

人行面磚防滑測試(含導盲磚)之研究 -以 CNS16106 試驗法試驗

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 109 年 12 月

人行面磚防滑測試(含導盲磚)之研究 -以 CNS16106 試驗法試驗

計畫主持人：褚政鑫

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 109 年 12 月

目次

表次.....	III
圖次.....	V
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與目的.....	2
第二節 相關名詞定義.....	8
第三節 研究範圍與限制.....	10
第四節 研究方法與研究流程.....	11
第二章 相關規範及文獻回顧.....	13
第一節 國內規範回顧.....	13
第二節 滑倒.....	17
第三節 防滑係數量測原理.....	20
第四節 本所防滑相關研究.....	23
第五節 本所防滑係數量測儀器介紹.....	26
第三章 實驗規劃.....	33
第一節 磁磚防滑試驗機組(OY-PSM).....	35
第二節 擺錘防滑試驗儀.....	40
第三節 地坪試體選擇.....	44
第四節 介面材料.....	47
第四章 初步試驗結果與後續研究.....	49
第一節 初步試驗結果.....	49
第二節 小結.....	65
第五章 結論與建議.....	69
第一節 結論.....	69

第二節 研究建議.....	72
附錄	75
參考文獻.....	83

表次

表 1-1 臺北市事故傷害死亡原因(以事件區分).....	3
表 1-2 臺北市事故傷害死亡原因(以年齡區分).....	4
表 2-1 本所地面材料防滑相關研究報告.....	23
表 2-2 本所有關防滑係數檢測儀器簡介.....	30
表 3-1 磁磚防滑試驗機 C. S. R 值、C. S. R•B 值測定分析表.....	37
表 3-2 擺錘止滑檢測儀 (BS 7976) 測試值與滑倒風險性關係表..	43
表 3-3 擺錘防滑試驗儀(CNS16106)測試值與級別關係表.....	43
表 3-4 依據 CNS 標準地磚之性質規定一覽表.....	44
表 3-5 本研究預計採用之試體一覽表.....	47
表 4-1 本次研究採用之 8 種常見地面材料(A&B).....	50
表 4-2 本次研究採用之 8 種常見地面材料(C&D).....	51
表 4-3 本次研究採用之 8 種常見地面材料(E&F).....	52
表 4-4 本次研究採用之 8 種常見地面材料(G&H).....	53
表 4-5 本研究採用之介面材料.....	54
表 4-6 本次研究採用之情境模擬.....	55
表 4-7 本研究磁磚防滑試驗機之測試情形.....	56
表 4-8 本研究擺錘防滑試驗儀之測試情形.....	57
表 4-9 本研究各人行面磚比較表.....	67

圖次

圖 1-1 1986 至 2018 年臺灣地區事故傷害死亡主要原因及其死亡率.	2
圖 1-2 人行道常見之建材.....	7
圖 1-3 汙損之人孔蓋.....	7
圖 1-4 擺錘防滑試驗儀	7
圖 1-5 人孔蓋施予塗料提升防滑性能.....	7
圖 1-6 研究流程圖.....	12
圖 2-1 防滑條處理.....	14
圖 2-2 摩擦力與摩擦角.....	17
圖 2-3 表面靜摩擦係數量測方法.....	20
圖 2-4 靜摩擦角量測方式.....	21
圖 2-5 ASTM E303 英式擺錘止滑檢測儀.....	22
圖 2-6 以絞接撐桿方式量測地板之防滑性能.....	22
圖 2-7 可變角度止滑計.....	26
圖 2-8 水平測力計(Horizontal pull-meter).....	27
圖 2-9 ASM 825 防滑計.....	27
圖 2-10 擺錘止滑檢測儀(Sigler, 簡稱 BPST).....	28
圖 2-11 磁磚防滑試驗機.....	28
圖 2-12 斜坡式地面材料防滑性能測試台(Ramp slip meter).....	29
圖 3-1 磁磚防滑試驗機.....	35
圖 3-2 18°之角度向斜上方施力示意圖.....	36
圖 3-3 擺錘止滑測驗儀.....	40
圖 3-4 試體固定座.....	41
圖 3-5 具方向性之地面材料.....	45
圖 3-6 非均勻表面之地面材料.....	45
圖 3-7 非單一材質之地面材料.....	46
圖 3-8 防滑不佳之洗石子地.....	46

圖 3-8 黑色金鋼砂防滑條.....	43
圖 3-9 透明浴室防滑條.....	44
圖 3-10 浴室止滑劑.....	46
圖 4-1 磁磚防滑試驗機組檢測過程.....	53
圖 4-3 擺錘防滑試驗儀檢測過程.....	53

第一章 緒論

隨著臺灣高齡社會，甚至超高齡社會的加速到來，高齡者的比例相對增加，而高齡者相對年輕人更難有摔倒的本錢，只要一摔倒痛個10天半個月都是常有的事，甚至進醫院都不無可能，而為使高齡者能在外行走安心，因此防範行人於人行道路滑倒之安全應更加重視才對。

國內滑倒事故頻傳，不但造成生命傷亡亦為健保之沉重負擔，依據相關文獻回顧，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之一，且國內亦有多條相關法令規定鋪設地面材料必須防滑。

