	0.29	0.23	0.15	0.14
	III	C09			無釉	平面	平滑	一般用於室內	0.28	0.48	0.21	0.34
		C10			無釉	平面	略粗糙	一般用於室內	0.22	0.23	0.03	0.02

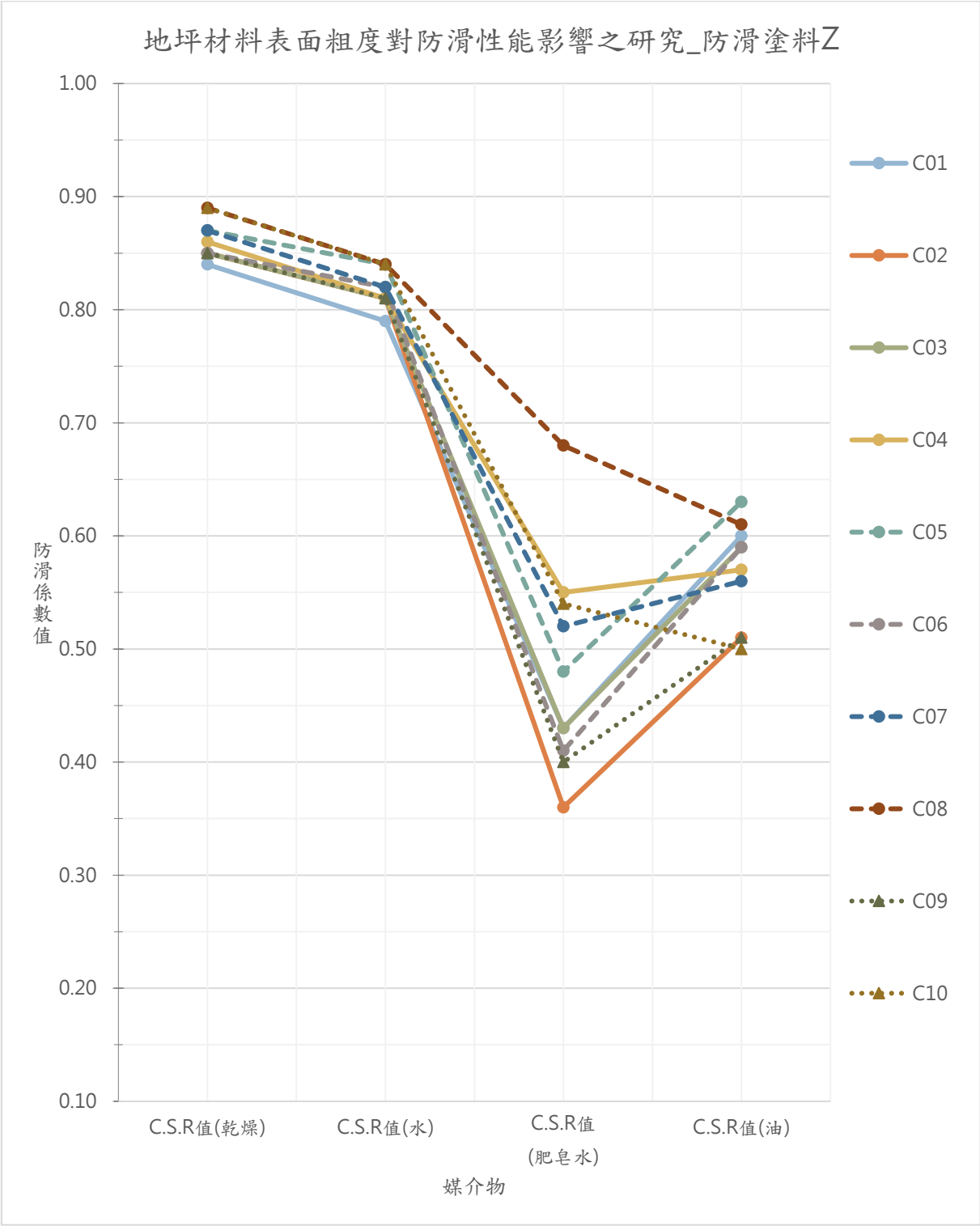


圖 2-3-10 地坪材料表面粗度對防滑性能影響之研究_防滑液 Z

第四節 文獻小結

依據中華民國國家標準 CNS 3299-12〔陶瓷面磚試驗法-第 12 部：防滑性試驗〕所公布之操作流程及方法，歷年已完成國內常用之室內外地坪、浴廁與廚房地坪等防滑係數之測定，並綜整出初步之防滑係數建議值：當穿鞋時於室外空間，泛指一般路面、騎樓及人行道，最適當之防滑係數安全範圍為 0.45 至 0.6，其容許安全下限為 0.4，上限為 0.8，室內空間如建築物出入口之大廳、車站、商場等，最適當之防滑係數安全範圍為 0.5 至 0.65，其容許安全下限為 0.4，上限為 0.8，以上較針對不特定多數人經常使用之場所空間定義；當赤腳時於室外空間，如游泳池畔、淋浴間、公共澡堂等，最適當之防滑係數安全範圍為 0.75 至 0.9，其容許安全下限為 0.6，上限為 1.0，以上針對公共性質較強的空間所定義，室內空間如居家室內、客廳、衛浴空間等，最適當之防滑係數安全範圍為 0.65 至 0.8，其容許安全下限為 0.5，上限為 1.0 左右。

而在防滑係數與地坪材料的關係方面，主要與材料表面型態與加工狀態有關，其次針對材料本身具有方向性、紋路設計、不均勻凹凸表面或是不同表面的加工處理，如有施釉、無釉、吸水率、粗糙度等，就連同實驗時所測試之試體方向都是有可能影響防滑係數之主要原因。另在地坪表面的介質條件方面，穿鞋之防滑係數（C.S.R 值），材料表面附著水時，液體於試體表面呈現水膜，導致其防滑係數值呈現大幅降低。然而，試體表面具有粗糙、尖銳凸起物，不但可穿刺水膜亦可增加摩擦力達到止滑效果，使得防滑數值提高(例如表面含有金鋼砂成分之面磚)。赤腳之防滑係數值（C.S.R·B 值）時，試體表面相對粗糙且凹凸程度較大者，其防滑係數值平均偏高。綜合以上媒介物之探討，試體表面較光滑、平整。地坪材料於潮濕狀態時，防滑係數值平均有降低之趨勢。而當地坪材料表面介質為油、清潔劑、肥皂水時所有防滑係數普遍低下，將衍生容易滑倒之風險，故建議鋪設於用水空間如廚房、浴室及廁所應使用表面為凹凸、粗糙感之地坪材料，方能有效提升使用者行走之安全性，避免滑倒事件發生。

在儀器之間的比對方面，OY-PSM 與 ONO-PPSM 所測得之各種地坪防滑係數值經由數據迴歸比對， R^2 值高達 0.96，證明了兩台儀器之相關聯性之可信度，然須注意應依照標準程序(手操作轉動秒數)，以及注意天候條件衍生的結果誤差。而無論是 OY-PSM 與 ONO-PPSM，運用標準滑片可測得一致之數據穩定性。而為追求係數值的現實真實性，兩種機器皆可由真實鞋面(如紋路與材質較穩定之皮鞋、藍白拖鞋)進行測試，

惟須在實驗數據上特別註明。而現時因球鞋紋路與材質多樣，故不建議以此做為滑片進行實驗。

另，地坪的防滑性能會依維護管理的好壞呈現不同的表現，若表面粗糙之孔隙內填滿髒汙，使得其表面摩擦能力無法得到良好發揮；而地坪的經年劣化，也會影響 C.S.R 數值的表現。

綜合前節的說明，本年度的研究目標如下：

- 1、我國雖然在 2019 年上半以前，以 CNS 3299-12 為唯一公定的防滑性能檢測標準，但經濟部標準檢驗局在 2019 年 9 月公布「人行面磚防滑性試驗法-濕式擺錘法」，未來我國將成為防滑係數的兩制並行的狀態，目前國際間並無針對地坪材料以兩種防滑係數的比較研究，而濕式擺錘法才剛公布未久，尚未累積大量實驗數據。是故，面對新的標準制定，對於地坪材料防滑係數之 BPN 值安全標準，非一朝一夕可完成，為免引起不必要的爭議，必須累積更多的本土數據且須因地制宜，須針對該地之現場條件，才可就其環境因素訂定各場所的最低 BPN 值要求。而同一材料條件在 C.S.R 值與 BPN 值呈現中所代表的意義亦需要探討。目前國際間對於 BPN 的適用性看法不一，日本明確表示其方法不適用於地坪材料，但英國與澳洲則沿用於非柏油路的地面材料。是故，考量國情不同，本研究亦須就 BPN 值到底適用與否，包含係數值的穩定性與信賴性來進行驗證。
- 2、隨著我國綠建材標章制度的逐漸成熟及民眾對於環境/健康意識之抬頭，近年在市場上所推出之綠建材地坪越趨多樣，此為筆者當時從事防滑相關研究時所未見。是故，為了進一步驗證綠建材是否具有適當的防滑性能，預計針對目前常用之再生綠建材摻料的陶瓷地磚進行 BPN 值或 C.S.R 值的測定。
- 3、有鑑於現有的室外地坪表面採用「抗滑塗料」案例越來越多，但無論就 BPN 值或 C.S.R 值亦缺乏相關測試與驗證，是故，本研究欲針對目前市面上常用的四種抗滑塗料(侵蝕型、硬化劑摻細骨材型塗料固化形成乾澀顆粒型、硬化粉摻粒料型)，針對塗布前後進行防滑性能的試驗。

第三章 國外相關規定與我國地坪防滑係數指導原則之擬定

第一節 各國有關地坪防滑係數之規定

本節所述之各國有關地坪防滑係數之規定，係透過經濟部標準檢驗局、內政部建築研究所、以及本研究團隊提供有關 ASTM D 2047、英國無障礙設計規範（Approved Part M）、AS4586、中國建築地面工程防滑技術規程(JGJ/T331-2014)、日本建築學會等地坪防滑係數規定之文獻而彙整，其內容依序如下所述：

壹、美國與加拿大

美國係為較早期制訂人行地面防滑要求的國家，現今已具完備的標準法規體系，其含括的規定範圍包括各種空間的地坪材料整體防滑性能要求、防滑試驗值的表示方式、滑倒事故的報告等。目前的測試方法主要為 ASTM D 2047，係採用詹姆士機（James Machine）測量磨光地板表面的靜態摩擦系數的標準試驗方法。值得一提的是，美國標準體系中多數是建立對空間的地面防滑性能要求，較少針對某個地面材料產品制訂最低防滑係數值，也未對防滑性能進行分級。美國標準的主要要求如下：

- 一、ADAAG（《美國身心障礙者法案無障礙設計標準》建築設施指南），要求無障礙通道的靜摩擦係數為：水準部位不小於 0.60，斜坡不小於 0.80，對防滑性能未進行分級。
- 二、1990 年美國 101 屆國會所通過的《美國公民意外傷殘法案》，強調所有公共場所的人行地面要求摩擦係數不小於 0.6，斜坡部位的摩擦係數不小於 0.8，對防滑性能未進行分級。
- 三、美國勞工部的職業安全與保健署（OSHA）的安全標準 1910 和 1926 標準中，要求靜摩擦係數不小於 0.5，對防滑性能未進行分級。對於地面摩擦係數沒有達到這項標準要求的業主要受到嚴厲的處罰或被提起訴訟，OSHA 在 1994 年就因為不安全的地面傳訊了 1097 家公司。
- 四、美國國家標準 ANSI A1264.2 中，提出了工作場所地面靜摩擦係數不應小於 0.5 的要求，對防滑性能未進行分級。

- 五、美國保險商實驗室（UL）在 UL410 標準中規定地面材料的摩擦係數不應小於 0.5，對防滑性能未進行分級。
- 六、美國瓷磚標準 ANSI A137.1-2012 要求室外地磚濕態下的動摩擦係數為：水準部位不小於 0.42，斜坡不小於 0.45，對防滑性能未進行分級。
- 七、美國標準 ANSI/NFSI B101.0-2012 要求：乾燥且無污染物的地面，乾燥狀態下的靜摩擦係數不小於 0.50；有時潮濕或有污染物的地面，乾燥狀態下的靜摩擦係數不小於 0.50 且潮濕狀態下的靜摩擦係數不小於 0.60；有潮濕或有污染物的地面，潮濕狀態下的靜摩擦係數不小於 0.60，對防滑性能未進行分級。

至於在加拿大方面，對於對地面防滑的要求基本上採用美國的要求，而且有關的法案授權各級政府部門有權強行要求產權人負責該產權人的未達標地面上滑倒受傷的人住院醫療費用和相應的補償費用。惟與美國不同的是，在地坪測試方法上較多採用動摩擦原理的 ANSI A326。

貳、英國與澳洲

英國無障礙設計規範（Approved Part M），針對場所，在室外通路、室內走廊、入口大廳等皆規定其地面必需防滑，另外還特別規定：

- 坡道地面：地面必需防滑，尤其是潮濕時亦須防滑。
- 浴廁地面：乾燥或潮濕狀態下，皆須為防滑。

英國主要是使用濕式擺錘測試儀（British Pendulum Skid Tester，簡稱 BPST）進行防滑性能檢測，目前此儀器為英國、澳洲、紐西蘭等國家常見的測試方式，其檢測出的防滑係數值稱為 BPN 值，我國 CNS16106 亦採用此方法。英國無障礙設計規範中依據 BPST 測試之建議，如表 3-1-1 所示：

表 3-1-1 英國無障礙設計規範依據 BPST 測試之風險關係表

測試值 BPN	滑倒風險性
0 - 24	高
25 - 35	中等
36 - 64	低
65 以上	非常低

資料來源：英國無障礙設計規範（Approved Part M）

而在澳洲方面，則是更為具體的規定包括陶瓷磚在內的所有類型的地面材料均需按照 AS 4586(地面材料防滑性能測試方法) 進行。濕式擺錘試驗法為其中一種試驗法，而針對測試結果進行防滑性能測試和防滑等級劃分(詳表 3-1-2)。並依據 HB 197(不同建築部位的防滑材料的選用指南) 中的要求，判斷該場所是否適合使用何種地坪材料(詳表 3-1-3)。

表 3-1-2 澳洲 AS 4586 防滑等級劃分表

防滑等級	BPN 防滑係數值		潮濕狀態滑倒風險
	S 橡膠(滑塊 96)	TRRL 橡膠(滑塊 55)	
P5	>54	>44	很低
P4	45~54	40~44	低
P3	35~54	35~39	中等
P2	25~34	20~34	高
P1	12~34	<20	很高
P0	<12	-	

資料來源: AS 4586(地面材料防滑性能测试方法)

表 3-1-3 澳洲 HB 197 的場所別防滑等級表

場所別	防滑等級
室外柱廊，人行道和行人交叉路	P4
室外斜坡	P5
旅館入口大廳，辦公室，公共建築－潮濕狀態	P3
旅館入口大廳，辦公室，公共建築－乾燥狀態	P1
無食品銷售區的購物中心	P1
有食品銷售區的購物中心	P3
室內斜坡，斜道－乾燥狀態	P3
外部入口層以上的梯廳	P1
購物中心內另設置的商店	P1
其他具有對外出入口的商店－入口區	P3
速食店出口，自助餐用餐區	P3
醫院和老人看護設施－乾燥區域	P1
醫院和老人看護設施－有浴室的房間	P3
非新鮮食品區域的超市走道	P1
商店和超市的新鮮水果及蔬菜區	P3
共用更衣室	P3
游泳池週邊和共用淋浴間	P4
游泳池斜坡和進入水中的台階	P5
辦公室，旅館，購物中心的廁所	P3
體育場的有頂蓋區域	P3
室內通道處梯級凸緣（乾燥狀態）－有扶手	P3
室內通道處梯級凸緣（潮濕狀態）－有扶手	P4
室外梯級凸緣	P4

資料來源: HB 197(不同建築部位的防滑材料的選用指南)

參、中國大陸

中華人民共和國住房和城鄉建設部於 2014 年 6 月，在中華人民共和國行業標準(JGJ)中，發布「建築地面工程防滑技術規程」(JGJ/T331-2014)，並於隔年 3 月 1 日正式實施，此規程係設定為「推薦性標準」，屬非強制性及採自願性。有關建築地面的基本規定中，分別依據空間屬性的差異，將其分為「室外及室內潮濕地面濕態防滑值」與「室內乾態地面係摩擦係數」，並設定高、中高、中、低四個級距(詳表 3-1-4、表 3-1-5)。其中，前者以濕式擺錘試驗儀量測，與我國現行 CNS16106、澳洲的 AS4586(方法 A)的儀器與方法相同；後者則是採用 James Machine 測定靜摩擦係數(COF)，與澳洲的 AS4586(方法 B)及美國的 ASTM D2047 的方法一致，目前我國 CNS 則無採用相關標準。

而在技術規程中，對於各種場所的地坪防滑技術要求方面，同樣依據地坪的潮濕與否之狀態，將其分為「室外及室內潮濕地面工程防滑性能要求」與「室內乾態地面工程防滑性能要求」兩種情境，分別就各種空間(工程部位)訂定所需之防滑性能。以前者而言，要求等級最高者為坡道、無障礙步道、樓梯踏步、公共交通系統(公車、地鐵)的站台；其次為戶外或半戶外人行出入頻繁的建築出口平台、人行道、步行街、室外廣場、停車場等；再其次為人行較不頻繁之非主要動線(人行道支幹道、社區道路、綠地道路)、以及室內潮濕地面(市場、廚房等)；室外普通地面則為最低(詳表 3-1-6)。

表 3-1-4 室外及室內潮濕地面濕態防滑值等級表

防滑等級	防滑安全程度	防滑值 BPN
A _w	高	BPN ≥ 80
B _w	中高	60 ≤ BPN < 80
C _w	中	45 ≤ BPN < 60
D _w	低	BPN < 45

資料來源：中華人民共和國建築地面工程防滑技術規程(JGJ/T331-2014)

表 3-1-5 室內乾態地面靜摩擦係數等級表

防滑等級	防滑安全程度	靜摩擦係數
A _d	高	COF $\geq$ 0.7
B _d	中高	0.6 $\leq$ COF < 0.7
C _d	中	0.5 $\leq$ COF < 0.6
D _d	低	COF < 0.5

資料來源：中華人民共和國建築地面工程防滑技術規程(JGJ/T331-2014)

至於在室內乾態地面工程防滑性能的要求方面，人行頻繁場所及垂直動線的要求為最高；其次為室內游泳池、廁所浴室、建築出入口；再其次為一般室內公共空間(如門廳、大廳、走廊)、要求最低則為室內普通地面(詳表 3-1-7)。

表 3-1-6 室外及室內潮濕地面工程防滑性能要求表

工程部位	防滑等級
坡道、無障礙步道等	A _w
樓梯踏步等	
公交、地鐵月臺等	
建築出口平臺	B _w
人行道、步行街、室外廣場、停車場等	
人行道支幹道、社區道路、綠地道路及室內潮濕地面（超市肉食部、菜市場、餐飲操作間、潮濕生產車間等）	C _w
室外普通地面	D _w

資料來源：中華人民共和國建築地面工程防滑技術規程(JGJ/T331-2014)

表 3-1-7 室內乾態地面工程防滑性能要求表

工程部位	防滑等級
月臺、踏步及防滑坡道等	A _d
室內游泳池、廁浴室、建築出入口等	B _d
大廳、候機廳、候車廳、走廊、餐廳、通道、生產車間、電梯	C _d
廊、門廳、室內平面防滑地面等（含工業、商業建築）	
室內普通地面	D _d

資料來源：中華人民共和國建築地面工程防滑技術規程(JGJ/T331-2014)

綜合以上說明，目前在「建築地面工程防滑技術規程」(JGJ/T331-2014)的規定內容中，針對「室外及室內潮濕地面濕態防滑值」的等級設定上，BPN 值的最低要求需合乎在 45 以上，若對照 AS4586 的規定檢視，若用滑塊 55(TRL 橡膠，用於黏土質與混凝土表面材料及室外陶瓷地磚表面)測試，需達到 P5 等級；若用滑塊 96(S 橡膠，使用於室內陶瓷地磚表面)，則需達到 P4 等級。相較於澳洲等國之標準，規定較為嚴格。而在「室內乾態地面工程防滑性能要求」方面，該測試方法引用自美國 ASTM D2047，兩國在 COF 的最小值規定較為接近。

肆、日本

日本對於建築用地坪的防滑係數量測，係採用 JIS A1509-12(陶瓷面磚試驗方法第 12 部: 防滑試驗)，利用以靜摩擦原理的 OY-PSM 機進行空間使用地坪材料的量測。而對於防滑係數之規定，具代表性則是 2008 年 6 月日本建築學會材料施工委員會針對地坪材料提出「地板材料防滑性能概要推薦值」研究成果，其內容包含穿鞋時的場合、赤腳時的場合、樓梯、斜坡路面、拐杖、腳踏車輪、輪椅等不同條件下的最低安全防滑係數建議值(詳表 3-1-8)。2009 年 10 月東京都廳福祉保健局於設施整備計畫綱要中，依據前述日本建築學會的研究成果提出 C.S.R 防滑係數建議值後，其他縣市政府、公益機構等也引用相同標準作為防滑之準則。

表 3-1-8 日本建築學會提出不同動作及地板種類之防滑係數建議值

狀態	地板種類	動作	防滑係數建議範圍	*備註
穿鞋	一般道路(穿鞋)	*一般動作	C. S. R=0.4以上	含小跑步或快走
		慢速動作	C. S. R=0.3以上	
	體育館的地板	羽毛球、籃球等	C. S. R=0.5以上0.9以下	特殊地板
			*C. S. R=0.6以上0.8以下	
	運動場的地板	網球	C. S. R=0.5以上0.8以下	
		橄欖球	C. S. R=0.6以上	
		足球	C. S. R=0.5以上0.9以下	
		棒球	C. S. R=0.6以上1.1以下	
赤腳	可赤腳用地板(潮濕空間)	*一般動作	C. S. R • B=0.7以上	浴室、游泳池等
		慢速動作	C. S. R • B=0.6以上	
	可赤腳用地板	*一般動作	C. S. R • BF=0.5以上	含小跑步或快走
		慢速動作	C. S. R • BF=0.4以上	
	習武場的地板	劍道、柔道等	C. S. R • BF=0.4以上0.6以下	
特殊	樓梯	昇降	C. S. R • S=0.7以上	
評價觀點：安全性(不容易發生跌倒、滑倒等意外)				
測定條件(滑片、媒介物)：假定實際使用情形				
C. S. R：Coefficient of Slip Resistance				
C. S. R • B：Coefficient of Slip Resistance • Bath				
C. S. R • BF：Coefficient of Slip Resistance • Bare Foot				
C. S. R • S：Coefficient of Slip Resistance • Stair				

資料來源：日本建築學會材料施工委員會

在東京都等地方政府的帶動引用下，中央政府之國土交通省於 2012 年修正日本無障礙法下的附屬規範「考量高齡者、障礙者順利移動的建築設計標準」，追加有關地坪防滑性能確保的內容(詳表 3-1-9)，並規定供多數人使用的「特定建築物」(演藝廳、百貨店、集會場、圖書館、博物館、美術館、遊藝場、店鋪、辦公室、學校、旅館)，須盡量符合防滑規定(日文稱為「努力義務」，雖非強制性但主管機關有權認定必須遵守)；而對於「特種特定建築物」(政府機關、特別支援學校、醫院、高齡者設施)於超過 2000 平方公尺的場合就必須義務遵守地坪防滑規定。

表 3-1-9 「考量高齡者、障礙者順利移動的建築設計標準」防滑係數規定表

地坪總類	場所別	防滑係數值
赤腳動作且有大量水、肥皂水等地坪	浴室(大浴場)、游泳池畔、沖洗室、更衣室的地坪	C. S. R B=0.7 以上
	客房的浴室、沖洗室的地坪	
穿鞋動作的路面、地坪	基地內通路、建物出入口、室內通路、階梯踏面、廁所、洗面台等空間的地坪	C. S. R=0.4 以上
	客房地坪	C. S. R=0.3 以上
	客房的地坪	C. S. R=0.3 以上

資料來源: 2012 年版「考量高齡者、障礙者順利移動的建築設計標準」

除了上表的規定之外，在設計標準內容中針對地坪防滑係數的差異，特別說明須避免在同一平面上配置兩種防滑係數落差大的地坪材料，以避免使用者產生滑倒或絆倒之現象。

另在個別材料的使用注意事項方面，設計標準雖然並無明定各種空間的適用獲推薦材料，但有特別註明使用「金屬製」視障用誘導面材、戶外的金屬人孔蓋與水溝蓋時，必須注意其雨滴對表面所帶來的濕滑效應。

表 3-1-10 各國防滑試驗儀器及規範統合表

拖挽式				擺錘式		傾斜之銜接撐桿				
圖片										
名稱	手拉式水平測力計	ASM 825/ASM 825A Digital Slip Meter	防滑試驗機 OY-PSM	可攜式防滑試驗機 ONO-PPSM	擺錘試驗機	斜坡式地面材料防滑性能測試台	詹姆士測試器	可攜式銜接撐桿式止滑計	可攜式傾斜銜接撐桿式止滑計	可變角度主滑計
國內規範	CNS 13432 R3178		CNS 3299-12		CNS 16106 CNS 8911 A3159					CNS 13432 R3178
國外規範	ASTM C1028	ASTM F609 C1028 ASTM D2047 C1028	JIS A1509-12	JIS A1454	ASTM E303-93 BS EN 13036-4:2011	DIN 5097(赤足) DIN 5130(穿鞋)	ASTM F489 D2047 UL 410	ASTM F1678	ASTM F1677-96	ASTM F1679 D5859 ANSI A1264.2 OSHA 1926.754
潮濕使用	不合適	NO	YES	YES		YES	NO	NO	YES	YES
滑片材質	Neolite		橡膠片	橡膠片			Leather	Leather	Neolite	Neolite
量測原理	靜摩擦	靜摩擦	靜摩擦	靜摩擦	動摩擦	動摩擦	靜摩擦	靜摩擦	靜摩擦	靜摩擦
常用國家	美國		日本	日本	英國 澳洲	德國	美國 加拿大	美國		