人行道之組成元件很多，路面採用之材料通常係採用面磚進行鋪設，並在其上加上必要設施，如標線、樹穴、公車等候亭及導盲磚…等。而行走其上最直接接觸的即為人行面磚，也可以說若掌握人行面磚的防滑程度，應該大致可確保行人安全避免滑倒，因此於民國98年經濟部標準檢驗局參考日本JIS A1509-12標準，制訂國內針對陶瓷面磚之防滑規範(CNS 3299-12：陶瓷面磚防滑性試驗法)，並於100年9月29日發布進行修訂，而本所配合標檢局所制訂之國家標準，引進國內第1台符合CNS 3299-12標準之磁磚防滑試驗機組，並根據該標準之實驗步驟、實驗結果、適用對象及實驗再現性等數據進行試驗。

另隨著現地實驗的需要及對於道路鋪面防滑之安全性，益加重視。為確保行人之安全，經濟部標準檢驗局於108年9月23日制定公布CNS 16106：2019「人行面磚防滑性試驗法—濕式擺錘法」，使道路鋪面防滑安全之試驗有所依據。

爰本研究將就兩者之實驗數據、實驗限制等項進行比對，使得更加清楚新規範實驗儀器之特性，並藉此增加人行面磚防滑實驗基礎資料，遂進行本次之研究。本章主要說明研究之緣起與目的，研究背景說明，並界定研究範圍、定義相關名詞，及敘明研究方法及流程。

第一節 研究緣起與目的

(一)研究緣起

由衛生福利部國民健康署2018年及2019年國民健康署年報統計資料指出，在65歲以上老人方面，2018年臺灣老人因事故傷害死亡者有3,141人，為老人第九大死因，此項為瞬間發生事故，其餘死因皆為長期疾病所致，而跌倒（落）在老人事故傷害死因中居前3名，可由圖1-1可知跌倒(落)之傷害死亡率有越來越增高之趨勢，到2018年甚至已躍居事故傷害第3位，讓人不得不慎。

而老人跌倒（落）死亡率大致隨著年齡而升高，該年報中指出，根據2013年「國民健康訪問調查」結果顯示，65歲以上老人自述過去一年跌倒比率為16.5%，跌傷且有就醫者比率為8%，另老人跌倒最常發生的前3項地點，在自宅內為「浴室／廁所、客廳、臥室」；在自宅外則是「街道或路上、菜園農地、公園或運動場」，跌倒不但影響長輩身、心、社會功能及生活品質，也加重照顧者的負擔，

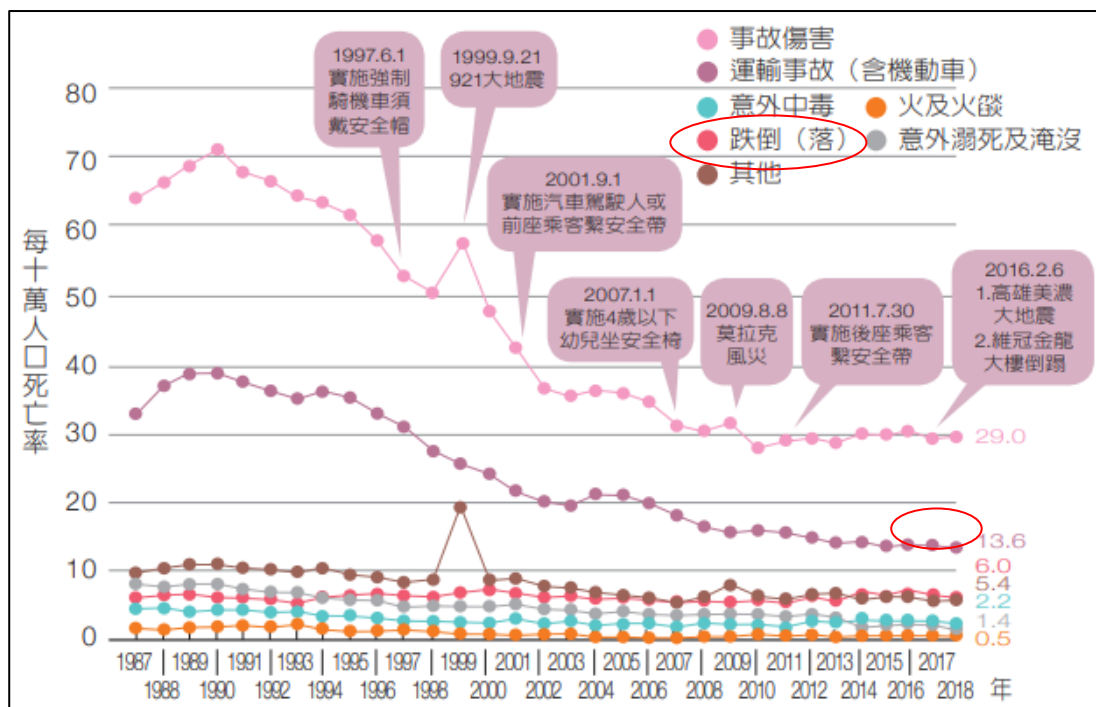


圖1-1 1986至2018年臺灣地區事故傷害死亡主要原因及其死亡率

資料來源：衛生福利部國民健康署2018年及2019年國民健康署年報

根據106年「臺北市事故傷害-跌倒(落)死因分析」報告指出，若以事故傷害種類區分，臺北市以運輸事故最多，其他依序為跌倒(落)、窒息、毒害物質、溺水、火災等，民國97年至105年間大致上呈現遞增趨勢，105年死亡人數457人，較97年增加68人(增17.48%)，其中以火災增幅為100%最多，其次為窒息，跌倒(落)再次之(詳表1-1)。就性別觀察，兩性主要事故傷害死亡原因皆以運輸事故及跌倒(落)為主。若以各年齡組觀察，0-14歲兒童以窒息為主；15-64歲勞動人口以運輸事故最多，跌倒(落)人數次之；65歲以上老年組則反以跌倒(落)為主，運輸事故次之，故不可輕忽老年人口跌倒之問題(詳表1-2)。

表1-1 臺北市事故傷害死亡原因(以事件區分)

單位：人								
年 別	總 計	運輸 事故	跌倒 (落)	窒 息	中 毒	溺 水	火 災	其 他
97 年	389	153	91	19	25	26	6	69
98 年	377	165	72	24	26	17	7	66
99 年	359	154	83	26	20	16	6	54
100 年	402	147	100	26	16	27	5	81
101 年	430	152	96	24	19	14	16	109
102 年	406	150	88	21	28	15	9	95
103 年	458	142	118	23	31	16	6	122
104 年	435	131	99	34	35	22	8	106
105 年	457	159	122	32	28	25	12	79
105 年較 97 年增減%	17.48	3.92	34.07	68.42	12.00	-3.85	100.00	14.49

資料來源：106年「臺北市事故傷害-跌倒(落)死因分析」報告

表1-2 臺北市事故傷害死亡原因(以年齡區分)

事 故 類 型	總 計	單位：人				
		性 別		年 齡 別		
		男	女	0-14 歲	15-64 歲	65 歲以上
總計	3,713	2,535	1,178	90	1,703	1,920
運輸事故	1,353	921	432	19	798	536
跌倒(落)	896	635	234	15	306	548
溺水	178	136	42	9	115	54
窒息	229	141	88	33	71	125
毒害物質	228	170	58	1	199	28
火災	75	47	28	7	36	32
其他	781	485	296	6	178	597

資料來源：106年「臺北市事故傷害-跌倒(落)死因分析」報告

依據該報告說明，大部分的事故傷害通常是可以預防的，而透過有效的預防，不但可降低傷害甚可避免遺憾發生。由年齡層觀察，65歲以上老年人口死亡率較其他年齡組來的高，尤以跌倒更是老年人口死因排名第一，因此政府應針對不同族群有因地制宜的防治策略。該報告也歸納幾點：

1. 以年齡別來看，65歲以上在跌倒(落)死亡率明顯高於其他年齡組，且死亡率皆男高於女。倘 65歲以上年齡組再細分，可知年齡層越高，死亡率亦跟著提升，且死亡率大致呈現男高於女。
2. 跌倒死亡人數在各月份間的分布統計，以 4、9、12 月次數最多。

因此對老人而言，老化帶來肌力退化、行動遲緩、反應力降低以及身體器官功能退化等，身體健康大不如前，年齡越高此現象越明顯，使得老人發生跌倒的機率相對提高，且跌倒更易造成更嚴重的傷害，包括髖關節骨折、其他部位骨折、軟組織傷害或頭部外傷等，另在季節變化時容易造成高齡者身體的不適，進而影響老人的生理健康，更易跌倒，而造成老人心理傷害之陰影，因害怕再次跌倒，無形中限制自我活動，使身體功(機)能愈來愈差，造成家庭及社會的負擔。

台灣有1,120人因跌倒而導致死亡，在事故傷害總人數佔17%；而1999年勞委會報告說明，台灣有10.72%的職業傷害是由於滑倒與跌倒所造成；國民健康局統計，每年約有五分之一的老人曾發生跌倒意外（蔡益堅等，2007）；另陳嘉基教授1996年對國內所作之研究調查，亦顯示有超過五成的人曾在家裡發生跌倒或滑倒意外。滑倒是許多人日常生活或工作中的共同經驗，根據行政院衛生署統計資料推算，台灣地區每年約有三百三十六萬人因滑倒而受傷，其中以幼童、老人、孕婦等行動不便者較為嚴重；美國兒童協會與國家安全協會調查報告顯示，美國平均每年有312萬人於家庭意外滑倒而受傷，約1萬人死於滑倒意外事故；另日本官方發表的人口動態統計資料報告亦指出，日本家中每年因滑倒而受傷約為100萬人，而絆倒、滑倒死亡人數一年有737人，其中以65歲以上老人佔多數。滑倒新聞層出不窮，不論是於公共場所或是居家環境，其實處處充滿了潛在滑倒危機，尤其台灣地區至2012年，六十五歲以上人口比例，已超過總人口數1/10，正式進入高齡化社會，台灣六十五歲以上髖股骨折患者的醫療費用，每年初估約三十億元，需支付的看護費用更是無法估計，這更是不容忽視的議題；國人對居家、公共安全之意識提升，顯示其防滑措施更是需要立即行動。