資料來源：本研究整理

第二節 我國建築物地坪面磚防滑係數指導原則草案試擬

壹、緣起與既往防滑規定動向

本研究的發展緣起之一係為 2021 年 11 月 30 日，台灣區陶瓷同業公會赴立法委員蘇巧慧國會辦公室陳情。陳情之案由為請標檢局會同營建署儘速訂定「場域防滑係數標準」，並請由政府工程先行實施。因有鑑於據衛福部統計，65 歲以上老人每 6 人就有一人曾跌倒受輕重傷，甚至死亡，跌倒的場域為：室內(臥室、客廳、浴室、廚房)、公園、運動場、街道等。上列跌(滑)倒的場所，主要建材是磁磚，磁磚的防滑係數標準，標準局已於 108 年 9 月 23 日制定公告(CNS 16106)，但迄今尚未規定場域防滑係數標準，以致未能落實防滑。故建議辦法係政府公共工程優先訂定「場域防滑係數標準」，並先施行；同時訂定室內場域防滑係數標準，公告鼓勵民眾採行。

陳情內容經公共工程委員會 2021 年 12 月 20 日工程企字第 1100102048 號函，送至內政部營建署。依據陳情會議紀錄結論二，請營建署訂定「場域防滑係數標準」並回復研訂防滑量化標準之具體時程。營建署於 2021 年 12 月 30 日營署建管字第 1100099443 號函說明，研訂防滑量化標準事宜，營建署已另請本部建築研究所將「各類使用場所地板防滑性能之研究」納入 111 年度研究課題，營建署將於 111 年度搭配該所研究期程，於 2022 年 6 月底前同步召開會議研商 防滑標準之訂定與執行方式，預計於 2022 年 7 月底前提出地磚之防滑標準指導原則並函送各地方政府及相關單位。

依據以上說明，內政部建築研究所於本年度透過委辦研究計畫之方式，委託國立成功大學團隊於六月底(期中報告製作前)，以國內外相關法規/規範之調查、業者訪談、工作小組會議、先期防滑研究彙整等方式，聚集相關專業共識，提出「建築物地坪面磚防滑係數指導原則草案」。

我國中央政府目前雖未制定訂定「場域防滑係數標準」，然地方政府如臺北市政府早在 2014 年 6 月 5 日發文公告，規定臺北市自 2014 年 7 月 1 日起，凡申請掛號之建造執照有騎樓或無遮簷人行道者，於申請使用執照時應檢附相關鋪面防滑測試報告。其須依循經濟部標準檢驗局於 2011 年 9 月 29 日重新修訂公布 CNS3299-12 防滑性試驗法——防滑鋪面之檢驗方法，且市政府的騎樓整平計畫及公有人行道使用陶瓷地磚、窯燒花崗石面磚皆已採用該試驗方法，並符合 CNS 3299-12 (穿鞋 C.S.R.) 防滑係數達 0.55 以上

之標準。是故，為維持行人通行安全，凡自 103 年 7 月 1 日起，申請掛號之建造執照有留設「騎樓」或「無遮簷人行道」者，於申請使用執照時，該等鋪面應併案檢具符合 CNS 3299-12（穿鞋 C.S.R.）防滑係數達 0.55 以上之檢試驗報告。

綜上所述，於地方政府先行實施戶外部分的地坪防滑性能規定，本研究須考量其係數值的合理性與避免規範條件產生競合。

貳、台灣陶瓷工業同業公會之座談

有鑑於前述說明，為了進一步瞭解業界對於防滑性能量化與規範標準化的需求，本研究團隊於 2022 年 3 月 18 日拜訪位於北平東路 30 號 12 樓的台灣陶瓷工業同業公會，列席參加「磁磚小組第 20 屆第 1 次會議」，並針對本研究計畫進行說明。

當日會議係 14:00 開始，由周欽聰代理召集人(三洋)主持、出席者為王中聖、謝登仁(冠軍)、廖申鈞(白馬)、石國鋒(昌達)、鄧祐承(宏洲)、陳松青(晉大)、張美雅、劉明順(高世紀)、卓佳政(弘松)、王豐隆(昇元)、何佳穎(裕邦)、林柏宏(永晟)等業界代表；列席者為本團隊代表楊詩弘(成大建築系)、游德二(公會祕書長)。

座談以本團隊說明研究意旨起始，而後討論題綱如下：

- 一、現行地坪材料的防滑試驗法分別為 CNS 3299-12「陶瓷面磚試驗法-第 12 部：防滑性試驗法」與 CNS 16106「人行面磚防滑性試驗法—濕式擺錘法」，其運用現況與廠商反應。
- 二、相關防滑係數試驗標準存在之前提下，迄今未有量化之防滑標準(但國內外相關研究針對 CNS 3299-12 有提出建議值)，未來如何因應。
- 三、在「兩制並存」的前提下，未來朝向場所使用材料規定「防滑係數值」、「防滑係數建議區間」之可行性；以及是否朝向「強制性」規定？
- 四、其他有關防滑係數測試標準、法制化、實務運作之意見與回饋。

綜合以上說明，經過討論與交流，彙整會議結論如下：

- 一、現為高齡少子化結構，在非常危險的環境下，政府重視地板防滑性，目前以浴室、騎樓(一般地坪及機油地坪)、無遮掩人行道等場合進行測試。
- 二、本會建議以 CNS3299-12 為止滑場域基準、CNS16106 目前暫為自主檢驗使用。
- 三、本會建議先以戶外及浴室地坪止滑 0.55 以上為標準，楊教授建議止滑要納入區間，不是越高越好，太大有絆倒危險。
- 四、該規範適用出廠標準，不到現場實測。
- 五、日本有另一台攜帶型 ONO-PPSM，可進行實測。
- 六、預定 6 月底提出草案，屆時請提出意見。

本團隊依據會議結論，未來在防滑係數值的規定上，以用水空間與非用水空間做為場域防滑性能制定之分類。另就陶瓷面磚而言，以朝向 CNS3299-12 為止滑場域基準，且為「新材料」之標準，而非既有地面之實測值；而防滑係數的規定，除量化之定值之餘，應敘述有關地坪材料的搭配(例如如同日本規定防滑係數差異過高的材料應避免設置於同一平面上)。

參、防滑係數指導原則草案之第一次工作會議

依據前述壹、貳單元內容與需求的彙整，本研究團隊於 2022 年 4 月 21 日於內政部建築研究所簡報室，召開「各類使用場所騎樓地坪防滑性能之研究」委託研究計畫工作會議，並針對目前進度進行說明。

當日會議係 14:30 開始，由綜合組陳建忠組長主持、出席者張議云(內政部營建署建築管理組)、張志源、褚政鑫(綜合組)、楊詩弘、林曉韓(成大建築系)

工作會議討論內容與結論如下：

一、依據現行 CNS3299-12(CSR 值)與 CNS16106(BPN 值)的防滑係數測定差異：

主要在於：1.摩擦原理不同、2.行走模擬條件不同、3.適用範圍不同。是故，兩值之間無法換算與無法比對。而於前項一中，業者共識在於建議以 CNS3299-12 為止滑場域基準、CNS16106 目前暫為自主檢驗使用。有鑑於此，現階段於策略上，針對 CSR 值訂定基準值或範圍區間後，再以其符合 CSR 值之材料進行 BPN 之測試，以作為自主檢驗使用之參考。惟考量上述 1~3 之差異，未來將建議廠商導入符合 CNS3299-12(CSR 值)之攜帶型防滑試驗機(ONO-PPSM)進行自主測試，其數值為 CSR'。(建議廠商可各自整備、若資源有限可藉由陶瓷公會為平台集資共購一台於公會內使用、亦透過國立台北科技大學與國立成功大學商借)

二、有關國外對於 CSR 防滑係數值之規定：

目前我國 CNS3299-12 係引用自日本 JIS A1509-12(陶瓷面磚試驗方法第 12 部：防滑試驗)，利用以靜摩擦原理的 OY-PSM 機進行空間使用地坪材料的量測，其方法除了日本以外並無他國，遂其建築空間的地坪防滑係數規定係可參考 2012 年修正日本無障礙法下的附屬規範「考量高齡者、障礙者順利移動的建築設計標準」。其中有關「赤腳動作且有大量水、肥皂水等地坪」，因用水環境(如浴室、游泳池畔、沖洗室、更衣室的地坪)在兩國之間並無重大差異，故可設定 C.S.R B 為 0.7 以上；但在戶外及半戶外的空間/通路方面，因日本並無特別規定，且我國特殊環境使然(高溫多雨、相對濕度高、具有大量半戶外空間如騎樓)，是故，直接引用 C.S.R=0.4 則不符國情且因「水」的存在而有風險，是故須另訂數值。

三、臺北市政府訂定 CSR 值之經緯與引用：

臺北市於 103 年公布實施，其數據(CSR 值 0.55)選定的理由已不可考，但有可能為

參考本所 102 年度”全人關懷生活環境科技計畫協同研究計畫第 1 案騎樓及無遮簷人行道陶瓷面磚之防滑係數研究”的成果報告，針對戶外地坪的 CSR 值中推估”建議值(比日本高出 0.15)。本研究經前期研究之回溯，亦得知 102、103 年度本所的研究結果，於戶外常用之面磚絕大多數符合此規範值，是故，現階段同與臺北市將其戶外無遮簷人行道與騎樓設定為 0.55。

四、結論:：CNS3299-12 與 CNS 16106 同時並行的必要性

有鑑於我國已在 108 年 9 月公布為國家標準 CNS16106，目前雖是在陶瓷材料上採 CNS3299-12 執行，但地坪種類並非僅為陶瓷系列，是故，為了兼具標準與規範之實用性，將於下次工作會議訂定 BPN 防滑係數相關標準。

肆、防滑係數指導原則草案之第二次工作會議

依據前次工作會議討論事項與結論的彙整，本研究團隊在強化 CNS3299-12 之陶瓷面磚地坪防滑係數值內容設定之餘，針對非屬陶瓷系材料為對象之 CNS16106 進行制定。第二次於 2022 年 5 月 24 日於內政部建築研究所簡報室，採線上與實體並行方式，召開「各類使用場所騎樓地坪防滑性能之研究」委託研究計畫工作會議，並針對目前草案進行說明。

當日會議係 14:30 開始，由建研所鑾中丕主任秘書主持、出席者張議云技士(內政部營建署建築管理組)、陳淑惠技正(經濟部標準檢驗局)、陳建忠組長(建研所綜合組)、王順治組長(建研所安災組)、張志源助理研究員、褚政鑫助理研究員(綜合組)、楊詩弘、林曉韓(成大建築系)。

經討論後草案內容制定如下：

建築物地坪面磚之防滑係數或等級建議(草案)

一、地坪面磚之防滑性能，其試驗法依下列規定：

- (一)陶瓷面磚採用中華民國國家標準 CNS3299-12「陶瓷面磚試驗法—第 12 部：防滑性試驗法」(以下簡稱 CNS3299-12)進行試驗。
- (二)行道磚、導盲磚、階梯磚、馬賽克磚、混凝土磚(不包括陶瓷面磚)採用中華民國國家標準 CNS16106「人行面磚防滑性試驗法—濕式擺錘法」(以下簡稱 CNS16106)進行試驗。

二、陶瓷面磚採用 CNS3299-12 試驗結果，依據空間類別之特性，防滑性能建議如下：

空間類別	室內/戶外	防滑係數建議最小值
建築基地內廣場、騎樓、無遮簷人行道、戶外樓梯	戶外	0.55 (C.S.R 值)
建築物之走道、出入口、門廳、樓梯	室內	0.5 (C.S.R 值)
居室	室內	0.45 (C.S.R 值)
廁所盥洗室、浴室、游泳池畔、沖洗室、更衣室等之地坪	室內/戶外	0.7 (C.S.R · B 值)
備註：防滑性能係以穿鞋時之防滑係數(C.S.R 值)及赤腳時之防滑係數(C.S.R · B 值)予以判定。		

三、行道磚、導盲磚、階梯磚、馬賽克磚、混凝土磚(不包括陶瓷面磚)採用 CNS16106

試驗結果，依據空間類別之特性，防滑性能建議如下：

空間類別	室內/戶外	建議最低等級
建築基地內廣場、騎樓、無遮簷人行道、戶外樓梯	戶外	P5
建築物之走道、出入口、門廳、樓梯	室內	P5
居室	室內	P4
廁所盥洗室、浴室、游泳池畔、沖洗室、更衣室等之地坪	室內/戶外	P5

備註：

1. 防滑性能係以擺錘防滑性值(SRV)分類等級予以判定。
2. CNS16106 之表 2 人行表面材料依濕式擺錘試驗之分類等級如下：

級別	擺錘 SRV 值	
	滑塊 96	滑塊 55
P5	>54	>44
P4	45-54	40-44
P3	35-44	35-39
P2	25-34	20-34
P1	12-24	<20
P0	<12	

3. CNS3299-12 之防滑係數與 CNS16106 之防滑性值，兩者因機器作動原理不同，無法比對或換算。

四、依本標準設置之地坪面磚，其建築物或使用場所之所有權人及管理人仍有 維護地坪面磚清潔及防滑性能之責任。如地坪面磚表面濕滑、油漬造成使用人滑倒，導致危險之虞，應在現場設置警告標誌，立刻清潔處理，並應 依消費者保護法規定辦理。

伍、防滑係數指導原則草案之第三次工作會議

依據期中審查會議紀錄及草案研討之彙整，透過專家意見回覆及建議，於 2022 年 9 月 14 日於內政部建築研究所簡報室，採實體召開「各類使用場所騎樓地坪防滑性能之研究」委託研究計畫工作會議，並針對目前研究進行說明。

當日會議係 14:30 開始，由建研所王順治組長主持、出席者廖慧燕建築師(專家)、張志源助理研究員、褚政鑫助理研究員(綜合組)、楊詩弘、林曉韓(成大建築系)。

工作會議討論內容與結論如下：

一、有關本試驗儀器之精確度、如何呈現試驗之再現性、鑑別度：

本案採用之測試儀器有三種，包含防滑試驗機(O-Y·PSM)、攜帶型防滑試驗機(ONO-PPSM)、濕式擺錘法測試儀器(BPN)，分別有不同的優缺點及不同是用類別。其中，防滑試驗機(O-Y·PSM)為較為精密之電子儀器，具有較精確之精度；另攜帶型防滑試驗機(ONO-PPSM)、濕式擺錘法測試儀器(BPN)，此兩種有較便利性及自測效益，對於儀器之準確度，防滑試驗機(O-Y·PSM)及攜帶型防滑試驗機(ONO-PPSM)此兩種儀器有可比對之數據參考，濕式擺錘法測試儀器(BPN)則較無法互相比對。

二、有關國內地坪常用之材料試驗樣本與數值分布：

關於「建築物地坪面磚之防滑係數或等級建議(草案)」應了解國內目前地坪材料常用之樣本數值分布，加以分級及制定指導原則，因此本研究針對相關地坪防滑試驗之文獻，蒐集多數樣本之數值分布，及國內外相關文獻參考，藉以透故試驗數據比對，訂定防滑係數之安全範圍最低標準，以提供草案制定。

三、有關地坪材料防滑安全範圍是否不應限制室內空間：

由於地坪材料在潮濕狀態有明顯滑倒之疑慮，因此在戶外、半戶外、騎樓及無遮簷人行道之空間較易產生滑倒之發生，因此在防滑係數安全範圍之草案討論，針對戶外空間、騎樓及無遮簷人行道有較高之防滑係數規範，但由於室內供公眾空間亦有較高人群聚集，因此本研究除提供戶外場所防滑係數之建議外，亦針對室內出入口及供公眾使用空間、室內用水空間，較易產生滑倒之現象的空間場所，提供防滑係數之安全範圍建議。

第四章 實驗計畫

摩擦係數量測之儀器，必須適當選用，且具備以下特性（Chang et al.,2001）：

- 一、可重複性(repeatability)：指使用同一種量測器在相同條件之量測狀況下進行重複之量測，所測得之量測值間應具有良好之一致性。
- 二、可重製性(re-producibility)：指在相同之鞋材與地板或地面狀況下，量測器量得之值與其他量測器量得之值之間具有一致性。
- 三、實用性(usability)：指量測器必需方便於各種條件下進行操作。
- 四、有效性(validity)：指量測器在主觀及客觀上能準確的提供鞋底與地板間之摩擦係數。

參考文獻研究結果，本研究計畫使用 3 種儀器進行各類使用場所騎樓地坪防滑係數量測，主要係使用磁磚防滑試驗機組（OY-PSM）、攜帶式防滑試驗機（ONO-PPSM）及濕式擺錘法測試儀器（BPST），此 3 種儀器皆具有上述之性質，並透過 3 種儀器進行模擬不同情形下防滑性能數據之蒐集。

其中磁磚防滑試驗機組（OY-PSM）依照按中華民國國家標準 CNS 3299-12「防滑性試驗法」進行試驗；濕式擺錘法測試儀器（BPN）則依據中華民國國家標準 CNS 16106「人行面磚防滑性試驗法-濕式擺錘法」進行試驗，其試體樣本設計、試驗方法及分析內容如下：

試體樣本設計：

本研究預計以試驗法為主軸針對各式材料進行試驗，樣本預計如下：騎樓地坪 6 種以上類型的瓷磚、4 種以上綠建材地坪、4 種以上抗滑塗料。

- 1、 用於戶外空間、騎樓或公共用水空間之地坪材料，合計 6 種常用產品。
- 2、 綠建材地坪：以再生綠建材摻料之陶瓷面磚為主，選用不同表面狀態、吸水率等，合計 4 種產品。
- 3、 抗滑塗料：針對市面上常用的 4 種抗滑塗料(侵蝕型、硬化劑摻細骨材型塗料固化形成乾澀顆粒型、硬化粉摻粒料型)，塗佈於戶外空間地坪，針對塗布後進行防滑性能的試驗，並進行結果比對。

試驗方法：

試驗次數及數據之採用計算方法，以同一樣品同一條件下於試體表面進行 3 次實驗，再分別以乾燥、潮濕等 2 種情況模擬表面環境之條件下，以前述步驟進行量測，並塗佈 4 種不同抗滑塗料，總計單一試驗儀器可分為 6 種不同條件下進行試驗，每種條件各試驗 3 次，單一試體預計得量測次數為 18 次。測試時環境條件設定，則參考日本 JIS A1454:2016[34]所規範之試驗溫度 $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、濕度 $(50 \pm 10)\%$ 於現地進行防滑性能試驗，然規範提出之實驗條件為相對安定的實驗室，因無法控制現地環境條件，本研究預計於成功大學建築科技大樓之有空調實驗室進行溫度及濕度控制後進行試驗。且於試驗前將其瓷磚表面之顆粒物、雜物清除乾淨後進行試驗，減少環境因素之影響數據。

試驗分析：

本研究主要針對各類使用場所地坪材料防滑效果進行試驗，使用瓷磚防滑試驗機組、攜帶式防滑試驗機及濕式擺錘法測試儀器，以求得防滑數據值，並加以比較三者數據之實驗結果，檢視不同使用場所地坪材料與不同試驗儀器，測得之防滑係數數據於統計上之關聯性。因此本研究將透過市面上常用之室內外地坪材料作為樣本，並加以分析研究結果。

第一節 磁磚防滑試驗機 (OY-PSM)

本儀器為小野英哲教授於東京工業大學時研發之防滑係數量測儀器（如圖 4-1-1 及圖 4-1-2），此儀器用以量化方式評定人行走於地面材料時的滑動程度。其測試原理與水平拉力計相似，但針對施力方式與測試片進行改良，可同時施予水平力與垂直力於測試之材料上，改善潮濕狀態時水膜產生的黏合效應問題，使其可有效量測潮濕狀態時之防滑係數。

目前日本以本儀器為主要防滑係數量測儀器之一，此儀器可模擬人體腳步行走模式，量測穿鞋時及赤腳時之防滑係數值，分別以 C.S.R 值及 C.S.R·B 值評估之，經瞭解，日本各地區分別有制定該地區之防滑係數規定值。

一、磁磚防滑試驗機組儀器性能

本儀器符合 CNS 3299-12 規範，是一種屬於拖橇式（dragsled）原理量測靜磨擦係數的實驗儀器，過去拖橇式原理的儀器在潮濕狀態下往往因為水的黏合作用而失去準確度，然而本儀器經過東京工業大學改良研發，以 18° 之角度向斜上方施力的方式，更有效模擬人類行走模式，並改善黏合效應產生的誤差，使本儀器可於潮濕狀態下，可量測地面材料之防滑係數。



圖 4-1-1 磁磚防滑試驗機

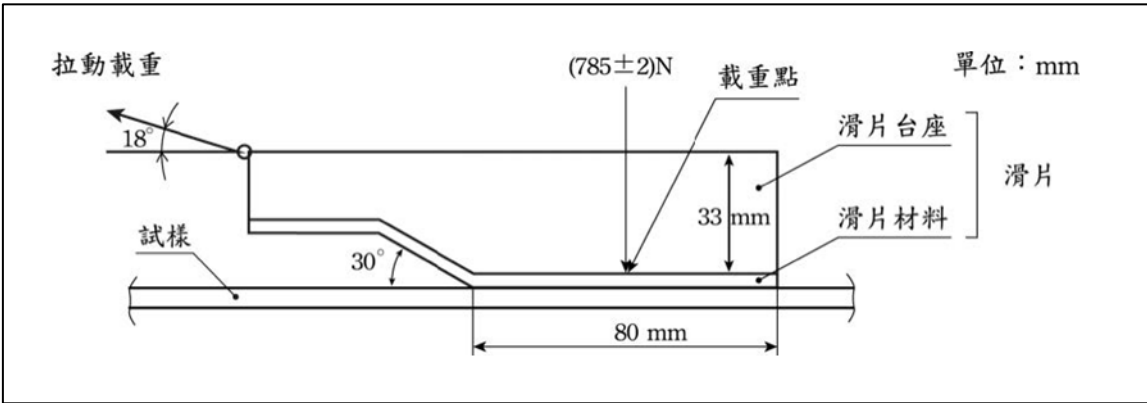


圖 4-1-2 18° 之角度向斜上方施力示意圖
資料來源：CNS 3299-12「陶瓷面磚試驗法」

二、試驗執行

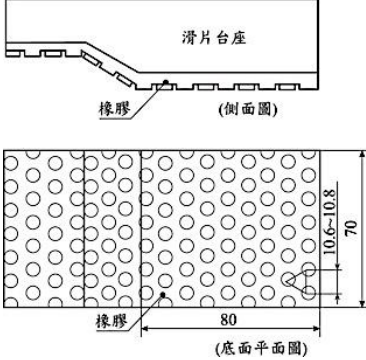
本研究依據 CNS 3299-12「陶瓷面磚試驗法—第 12 部：防滑性 試驗法」進行試驗，試驗步驟及試驗方法，其內容整理如下表所示。

表 4-1-1 CNS 3299-12 規範

項目	內容
適用範圍	本標準規定使用於潮濕地面之陶瓷面磚（以下簡稱面磚），當人在其上面行走時之防滑性試驗方法。其防滑係數分為穿鞋時評定為防滑係數 C. S. R 值（以下簡稱 C. S. R 值），赤腳時評定為防滑係數 C. S. R · B 值（以下簡稱 C. S. R · B 值）。
引用標準	下列標準因本標準所引用，成為本標準之一部分。下列引用標準適用最新版（包括補充增修）。 CNS 1074 砂紙 CNS 3555 硫化或熱塑性橡膠硬度試驗法
試驗及測定之原理	測定滑片在面磚表面上，滑動時之防滑係數，以評定面磚之防滑性能。
裝置及儀器	依下列規定（請參照圖 1），滑片台座及其附屬配件重量應為 $(34.3 \pm 2) \text{ N}$。 The diagram shows the sliding device setup. A specimen (試樣) is placed on a base. A sliding plate (滑片) is positioned on top of the specimen. The sliding plate consists of a base (滑片台座) and a material layer (滑片材料). A vertical load (載重點) of $(785 \pm 2) \text{ N}$ is applied to the center of the sliding plate. The distance from the left edge of the specimen to the point of application of the load is 80 mm. The height of the sliding plate base is 33 mm. A pulling force (拉動載重) is applied to the left end of the sliding plate at an angle of 18° to the horizontal. The specimen has a sloped section with an angle of 30°. 圖 1 滑動裝置

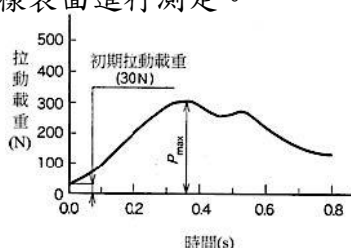
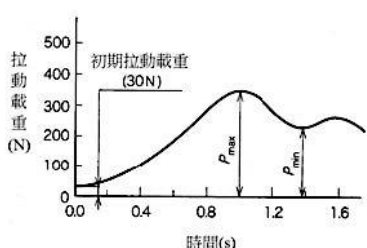
（續下表）

表 4-1 1 (續)