就意外發生地點而言，除家中外，其它如學校、泳池、餐廳、廁所等均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。文獻指出，跌倒或滑倒發生的原因，除自己或他人不小心為主之外（佔發生原因之52.2%），次要原因即為不安全環境所導致（佔發生原因32.9%），因此建置安全的生活環境實為當務之急。

(二)研究目的

本所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。然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，當時為國內唯一可於實驗室量測地面材料防滑之標準，然防滑性試驗法(CNS 3299-12)雖已訂定試驗方法，防滑係數值仍賴各界進行基礎資料之建置，以找出適合台灣之標準值。

近年來，一般在人行道(詳圖1-2)之使用材料多為高壓混凝土地磚、混凝土，加上陶瓷磚、導盲磚等組合，其他尚有水溝蓋、人手孔蓋等設置；鋪面瀝青道路上有標線、人手孔蓋、橋梁伸縮縫裝置等。上述材料與設置，均在現行日常生活中，時有發生行人滑倒、車輛打滑造成事故，致人員傷亡之情事。尤其有些建築地面採用光滑陶瓷磚，對於使用安全性是非常不適當。光滑陶瓷磚於潮濕時，特別滑溜，常易使行人滑倒傷害。裝設在鋪面道路之裝置，使用一段時間後，會有磨損、破損、汙損(詳圖1-3)之情形，多數因磨耗造成表面光滑，原先預設之摩擦性能隨時間降低。上述道路鋪面濕滑、磨損等造成傷殘案例層出不窮，經濟部標準檢驗局制定CNS 16106外，尚有一份對於陶瓷面磚試驗標準CNS 3299-12：2011「陶瓷面磚試驗法—第12部：防滑性試驗法」。CNS 3299-12通常為使用在室內陶瓷面磚防滑之試驗法，其試驗設備與CNS 16106採用擺式摩擦係數試驗儀或稱英式擺錘試驗儀(British Pendulum Tester)(詳圖1-4)不同，只能於實驗室執行試驗，CNS 16106可使用於室內外試驗，且可攜帶，在使用範圍上可涵蓋CNS 3299-12之範圍。至2020年3月為止，財團法人全國認證基金會在此三種標準方法之認證實驗室家數為：CNS 3299-12有2家；CNS 15834有21家；CNS 16106尚無實驗室申請認證。



圖1-2 人行道常見之建材



圖1-3 汙損之人孔蓋



圖1-4 擺錘防滑試驗儀



圖1-5 人孔蓋施予塗料提升防滑性能

資料來源：財團法人全國認證基金會認證報導第36期

又國內建築相關法規中，常有規定須採用防滑之材料，立意甚佳，惟卻使建築師、廠商或研究單位常為是否具防滑性能而感到困惑，然經濟部國家標準局因應國內環境已訂定CNS 3299-12及檢測防滑係數之試驗及流程，惟因考量防滑係數值之訂定須因地制宜，須考量該地場所之現場條件，才可就其現場因素訂定防滑係數值，惟訂定防滑係數之訂定非一朝一日可完成，但臺灣人口高齡化卻越來越嚴重，導致跌倒事件越來越多；又因國內建築相關法規中，常有規定須採用防滑之材料，立意甚佳，惟卻替建築師、廠商或民眾常常為是否具防滑性能而感到困惑，故於防滑係數之標準值訂定前，為使大眾能瞭解如何經由防滑改善提升住家安全性，以減少年長者、年幼者，甚至於各年齡層之滑倒傷害，爰進行本案測試研究。

第二節 相關名詞定義

本文為研究需要，先對相關名詞、用語作明確定義，為避免造成名詞混淆，定義多依現行法令規定，如法令未規定者，則由本研究參酌相關研究文獻定義，各名詞定義條列如下：

1. 地面材料：目前法令並無相關定義，在本研究中泛指應用於地面表面之材料，包括磁磚、木板、石材等，與CNS相關標準中之「地板材料」、「地坪材料」類似，本研究參考建築技術規則相關用語，統一稱之為地面材料。
2. 陶瓷面磚：主要用於牆面及地面具裝飾及作為保護用之裝修材料，以黏土或其他無機質原料加以成形、經高溫燒結而成、厚度未滿40mm之板狀不燃材料（依據CNS-9737陶瓷面磚總則），本研究洽詢經濟部標準檢驗局，磁磚通稱為陶瓷面磚。
3. 滑倒 (slip)：指同一水平面上之跌倒¹。
4. 防滑：簡而言之，就是可讓人行走並避免滑倒。
5. 摩擦力(friction)：當兩物體相接觸，其中一物體傾向沿著接觸面相對於另一物體移動所產生之抵抗力²。
6. 防滑地面 (non-slip surface)：對步行者作用地面表面的力，提供足夠的摩擦力使行走安全³。
7. 靜摩擦係數(static coefficient of friction, SCOF)：正好能克服摩擦力所需之力與其正向力之比值⁴。為材料在靜止狀態所作之止滑測試，紀錄物體產生滑動時所需之力量即為其靜摩擦係數。
8. 動態摩擦係數 (dynamic coefficient of friction, DCOF)：材料在相對移動之狀態下所作之測試值。

¹：依據「國際疾病傷害及死因分類標準」之定義。

²：依據 CNS「陶瓷面磚或類似材料表面靜摩擦係數試驗法」2. 用語定義。

³：依據 The assessment of pedestrian slip risk, " provides sufficient frictional counterforce to the forces exerted in walking to permit safe ambulation。

⁴：同註 2

9. 防滑係數 (slip index)：地面防滑之程度之衡量指標，因測試儀器之不同，理論上分為靜摩擦係數及動摩擦係數，惟目前在應用上，通常以防滑係數稱之⁵，與CNS相關標準中之「止滑係數」意義相同，本研究針對防滑測試儀器測得之數值，統一稱為防滑係數。
10. 英式擺錘值(British pendulum number, BPN)：使用擺錘摩擦試驗儀量測之無因次防滑性值⁶。
11. 突沿(nosing)：用以改善階梯前緣防滑性之設置。
12. 輪廓表面(profile surface)：具有經設計突起之幾何圖案提供體積置換之表面。
13. 防滑性值(slip resistance value, SRV)：試樣依本標準試驗及計算所得英式擺錘值(BPN)之平均值，不論其表面為水平或傾斜。
14. 滑動阻抗(slip resistive)：人行表面之性質，由具有摩擦力足以使人員橫跨其表面而無不合理的滑倒之風險。
15. 腳踏面(step tread)：階梯之水平表面。

⁵參考「Ten Myths Concerning Slip-Resistance Measurement」。

⁶CNS 人行面磚防滑性試驗法-濕式擺錘法

第三節 研究範圍與限制

本所安全安心生活環境科技計畫主要目的為為我國即將進入高齡社會，面臨人口快速老化、家庭與生活型態改變、社會價值等變遷，必須以更前瞻整體的政策規劃，以滿足高齡者對因應生命歷程之環境設計、支持健康照顧環境之空間品質，符合特殊身障需求空間及心理認知障礙空間、環境法令政策亟待更新與整合等多元需求，打造讓長者享有健康快樂有尊嚴的老年生活。

根據經濟部標準檢驗局之防滑相關標準中，有關檢測行人行走防滑性之標準為CNS 3299-12「陶瓷面磚試驗法-第12部防滑性試驗法」及CNS 16106，因此本研究將使用本所全人關懷實驗室中已建置之陶瓷面磚試驗機及擺錘防滑試驗儀作為試驗之機具，並以人行面磚作為試驗之基本材料，量測其在模擬環境下之防滑係數值，進行交叉試驗並進行分析，惟考量本所實驗室場地大小、研究人力數量及研究時間長短等限制，將僅就市面上常用之人行面磚進行研究及分析。

第四節 研究方法與流程

本研究採用之方法主要包括文獻蒐集及分析、實際試驗及統計分析方法等。

一、研究方法

1. 文獻蒐集：國內外相關研究文獻蒐集及比較分析。
2. 實際試驗：取得國內常見之地坪材料，並蒐集國內常見用於地面磁磚之防滑改善材料(方式)，再以本所全人關懷建築實驗室之磁磚防滑試驗機及擺錘防滑試驗儀，分別檢測其防滑係數。
3. 統計分析：透過蒐集之各種式面常用之人行面磚，並以前述 2 種儀器進行施作得其防滑係數，並針對其防滑效力、管理維護方式、施作方法、施作費用及試驗儀器方法比較等項進行分析，並模擬乾燥、潮濕、清潔劑及油污等狀況之進行測試，以提供人行面磚之基礎資料及相關建議注意事項，且提供相關單位及民眾參考。

二、試驗規劃

(一) 量測儀器

防滑係數量測儀器：採用 CNS3299-12 方法之「磁磚防滑試驗機組」外，也採用去年公布之 CNS16106 方法之「擺錘防滑試驗儀」，作為量測防滑係數之儀器。

(二) 試驗規劃

1. 蒐集國內常用於人行面磚，再以本所全人關懷建築實驗室之磁磚防滑試驗機及擺錘防滑試驗儀，檢測其防滑係數值。
2. 不同情況下量測防滑係數之差異性試驗：以兩種儀器分別量測人行面磚等地面材料乾燥、潮濕、清潔劑、油污等狀態之防滑係數，

並進行 2 種儀器間之比較及關聯性。

三、試驗結果分析

1. 統計分析：以相關性檢定及線性迴歸分析法，分別檢討分析防滑係數值之關聯性。
2. 模擬環境分析：透過實驗數據進行其不同環境時防滑效力、管理維護方式、施作方法、施作費用等項進行分析，以提供於地面濕滑時，各式人行面磚之相關建議注意事項。