	滑片	 試驗滑片應符合列規定。 橡膠製防滑片－硬度：A 70~80 突起部分之形狀：$\phi 7$ mm 厚度：平坦部分 4.5 mm 突起部分 6 mm~7 mm 突起排列圖案：圓心為頂點排列成 1 個邊長 10.6 mm~10.8 mm 之正三角形。 (依 CNS 3555 A 型硬度計規定) 圖 2 試驗滑片
	試驗之表面狀態	測定 C. S. R 值 (穿鞋時之防滑係數)：使用自來水做為媒介物，以約 400 g/m^2 以上之分量散布在試樣表面。 測定 C. S. R · B 值 (赤腳時之防滑係數)：將中位粒徑 (質量基準) 之範圍為 $7.2 \mu\text{m} \sim 9.2 \mu\text{m}$ 之滑石粉體，加入約 300 倍質量之自來水混合成懸濁液做為媒介物，以約 100 g/m^2 之分量散布在試樣表面上。
試樣	試樣數量	使用 3 片面磚做為試樣，惟試樣須為代表性之樣品。
	試樣調整	試樣之尺度須為長度 135 mm 以上，寬度 90 mm 以上。若面磚之尺度太大無法載置於試驗機之測定台時，儘可能將面磚裁切成能載置於測定台之最大尺度做為試樣。若面磚尺度太小無法滿足所規定之尺度時，將複數之面磚，依製造廠商事先所定之面磚接縫寬度排列在合板上貼著之，並將接縫材填充後做為試樣。
步驟	滑片調整	每一試樣首次進行測試前，須調整滑片之表面狀態。將 CNS1074 所規定磨料粒度 400 號之砂紙放置於一平坦表面上，於底面尺度 80 mm×70 mm 之鋼製滑片台座安裝所規定之滑片，將滑片連同滑片台座放置於砂紙之上，以不另施加垂直力之方式，向四方向拉動台座研磨滑片表面，每次研磨滑片移動之距離約為 10 cm，且須於研磨前清除滑片表面殘留之媒介物及砂紙表面殘留之滑片碎屑。

(續下表)

表 4-1 1 (續)

	測定操作	防滑係數之測定操作依下列規定。 1. 在試驗室進行測定時，於室溫(23±5)℃進行，試樣須使滑片不致越出所設置之水平位置。 2. 在試樣表面散步媒介物。 3. 啟動試驗機使試驗台座及滑片下降，當滑片全面接觸試樣表面之瞬間，測定以(785±2)N/s 之拉動載重速率，求取以初期約 18°之角度向斜上方拉動時所得之最大拉動載重(Pmax)，滑片施加垂直載重包含滑片台座應為(785±2)N。而測定 C.S.R·B 值時，須測定最大拉動載重(Pmax)及最小拉動載重(Pmin)。 4. C.S.R 值依公式(1)求取，C.S.R·B 值依公式(2)求取： C.S.R 值=Pmax/W..... (1) 式中，C.S.R 值：穿鞋時之防滑係數 Pmax：最大拉動載重(N) W：垂直載重(785±2)N C.S.R·B 值 =(Pmax/W)+(Pmin/W)..... (2) 式中，C.S.R·B 值：赤腳時之防滑係數 Pmax：最大拉動載重(N) Pmin：最小拉動載重(N) W：垂直載重(785±2)N 5. 測定須進行連續 3 次之防滑係數最大值與最小值之差值達 0.02 以下為止。將此 3 次之平均值修整至小數點以下 2 位，做為該試樣之防滑係數。每次測定後，須去除附著於滑片及試樣之媒介物，再次用同法將媒介物散布在試樣表面進行測定。  (a) C.S.R 值測定時  (b) C.S.R·B 值測定時
試驗報告		試驗報告書須記載列事項： 1. 面磚之種類。 2. 試樣數量及修整方法。 3. 每一試樣防滑係數之平均值、最小值及最大值。 4. 試樣之表面狀態。 5. 試環境溫度。

資料來源：本研究整理

三、適用對象及限制

此種測試方法儀器使用空間需求較大，僅能於實驗室中操作，但由於用自動化操作及電腦判讀數據的作法準確性相當高，能避免許多人為操作的誤差，尚有其優勢。本儀器雖可同時可適用於乾燥、潮濕或有汙染之表面，可判定多種使用方式的結果，但 CNS 3299-12 規範目前僅針對陶瓷面磚之地面材料訂有檢測規範，對於石材、鋪面塗料等其他材質之地面材料的防滑性能是否也可使用此儀器檢測，需加以訂定之。

第二節 可攜帶式防滑試驗機（ONO-PPSM）

一、可攜帶式磁磚防滑試驗機組儀器性能

本儀器為小野英哲教授於東京工業大學時期所研發之可攜帶式防懷係數量測之儀器，是一種屬於測之儀器，是一種屬於拖橇式(drag sled)原理量測靜摩擦係數的實驗儀器，與 OY -PSM 之運作原理相同。其儀器分別為踏板轉動把手、重錘軌道、重錘與支撐架四個部分所組成（如圖所示），重錘則模擬人體垂直荷重，因本儀器為方便攜帶式，故基礎載重為 20KG（如圖所示）。



圖 4-2-1 可攜帶式防滑試驗機
（資料來源：本研究整理）

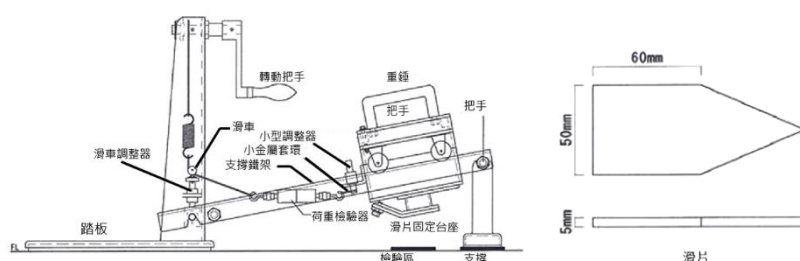


圖 4-2-2 可攜帶式防滑試驗機部位介紹
圖片來源：室內外地坪材料防滑係數之研究 2013

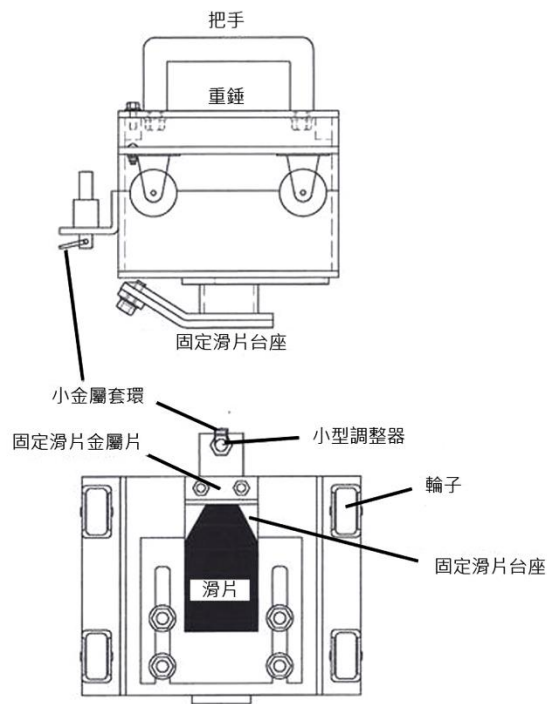


圖 4-2-3 可攜帶式防滑試驗機重錘構造

圖片來源：室內外地坪材料防滑係數之研究 2013

二、試驗執行

試驗操作除了對於儀器操作應有一定的熟練度外，操作之前應有一定的條件，方能進行試驗，或者試驗操作時應注意的部分，以下整理成列項，操作前應滿足與準備的條件，如下所示：

- 1、滑片：新滑片使用前須調整滑片之表面狀態。以磨料粒度 400 號之砂紙放置於一平坦表面上，將滑片安裝至滑片固定台座，將滑片連同滑片台座放置於砂紙之上，以不另施加垂直力之方式，向四方拉動台座研磨滑片表面，每次研磨滑片移動之距離為 10 公分，且須於研磨前清除滑片表面殘留之媒介物及砂紙表面殘留之滑片碎屑。滑片使用 30-40 次後視磨耗程度進行更換。
- 2、氣溫：需在氣溫（ $23\pm 5^{\circ}\text{C}$ ）進行試驗。
- 3、媒介物：需在試體表面散佈媒介物。
- 4、時間：將重錘與滑片手動下降至地坪，當滑片全面接觸試體表面起 0-0.25 秒間，測定以 196 N/s 之拉動載重速率，求取以初期約 18° 之角度向斜上方拉動時所得之最大拉動載重。
- 5、次數：測定須進行連續 3 次之防滑係數值最大值與最小值之差值達 0.02 以下為止。另將此 3 次之平均值修整至小數點以下第 2 位，作為該試樣之防滑係數。
- 6、清潔：每次測定後，須去除附著於滑片及試樣之媒介物，再次用同法將媒介物散佈

在試體表面施行測定。

三、試驗操作與試驗步驟流程

- 1、攜帶式防滑試驗機（ONO-PPSM）零件組裝
- 2、將手持拉力計固定於重錘金屬扣環與踏板鋼索上
- 3、手持拉力計開機並開啟 PEAK 模式並歸零 ZERO
- 4、將儀器放置於量測地坪材料上，並以滑片垂直對應位置為中心校正。切為注意攜帶型防滑試驗機之踏板接觸面需與地坪面維持在同一水平面，因本儀器於設計上傾斜為 18° ，若地板面高於踏板接觸面則會降低此量測之精準度。
- 5、清理地坪與試驗滑片表面，如需更換滑片則在此階段進行。
- 6、將規定量測之媒介物散佈於地坪材料表面。
- 7、重壓踏板、手持握把、移除支撐架、將重錘放下，使試驗滑片接觸地坪表面、此狀態軌道與重錘之脫離狀態屬正常狀態。
- 8、待試驗滑片與地坪表面完全接觸起 0-0.25 秒間，以兩秒一圈 196N/s 之拉動載重速率轉動把手，並於重錘滑動瞬間停止轉動。
- 9、儲存摩擦係數值，儀器復原至初始狀態，清潔地坪材料與試驗滑片表面，回至第一步驟反覆執行測定之。

第三節 濕式擺錘法測試儀器（BPST）

此測試儀器係依據由美國國家標準局率先研發提出，並以美國 ASTM E303-93（1998）加以規範，但由於英國進一步發展而成，本儀器為英國、澳洲、日本及紐西蘭等國家常見的測試儀器。

本測試儀器係由英國道路研究實驗室（British Road Research Laboratory）所研發而成，為一使用可自由擺動之擺錘，使其與測試面產生相對之滑動摩擦後，藉由試驗前後擺錘擺動高度之變化，求出測試面之動態摩擦係數，係指動態擺錘衝擊形式之測試儀，此儀器在 ASTM E303-93 標準中，規定其適用範圍為道路鋪面對於輪胎之抗滑性量測。

因英國主要係以此儀器測試道路鋪面之防滑性能，較少針對人行面磚進行試驗，經瞭解國內既有之研究也有以此做為輔助試驗儀器進行研究，且美國 ASTM E303 亦是使用此量測儀器、澳洲也以此測試儀器訂定相關標準，因此顯示此儀器應可作為一般人行面磚地面材料之量測參考。

一、濕式擺錘法測試儀器性能

本試驗使用之儀器為義大利 Controls 48-B0190 擺錘止滑檢測儀，該試驗儀符合英國 EN 1097-8:2001，EN 1340-1；EN 1341-D、美國 ASTM E303-93（1998）、CNS 16106 等試驗標準，該試驗儀器型式如下圖。



圖 4-3-1 濕式擺錘法測試儀器

二、試驗執行

本研究依據 CNS 16106「人行面磚防滑性試驗法-濕式擺錘法」進行試驗，試驗步驟及試驗方法，其內容整理如下表所示。

表 4-3-1 CNS 16106 規範

項目	內容	
適用範圍	本標準規定人行面磚（包括室內/外陶瓷地磚、行道磚、導盲磚、階梯磚、馬賽克地磚、混凝土磚，以下統稱表面材料）在潮濕條件下使用擺錘摩標試驗儀量測表面摩擦特性，藉以判定防滑性之試驗方法。 備考：本標準之防滑性能等級分類僅針對新的表面材料，若產品標準或規格包含防滑耐久性之要求時，此等要求應於表面材料經適當的加速老化或磨耗測試程序後測定之。	
引用標準	下列標準因本標準所引用，成為本標準之一部分。下列引用標準適用最新版（包括補充增修）。 CNS 1074 砂紙 CNS 3555 硫化或熱塑性橡膠硬度試驗法 CNS 9042 隨機抽樣法	
方法概要	藉由量測以垂直面擺動的擺錘之滑塊與試片表面上接觸時之濕式動態摩擦係數，以評定每一表面材料試片之摩擦特性。	
試驗儀器及裝置	擺錘摩擦試驗儀	擺錘摩標試驗儀之構造應符合下列規定，圖 2 為符合要求的擺錘摩標試驗儀之一例。 1. 儀器的所有軸承與操作零件應儘可能予以包覆，且所有材料應經適當的處理，以防止在潮濕情況下遭受腐蝕。 2. 儀器不在現場使用時，應於無明顯溫度變化的無塵環境中使用或存放。 3. 擺錘摩標試驗儀參考 CEN/TS 16165¹予以校正。儀器經校正後，應對 1 組參考標準試樣實施定期內部查核，並記錄其結果。如參考標準試樣所取得之結果值與校正建立的結果值之變異超過 3 單位值時，儀器應部分或整體實施重新校正。

（續下表）

表 4-21 (續)

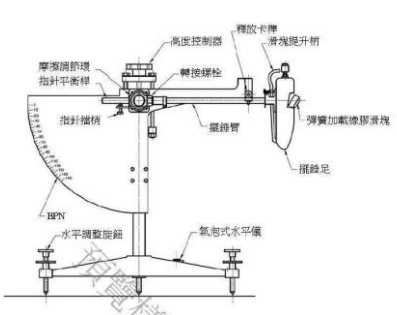
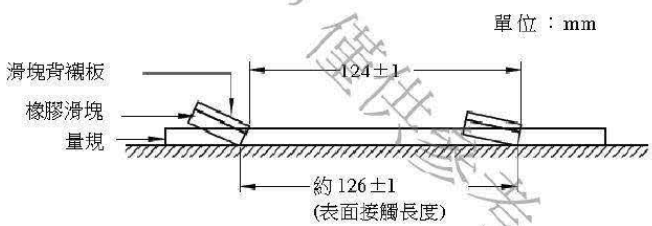
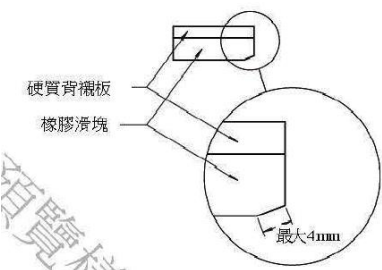
	擺錘摩擦試驗儀	備考 1. 校正可透過摩標設備校正與維護的合適認證實驗室之專業安排，該設備之校正時間間隔應不超過 2 年，然而，可依攝下列因素延遲校正期間。例：穩定性、使用頻率、要求之準確度、維護人員實施內部查核之能力、內部實驗室設備保證方案，及成功參與專業測試計畫。 備考 2. 參考標準試樣歷經時間應仍穩定，且其表面粗糙度範圍須能代表待測材料之典型範圍，使用新的參比試片時，施行適當的加速狀態調節程序可能有所助益。 4. 試驗儀應包含下列組件： (a) 加載彈簧橡膠滑塊，質量、尺度及形狀依 5.2 之規定，安裝至擺錘臂之尾端，使其滑動邊緣距離懸吊軸中心 (514 ± 3) mm (b) 儀器之水平儀及水平調整裝置。 (c) 供升高及降低擺錘懸吊軸之裝置，使滑塊能沿試片表面擺動及設定滑動至試片表面之固定長度點。 (d) 供固定與釋放擺錘臂，使其由水平位置自由落下之裝置。 (e) 環繞懸吊軸平衡用指針，可供顯示擺錘臂完整向前擺動並沿著固定於儀器的圓形標尺移動之位置。指針（不包含毛氈摩擦墊圈）之質量不得超過 85 g，且指針機構中的摩擦應可調整，使擺錘臂能自水平位置自由擺動，可使擺錘臂向前滑動時指針朝外之尖端停留於水平以下 (10 ± 1) mm 之點，此點對應固定的圓形標尺上之零點。 擺錘（包含滑塊）之質量應為 (1.50 ± 3) kg，且其重心位於擺錘臂軸上，距離懸吊軸中心 (410 ± 5) mm。 滑塊應安裝於擺錘擺動至最低點時，與水平角度設定呈 $(26 \pm 3)^\circ$ 之軸上，使滑塊僅其後緣接觸試驗表面，且由校正程序設定對滑塊的標稱靜力。如要求時，應提供可牢固固定試片之裝置，並符合下列規定。 — 試片被垂直於儀器框架的直立平面分為 2 等分，並通過擺錘之懸吊軸。 — 滑塊背襯板之全寬與 (124 ± 1) mm 長度的試樣對齊（參照圖 3）。  圖 2 展示了擺錘防滑試驗儀的結構。圖中可見一個垂直的懸吊軸，其上裝有指針機構，指針指向一個圓形標尺。標尺上有一個零點，對應於水平位置。儀器底部有水平調整裝置，包括一個水平調整旋鈕和一個氣泡式水平儀。儀器右側有一個彈簧加載橡膠滑塊，安裝在擺錘臂的尾端。圖中還標註了其他組件，如高度控制器、釋放卡榫、滑塊提升柄、轉接螺絲、擺錘臂、擺錘足、摩擦調節環、指針平衡桿、指針機構、水平調整旋鈕和氣泡式水平儀。
--	---------	--

圖 2 擺錘防滑試驗儀圖例

(續下表)

表 4-2 1 (續)

	擺錘摩擦試驗儀	 單位：mm 圖 3 滑塊表面接觸對準圖例
	滑塊	1. 一般要求：摩標試驗儀使用的滑塊應為寬度 (25.4 ± 1.0) mm x 厚度 (6.4 ± 0.50) mm，且背面牢固固定。各滑動邊應呈直角、裁切乾淨且無污染物。滑塊長度應為 (76 ± 1.0) mm，且具牢固之背襯板，滑塊 96 之總質量應為 (39 ± 2) g 而滑塊 55 之總質量應為 (35 ± 2) g。 2. 滑塊材料：標準滑塊材料之硬度依下列規定。 滑塊 96 [於 $(23 \pm 3)^{\circ}\text{C}$，IRHD 96 ± 2] 或滑塊 55 [於 $0^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$，IRHD 55 ± 5]。 如滑塊未使用時，應儲存乾燥密封袋中，並置於溫度 25°C 以下 (最好為 15°C 以下) 之暗處。當有下列情況之一時應予以捨棄。 (a) 由製造廠商出廠日期計起已超過 12 個月，除非其符合 CNS 3555 之硬度要求事項。 (b) 不符合 CNS 3555 之硬度要求事項。 (c) 滑塊之 2 個尾端邊緣倒角已磨損超過 4mm 寬度。 應對最能代表尾端邊緣之部位進行倒角量測。 備考：最大可容許倒角之示例如圖 4 所示。  圖 4 最大可容許邊緣倒角圖例 3. 滑塊之適用性：濕式擺錘試驗法使用的 2 種橡膠滑塊 96 與滑塊 55，習慣上黏土質與混凝土表面材料及室外陶瓷地磚使用滑塊 55 [英國運輸研究實驗室 (Transport Research Laboratory, TRL) 橡膠]，而滑塊 96 [標準模擬鞋底 (Four-S) 橡膠] 使用於室內陶瓷地磚測試。如廁試圖 1 所示具複雜輪廓之材料表面時，使用滑塊 55 通常會比滑塊 96 得到更一致的結果。由於標準滑塊 96 具有較差之耐磨

(續下表)

表 4-21 (續)

	滑塊	性，測試時產生新的滑塊表面，較不易受到汙染，且其材質不會受到溫度之影響。當評估濕赤腳區域之表面材料時，或較異常的粗糙產品時，較宜使用較軟且更具回彈性的滑塊 55。
試驗 步驟	(a)依前項作業準備。 (b)確保儀器在試驗時不產生移動。 備考：如進行戶外試驗時，可能有必要保護設備使其不致受到風或因火車或交過造成的氣流之影響。例：可放置一袋鉛娃、砂或其他合適材料跨置於後腳架，亦可將高摩標襯墊放置於擺錘儀腳住下方。2 種支撐情況應使擺錘底座維持水平。 (c)檢查當擺錘自由懸吊於其擺動底部時，滑塊之尾端是否與待測試片表面平行。 (d)調整擺錘懸吊軸之高度，使滑塊的鋁質背襯版邊緣在試片平坦表面時剛好對準(124±1)mm 之長度段。 (e)使擺錘返回其水平位置，並轉動指針使其碰觸指針擋梢。 (f)以灑水瓶內乾淨水噴灑試片表面至達到水飽和，使水在試驗表面上維持可見。 (g)操作擺錘與指針共計 5 次擺動，每次擺動之前重新潤濕試片。 (h)讀取紀錄每次擺動停留在標尺上之數值，直至最後 3 次擺動讀值之差異不超過標尺之 3 單位值為止。 (i)計算每一試片最後 3 次紀錄值之平均值，修整至最接近之整數位，報告為試片之 SRV 值。如使用滑塊 55 時，使用表 1 規定的溫度修正值。 (j)依步驟(a)至(h)實施試驗後，提高試驗儀頭部，使擺錘擺動時不會碰觸試驗表面，再自由擺動檢查確定零點設定值是否乃正確。若零點設定值不正確，依規定調整，重複施行此適當步驟[步驟(a)至(h)]再次檢查自由擺動，確定零點設定值是否正確，若零點設定值仍不正確，此儀器應實施部分或整體重新校正。	

表 1 使用滑塊 55 之溫度修正值

滑塊溫度 ^(a) (°C)	SRV 量測值之修正值	滑塊溫度 ^(a) (°C)	SRV 量測值之修正值
34~40	+3	8~11	-3
27~33	+2	6~7	-4
24~26	+1	3~5	-5
18~23	0	1~2	-6
15~17	-1	0	-7
12~14	-2		
註 ^(a) 滑塊溫度為量測前及量測後滑塊溫度之平均值。			

資料來源：本研究整理

三、適用對象及限制

CNS16106「人行面磚防滑性試驗法-濕式擺錘法」測試可適合於實驗室及現場，同時可適用於乾燥、潮濕或有污染之表面，並適用於所有水平及斜坡面之測試，因此應用相當廣泛。但由於濕式擺錘法常用於車用路面，並測定方式採用動摩擦係數，相較於人行道路使用較有疑慮，且並不適合樓梯踏步及鼻端之測試，因為該部分之尺寸無法符合測試規定。

四、測試值與防滑性關係

本測試量測結果之讀數為 BPN (British Pendulum Number) 值為 0 至 150，值愈大代表材料有較大的防滑效果，反之則愈小。

英國健康與安全實驗室以擺錘防滑試驗儀依據 (BS 7976) 測試之結果，提出測試值與防滑關係如下表 4-2-2。

表 4-3-2 擺錘防滑試驗儀 (BS 7976) 測試值與滑倒風險性關係表

BPN測試值 (0-	防滑係數值	滑倒風險性
0-24	0-0.40	高
25-35	0.42-0.58	中等
36-64	0.60-1	低
65+	1+	非常低

資料來源：「The assessment of pedestrian slip risk」p.3

另依 CNS16106「人行面磚防滑性試驗法-濕式擺錘法」之分類等級可分為 6 個等級，從 P0~P5，如表 4-2-3。

表 4-3-3 擺錘防滑試驗儀 (CNS16106) 測試值與級別關係表

級別	擺錘 SRV 值	
	滑塊 96	滑塊 55
P5	>54	>44
P4	45~54	40~44
P3	35~44	35~39
P2	25~34	20~34
P1	12~24	<20
P0	<12	
SRV 值為最後 3 次 BPN 值之平均值		

資料來源：摘自 CNS16106「人行面磚防滑性試驗法-濕式擺錘法」表 2

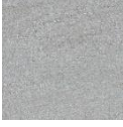
第四節 實驗試體選擇

參考歷年研究文獻，為提出各類使用場所騎樓地坪防滑係數研究，係採用國內常用於室外、騎樓、無遮簷人行道之 6 種陶瓷面磚材料，常用之 4 種綠建材地坪，4 種防滑塗料進行選擇。為使研究結果可更接近大眾日常行走之實際狀況，述以常用之陶瓷面磚為主。

一、試體選擇

1、用於戶外空間、騎樓或公共用水空間之地坪材料：考量室內外之空間特性，依據陶瓷面磚的吸水率分類、表面狀況(霧/亮面、凹凸面)等條件，選擇 6 種陶瓷面磚，其中兩種常用於戶外人行道等室外空間(T01、T02)、兩種用於大廳、梯廳、廚房等有水侵入之空間(T03、T04)、一種常用於泳池(T05)、一種常用於集合住宅之陽台(T06)，共計六種陶瓷面磚。

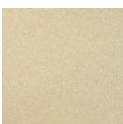
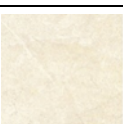
表 4-4-1 戶外空間或騎樓、公共用水空間之地坪材料選擇

本次研究	吸水率	編號	樣品照	品名	類別	表面狀況			場所
各類使用場所騎樓地坪防滑性能之研究 2022 年	Ia	T01		奧瑞砂岩石板磚	石英質	上釉霧面	顆粒	粗糙	戶外人行道、露台、戶外磚
		T02		朱諾花崗石	瓷質	上釉霧面	凹凸	粗糙	戶外行人道、車道、露台、室內外樓梯
		T03		琳琅灰石板磚	石英質	上釉霧面	顆粒	粗糙	公設梯廳、廚房、浴室、餐廳、SPA
		T04		新世紀大理石磚	石英質	上釉亮面	平整	光滑	大廳、梯廳、浴室、開放式廚房
		T05		維斯塔石板磚	石英質	上釉霧面	顆粒	粗糙	泳池、SPA、公共用水空間
	Ib	T06		北美印象木紋磚	瓷質	上釉半亮面	凹凸	光滑	陽台、露台、半戶外、用水空間、廚房

資料來源：本研究整理

- 2、**綠建材地坪**：以回收料作為摻料之再生綠建材的陶瓷面磚為主，考量使用場所、不同表面狀態、吸水率等，選擇 4 種材料，其中一種常用於廣場/露臺/戶外空間，另三種常用於各種室內場所。

表 4-4-2 綠建材之地坪材料選擇

本次研究	吸水率	編號	樣品照	品名	類別	表面狀況			場所
各類使用場所騎樓地坪防滑性能之研究 2022 年	Ia	G01		億載石 石板磚	石英質	上釉 霧面	凹凸	光滑	廣場、露台、戶外空間
		G02		地原石 石板磚	石英質	上釉 霧面	凹凸	光滑	一般用於室內
		G03		瓷質拋 光磚	瓷質	上釉 亮面	平整	光滑	一般用於室內
	II	G04		地磚	石質	上釉 半亮面	凹凸	光滑	一般用於室內、浴廁

資料來源：本研究整理

- 3、**抗滑塗料**：針對市面上常用的四種抗滑塗料(侵蝕型、硬化劑摻細骨材型塗料固化形成乾澀顆粒型、硬化粉摻粒料型)，塗佈於戶外空間地坪，針對塗布後進行防滑性能的試驗，並進行結果比對。

本研究選用之防滑材料皆為市售常見且方便購入的種類，且其適用於瓷磚表面，塗抹後能造成原地面材料表面差異者。目前市售常見防滑劑主要分為兩大類，一為防滑液，其原理為侵蝕瓷磚中少量之矽，造成微米孔隙，以真空吸盤原理提升；一為防滑塗料，其原理為塗抹之塗料會於表面上硬化，並含有粒料，提升表面粗度，提升防滑條數。設定材料彙整如表 4-3-3。

表 4-4-3 抗滑塗料之材料選擇

	防滑液 W	防滑塗料 X	防滑塗料 Y	防滑塗料 Z
性質	侵蝕型液體	硬化劑慘組骨材	塗料固化形成 乾澀顆粒	硬化粉慘粒料
特性	塗抹於地坪 表面起化學作用，產生微小防滑孔隙，利用真空吸盤原理，產生磁磚防滑功效	塗料主劑加入組骨材攪拌均勻，再加入硬化劑充分攪拌，塗佈在地坪上，待硬化後提升表面粗度	係單液型油性複合塗料非具腐蝕性之酸液，固化後形成透明乾澀顆粒表面的塗膜，達提升防滑功效	塗料係透過刷塗三層塗，待塗料硬化後達提升防滑效果
外觀				
外觀改變	小幅度降低材料光澤	因硬化劑而產生光澤，且看得出有許多顆粒散佈於表面	固化後有許多可視小突起散佈於表面，材質本身啞光，會稍微降低地磚原光澤	防滑材料本身具顏色，會完全覆蓋原表面，改變相當顯著
防滑形成	自來水附著托翹後會殘留水薄膜，水膜有助於吸盤原理發生	粒料刺破水膜，水膜不易殘留於表面	粒料刺破水膜，水膜不易殘留於表面	粒料刺破水膜，水膜稍微殘留表面，塗抹後表面粗度最大
原理	吸盤原理	改變性質及粗度	改變性質及粗度	改變性質及粗度
工序	地坪表面清潔乾燥後將防滑液均勻塗抹在欲施工之地坪。用清潔刷刷拭均勻，靜待 10 分鐘。再以清水將地坪清洗即可使用	地坪表面清潔乾燥後將主劑倒入調料盤，再將防滑骨材倒進後均勻攪拌。拌勻後將硬化劑倒入均勻攪拌，再將適量防滑劑倒進油漆盤中，並以滾輪刷將防滑塗料均勻的塗布在地坪上。靜待 1 天~3 天等塗料硬化後，即產生效果	地板表面清潔乾燥後充分搖動罐體 1 分鐘讓液體混合，再均勻薄薄的塗刷於地坪上。塗膜完第一層後，約 10 分鐘表乾後再塗第二道，約 1 小時後即可使用	地板表面清潔乾燥後將 A 劑與 B 劑(硬化粉)1:1 混合攪拌均勻形成促進劑，刷塗於地坪並等待表面乾燥。將防滑塗料倒入桶中攪拌均勻後，再搭配毛刷或滾輪塗佈於促進劑表面上，等待表面乾燥後即可進行第二道防滑塗料塗佈

資料來源：本研究整理

第五章 試驗結果與分析

本研究試驗結果分析分為三部分，第一部分為 OY-PSM、ONO-PPSM 及 BPN 三者儀器與地坪材料於乾燥、潮濕時防滑係數之關聯比較；第二部分為針對地坪材料包含乾燥、潮濕、表面塗佈四種不同抗滑塗料之防滑係數分析；第三部分為針對各類使用場所條件與材料性質，歸納分析地坪材料之防滑係數於不同試驗儀器之安全範圍；由於乾燥狀態非目前規範之試驗方式，僅作為比對之數值參考。

第一節 OY-PSM、ONO-PPSM 及 BPN 之相關聯性

以三台儀器針對相同地坪材料進行乾燥、潮濕等二種情形進行實驗，實驗數據如下表，並針對其結果討論三台儀器之相關聯性。

表 5-1-1 乾燥狀態下之三台儀器防滑係數值比較

	乾燥								
	OY-PSM			ONO-PPSM			BPN		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
T01 奧瑞砂岩石板磚	0.66	0.63	0.64	0.63	0.63	0.63	71.0	71.0	72.0
T02 朱諾花崗石	0.60	0.63	0.62	0.63	0.63	0.63	69.0	69.0	69.0
T03 琳琅灰石板磚	0.58	0.58	0.57	*0.27	*0.27	*0.27	64.0	65.0	64.0
T04 新世紀大理石磚	0.63	0.63	0.62	0.54	0.55	0.55	*92.0	*92.0	*91.0
T05 維斯塔石板磚	0.59	0.56	0.58	0.50	0.50	0.50	68.0	69.0	68.0
T06 北美印象木紋磚	0.56	0.56	0.56	*0.32	*0.33	*0.32	64.0	65.0	64.0
G01 億載石石板磚	0.56	0.54	0.53	0.40	0.40	0.40	61.0	60.0	61.0
G02 地原石石板磚	0.55	0.56	0.57	0.48	0.48	0.48	63.0	63.0	64.0
G03 瓷質拋光磚	0.60	0.62	0.63	0.64	0.64	0.64	*87.0	*87.0	*88.0
G04 地磚	0.52	0.52	0.55	0.38	0.38	0.38	58.0	59.0	58.0

資料來源：本研究整理

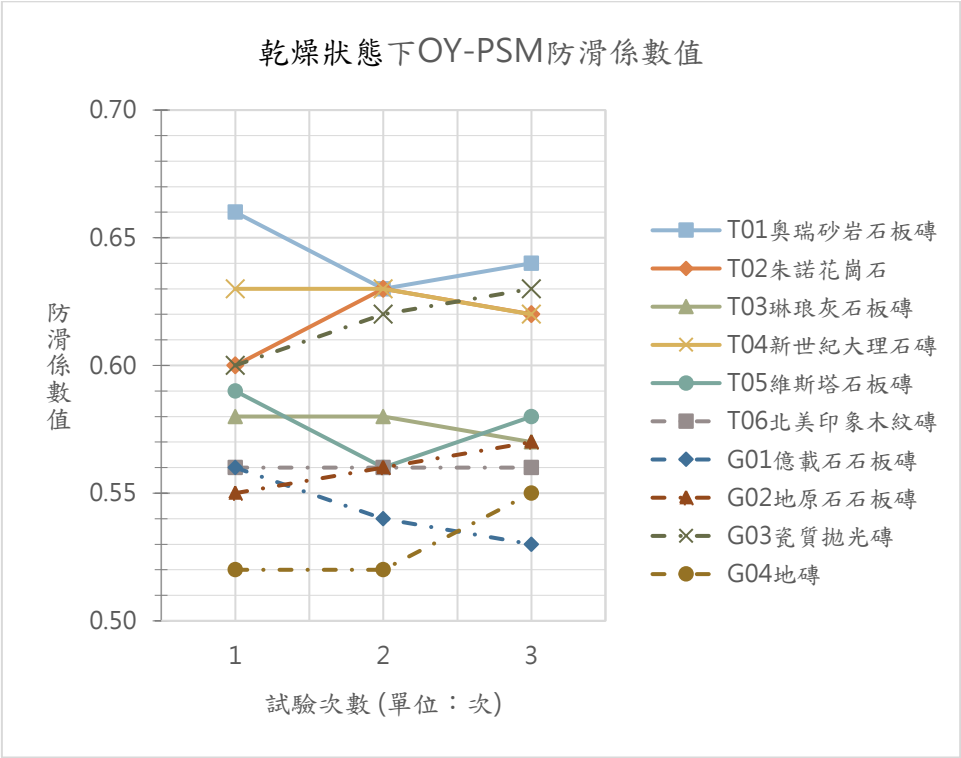


圖 5-1-1 乾燥狀態下 OY-PSM 防滑係數值

資料來源：本研究整理

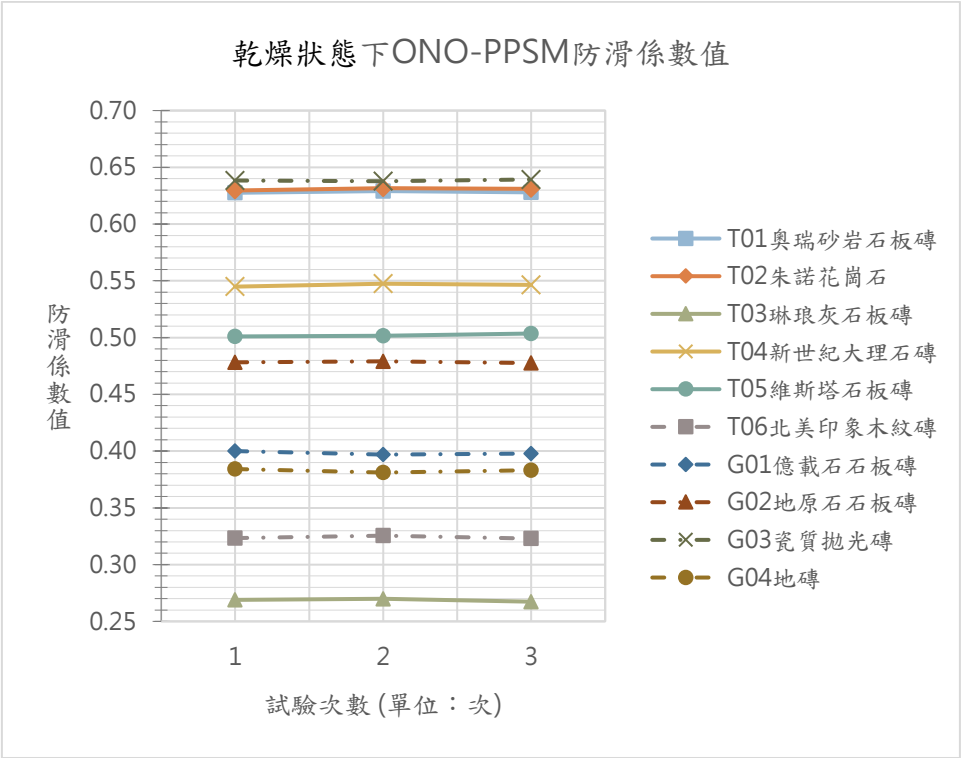


圖 5-1-2 乾燥狀態下 ONO-PPSM 防滑係數值

資料來源：本研究整理

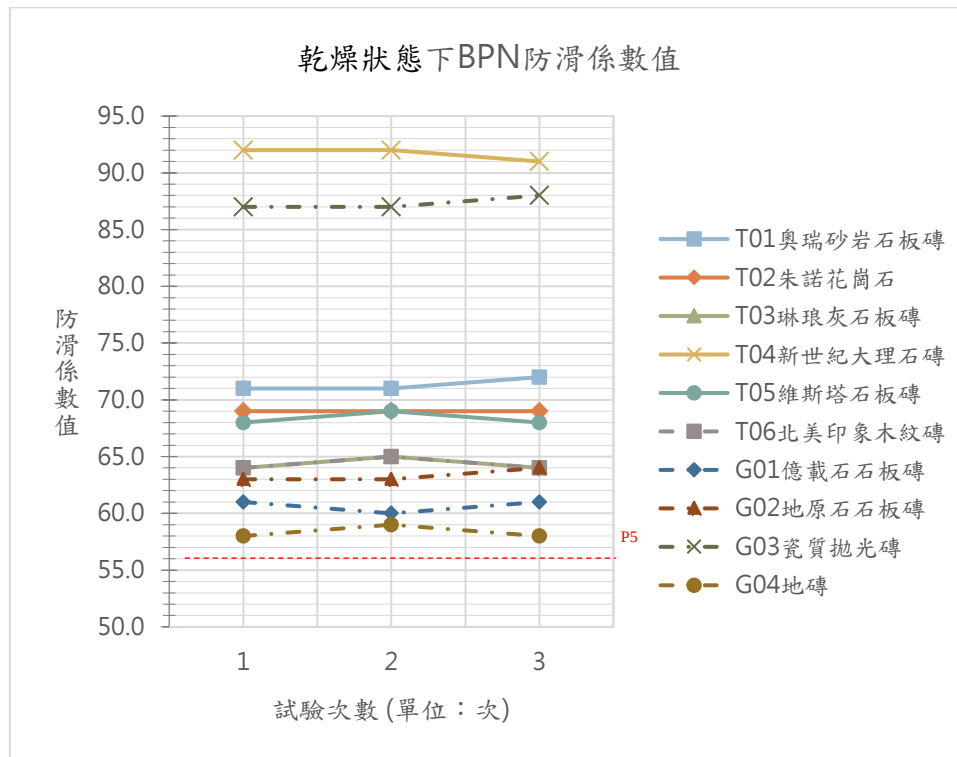


圖 5-1-3 乾燥狀態下 BPN 防滑係數值

表 5-1-2 潮濕狀態下之三台儀器防滑係數值比較

	潮濕								
	OY-PSM			ONO-PPSM			BPN		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
T01 奧瑞砂岩石板磚	0.57	0.53	0.56	0.69	0.69	0.69	68.0	68.0	69.0
T02 朱諾花崗石	0.52	0.53	0.52	0.61	0.61	0.61	58.0	59.0	58.0
T03 琳琅灰石板磚	0.37	0.34	0.33	0.55	0.55	0.55	30.0	31.0	30.0
T04 新世紀大理石磚	0.20	0.23	0.23	*0.39	*0.39	*0.39	15.0	16.0	15.0
T05 維斯塔石板磚	0.42	0.42	0.40	0.67	0.67	0.66	54.0	54.0	53.0
T06 北美印象木紋磚	0.25	0.28	0.24	*0.56	*0.56	*0.56	24.0	25.0	25.0
G01 億載石石板磚	0.39	0.38	0.38	0.36	0.35	0.36	*24.0	*23.0	*24.0
G02 地原石石板磚	0.36	0.33	0.33	*0.54	*0.53	*0.53	34.0	34.0	34.0
G03 瓷質拋光磚	0.30	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	20.0	20.0	21.0
G04 地磚	0.30	0.32	0.32	0.42	0.42	0.42	24.0	25.0	24.0

資料來源：本研究整理

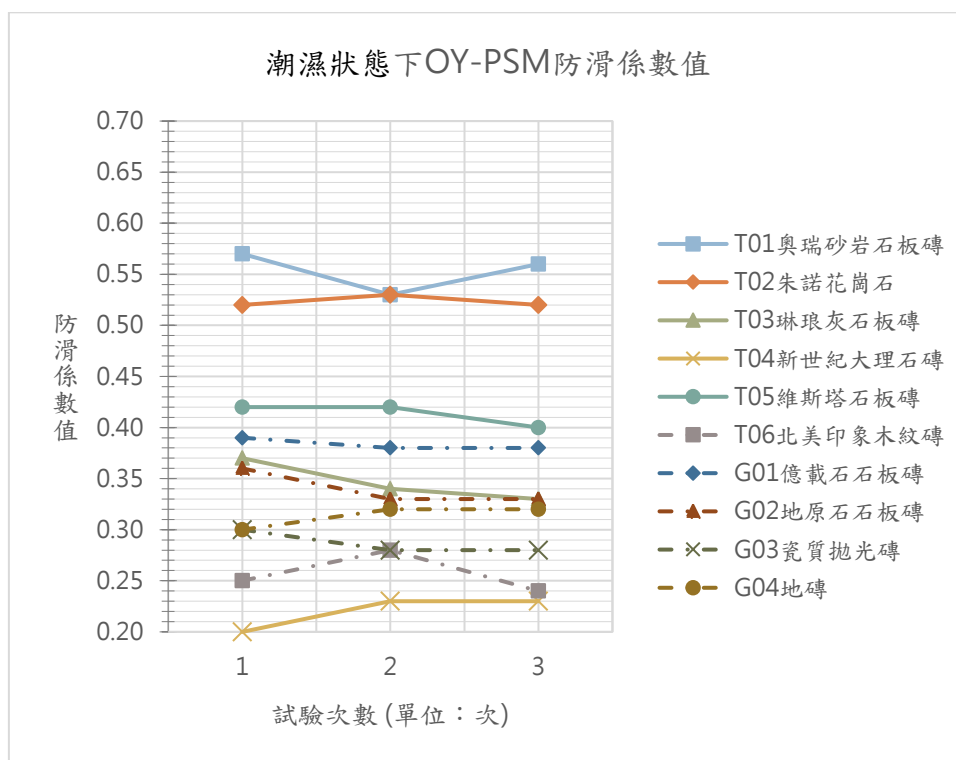


圖 5-1-4 潮濕狀態下 OY-PSM 防滑係數值

資料來源：本研究整理

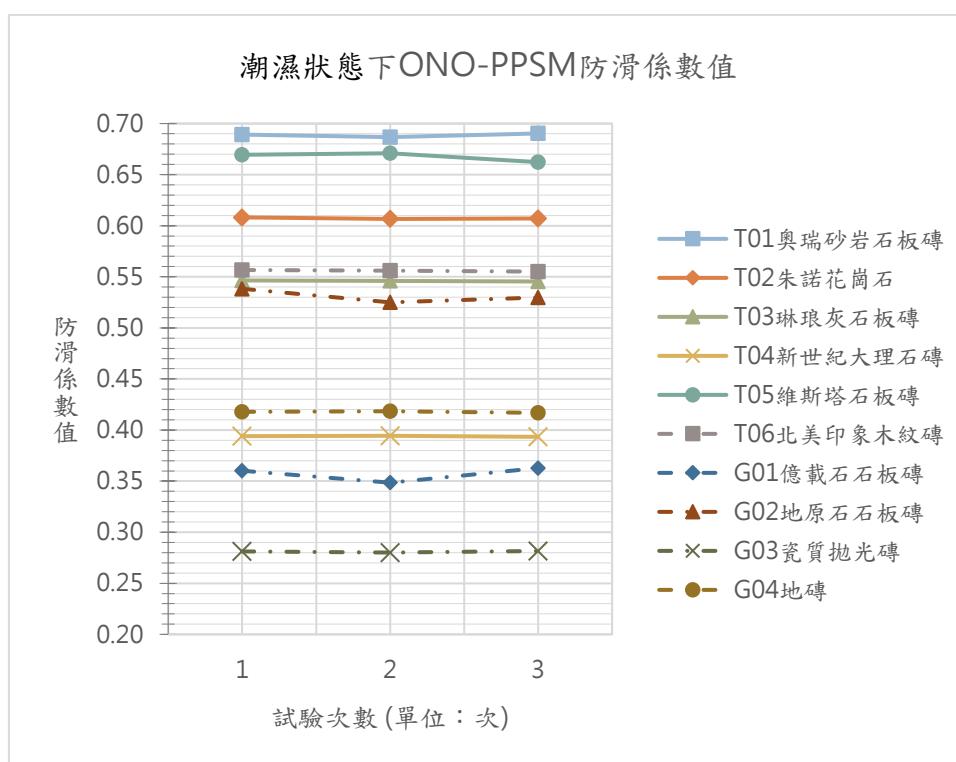


圖 5-1-5 潮濕狀態下 ONO-PPSM 防滑係數值

資料來源：本研究整理

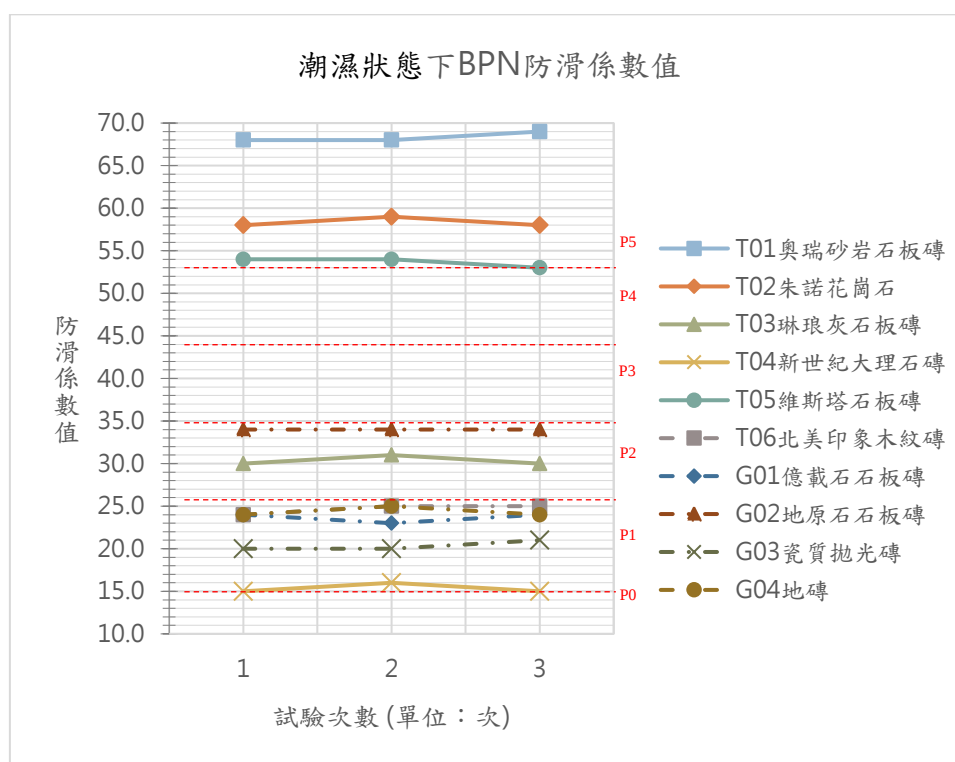


圖 5-1-6 潮濕狀態下 BPN 防滑係數值

資料來源：本研究整理

經由實驗數據之比對可以讀出：

- 1、經由實驗操作可以發現，在操作 ONO-PPSM 時，因試體表面、媒介物與滑片三者之關聯深深影響到防滑係數數值，故上列實驗數據裡*紅字為無法採用之數據，因產生垂直跳動現象以及真空吸盤效應而非單純之摩擦力。
- 2、經由實驗操作可以發現，在操作 BPN 時，因擺錘高度、滑片接觸面積、試體表面三者之關聯亦會影響到防滑係數數值，故上列實驗數據裡*紅字為無法採用之數據，因試體表面過於光滑可能產生光膠現象，亦即因過分光滑的兩個表面分子會緊緊相鄰，之間就會由於電磁作用而相互吸引，越是光滑，分子間距離越小，吸引力越大，此現象非單純之摩擦力。
- 3、試體表面的處理方式，有無上釉、凹凸平整、粗糙與否、媒介物有無、滑片種類皆會對防滑係數造成影響，甚至測得之力不完全為摩擦力，其可能包含真空吸盤現象、光膠現象所產生的力。
- 4、若表面為上釉、平整、光滑，ONO-PPSM 在潮濕狀態數據易不穩定，BPN 則在乾燥狀態防滑係數極高，是因其測得之力不單純為摩擦力，其接觸面可能產生真空吸盤現象及光膠現象，因此防滑係數亦須考量材料表面條件及媒介物狀態。

由於 OY-PSM 與 ONO-PPSM 同屬相同原理試驗之儀器，可透過線性迴歸分析比對儀器試驗之相關聯性，然而 BPN 之試驗方法，乃透過動摩擦原理，利用擺錘自由落體方式測得，因此判斷 BPN 與其他兩者儀器之相關聯度，仍需於後續研究加以探討及試驗檢證。

表 5-1-3 OY-PSM 與 ONO-PPSM 防滑數值迴歸分析

材料名稱	表面狀態	OY	ONO	R 平方	相關度
T01 奧瑞砂岩石板磚 (上釉霧面、顆粒、粗糙)	乾燥	0.66	0.63	0.9849	<u>98.49%</u>
		0.63	0.63		
		0.64	0.63		
	潮濕	0.57	0.69		
		0.53	0.69		
		0.56	0.69		
T02 朱諾花崗石 (上釉霧面、凹凸、粗糙)	乾燥	0.60	0.63	0.9954	<u>99.54%</u>
		0.63	0.63		
		0.62	0.63		
	潮濕	0.52	0.61		
		0.53	0.61		
		0.52	0.61		
T03 琳琅灰石板磚 (上釉霧面、顆粒、粗糙)	乾燥	*0.58	*0.27	0.7054	70.54%
		*0.58	*0.27		
		*0.57	*0.27		
	潮濕	*0.37	*0.55		
		*0.34	*0.55		
		*0.33	*0.55		
T04 新世紀大理石磚 (上釉亮面、平整、光滑)	乾燥	0.63	0.54	0.9220	92.20%
		0.63	0.55		
		0.62	0.55		
	潮濕	0.20	0.39		
		0.23	0.39		
		0.23	0.39		
T05 維斯塔石板磚 (上釉半亮面、平整、光滑)	乾燥	0.59	0.50	0.9123	91.23%
		0.56	0.50		
		0.56	0.50		
	潮濕	0.42	0.67		
		0.42	0.67		
		0.40	0.66		