四、研究流程圖

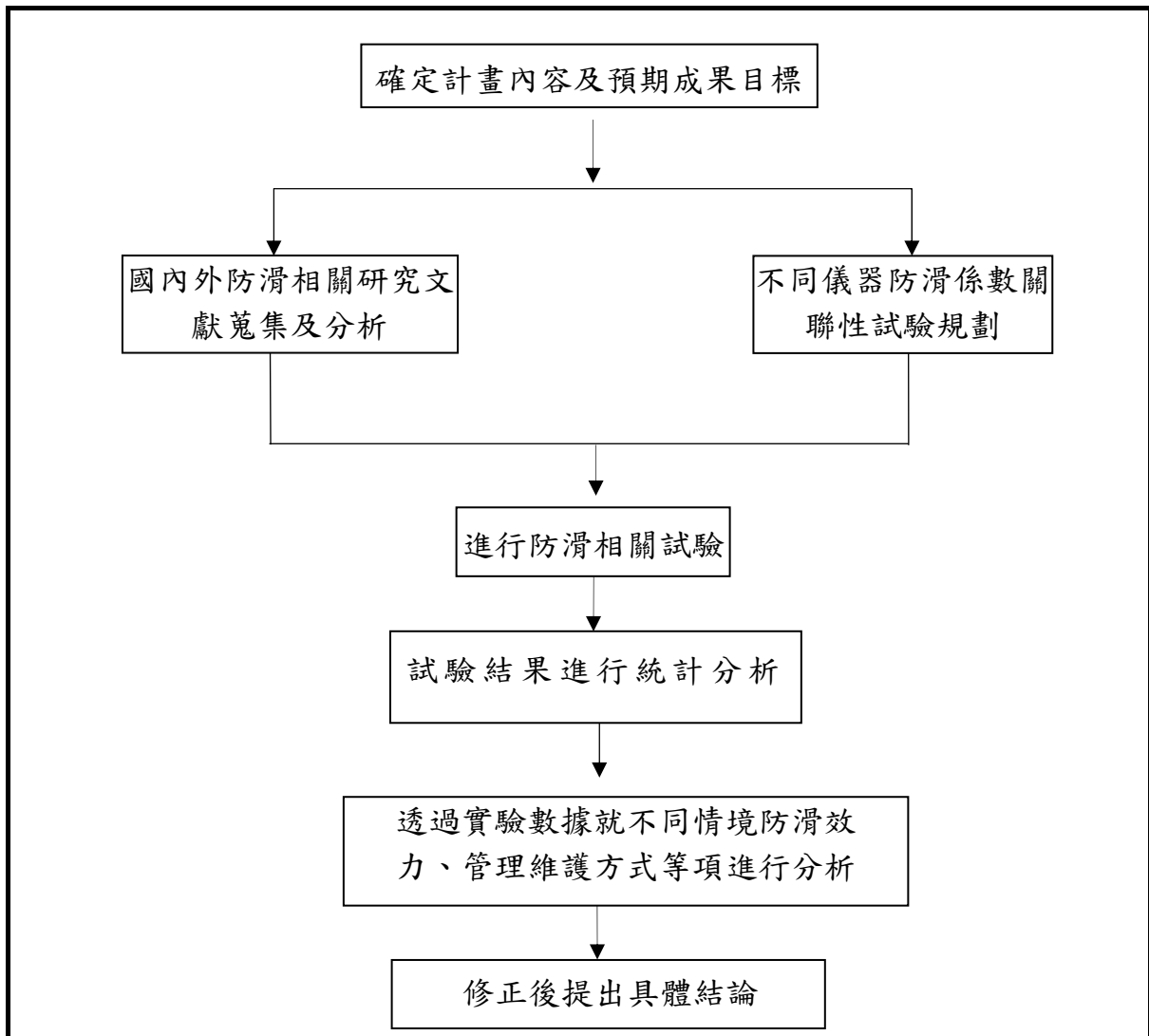


圖 1-6 研究流程圖(本研究整理)

第二章 相關規範及文獻回顧

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。

第一節 國內規範回顧

經查在國內與防滑相關的法規中，因建築物無障礙設施設計規範係為個人身體因先天或後天受損、退化，如肢體障礙、視障、聽障等，導致在使用建築環境時受到限制者之行動不便者，以及另因暫時性原因導致行動受限者，如孕婦及骨折病患等暫時性行動不便者所規定，因此對於防滑之要求多，其餘規定就比較零星，本研究整理如下所述：

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（如圖2-1）。

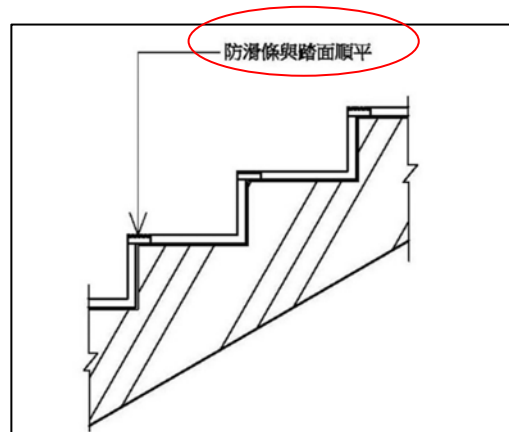


圖2-1 防滑條處理

資料來源：建築物無障礙設施設計規範

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、《身心障礙福利機構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、《國民住宅社區規劃及住宅設計規則》