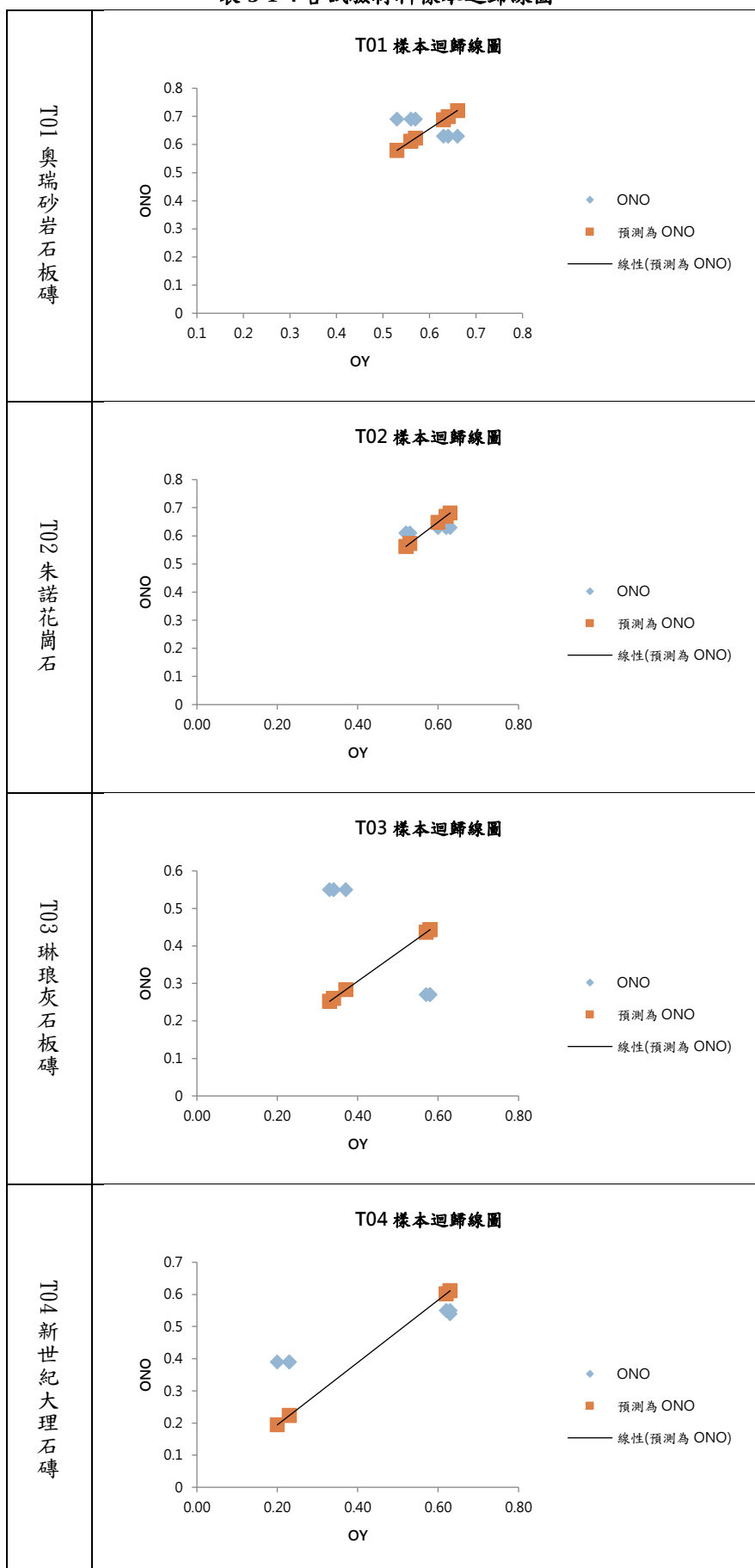
(續下表)

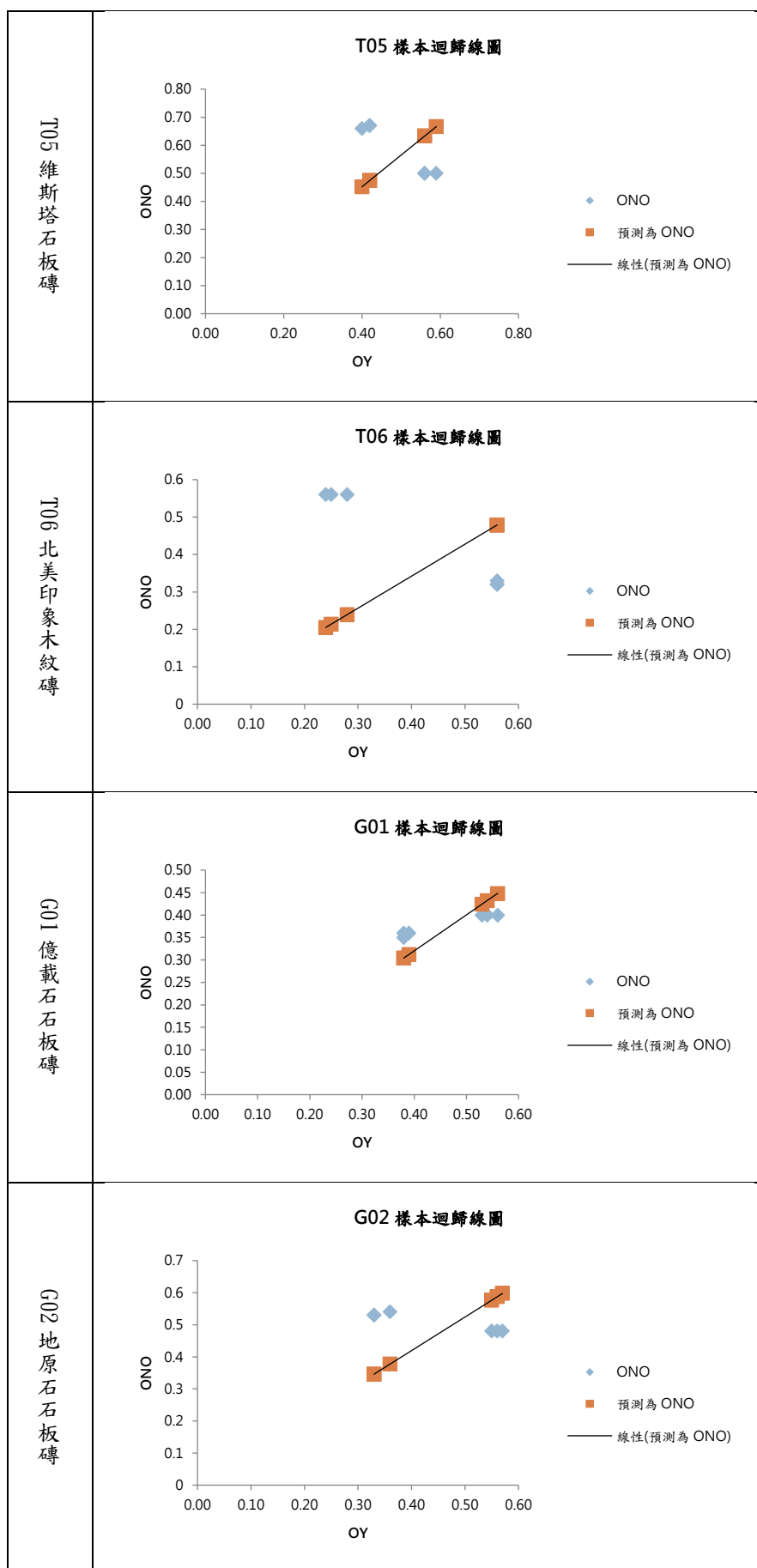
表 4-1-3 (續)

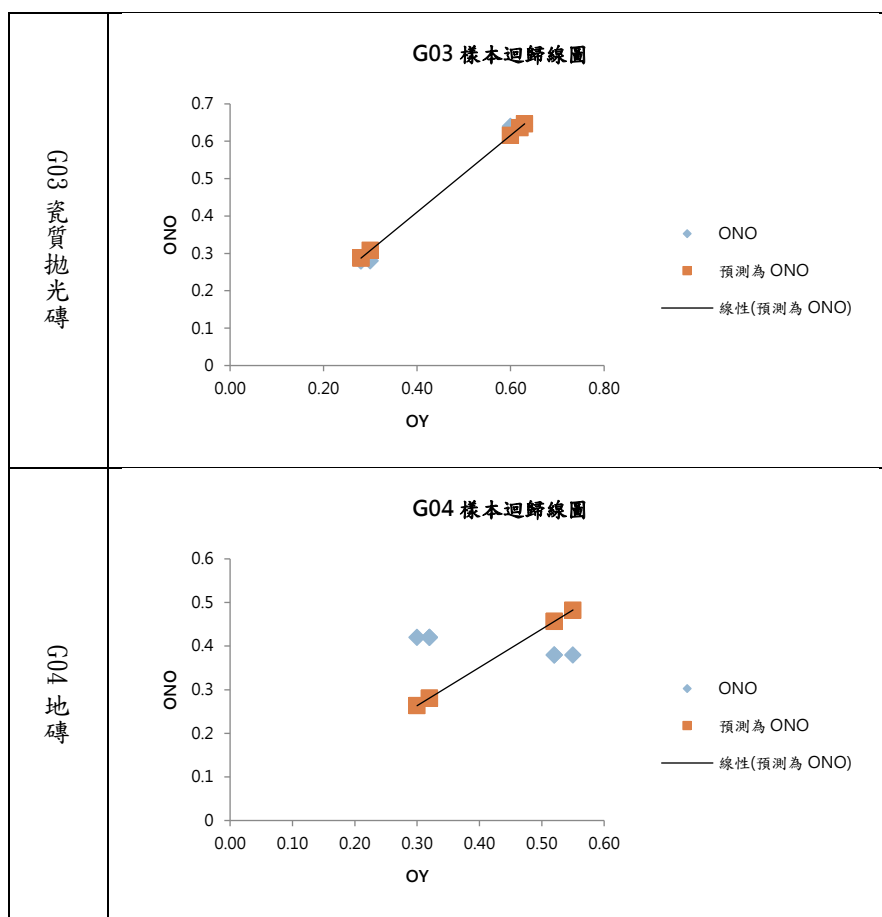
材料名稱	表面狀態	OY	ONO	R 平方	相關度
T06 北美印象木紋磚 (上釉亮面、平整、光滑)	乾燥	*0.56	*0.32	0.6643	66.43%
		*0.56	*0.33		
		*0.56	*0.32		
	潮濕	*0.25	*0.56		
		*0.28	*0.56		
		*0.24	*0.56		
G01 億載石石板磚 (上釉霧面、凹凸、光滑)	乾燥	0.56	0.40	0.9867	98.67%
		0.54	0.40		
		0.53	0.40		
	潮濕	0.39	0.36		
		0.38	0.35		
		0.38	0.36		
G02 地原石石板磚 (上釉霧面、凹凸、粗糙)	乾燥	0.55	0.48	0.9166	91.66%
		0.56	0.48		
		0.57	0.48		
	潮濕	0.36	0.54		
		0.33	0.53		
		0.33	0.53		
G03 瓷質拋光磚 (上釉亮面、平整、光滑)	乾燥	0.60	0.64	0.9990	99.90%
		0.62	0.64		
		0.63	0.64		
	潮濕	0.30	0.28		
		0.28	0.28		
		0.28	0.28		
G04 地磚 (上釉半亮面、凹凸、光滑)	乾燥	0.52	0.38	0.9112	91.12%
		0.52	0.38		
		0.55	0.38		
	潮濕	0.30	0.42		
		0.32	0.42		
		0.32	0.42		

資料來源：本研究整理

表 5-1-4 各試驗材料樣本迴歸線圖







資料來源：本研究整理

經由線性迴歸分析之比對可以讀出：

- 1、 相關度較低之材料，如 T03、T06，可以發現 OY-PSM 與 ONO-PPSM 兩者測得之數據有明顯的浮動變化，推測可能為因試體表面、媒介物與滑片三者之相互影響關係所造成，爾後可針對數據差異較大之材料加以探究其影響原因。
- 2、 相關度較高之材料，如 T01、T02，可發現此兩者試驗材料於乾燥及潮溼狀態皆有較高之防滑係數值，因此受兩者儀器的差異影響較小；此外，如 G01、G03，可發現此兩者試驗材料在乾燥及潮濕狀態，防滑係數的變化相似，因此受儀器的差異影響也較小。
- 3、 其他材料之兩者儀器數值比對，皆有高達 90%之相似度，因此兩者儀器所試驗之防滑係數值，有一定程度之相關性。

由此可證，在兩者儀器之試驗下，不同的材料表面會造成儀器試驗之差異，因此試驗材料之表面狀態除了影響防滑係數之高低外，也會影響儀器試驗之準確性，建議後續研究可以加以訂定材料表面狀態與表面粗度。

第二節 各類場所及騎樓地坪材料、綠建材及抗滑塗料之防滑係數之關係

一、各類場所及騎樓地坪材料、綠建材於乾燥、潮濕之防滑係數值

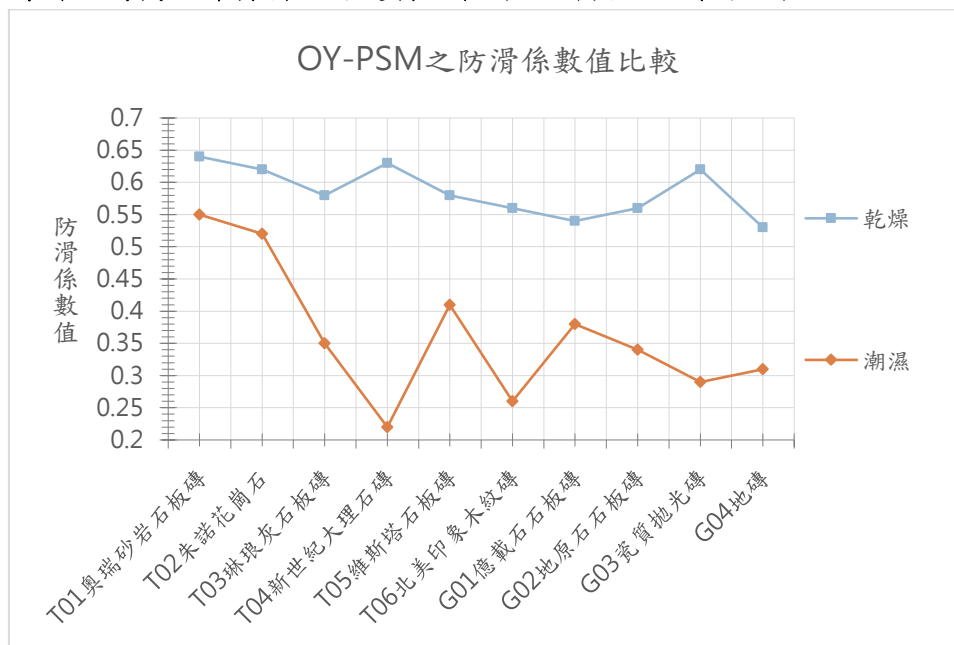


圖 5-2-1 OY-PSM 之防滑係數值比較

資料來源：本研究整理

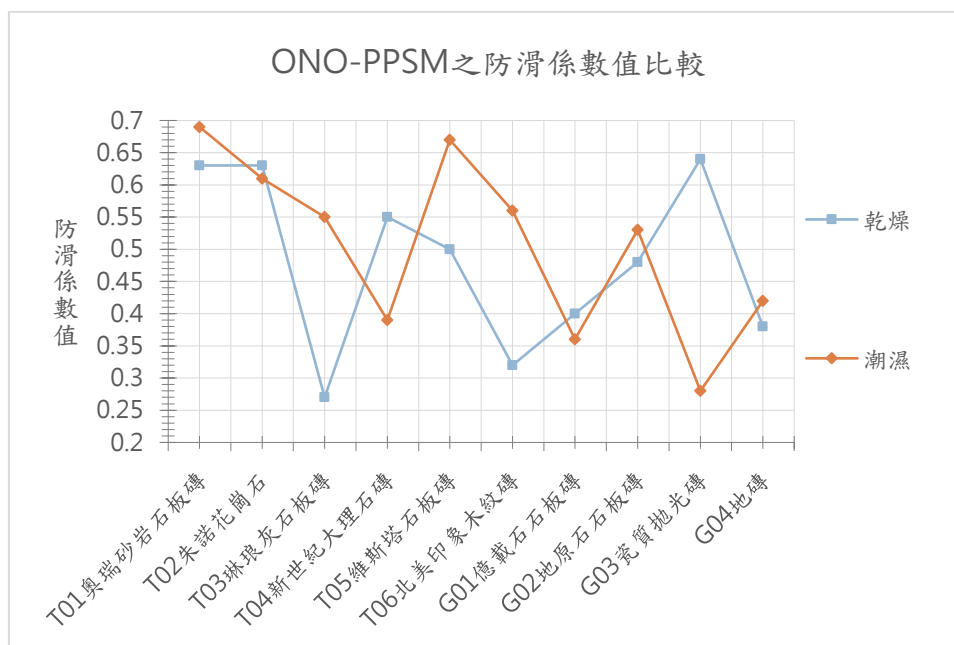


圖 5-2-2 ONO-PPSM 之防滑係數值比較

資料來源：本研究整理

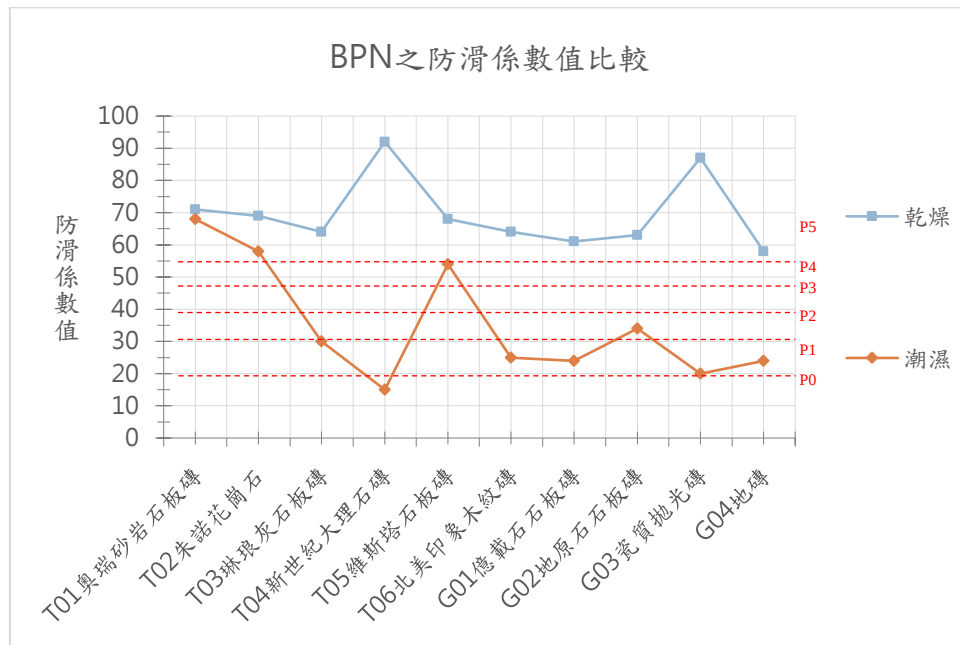


圖 5-2-3 BPN 之防滑係數值比較

資料來源：本研究整理

透過試驗數據比較可以發現，乾燥狀態之防滑係數值均較高，各材料皆有達到 0.55 數值及 P5 級別，又材料表面為上釉亮面、平整、光滑者 BPN 測得之數據會有明顯較高值；潮濕狀態依不同材料表面差異，防滑係數值有明顯變化，其中 T04 新世紀大理石磚、T06 北美印象木紋磚、G03 瓷質拋光磚，此三者表面皆為平整、光滑，遇水後防滑係數值均降低，防滑係數 C.S.R 值不足 0.3，P 值僅 P1 級別。

二、各類場所及騎樓地坪材料、綠建材於施作四種防滑塗料之防滑係數值

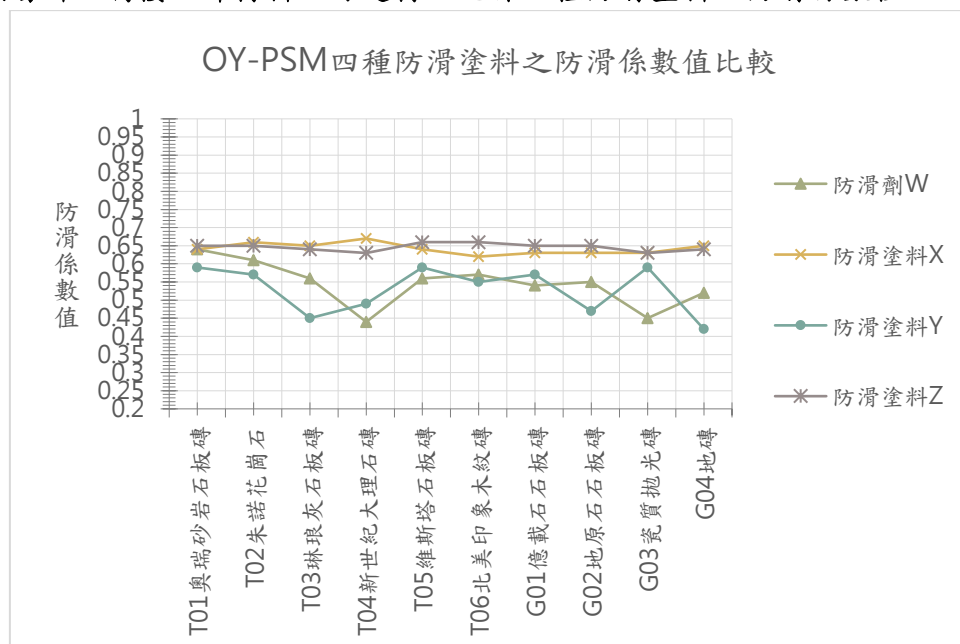


圖 5-2-4 OY-PSM 四種防滑塗料之防滑係數值比較

資料來源：本研究整理

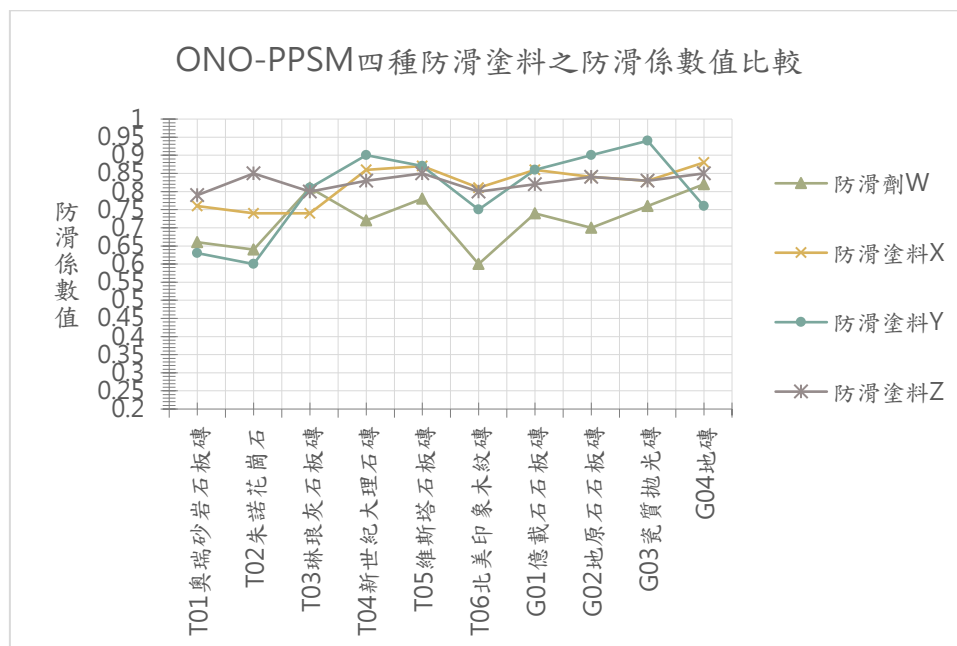


圖 5-2-5 ONO-PPSM 四種防滑塗料之防滑係數值比較

資料來源：本研究整理

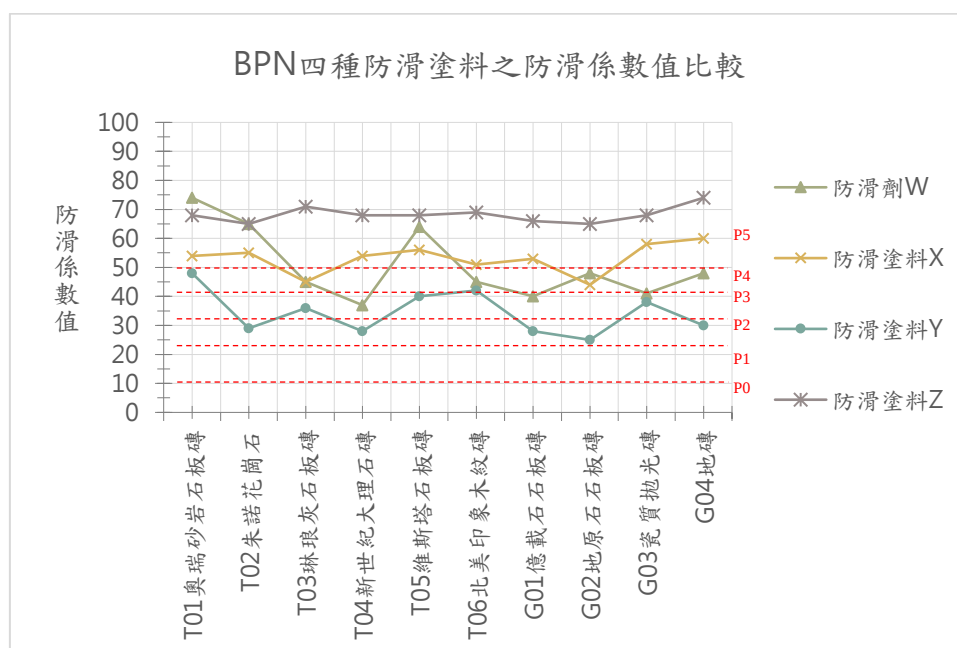


圖 5-2-6 BPN 四種防滑塗料之防滑係數值比較

資料來源：本研究整理

透過試驗數據比較，其中防滑塗料 X 與防滑塗料 Z 針對不同瓷磚之防滑性能較穩定，防滑係數也較高，且透過不同試驗儀器數值差異較低；防滑劑 W 及防滑塗料 Y 受不同材料表面對防滑係數影響差異較大，且以 BPN 測得之比對數值明顯低於 OY-PSM 及 ONO-PPSM 兩者之相對數值。

1、 防滑劑 W 對防滑係數之影響

防滑劑 W 的原理係透過侵蝕瓷磚中之矽，造成表面許多肉眼不可見的微米孔隙，使瓷磚表面產生吸盤原理，提升防滑係數，其數值彙整如下表所示。

表 5-2-1 各瓷磚表面施作防滑劑 W 後的防滑係數與施作前後差異值

OY-PSM	T01	T02	T03	T04	T05	T06	G01	G02	G03	G04
	奧瑞砂 岩石板 磚	朱諾花 崗石	琳琅灰 石板磚	新世紀 大理石 磚	維斯塔 石板磚	北美印 象木紋 磚	億載石 石板磚	地原石 石板磚	瓷質拋 光磚	地磚
施作後	0.64	0.61	0.56	0.44	0.56	0.57	0.54	0.55	0.45	0.52
提升值	0.09	0.09	0.21	0.22	0.15	0.31	0.16	0.21	0.16	0.21

ONO-PPSM	T01	T02	T03	T04	T05	T06	G01	G02	G03	G04
	奧瑞砂 岩石板 磚	朱諾花 崗石	琳琅灰 石板磚	新世紀 大理石 磚	維斯塔 石板磚	北美印 象木紋 磚	億載石 石板磚	地原石 石板磚	瓷質拋 光磚	地磚
施作後	0.66	0.64	0.81	0.72	0.78	0.6	0.74	0.7	0.76	0.82
提升值	-0.03	0.03	0.26	0.33	0.11	0.04	0.38	0.17	0.48	0.4

BPN	T01	T02	T03	T04	T05	T06	G01	G02	G03	G04
	奧瑞砂 岩石板 磚	朱諾花 崗石	琳琅灰 石板磚	新世紀 大理石 磚	維斯塔 石板磚	北美印 象木紋 磚	億載石 石板磚	地原石 石板磚	瓷質拋 光磚	地磚
施作後	74(P5)	65(P5)	45(P4)	37(P3)	64(P5)	45(P4)	40(P3)	48(P4)	41(P3)	48(P4)
提升值	6	7	15	22	10	20	16	14	21	24

資料來源：本研究整理

由上表可得知，在所有瓷磚樣本中，表面施作防滑劑 W 於潮濕狀態下，都可有效的提升地坪防滑係數，其中表面較平整之瓷磚，提升之防滑係數較高，例如 T04、T06、G03、G04。而 T01、T02 表面質地較為粗糙，施作後的表面無法產生吸盤效應，導致防滑提升效果有限。

2、 防滑塗料 X 對防滑係數之影響

防滑塗料 X 是以細骨材混入油性硬化劑塗於表面上，待塗料硬化後，塗料會取代瓷磚原表面性質，且以細骨材增加表面粗度提升防滑係數，其數值彙整如下表所示。

表 5-2-2 各瓷磚表面施作防滑塗料 X 後的防滑係數與施作前後差異值

OY-PSM	T01 奧瑞砂 岩石板 磚	T02 朱諾花 崗石	T03 琳琅灰 石板磚	T04 新世紀 大理石 磚	T05 維斯塔 石板磚	T06 北美印 象木紋 磚	G01 億載石 石板磚	G02 地原石 石板磚	G03 瓷質拋 光磚	G04 地磚
施作後	0.64	0.66	0.65	0.67	0.64	0.62	0.63	0.63	0.63	0.65
提升值	0.09	0.14	0.30	0.45	0.23	0.36	0.25	0.29	0.34	0.34

ONO-PPSM	T01 奧瑞砂 岩石板 磚	T02 朱諾花 崗石	T03 琳琅灰 石板磚	T04 新世紀 大理石 磚	T05 維斯塔 石板磚	T06 北美印 象木紋 磚	G01 億載石 石板磚	G02 地原石 石板磚	G03 瓷質拋 光磚	G04 地磚
施作後	0.76	0.74	0.74	0.86	0.87	0.81	0.86	0.84	0.83	0.88
提升值	0.07	0.13	0.19	0.47	0.20	0.25	0.50	0.31	0.55	0.46

BPN	T01 奧瑞砂 岩石板 磚	T02 朱諾花 崗石	T03 琳琅灰 石板磚	T04 新世紀 大理石 磚	T05 維斯塔 石板磚	T06 北美印 象木紋 磚	G01 億載石 石板磚	G02 地原石 石板磚	G03 瓷質拋 光磚	G04 地磚
施作後	54(P4)	55(P5)	45(P4)	54(P4)	56(P5)	51(P4)	53(P4)	44(P3)	58(P5)	60(P5)
提升值	-14	-3	15	39	2	26	29	10	38	36

資料來源：本研究整理

由於防滑塗料 X 施作於地坪材料後，其塗料之硬化劑及內含之細骨材，會隨面磚表面起伏而起伏，其餘會根據液體性質堆積於瓷磚縫隙及低窪處，施作乾固後，防滑塗料 X 會取代原瓷磚表面之性質，因此施作後各瓷磚樣本的表面樣態也會變得較為相近。由上表更可以看出，三類儀器施作後之各瓷磚樣本之間的防滑係數差異不大，於潮濕狀態大約落於 0.63~0.67(OY-PSM)、0.74~0.88(ONO-PPSM)、44(P3)~60(P5)(BPN)，皆維持有效之防滑性能；然而，T01、T02 材料本身表面狀態凹凸且粗糙，具有一定防滑性能，施作防滑塗料 X 後之提升效果較不顯著。

3、 防滑塗料 Y 對防滑係數之影響

防滑塗料 Y 是以噴塗方式施作在材料表面，固化後會形成具有透明顆粒之薄膜，附著於原地坪材料表面上，以增加地坪材料之防滑性能，其數值彙整如下表所示。

表 5-2-3 各瓷磚表面施作防滑塗料 Y 後的防滑係數與施作前後差異值

OY-PSM	T01 奧瑞砂 岩石板 磚	T02 朱諾花 崗石	T03 琳琅灰 石板磚	T04 新世紀 大理石 磚	T05 維斯塔 石板磚	T06 北美印 象木紋 磚	G01 億載石 石板磚	G02 地原石 石板磚	G03 瓷質拋 光磚	G04 地磚
施作後	0.59	0.57	0.45	0.49	0.59	0.55	0.57	0.47	0.59	0.42
提升值	0.04	0.05	0.10	0.27	0.18	0.29	0.19	0.13	0.30	0.11
ONO-PPSM	T01 奧瑞砂 岩石板 磚	T02 朱諾花 崗石	T03 琳琅灰 石板磚	T04 新世紀 大理石 磚	T05 維斯塔 石板磚	T06 北美印 象木紋 磚	G01 億載石 石板磚	G02 地原石 石板磚	G03 瓷質拋 光磚	G04 地磚
施作後	0.63	0.6	0.81	0.9	0.87	0.75	0.86	0.9	0.94	0.76
提升值	-0.06	-0.01	0.26	0.51	0.20	0.19	0.50	0.37	0.66	0.34
BPN	T01 奧瑞砂 岩石板 磚	T02 朱諾花 崗石	T03 琳琅灰 石板磚	T04 新世紀 大理石 磚	T05 維斯塔 石板磚	T06 北美印 象木紋 磚	G01 億載石 石板磚	G02 地原石 石板磚	G03 瓷質拋 光磚	G04 地磚
施作後	48(P4)	29(P2)	36(P3)	28(P2)	40(P3)	42(P3)	28(P2)	25(P2)	38(P3)	30(P2)
提升值	-20	-29	6	13	-14	17	4	-9	18	6

資料來源：本研究整理

由於防滑塗料 Y 噴塗固化後，會在表面上形成一粗糙表面薄膜，其防滑塗料乾固速度快，且乾燥後表面呈現無光澤的霧面狀態。根據上表數據統計可以得到，此防滑塗料 Y 在不同材料之間的數據差異較大，以 ONO-PPSM 儀器為例，表面較平整之瓷磚樣本，如 T04、G01、G03 其防滑係數值提升極大；而以 BPN 儀器為例，其測得之各瓷磚防滑係數則提升效果有限。究其原因，可能是由於此防滑塗料 Y 乾固後，所形成之防滑薄膜較薄，以 BPN 儀器表面為自來水的狀態下測定，視為一平整光滑表面，則防滑提升有限；此外在 T01、T02 表面為較粗糙的地坪材料，其防滑係數均降低，由此顯示此表面粗糙的地坪不適用此種防滑塗料。

4、 防滑塗料 Z 對防滑係數之影響

防滑塗料 Z 係透過較粗的骨材及水性硬化劑，多次施作於表面上，形成極為粗糙的表面來提升地坪材料之防滑係數，其數值彙整如下表所示。

表 5-2-4 各瓷磚表面施作防滑塗料 Z 後的防滑係數與施作前後差異值

OY-PSM	T01 奧瑞砂 岩石板 磚	T02 朱諾花 崗石	T03 琳琅灰 石板磚	T04 新世紀 大理石 磚	T05 維斯塔 石板磚	T06 北美印 象木紋 磚	G01 億載石 石板磚	G02 地原石 石板磚	G03 瓷質拋 光磚	G04 地磚
施作後	0.65	0.65	0.64	0.63	0.66	0.66	0.65	0.65	0.63	0.64
提升值	0.10	0.13	0.29	0.41	0.25	0.40	0.27	0.31	0.34	0.33
ONO-PPSM	T01 奧瑞砂 岩石板 磚	T02 朱諾花 崗石	T03 琳琅灰 石板磚	T04 新世紀 大理石 磚	T05 維斯塔 石板磚	T06 北美印 象木紋 磚	G01 億載石 石板磚	G02 地原石 石板磚	G03 瓷質拋 光磚	G04 地磚
施作後	0.79	0.85	0.80	0.83	0.85	0.80	0.82	0.84	0.83	0.85
提升值	0.10	0.24	0.25	0.44	0.18	0.24	0.46	0.31	0.55	0.43
BPN	T01 奧瑞砂 岩石板 磚	T02 朱諾花 崗石	T03 琳琅灰 石板磚	T04 新世紀 大理石 磚	T05 維斯塔 石板磚	T06 北美印 象木紋 磚	G01 億載石 石板磚	G02 地原石 石板磚	G03 瓷質拋 光磚	G04 地磚
施作後	68(P5)	65(P5)	71(P5)	68(P5)	68(P5)	69(P5)	66(P5)	65(P5)	68(P5)	74(P5)
提升值	0	7	41	53	14	44	42	31	48	50

資料來源：本研究整理

防滑塗料 Z 以粗骨材覆蓋於原瓷磚表面，提高瓷磚表面粗度，使其大幅提升地坪材料之防滑係數，且由於施作後防滑塗料 Z 會取代原瓷磚表面之性質，因此各瓷磚之間的防滑係數值極為接近，於潮濕狀態大約落於 0.63~0.66(OY-PSM)、0.79~0.85(ONO-PPSM)、65(P5)~74(P5)(BPN)，皆達到極高的防滑性能。由於此防滑塗料 Z 係利用粗骨材覆蓋於材料表面以增加防滑係數，因此在骨料拌合及施作之均勻平整度，即會影響施作後提升之防滑性能程度。

第三節 各類場所及騎樓地坪材料之防滑係數安全範圍歸納

本研究主要探討國內常用於各類場所及騎樓地坪材料之防滑性能，取樣 6 種類型的瓷磚、4 種綠建材瓷磚及 4 種抗滑塗料，並且搭配三種防滑試驗儀器量測其防滑係數值，表面狀態條件以乾燥、潮濕狀態為主。

一、空間類別統整歸納

依據各類使用場所屬性，訂定空間類別及場所條件，統整歸納防滑係數分級標準。此外本研究僅針對供不特定多數使用之供公眾場所訂定，暫不納入專有住宅空間。

表 5-3-1 空間類別統整歸納

空間類別	場所條件	
	室內/戶外	乾燥/用水
建築基地內廣場、騎樓、無遮簷人行道、露臺、戶外樓梯、一般戶外場所	戶外	乾燥/用水
建築物之公共門廳、出入口、樓梯	室內	乾燥
居室、一般室內空間	室內	乾燥
廁所盥洗室、浴室、游泳池畔、沖洗室、更衣室等之地坪	室內/戶外	用水

資料來源：本研究整理

二、試驗樣本與空間類別關係

本研究期望透過測出大量代表性材料的防滑係數，與空間類別整合歸納其材料之防滑係數安全範圍供參考。

表 5-3-2 試體樣本與空間類別關係

空間類別	場所條件		試驗樣本	表面狀態 (施釉/表面/質感)
	室內/戶外	乾燥/用水		
建築基地內廣場、騎樓、無遮簷人行道、露臺、戶外樓梯、一般戶外場所	戶外	乾燥 用水	T01 奧瑞砂岩石板磚 T02 朱諾花崗石 G01 億載石石板磚	上釉霧面、顆粒、粗糙 上釉霧面、凹凸、粗糙 上釉霧面、凹凸、光滑
建築物之公共門廳、出入口、樓梯	室內	乾燥	T03 琳琅灰石板磚 T04 新世紀大理石磚 G02 地原石石板磚 G03 瓷質拋光磚 G04 地磚	上釉霧面、顆粒、粗糙 上釉亮面、平整、光滑 上釉霧面、凹凸、粗糙 上釉亮面、平整、光滑 上釉半亮面、凹凸、光滑
居室、一般室內空間	室內	乾燥	G02 地原石石板磚 G03 瓷質拋光磚 G04 地磚	上釉霧面、凹凸、粗糙 上釉亮面、平整、光滑 上釉半亮面、凹凸、光滑
廁所盥洗室、浴室、游泳池畔、沖洗室、更衣室等之地坪	室內 戶外	用水	T03 琳琅灰石板磚 T04 新世紀大理石磚 T05 維斯塔石板磚 T06 北美印象木紋磚 G04 地磚	上釉霧面、顆粒、粗糙 上釉亮面、平整、光滑 上釉半亮面、平整、光滑 上釉半亮面、凹凸、光滑

資料來源：本研究整理

三、各類使用場所及騎樓地坪材料防滑係數之安全範圍建議

透過代表性材料試驗，與空間類別整合，分析歸納其防滑係數值，透過三類防滑試驗儀器測定後，提出其防滑係數值之安全範圍建議。

本研究試驗針對滑倒之疑慮提出容許防滑係數範圍，有關於防滑係數過高亦會產生絆倒之產生，需透過後續研究加以訂定防滑係數之臨界值。

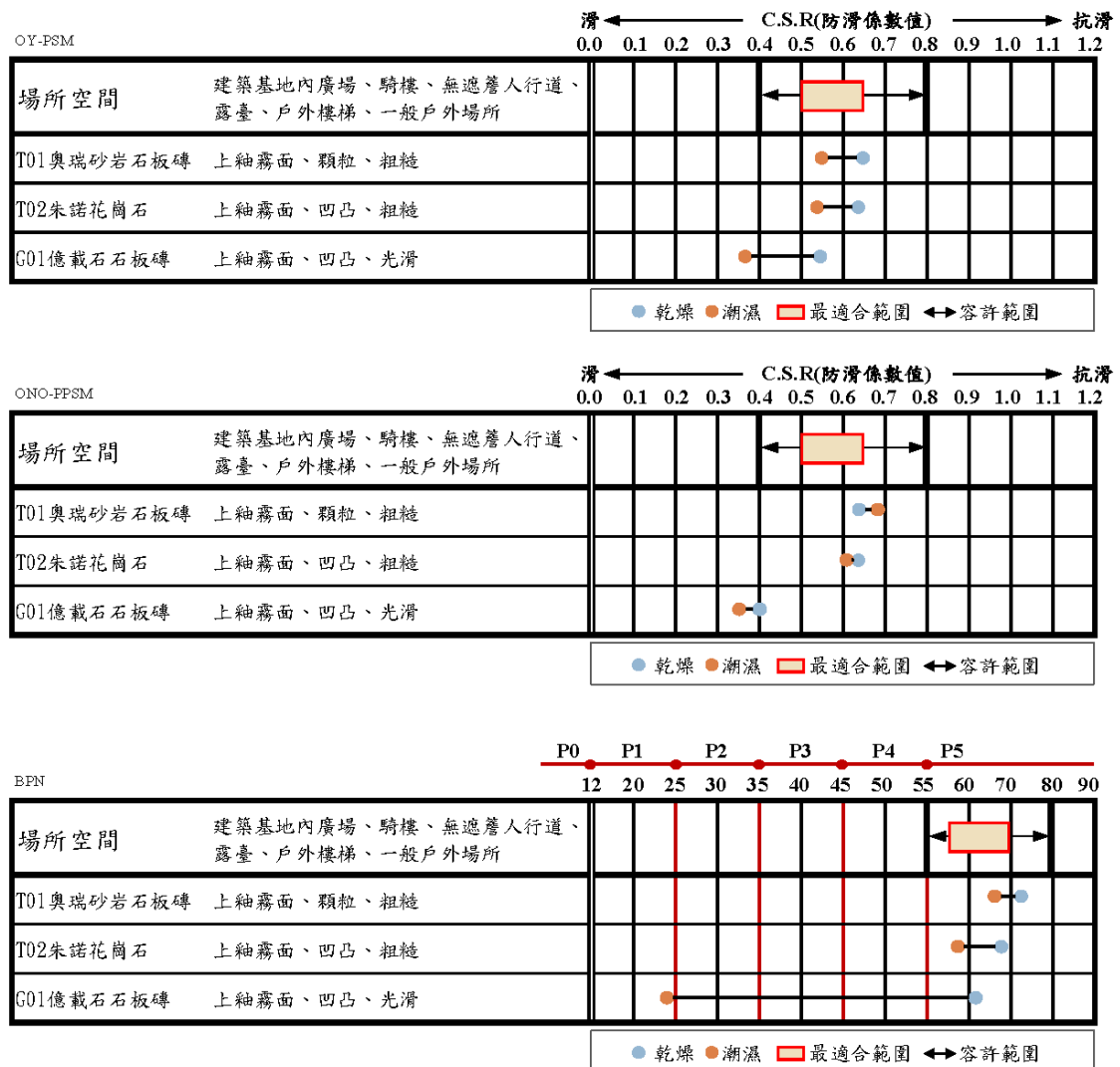


圖 5-3-1 各類使用場所及騎樓地坪材料之防滑係數值安全範圍值與容許範圍-1

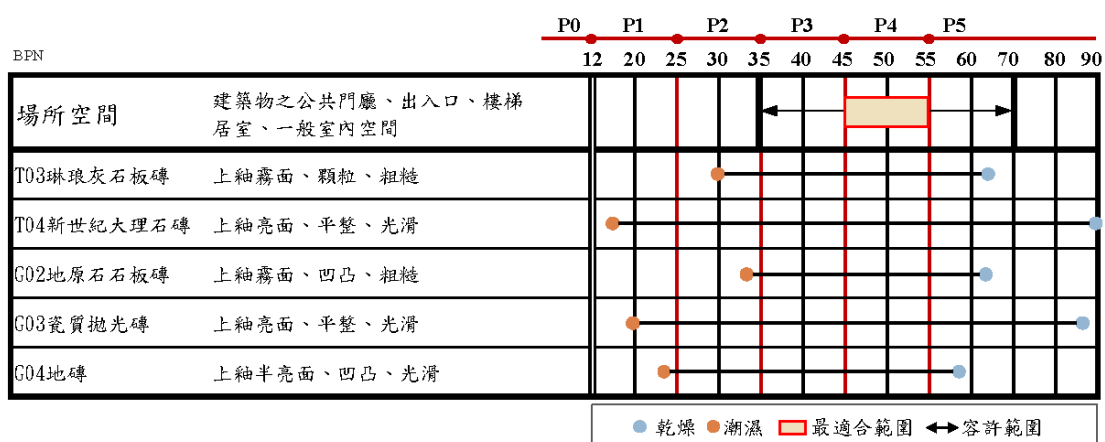
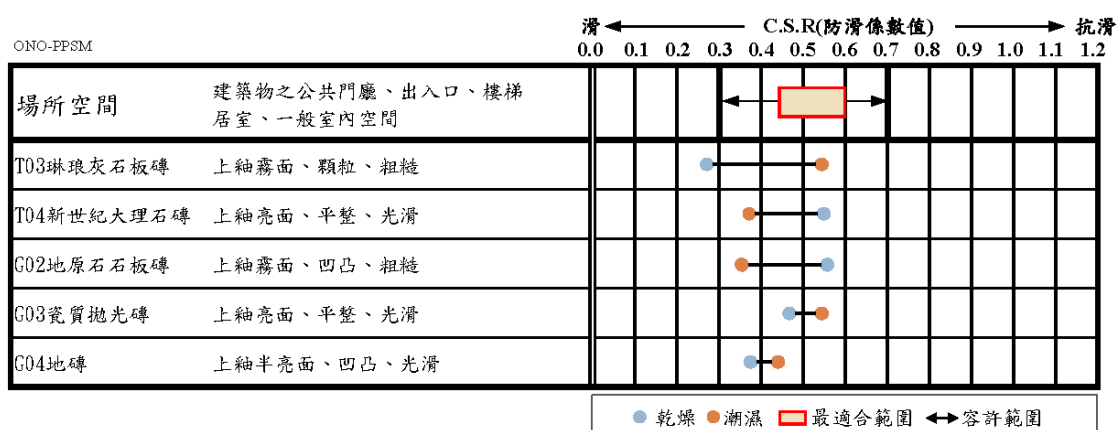
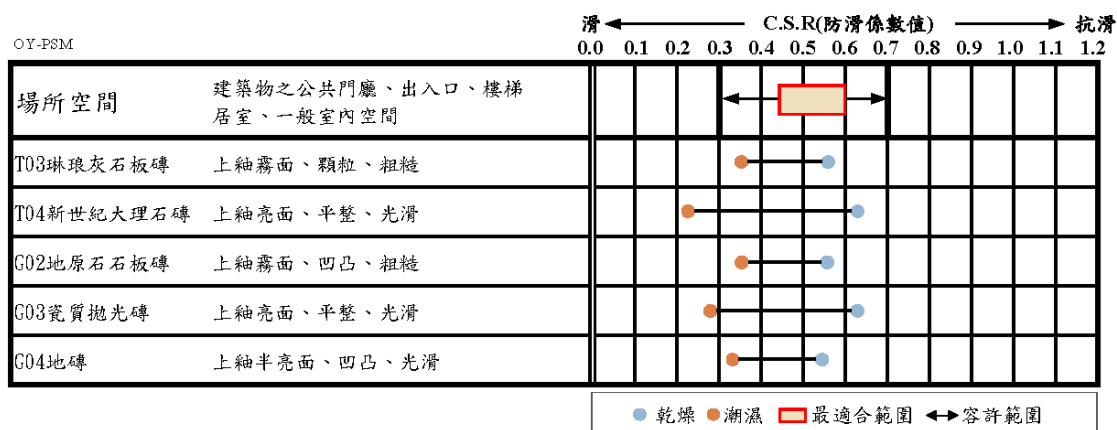


圖 5-3-2 各類使用場所及騎樓地坪材料之防滑係數值安全範圍值與容許範圍-2

各類使用場所騎樓地坪防滑性能之研究

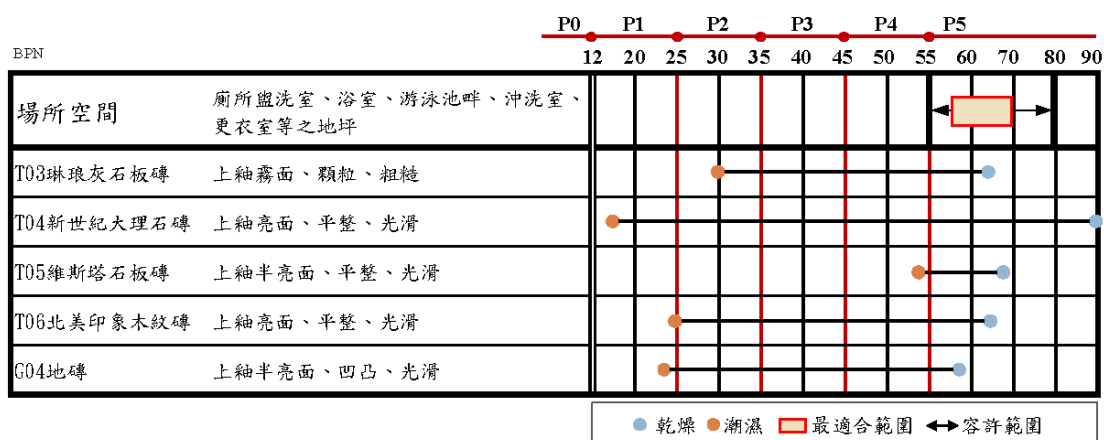
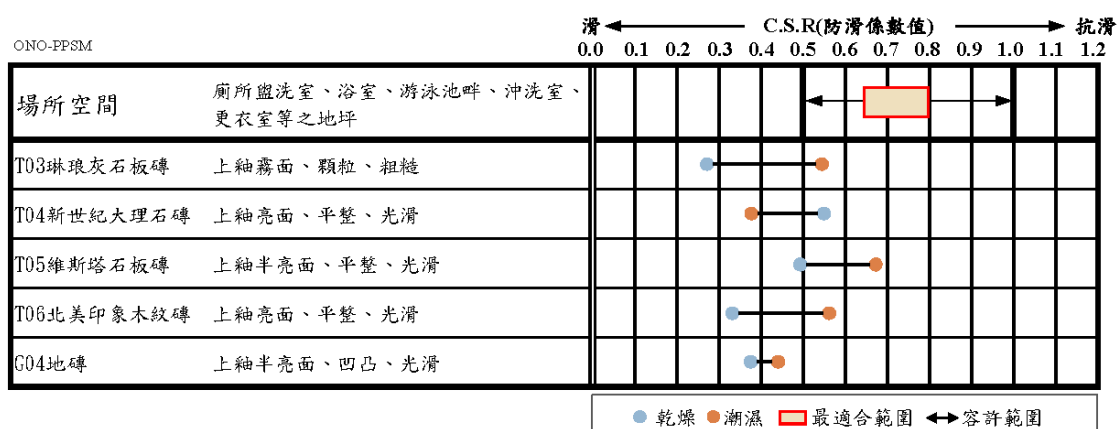
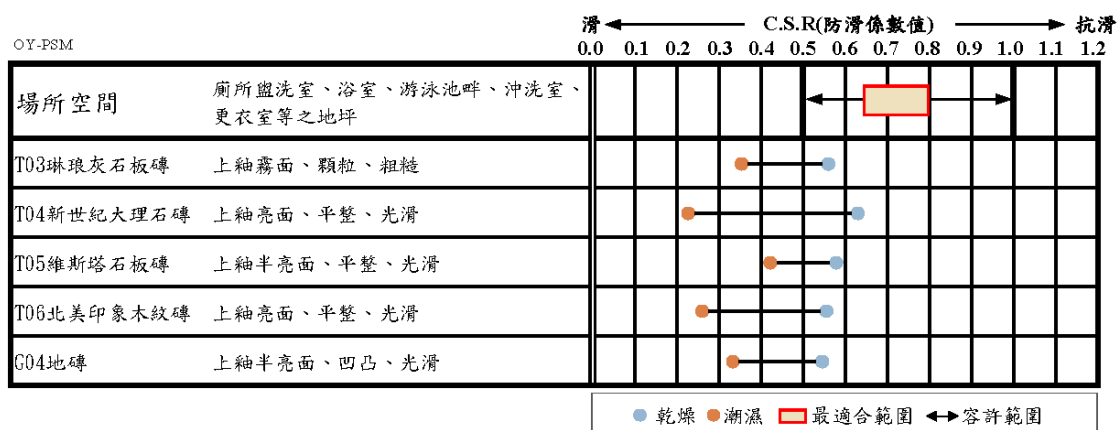