第73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。

六、《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：

一、坡道之坡度，不得超過一比八。

二、坡道之表面，應為粗面或用其他防滑材料處理之。

七、《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。

八、《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。

九、《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。

從以上可以看出，我國有關防滑的法規雖多，卻尚無明確規定最低防滑摩擦係數、或量測儀器與方法。

第二節 滑倒

一、摩擦之基本概念

當兩接觸體出現相對運動時，接觸面會產生作用力和反作用力，反作用力為阻止或抑制此物體滑動之力，此力稱為摩擦力。摩擦力可用下列公式表示：

$$F = \mu N$$

其中 F ：摩擦力 μ ：摩擦係數 N ：垂直反作用力

當一個作用力 P 作用於物體上時，在地面的反作用力 R 和垂直作用力 N 間有一個夾角 ϕ ，此 ϕ 角稱為摩擦角(如圖 2-1)， $\tan \phi$ 可代表摩擦係數：

$$\tan \phi = \frac{F}{N} = \frac{\mu N}{N} = \mu$$

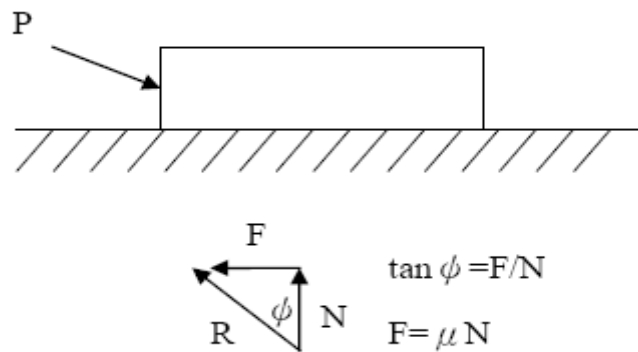


圖 2-2 摩擦力與摩擦角

摩擦係數又可分為靜摩擦係數(μ_s)和動摩擦係數(μ_d)，其差別在於動摩擦係數有相對運動產生，而靜摩擦係數則無。接觸面的水平作用力遞增時，其 μ_s 也遞增，在水平作用力無法超越摩擦力時，接觸面仍能維持靜態平衡。但 μ_s 增加到一定極限後，即無法再增加，此最大極限稱為最大靜摩擦係數，一旦當水平作用力超過了最大靜摩擦係數所能提供之摩擦力，物體即會產生運動，此時摩擦係數值會下降，而此時的摩擦係數為動摩擦係數。最大靜摩擦係數為一定值，而動摩擦係數為可變值，其值隨兩接觸面之相對移動速度改變而改變，

速度愈快則動摩擦係數愈小。

二、滑倒之力學現象

走路時是否產生滑溜和滑倒的現象與腳在地面上之作用力有密切關係。走路時腳跟與地面接觸會在地面上產生水平作用力(F_H)與垂直作用力(F_V)，若 $F_H / F_V \leq \mu_s$ 則滑溜不會產生，但若 $F_H / F_V > \mu_s$ 滑溜就會產生；一旦產生滑溜時，若 $F_H / F_V \leq \mu_d$ 則滑溜不易持續，反之若 $F_H / F_V > \mu_d$ 則滑溜容易持續並導致身體失去平衡而跌倒 (Irvine, 1978; Strandberg, 1983)，其中 μ_s 與 μ_d 代表了摩擦供應量 (friction available)，而 F_H / F_V 則為摩擦需求量 (friction demand)，防滑之基本要求即是要確認走路時摩擦供應量必需大於摩擦需求量 (Grönqvist, 1999; Grönqvist et al., 2001)。

走路時腳跟在著地的瞬間產生向前滑的情況非常普遍 (Irvine, 1978)，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。Leamon & Son (1989) 稱這種滑行為微滑 (microslip)，Leamon & Li (1990) 定義滑行在 3 公分以內者為微滑，若超過 3 公分範圍則吾人即可感覺到腳跟的滑動，滑行距離太長的話則身體之重心容易失去平衡而無法控制，以致發生跌倒之現象。Perkins (1978)；Strandberg & Lanshammar (1981)；Leamon & Li (1990) 等學者主張腳跟著地時滑行距離的長短是決定是否會造成跌倒之主要因子，若滑行距離超過 10 公分，則會發生跌倒之現象。腳跟著地後向前滑行的速度也會影響跌倒是否發生，若腳跟著地時滑行速度超過 0.5 m/s，跌倒之可能性很高。

當走路時，腳與地面之接觸可分為三個階段 (Perkins, 1978；Strandberg & Lanshammar, 1981)：腳跟著地、腳掌貼地和腳尖離地。在腳跟著地時，身體之重心位於前腳跟之後方，由於重心必須往前移，前腳跟會對地面產生一個向前之推力。此推力若大於前腳跟與地面間之摩擦力，則會產生向前之滑行；當前腳跟著地發生滑溜的情，

身體於尋求平衡之過程中，腳踝關節將本能地迅速轉動，使鞋底與地面完全接觸，以阻止滑溜繼續發生(Myung et al., 1993)。當滑溜速度過快，以至於腳踝關節反應不及或摩擦力無法於滑行一定距離內停止滑溜，則跌倒之機率大增。在腳掌貼地至腳尖離地期間，腳掌與腳尖會對地面施予一向後之推力，此推力若大於腳底與地面間之摩擦力，則會產生向後滑溜的傾向。