圖 5-3-3 各類使用場所及騎樓地坪材料之防滑係數值安全範圍值與容許範圍-3

第六章 結論與建議

本研究依據中華民國國家標準 CNS3299-12〔陶瓷面磚試驗法－第 12 部：防滑性試驗法〕及 CNS16106〔人行面磚防滑性試驗法－濕式擺錘法〕，選用國內常用於各類使用場所及騎樓地坪之六種材料、四種綠建材及四種抗滑塗料，共計十種之試驗樣本並每種施作四種抗滑塗料，再以表面介質為乾燥無水條件、清水之濕潤條件，測定不同材料其防滑係數之安全範圍；此外，本研究由於現行制定之防滑試驗規範所適用之試驗儀器不同，透過本次實驗結果分析 OY-PSM、ONO-PPSM 及 BPN 三者儀器之關聯性。

研究結果顯示，三者儀器針對各材料之防滑係數測定，具有一定標準及參考價值；然而，在特定表面之材料上會有三者儀器試驗之誤差，如 T04、G03 樣本於乾燥狀態，以 BPN 試驗之數值明顯較高；施作四種防滑塗料後，以 BPN 試驗之防滑係數提升之數值較低，因此對於此類相關之試驗結果，應加以排除過大及過小數值。若未來可將單一材料透過不同介質加以試驗，以增加試驗數據及樣本，擴大試驗的回歸比對數量，更能夠精確分析三者儀器之間之比對關係。

針對，各類使用場所及騎樓地坪材料防滑係數之安全範圍，本研究透過實驗結果，將試驗材料依適用之空間類別區分，共分為四類，並加以分別其場所條件（室內/戶外、乾燥/用水），其中不包含專有住宅空間；一般戶外場所、騎樓、無遮簷人行道之防滑係數，建議應大於乾燥狀態之防滑係數平均值，其主要係對不特定多數人經常使用空間，且環境條件偶有遇雨現象，故建議最低係數應達 0.55(C.S.R 值)以上，P5 值以上；一般建築物之走道、出入口、門廳、樓梯及居室，其也是較多人使用之室內空間，但由於此類場所較無用水需求，故建議最低係數應達 0.45(C.S.R 值)以上，P4 值以上，若為進出口及通道場所之安全疑慮，建議應達到 0.5(C.S.R 值)以上，P5 值以上；若為廁所盥洗室、浴室、游泳池畔等赤腳用水空間，由於屬於用水空間，媒介物為水時較易降低防滑係數，且為赤腳場所更需注意防滑效能，故建議最低係數應達 0.7(C.S.R·B 值)以上，P5 值以上。

第一節 結論

壹、實驗及儀器操作

根據 CNS3299-12、CNS16106 之試驗方法，進行國內常用於各類使用場所及騎樓地坪之六種材料、四種綠建材及四種抗滑塗料，用以三種試驗儀器測試，包含 OY-PSM、ONO-PPSM、BPN，針對實驗方法、儀器操作及試驗結果等，提出以下注意事項及相關參考建議：

OY-PSM

- 一、由於此儀器受限於實驗機組本身大小與重量，僅能於實驗室中操作，然而其優點在於較能有效控制或排除外在干擾因素，但較難以模擬實際情況條件或是條件變因太過人工化。
- 二、在試驗之成果上，此儀器用於測定陶瓷面磚材料之防滑係數值，能夠有較穩定之數值表現，精準度較高。

ONO-PPSM

- 一、此儀器作為簡易可攜帶式之防滑試驗機組，用以便利測定現場材料之防滑性能，可初步判斷材料之防滑程度，但由於儀器操作較為簡易且非電子精密儀器，測定之數值幅度較高，需試驗較多次數，並加以比對分析，才能得到有效數據。
- 二、由於此儀器測定方式仰賴手動旋轉，以拉動重錘，加以得到拉力值，並換算成防滑係數值；此試驗方式會因轉動速率之快慢差異，可能造成防滑數值過大或過小。
- 三、透過不同材料的試驗結果分析，可以發現部分特殊表面狀態之材料，用此儀器測定時，常發生垂直跳動之現象或光膠沾黏效應，此數值皆非單純之材料摩擦力，因此測定顯示之防滑係數會有誤差。

BPN

- 一、此儀器根據 CNS16106 規範，用於測定人行面磚（包括室內/外陶瓷地磚、行道磚、導盲磚、階梯磚、馬賽克地磚、混凝土磚）；本次研究樣本皆為陶瓷面磚材料，用此儀器測定時，於乾燥狀態之防滑係數值皆較穩定，表面介質為水之狀態時，容易產生部分材料之防滑係數值浮動，且由於儀器數值之區間過大，對於陶瓷面磚測定之精準度，未來須加以研究。

二、由於儀器之測定方式，係透過擺錘自由落體，將滑塊與試體表面接觸後，擺動之數值；此方式會因為擺錘之高度不同，所接觸之滑塊與試體表面差異，造成防滑係數值誤差，且經實驗過程發現，多次試驗後滑塊之磨損，易造成儀器校正之不精準。

三、由於本次研究針對媒介物之選擇，僅有表面自來水狀態，並未加以比對不同媒介物之三者差異，對於此儀器之其他媒介物之數值比較相較不多。

綜合以上建議，三者儀器之關聯性，無論是試驗方法、試驗過程、儀器校正、材料取樣及媒介物之設定等，皆須透過更大量之材料選樣及數值比對，建議可先透過單一材料、不同媒介物之測定，來更深入比較三者儀器之關聯性，了解各儀器試驗之優劣及適用方式。

貳、各類使用場所及騎樓地坪材料防滑係數之安全範圍建議值

本研究透過文獻分析，參考國內外相關地坪材料之防滑性能規範，包含日本高齡者、無障礙行動建築設計準則之防滑係數值、英國及澳洲場所防滑等級表、中國大陸地面工程防滑技術規程等，並藉由本次實驗結果提出不同空間類別之防滑係數最低安全範圍值，如表 6-1-1 所示。用於一般戶外場所、騎樓、無遮簷人行道、戶外廣場等，乾燥、潮濕狀態之防滑係數值，應高於 0.55(C.S.R 值)以上，P5 值以上；一般建築物之走道、出入口、門廳、樓梯及居室，乾燥狀態之防滑係數值，應高於 0.45(C.S.R 值)以上，P4 值以上，若為進出口及通道場所之安全疑慮，建議應達到 0.5(C.S.R 值)以上，P5 值以上；若為廁所盥洗室、浴室、游泳池畔等赤腳用水空間，潮濕狀態之防滑係數值，應高於 0.7(C.S.R·B 值)以上，P5 值以上。

表 6-1-1 本研究針對各類使用場所及騎樓地坪材料防滑係數之安全範圍建議值

空間 媒介物	穿鞋			赤腳
	戶外空間	室內空間之出入口	室內空間	室內空間
乾燥	建築基地內廣場 騎樓	建築物之公共門廳 出入口 樓梯	居室 一般室內空間	—
水	無遮簷人行道 露臺 戶外樓梯 一般戶外場所	—	—	廁所盥洗室 浴室 游泳池畔 沖洗室 更衣室
本研究建議 之防滑係數	C.S.R=0.55 以上 P 值=P5 以上	C.S.R=0.5 以上 P 值=P5 以上	C.S.R=0.45 以上 P 值=P5 以上	C.S.R·B=0.7 以上 P 值=P5 以上

資料來源：本研究整理

第二節 建議

建議一

研提建築物地坪面磚之防滑係數或等級建議內容：立即可行建議

主辦單位：內政部營建署

協辦單位：內政部建築研究所

此案針對建築物地坪面磚之防滑係數或等級提出建議內容，建議陶瓷面磚、陶瓷馬賽克磚採用中華民國國家標準 CNS 3299-12(陶瓷面磚試驗法第十二部:防滑性能試驗法)進行試驗，行道磚、導盲磚、階梯磚、馬賽克磚、混凝土磚等非陶瓷面磚類則採用中華民國國家標準 CNS 16106(人行面磚防滑性試驗法-濕式擺錘法)進行試驗，並提出地坪面磚，其建築物或使用場所之所有權人及管理人人有維護地坪面磚清潔及防滑性能之責任。如地坪面磚表面濕滑、油漬造成使用人滑倒，導致危險之虞，應在現場設置警告標誌，立即清潔處理。相關建議內容提供給本部營建署參考及研訂相關指導原則。而國內現有規範 CNS 16106、CNS 3299-12 兩者之間的規範內容與數值，未來可加以研究其對應關係，應透過更多實驗室數據，以更加確立兩者規範試驗結果之共通可行性。

第三節 後續研究建議

面對未來超高齡化社會之福祉，對於地坪材料之提升防滑性能，有助於降低滑倒之風險。但由於導致滑倒之因素繁多，如地坪材料因長年使用，讓原材料凹凸表面之平緩，或經年累月的汙垢、油垢累積於材料表面之孔隙，使得水、油、洗劑易附著於材料表面上，而產生滑倒之現象；或者是鞋底材料的抗滑性不足，除此之外，對於不同使用者步態之差異，也會對於防滑性能有不同的感受。本研究針對研究成果提出四點後續建議：

- 一、透過研究成果可以發現，材料之表面粗度與防滑性能有所關聯，因此在材料的表面狀態與防滑性能關西之研究及為重要，如施釉、無釉、粗糙、光滑、凹凸、平整，其中材料之硬度也影響材料本身磨耗程度，加以探討材料防滑性能與使用率之關聯性，作為後續研究之建議。
- 二、本研究用以三種試驗儀器測試，並比對三者數據之關聯性。其中，由於本次試驗以多種類型材料為主，但其同種類型材料樣本數不多，若能以單一種類增加數量之樣本試驗，較能排除外在因素之差異，就材料與儀器比對數據之關聯性。
- 三、由於本研究均為實驗室試驗，且多採用全新地坪材料作為樣本，試驗方式依據國家標準之規範；如此情況，除了無法明確反映出現地實況環境外，對於人行走之方式模擬也較於非人性化，考量未來超高齡化社會，人口老化也反映高齡者行走方式的改變，對於制式的規範較無法完全擬人化的模擬，因此期望後續研究可以加以針對不同年齡層之不同行走方式，對於地坪材料防滑性能的影響。
- 四、對於場所的空間使用為多種條件組成，而目前我國國家標準僅針對穿鞋與赤腳於潮濕之表面狀態進行規範，但有許多易造成滑倒之使用場所條件，不僅只有規範之情況，為了可以更符合現實條件的設定，可依據場所條件、不同媒介物、路面形式等作為後續研究，可定義出不同場所條件下之防滑係數安全範圍值。

附錄一 期初審查會議紀錄及回應表

項次	評選委員意見	執行單位回應
1	針對各類不同使用場所之防滑係數可分別訂定，如有變更使用則應檢討調整適用。 抗滑塗料應考量日常保養。	有關各類不同使用場所之防滑係數訂定及抗滑塗料建議，將於研究中進行考量。
2	請考量是否增列補充保險費。 請補充說明創意回饋內容。 建議期末報告應於 10 月 14 日以前完成。 在內政部建築研究所或成功大學使用設備，是否需編列費用，請說明。	本研究會配合委員意見修正研究期程，於 10 月 14 日以前完成期末報告，並考量對實驗者提供保險事宜。 本研究創意回饋希望將各類使用場所騎樓地坪防滑性能研究成果作為未來設計工具。 在內政部建築研究所及成功大學使用設備屬於免費使用，故應無需編列費用。
3	因新舊材料防滑係數會不同，界面的防滑係數應考量，並考量耐久性 & 年限。 應考量台灣濕度及潮濕狀態，相關防滑係數是否應提高。 廚房、浴室、廁所之用水空間，應考量地坪材料防滑的規定。 應考量未來如何將成果作為立法建議，以供政府決策參考。同時未來專家座談會議邀請辦理騎樓整平之政府單位及公會代表參加。	有關材料界面耐久性、濕度、用水空間地坪材料防滑及如何成為法令建議，將於研究中進行考量。 未來將遵照委員建議，邀請相關公會及政府機關參加專家座談會議。
4	檢測儀器如由成功大學以經費購買，是否需捐贈給建築研究所。 實驗室環境考量採用日本 JIS 2016 標準，但因台灣與日本環境不同，是否須對實驗室的溫度環境進行修正。 本研究是否會採用拐杖或輪椅的情境。 請於研究時就 CNS 中譯名確認。	檢測儀器如由成功大學購買，並無需捐贈給建築研究所。另有關實驗室溫度環境控制將會於研究中進行考量。 由於拐杖與輪椅屬於輔具，故鄉觀測試原理不同，本研究不會對拐杖與輪椅防滑進行測試。 本研究過程中會再就 CNS 中文譯名進行確認。
5	建請補充創意或自由回饋項目。	本研究創意回饋希望能將各類使用場所騎樓地坪防滑性能研究成果作為未來設計之工具。

附錄二 期中審查會議記錄及回應表

日期：111 年 7 月 7 日(星期四)下午 2 時 30 分

地點：本次會議採實體及視訊併行會議(實體會議於本所簡報室)

出席人員	評選委員意見	執行單位回應
王建築師 武烈	1. 小區塊人孔蓋版用不鏽鋼人字紋鋼板者，遇水即變濕滑，應加金鋼砂塗料止滑。 2. 一般鋪面材若採用陰刻凹陷條紋，鞋底無法踩觸出來，應產生 3mm 凸高線紋才有效。 3. 騎樓高低差改善時，選用抵石子地坪，通常是以水泥沙摻入圓型石粒抹平，石粒中仍然要摻加 30~40%碎石，以產生粗糙面效果，才有止滑效果。	已依審查意見修正。
王建築師 文楷	1. 研究主題「各類使用場所騎樓地坪」，易引發「騎樓地坪」於「各類使用場所」有所不同。 2. 目前國內法規針對「騎樓」並無因不同使用場所，而有不同之規定；故研究主題重點在「騎樓地坪」之不同材料的防滑性能，則所稱之「各類使用場所」似乎可移除，故建議可以修正計畫名稱。 3. 研究計畫應聚焦在「騎樓」之地坪，騎樓及室外之通行空間。 4. <p. 32>表 2-3-1 騎樓法規規定為 1/40 洩水坡度，及無遮簷人行道若屬市區道路法規其坡度為$\geq 0.5\%$，$\leq 5\%$(一般為 2%)，此兩類空間不同。 5. 引用英國、澳洲、日本等國資料，請應注意台灣地區常有之「反潮結露」之現象。	已依審查意見修正。
蔡教授 淑瑩	1. 報告書第 23 至 42 頁的國內外相關研究，應可更全盤的整理，提出那些法令的修正，及未來還需要進行哪些的研究。 2. 題目各類使用場所騎樓地坪定義不太清楚，請補充說明。 3. 日照中心由於不同類型高齡者造成防滑需求不同(如帕金斯症有小碎	1. 已依審查意見修正。 2. 已依審查意見修正。 3. 列入後續研究參考。

	步)，建議可以進行探討。	
陳教授 政雄	1. 超高齡社會的來臨，老年人口快速增加，後期高齡者比例增加。依據衛生福利部 2016 年的統計指出：65 歲以上的身心障礙者占總身心障礙者的 40.07%，比 2011 年增加 4.07%。本研究以材料的防滑係數，降低滑倒意外之風險，值得肯定。 2. 本研究之場域，標題為”各類使用場所騎樓地坪”，預期成果為”各類使用場所及騎樓之地坪”。其研究範圍相差頗大，宜確定、說明之。 3. 滑倒的原因由滑倒者之腳底開始，穿鞋與光腳不同。是否還要考慮使用者的走路姿態？例如：巴金森症者的小碎步，其地坪的防滑係數太高時，反而容易跌倒。 4. 腳底與地坪中間之介質嚴重影響滑倒的因素，1/40 的騎樓坡度是否也是影響因素？	1. 已依審查意見修正。 2. 已依審查意見修正。 3. 列入後續研究參考。 4. 列入後續研究參考。
宋教授 立堉	1. 題目中「各類使用場所騎樓…」與 p. 7 研究目的的結語中「各類使用場所及騎樓…」，兩者有所不同，建議應予修正。 2. p. III 表次及 p. IV 圖次中，表名及圖名中有列出資料來源的文字部份，建議應予修正。 3. 文中有關「中國國家標準(CNS)」為舊稱，建議修改為現稱之「中華民國國家標準(CNS)」。 4. 第二章第三節之內容，整理許多過去國內相關之研究，建議另可補充說明本研究與這些研究最明顯之差異。 5. p. 44 在研究目標的說明中，提及各國因「國情不同」而有不同的標準，建議補充說明其內容為何。 6. 建議 p. 61 第四章實驗計畫可補充結論一小節，增加內容之完整性。	已依審查意見修正。

中華民國 全國建築 師公會 劉理事長 國隆	1. 磁磚的防滑性能應考量地區之驟雨量的變化，試驗時的表面用水狀態，對防滑係數會有所不同。 2. 騎樓地之坡度也會影響防滑係數，應因地制宜。	已依審查意見修正。
臺灣建築 學會 趙秘書長 夢琳	1. 是否有法源可規定騎樓地坪之防滑，尤其都更危老之新建物，能有此適應全齡多元社會考量。	列入後續研究參考。
內政部營 建署國民 住宅組 蘇科長 玉峰	1. 感謝計畫主持人協助本所研訂建築物地坪面磚之防滑係數或等級建議(草案)，提供營建署訂定指導原則。 2. 後續研究，仍請對各類使用場所及騎樓之地坪材料，進行 CNS3299-12 及 16106 試驗，提出適宜之材料建議，供本部營建署參考。	列入後續研究參考。

附錄三 期末審查會議記錄及回應表

日期：111 年 10 月 28 日(星期五)下午 2 時 30 分

地點：本次會議採實體及視訊併行會議(實體會議於本所簡報室)

出席人員	評選委員意見	執行單位回應
蔡教授 淑瑩	- 研究緣起多為國內統計數據，建議可加入國外重要趨勢。 - 結論有提出防滑係數，但是摘要尚未修正。 - 第二章第三節(P23-52)文獻回顧建議不要只列出計畫名稱，而是需要加以評論，並整理出跟本計畫關聯性，及未來還需要進行的方向。	已依審查意見修正。
陳教授 政雄	- 目錄文字宜放大。 - 第一章緒論宜增加”研究範圍”，以說明研究題目之”各類使用場所騎樓”之範圍。 - 第一章緒論宜增加”研究限制”，以說明研究過程之困難度。 - 騎樓有坡度的問題，無遮簷人行道有室外的問題，兩者使用地面材料的防滑係數應不同。 - 滑倒、跌倒、墜落三者發生原因不同，本研究應探討滑倒的防滑係數問題。 - 三者儀器試驗的誤差，如何解決？	已依審查意見修正。 4.、6. 列入後續研究參考。
李教授 東明	- 防滑確實是目前國內環境需要重視的課題。防滑係數的標準化相當重要。 - 結合磁磚業界可整合業界力量，地面條件應依使用目的而有不同規範，建立相關檢核機制也仰賴產官學共同促成。 - 楊教授長期針對磁磚防滑進行研究，應借重其研究成果，儘快制定標準。	已依審查意見修正。
內政部營 建署 建築 管理組 張技士 譯云	感謝建研所及楊老師研究團隊協助辦理本研究案，本署已於 111 年 6 月 29 日邀集相關公會及地方政府共同研商建築物地坪面磚防滑係數或等級指導原則草案內容，會後經研究團隊提供草案防滑係數及等級微調建議後，本署於 111 年 8 月 17 日	列入後續研究參考。

	函頒「建築物地坪面磚防滑係數或等級指導原則」給各單位參考使用，因研究團隊有全程參與指導原則研議過程，建議可將上述本署研議過程及函頒之指導原則內容納入報告書第三章內容。 2. 本署 8 月函頒指導原則的防滑係數或等級之建議最小值/最低等級略低於報告書第 107 頁的建議數值，研究團隊如認為指導原則可參考報告書結論的建議值再做修正，可列入建議事項，本署將納入後續修正依據。	
王建築師武烈	1. 本研究業已成熟，建議將 P.107 所列表 6-1-1 提供給廠商做為產品選用時的參考。並於包裝紙箱外印製之產品款式也明列防滑係數多少，對採購人員直接明示。	依審查意見建議。
本所 張助理 研究員 志源	1. 第 1 章至第 3 章的參考文獻出處並不明顯，西元年與民國年應統一，另參考文獻格式請依本所研究報告書規定辦理。 2. 第 55 頁 ADAAG 中文建議修正為「美國身心障礙者法案無障礙設計標準」，另有關該頁各類摩擦係數出處請標註清楚。 3. 結論不易閱讀，建議分段，並就本研究成果明確說明。	已依審查意見修正。
本所 王組長 順治	1. 建議將各國地坪防滑背景、工具、標準等做成一張表，讓人明瞭各國制定標準的角度、測量內容及比較相互的優缺點等。 2. 即便定了防滑係數，地坪表面遇到水、潮濕或油等液體時，防滑效果仍然會降低，因此建議仍要設立提醒、告示牌等讓使用人注意，並非定了防滑係數就不會滑倒。 3. 目前國內能檢測防滑的機關或單位有哪些？未來可能需要定一個驗證測試的機制及相關作業規定。	1. 已依審查意見修正。 2. 依審查意見建議。 3. 列入後續研究參考。

附錄四 專家訪談會議記錄表

議題：各類使用場所騎樓地坪防滑安全係數範圍界定及指導原則	
日期、地點	111/07/06 14:30 成功大學建築系 楊詩弘老師研究室
出席人員	陶瓷公會祕書長 游德二 冠軍磁磚 經理 王中聖 三洋磁磚 經理 周欽聰 白馬磁磚 副理 喬恆武 計畫主持人 楊詩弘 研究助理/紀錄 林曉韓
本日會議討論項目 ● 陶瓷地坪材料於各類使用場所地坪防滑之安全係數範圍界定 ● 陶瓷地坪材料防滑試驗儀器測定方法比較 會議重點 1. 空間場所的界定，原則上先以公共空間為主，私領域之住宅空間(不含浴室用水空間)暫不納入本次訂定項目內。 2. 相關特定空間，如：醫療福祉機構、無障礙空間、老人場所等，應額外另案討論防滑標準細節。 3. 市面上室內空間所採用之陶瓷地坪材料種類繁多，其中拋光石英磚多為大眾，此種類型磁磚可加入實驗參考。 4. 可針對常用之磁磚地坪材料，比對磁磚防滑試驗機（OY-PSM）及濕式擺錘法測試儀器（BPN）作為參考依據。 5. 由於 BPN 試驗較易受環境及人為誤差影響，可作為自主管理的測試儀器，但較建議使用(OY-PSM)比對數值。 6. BPN 試驗之兩種滑塊，滑塊 55 較適用於車類輪胎材料，建議使用滑塊 96 較符合行人鞋底材質，試驗較為準確。 7. 由於各國常用地坪材料及物理環境的不同，針對磁磚地坪材料之試驗方法，應考量適用於台灣環境條件之儀器及磁磚地坪表面狀態以作為實驗設定。 8. 目前 C.S.R 值以日本、韓國、台灣較為常用，BPN(P 值)以英國、澳洲、紐西蘭較為常用。 決議事項	

1. 本次研究以戶外空間、浴室及用水空間、樓梯及樓梯間之三大特定場域作為首要探討地坪防滑之安全係數。
2. 本次研究主要以公共空間界定為主，私領域之住宅空間(不含浴室用水空間)暫不納入本次研究項目內。
3. 目前訂定為戶外 0.55(C.S.R 值)；浴室及用水空間(C.S.R·B 值)；樓梯及樓梯間 0.5(C.S.R 值)
4. 本次研究將比對磁磚防滑試驗機 (OY-PSM)、攜帶式防滑試驗機(ONO-PPSM)、濕式擺錘法測試儀器 (BPN) 三類試驗儀器之防滑係數值，以訂定安全範圍作為參考。

議題：BPN 擺錘試驗儀與 ONO-PPSM 攜帶式防滑試驗機組試驗方法

日期、地點	111/07/22 13:30 成功大學建築系 楊詩弘老師研究室
出席人員	冠軍磁磚 經理 王中聖 冠軍磁磚 課長 謝登仁 冠軍磁磚 專員 蔡英倫 計畫主持人 楊詩弘 研究助理/紀錄 林曉韓

本日會議討論項目

- 比對 BPN 擺錘試驗儀器及 ONO-PPSM 攜帶式防滑試驗機組試驗方法
- 兩者試驗儀器與陶瓷面磚試驗之防滑性能關係

會議重點

1. BPN 在校正與測試前需花上較多時間調整。
2. BPN 測試時所花時間較短。
3. BPN 的擺錘高低與滑塊接觸面的大小，易使材料容易產生數值誤差。
4. ONO-PPSM 測試時須能夠於連續三次數值接近才能取用其值。
5. 二者儀器用於不同材料測試時，誤差量較大。

BPN 擺錘試驗儀 照片記錄



ONO-PPSM 攜帶式防滑試驗機 照片記錄



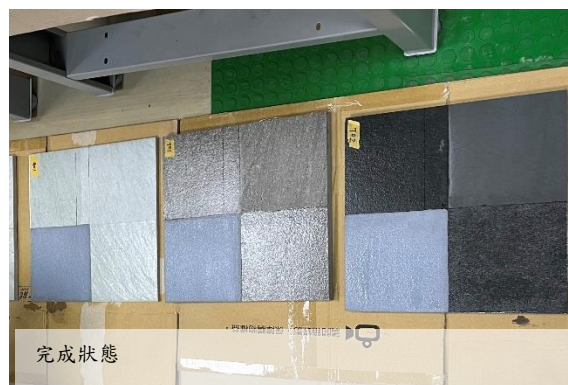
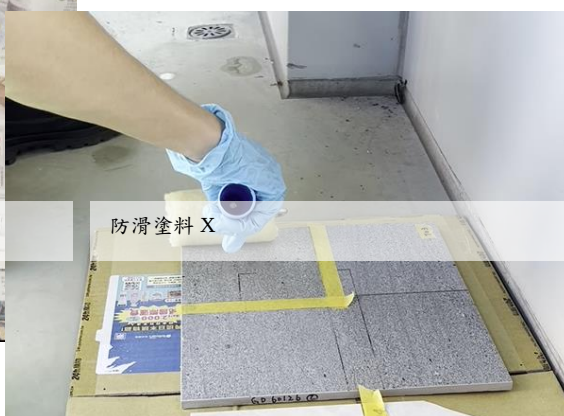
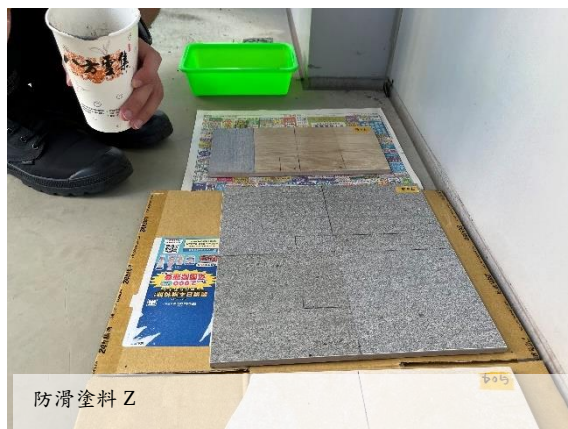
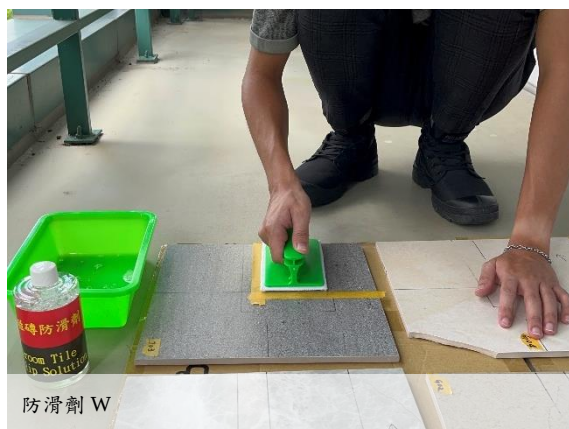
附錄五 工作會議會議記錄及回應表

項次	評選委員意見	執行單位回應
1	報告第 2 頁，跌倒主要包括絆倒、跌落、滑倒，地坪防滑主要為降低滑倒潛在風險，是否可能把目前滑倒發生的機率分別出來。再探討發生滑倒之場所、年齡等。	依建議將各類造成滑倒發生的機率分別列出，以及不同滑倒造成原因，並加以探討發生的場所、年齡。
2	報告第 2 頁，縱然，我國於 2013 年實施無障礙設施設計規範，針對設施型、家庭型之無障礙環境整體生活環境之建構有所規定。 依據了解，當地面乾淨、乾燥時，不易有滑倒的問題，滑倒多是發生在地面潮濕的狀況，所以浴廁、廚房、戶外地面、尤其是坡道才是最大問題。	滑倒的發生以地面表面狀態有明顯關聯，相較於乾燥之地面，含水、油、清潔劑之地面有較大之風險；另目前規範中較無明文規定坡道之防滑檢討方式，其中由於坡道除地面材質、表面狀態的影響以外，坡道之傾斜角度與行走之關係，亦存在於危險性。由於本案先以針對各類使用場所及騎樓地坪之防滑性能研究為主，暫不納入坡道之影響，未來可針對具傾斜地面之防滑性能加以研究。
3	請問 ONO-PPSM(可攜帶式防滑試驗機)是何種儀器，其測試之數值分布為何，與 CNS3299-12 之測試比對為何？	攜帶型防滑試驗機(ONO-PPSM)為小野英哲教授於東京工業大學時期以防滑試驗機(O-Y·PSM)為雛型，所研發之可攜帶型防滑係數測量儀器，以拖撬式的試驗方式為主，此攜帶型防滑試驗機(ONO-PPSM)與 CNS3299-12 所規範之防滑試驗機(O-Y·PSM)具有可比對之數據參考，作為自測及攜帶性有較大之便利。
4	請問本測試之儀器之精確性如何（試驗之再現性）、鑑別度如何，是否檢測數值有明顯之差異	本案採用之測試儀器有三種，包含防滑試驗機(O-Y·PSM)、攜帶型防滑試驗機(ONO-PPSM)、濕式擺錘法測試儀器(BPN)，分別有不同的優缺點及不同是用類別。 其中，防滑試驗機(O-Y·PSM)為較為精密之電子儀器，具有較精確之精度；另攜帶型防滑試驗機(ONO-PPSM)、濕式擺錘法測試儀器(BPN)，此兩種有較便利性及自測效益，對於儀器之準確度，防滑試驗機(O-Y·PSM)及攜帶型防滑試驗機(ONO-PPSM)此兩種儀器有可比對

		之數據參考，濕式擺錘法測試儀器（BPN）則較無法互相比對。
5	對國內地面常用之材料測試多少樣本，其數值之分布為何？	本研究將透過文獻分析，歷史數據統計盤點各材料之數值分佈，用以檢討本次實驗結果。
6	是否有實際測試防滑係數較高者，對於實際行走有明顯差異？	對於防滑係數較高者雖不易造成滑倒之風險，但卻有絆倒之疑慮，行走時與鞋底之摩擦即會造成行走之不便性，因此不建議採用防滑係數過高之地坪材料。
7	59 頁表制定之依據為何？	參考國內外測試地坪防滑係數之數據，統整提出建議最小值，空間依據主要以不特定多數使用者之公共空間、逃生避難空間、用水空間等。
8	一般而言，因為地面材料潮濕才會有滑倒問題，所以多半僅規定不易保持乾燥之處。	此地面條件主要與在地環境條件有關，由於台灣位處於雨量豐沛之地區，常年地面條件不易保持乾燥，因此在規範當中大多訂定表面含水狀態作為依據。 且地面乾燥狀態較潮溼狀態不易造成滑倒之風險，因此潮濕場所之防滑係數須加以規定。
9	由於防滑之材料多半表面較粗糙，所以與室內清潔維護稍有抵觸，如果室內所有走道都要求在一定的標準之上，是否會衍伸其他問題。	考量防滑性與清潔維護之取捨，室內空間較室外滑倒造成的嚴重性較低，防滑係數之規範可較為彈性，以不低於最小值為準。
10	國內現有常用之地面材料測試數值分布為何，有多少比例可通過本標準？	由於國內用於地面材料較為多樣，其中常用於戶外場所之地面材料較有防滑之考量，其他相關之地面材料是否符合標準範圍須在試驗後檢討。
11	請問行道磚之測試為何採用 CNS16106，其與 CNS3299-12 之比較為何	CNS3299-12 規範較以陶瓷面磚為主，CNS16106 規範除陶瓷以外，另有其他相關用於地面材料之防滑測試規範，其中兩者規範之試驗方法與儀器不同，其中較無法有比對關係，因此本研究需針對兩者防滑係數加以規範其安全值。

附錄六 實驗紀錄及照片





附錄七 實驗總數據

OY-PSM

品名	Test 1	Test 2	Test 3	平均值	C.S.R 值 (乾燥)	Test 1	Test 2
T01 奧瑞砂岩石板磚	0.66	0.63	0.64	0.643	0.64	0.57	0.60
T02 朱諾花崗石	0.60	0.63	0.62	0.617	0.62	0.52	0.59
T03 琳琅灰石板磚	0.58	0.58	0.57	0.577	0.58	0.37	0.47
T04 新世紀大理石磚	0.63	0.63	0.62	0.627	0.63	0.20	0.40
T05 維斯塔石板磚	0.59	0.56	0.58	0.577	0.58	0.42	0.50
T06 北美印象木紋磚	0.56	0.56	0.56	0.560	0.56	0.25	0.40
G01 億載石石板磚	0.56	0.54	0.53	0.543	0.54	0.39	0.47
G02 地原石石板磚	0.55	0.56	0.57	0.560	0.56	0.36	0.44
G03 瓷質拋光磚	0.60	0.62	0.63	0.617	0.62	0.30	0.40
G04 地磚	0.52	0.52	0.55	0.530	0.53	0.30	0.40

OY-PSM

品名	Test 1	Test 2	Test 3	平均值	C.S.R 值 (W)	Test 1	Test 2
T01 奧瑞砂岩石板磚	0.62	0.64	0.65	0.637	0.64	0.63	0.64
T02 朱諾花崗石	0.60	0.61	0.63	0.613	0.61	0.66	0.62
T03 琳琅灰石板磚	0.55	0.57	0.57	0.563	0.56	0.63	0.59
T04 新世紀大理石磚	0.43	0.46	0.42	0.437	0.44	0.65	0.49
T05 維斯塔石板磚	0.57	0.56	0.55	0.560	0.56	0.62	0.58
T06 北美印象木紋磚	0.57	0.57	0.57	0.570	0.57	0.62	0.58
G01 億載石石板磚	0.55	0.53	0.54	0.540	0.54	0.65	0.57
G02 地原石石板磚	0.56	0.56	0.54	0.553	0.55	0.62	0.58
G03 瓷質拋光磚	0.45	0.42	0.49	0.453	0.45	0.65	0.51
G04 地磚	0.51	0.53	0.52	0.520	0.52	0.65	0.53

OY-PSM

品名	Test 1	Test 2	Test 3	平均值	C.S.R 值 (Y)	Test 1	Test 2
T01 奧瑞砂岩石板磚	0.58	0.60	0.59	0.590	0.59	0.65	0.60
T02 朱諾花崗石	0.58	0.58	0.54	0.567	0.57	0.69	0.60
T03 琳琅灰石板磚	0.42	0.47	0.47	0.453	0.45	0.65	0.60
T04 新世紀大理石磚	0.52	0.47	0.47	0.487	0.49	0.63	0.60
T05 維斯塔石板磚	0.59	0.59	0.59	0.590	0.59	0.65	0.60
T06 北美印象木紋磚	0.54	0.56	0.55	0.550	0.55	0.67	0.60
G01 億載石石板磚	0.58	0.58	0.55	0.570	0.57	0.63	0.60
G02 地原石石板磚	0.48	0.46	0.47	0.470	0.47	0.63	0.60
G03 瓷質拋光磚	0.58	0.58	0.62	0.593	0.59	0.63	0.60
G04 地磚	0.42	0.38	0.45	0.417	0.42	0.65	0.60

ONO-PPSM

品名	Test 1	Test 2	Test 3	平均值	除以 重錘	C.S.R 值 (乾燥)	Test 1	Test 2
T01 奧瑞砂岩石板磚	123.0	123.3	123.1	123.133	0.628	0.63	135.1	135.2
T02 朱諾花崗石	123.4	123.8	123.7	123.633	0.631	0.63	119.2	119.3
T03 琳琅灰石板磚	52.7	52.9	52.4	52.667	0.269	0.27	107.1	107.2
T04 新世紀大理石磚	106.8	107.3	107.1	107.067	0.546	0.55	77.2	77.3
T05 維斯塔石板磚	98.2	98.3	98.7	98.400	0.502	0.50	131.2	131.3
T06 北美印象木紋磚	63.4	63.8	63.3	63.500	0.324	0.32	109.1	109.2
G01 億載石石板磚	78.4	77.8	78.0	78.067	0.398	0.40	70.6	70.7
G02 地原石石板磚	93.7	93.9	93.6	93.733	0.478	0.48	105.5	105.6
G03 瓷質拋光磚	125.1	125.0	125.3	125.133	0.638	0.64	55.1	55.2
G04 地磚	75.3	74.7	75.1	75.033	0.383	0.38	81.9	82.0

ONO-PPSM

品名	Test 1	Test 2	Test 3	平均值	除以 重錘	C.S.R 值 (W)	Test 1	Test 2
T01 奧瑞砂岩石板磚	128.9	129.1	129.0	129.000	0.658	0.66	149.1	14
T02 朱諾花崗石	126.6	126.2	126.4	126.400	0.645	0.64	146.1	14
T03 琳琅灰石板磚	159.7	158.6	157.9	158.733	0.810	0.81	144.7	14
T04 新世紀大理石磚	141.7	142.0	139.7	141.133	0.720	0.72	169.3	16
T05 維斯塔石板磚	152.8	154.2	153.8	153.600	0.784	0.78	170.4	16
T06 北美印象木紋磚	117.3	116.5	117.2	117.000	0.597	0.60	159.2	15
G01 億載石石板磚	144.8	146.0	147.2	146.000	0.745	0.74	168.0	16
G02 地原石石板磚	137.6	136.9	138.9	137.800	0.703	0.70	163.5	16
G03 瓷質拋光磚	149.6	149.4	147.6	148.867	0.760	0.76	162.7	16
G04 地磚	160.6	161.8	161.5	161.300	0.823	0.82	170.4	17

ONO-PPSM

品名	Test 1	Test 2	Test 3	平均值	除以 重錘	C.S.R 值 (Y)	Test 1	Test 2
T01 奧瑞砂岩石板磚	123.1	122.8	123.0	122.967	0.627	0.63	154.4	15
T02 朱諾花崗石	114.6	119.1	116.3	116.667	0.595	0.60	165.6	16
T03 琳琅灰石板磚	159.2	158.6	160.9	159.567	0.814	0.81	155.4	15
T04 新世紀大理石磚	174.5	177.6	175.3	175.800	0.897	0.90	163.8	16
T05 維斯塔石板磚	171.4	170.7	172.3	171.467	0.875	0.87	166.7	16
T06 北美印象木紋磚	146.5	145.8	146.3	146.200	0.746	0.75	157.4	15
G01 億載石石板磚	169.5	167.7	170.0	169.067	0.863	0.86	162.5	16
G02 地原石石板磚	176.4	178.3	177.3	177.333	0.905	0.90	166.3	16
G03 瓷質拋光磚	185.0	186.1	184.3	185.133	0.945	0.94	160.8	16
G04 地磚	147.4	150.5	151.2	149.700	0.764	0.76	167.1	16

BPN

品名	Test 1	Test 2	Test 3	平均值	P 值 (乾燥)	Test 1	Test 2
T01 奧瑞砂岩石板磚	71.0	71.0	72.0	71	P5	68.0	69.0
T02 朱諾花崗石	69.0	69.0	69.0	69	P5	58.0	59.0
T03 琳琅灰石板磚	64.0	65.0	64.0	64	P5	30.0	31.0
T04 新世紀大理石磚	92.0	92.0	91.0	92	P5	15.0	16.0
T05 維斯塔石板磚	68.0	69.0	68.0	68	P5	54.0	55.0
T06 北美印象木紋磚	64.0	65.0	64.0	64	P5	24.0	25.0
G01 億載石石板磚	61.0	60.0	61.0	61	P5	24.0	25.0
G02 地原石石板磚	63.0	63.0	64.0	63	P5	34.0	35.0
G03 瓷質拋光磚	87.0	87.0	88.0	87	P5	20.0	21.0
G04 地磚	58.0	59.0	58.0	58	P5	24.0	25.0

BPN

品名	Test 1	Test 2	Test 3	平均值	P 值 (W)	Test 1	Test 2
T01 奧瑞砂岩石板磚	74.0	74.0	73.0	74	P5	54.0	5
T02 朱諾花崗石	65.0	65.0	65.0	65	P5	55.0	5
T03 琳琅灰石板磚	46.0	45.0	45.0	45	P4	45.0	4
T04 新世紀大理石磚	36.0	37.0	38.0	37	P3	54.0	5
T05 維斯塔石板磚	64.0	64.0	64.0	64	P5	56.0	5
T06 北美印象木紋磚	45.0	45.0	45.0	45	P4	51.0	5
G01 億載石石板磚	40.0	40.0	40.0	40	P3	53.0	5
G02 地原石石板磚	48.0	48.0	48.0	48	P4	44.0	4
G03 瓷質拋光磚	41.0	41.0	40.0	41	P3	58.0	5
G04 地磚	48.0	47.0	48.0	48	P4	60.0	6

BPN

品名	Test 1	Test 2	Test 3	平均值	P 值 (Y)	Test 1	Test 2
T01 奧瑞砂岩石板磚	48.0	48.0	49.0	48	P4	68.0	6
T02 朱諾花崗石	30.0	29.0	28.0	29	P2	65.0	6
T03 琳琅灰石板磚	36.0	36.0	36.0	36	P3	71.0	7
T04 新世紀大理石磚	28.0	28.0	29.0	28	P2	68.0	6
T05 維斯塔石板磚	40.0	40.0	40.0	40	P3	68.0	6
T06 北美印象木紋磚	41.0	42.0	42.0	42	P3	69.0	6
G01 億載石石板磚	28.0	28.0	29.0	28	P2	66.0	6
G02 地原石石板磚	25.0	25.0	25.0	25	P2	65.0	6
G03 瓷質拋光磚	38.0	38.0	39.0	38	P3	68.0	6
G04 地磚	30.0	30.0	29.0	30	P2	74.0	7

參考文獻

國內文獻：

1. 張紘炬，1987，統計學-方法與應用，Chap 9, 329-399，華泰書局
2. 姜俊賢、陳長成、李正治、卓漢明、李振發，1993，精密量具及機件檢驗，台北，文京圖書
3. 陳嘉基、張嘉祥，1996，建築空間地坪滑倒意外研究-意外事故、墜落與跌倒死亡率之統計分析，第9屆建築研究論文發表會，台北
4. 陳嘉基，1997，建築空間地坪滑倒意外研究-意外跌倒構成因素之統計分析，第12屆全國技術及職業教育研討會，台北
5. 陳嘉基、張嘉祥，1997，建築空間地坪滑倒意外研究-地坪止滑度試驗研究，中華民國建築學會第十屆建築研究成果發表會論文集，p.415-420
6. 陳嘉基，1998，建築空間地坪滑倒意外研究—防滑材料的試驗與檢討，第三屆全國技術及職業教育研討會論文集，p.01-10
7. 洪政豪，李建興，藍木龍，2000，表面粗度曲線量測及其對界面接觸參數的影響，國立虎尾技術學院學報第三期，P151-158
8. 洪政豪，李建興，藍木龍，2000，表面粗度曲線量測及其對界面接觸參數的影響，國立虎尾技術學院學報第三期，P151-158
9. 張紹勳、張紹評、林秀娟，2000，統計分析，p18.2-18.4，松岡圖書
10. 周中明，2001，不同慢跑鞋鞋底紋路在乾溼場地之摩擦力分析，台北市立體育學院運動科學研究所碩論
11. 陳依萍，2001，女性行走時腿部肌肉負荷之分析與防滑測試，中華大學科技管理研究所碩論
12. 朱瓊如，2002，不同地面污染物對鞋底與地板間抗滑性之影響，中華大學科技管理研究所碩論
13. 郭明貞，2005，老年人用手杖腳墊紋路之研究，大同大學工業設計研究所碩論
14. 陳志勇、林彥輝、莊舜弘、李建聰，2005，地面與鞋材之摩擦效應，勞工安全衛生研究季刊，第31卷第一期，p.78-87
15. 陳志勇、盧士一，2006，工作場所滑倒事故以工程與管理方法預防之探討，勞工安全衛生研究所研究報告，台北
16. 謝孟傑、呂彥賓，2006，地板止滑性能之研究，經濟部標準檢驗局研究報告，台北

17. 顏志凌，2006，觸針式表面粗度儀與 AFM 表面粗糙度量測分析比較，正修科技大學機電工程研究所

國外文獻：

1. Irvine, C.H.，1984，Measurement of Pedestrian Slip Resistance，Professional Safety 21，30-33.
2. 小野英哲、三上貴正、永田麻由美，1988，從身體接觸時擦傷易生度及痛楚之觀點有關鋪設面輪廓評估方法之研究・日本建築學會構造系論文報告集 第 392 號，P10~17
3. 後藤和昌、山本章造、岸良和宏、石田秀輝，1991，有關於步行者空間之防滑安全性和表面形狀關聯的研究(之 1)BPN 和表面粗度之關聯・日本建築學會大會學術演講梗概集 A，P605~606
4. 山本章造、後藤和昌、永田麻由美、景山弘一、石田秀輝，1991，有關於步行者空間之防滑安全性和表面形狀關聯的研究(之 2)CSR(CSR・B)和表面粗度之關聯・日本建築學會大會學術演講梗概集 A，P607~608
5. Sherman, R. M.，1992，Preventing Slips that Result in Falls，Professional Safety 37，23-25.
6. 山本章造、後藤和昌、永田麻由美、小野英哲、石田秀輝，1992，理想步行者空間之研究(之 1)CSR 和表面粗度關聯之檢討・日本建築學會大會學術演講梗概集 A，P105~106
7. 小野英哲、三上貴正、高木直、橫山裕、北山大、高橋宏樹，1993，有關在地板防滑評估上地板表面介在物標準化之研究・日本建築學會構造系論文報告集 第 450 號，P7~14
8. 後藤和昌、山本章造、永田久雄、景山弘一、石田秀輝、小野英哲，1994，關於地板表面粗度和防滑係數關聯性之基礎研究，日本建築學會構造系論文集 第 459 號，P21~29
9. ASTM E313-93，1998，地板滑動檢驗法
10. Raoul Gronqvist, Mikko Hirvonen, Asta Toiv，1999，Evaluation of three portable floor slipperiness tests，International Journal of Industrial Ergonomics 25，85-95.
11. Haslam R.A., Bentley T.A，1999，Follow-up investigations of slip, trip and fall accidents among postal delivery workers，Safety Science 32，33-47.
12. Wen-Ruey Chang，1999，The Effect of surface roughness on the measurement of slip

- resistance , International Journal of Industrial Ergonomics 24 , 299-313.
13. JIS B 6 1, 2 1, 輪廓曲線方式用語□定義與表面性質和狀態參數
 14. Steven Di Pilla, Keith Vidal , 2 1, Slip-Resistance Measurement : The Current State of the Art , Engineering specialty Newsletter 1(1)1-5.
 15. Steven Di Pilla , 2002 , Get A Grip: Methods For Measuring Slip Resistance , Sanitary Maintenance 57 , 63-70.
 16. William English , 2003 , Pedestrian Slip Resistance, second edition, Rose Printing Company Inc. , New York.
 17. William English , 2003 , Pedestrian Slip Resistance, second edition, Rose Printing Company Inc. , New York.
 18. William English , 2004 , Ten Myths Concerning Slip-Resistance Measurement , Risk Management Consultant, Box 985, 20500, North River Road, Alva, FL33920 USA
 19. Health and Safety Executive , 2006 , Accessing the slip resistance of flooring , <http://www.VaugardOnline.com>
 20. Health and Safety Executive , 2006 , The assessment of pedestrian slip risk , <http://www.VaugardOnline.com>
 21. A. Sariisik, S. Gurcan, A Senturk , 2007 , Description of slipping test methods and application study on travertine by ramp slip meter , Building and Environment 42 1707-1710.
 22. Ceramic Tile Institute of America, Inc. , 2007 , Endorsement of Portable Test Methods and Slip Prevention Standards for Existing Flooring , <http://www.stonesource.com> (slip.html)
 23. Jeff Green , 2007 , What Stone Specifiers Should Know About Slip Resistance and the ADA , <http://www.stonesource.com/slip.html>.

所內研究報告:

1. 褚政鑫 , 2020 , 人行面磚防滑測試(含導盲磚)之研究-以 CNS16106 試驗法試驗。
2. 褚政鑫 , 2015 , 地坪防滑改善對策之研究。
3. 王順治 , 2015 , 住宅衛浴空間及廚房地坪之防滑實測研究。
4. 王順治 , 2013 , 騎樓及無遮簷人行道陶瓷面磚之防滑係數研究。
5. 褚政鑫 , 2015 , 地面材料防滑性能檢測之研究。

國內外防滑相關規範:

1. 中華民國 CNS 3299-12〔陶瓷面磚試驗法-12 部:防滑試驗法〕
2. 中華民國 CNS 16106(人行面磚防滑性試驗法-濕式擺錘法)
3. 中華人民共和國「建築地面工程防滑技術規程」(JGJ/T331-2014)
4. AS 4586-2013 - Slip Resistance Explained (Australia)
5. HB 197-1999 - Standards Australia
6. 日本国土交通省、高齢者、障害者等の円滑な移動等に配慮した建築設計標準

各類使用場所騎樓地坪防滑性能之研究

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：楊詩弘、杜功仁、林宗嵩、林曉韓

出版年月：111年12月

版次：第1版

ISBN：978-626-7138-85-4