鞋底與地板間之摩擦力是探討防滑之主題，而摩擦係數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(Chang et al., 2001a; Chang et al., 2001b; Chang et al., 2001d)。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。

除了考量 μ_s 以外，也有學者(Goldsmith, 1986; Strandberg & Lanshammar, 1981)主張使用 μ_d 作為防滑量測的項目，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。

第三節 防滑係數量測原理

依據美國國家安全委員會 1996 年的統計資料指出，自 30 年代研發出第 1 種抗滑性測量器材(Hunter 滑度計)以來，至少以研發出 70 種以上不同的滑度計。惟目前之測試儀器尚有以下問題：

1. 此類儀器的輸出值，並非永遠一致，且尚無已知的方法，來計算各類摩擦計所得結果的相關性。部份文獻質疑，此部分是因大多數器材均有本身的誤差，及操作者的差異所造成（Steven Di Pilla & Keith Vidal, 2001）。
2. 靜摩擦係數(SCOF)與防滑係數兩詞常互換使用。雖然靜摩擦係數一詞較常用於理論及實驗室測試，而防滑係數一詞則包含現場測試要觀察的數種變數(例如地板的污染物及鞋子表面)。雖然此類測量早期多稱為靜摩擦係數，但目前多使用防滑係數。

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 (slip index) 衡量。防滑性能量測方式，若以其量測原理劃分，主要可區分為下列三種方式：

一、利用靜摩擦係數量測原理

使用拖橇式(drag sled)原理，物體開始滑動所需的水平拉力除以物體質量(垂直重力)等於靜摩擦係數(如圖 2-2)。其公式為：

$$H/V=SCOF$$

其中 v 為荷重(與接觸面垂直方向之力)， H 為水平方向之拉力

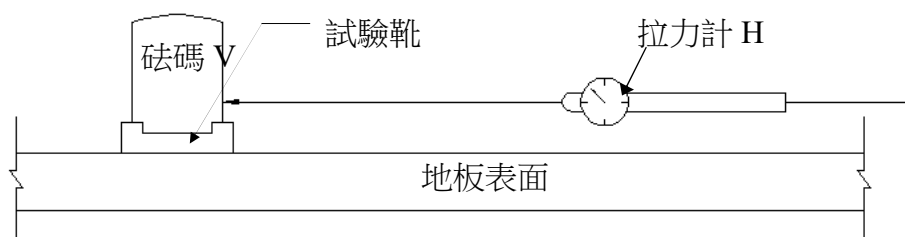


圖 2-3 表面靜摩擦係數量測方法

圖來源：「*Pedestrian Slip Resistance*」 p.7 本研究翻譯

另一種靜摩擦係數測量方式，係將測試面置放於可調整角度之斜面上，並由水平位置開始逐漸加大斜面之傾斜角度，直到測試面與斜面間開始滑動時，其此時斜面與水平面夾角之 $\tan$ 值亦為靜摩擦係數（如圖 2-3）。

$$\mu_s = \tan \theta_s \quad (\theta_s : \text{靜摩擦角})$$

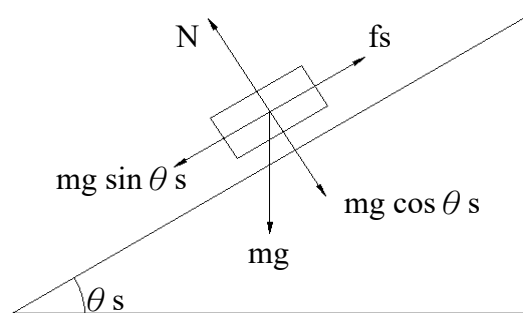


圖 2-4 靜摩擦角量測方式

資料來源：「地板止滑性能之研究」p. 4

本拖槌以及關節支柱 SCOF 類型的量測儀器，最大的問題在潮濕狀態下，都會產生相當大的黏著力（William English, 2003）。

二. 利用動摩擦係數量測原理

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，求出測試面之動摩擦係數（如圖 2-4），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，惟英國係以此儀器測試人行地面材料之防滑性能。

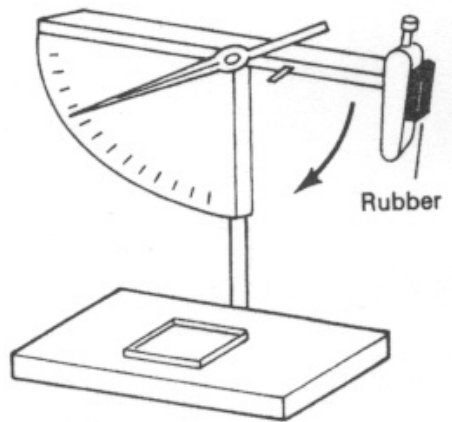


圖 2-5 ASTM E303 英式擺錘止滑檢測儀
資料來源：ASTM 網站

三. 利用傾斜之絞接撐桿(articulated strut)量測地板防滑性

使用絞接撐桿(articulated strut)原理，當撐桿由垂直位置逐漸傾斜至試驗靴開始滑動時，以絞接撐桿與垂直面夾角計算測試面之防滑性(如圖 2-5)。

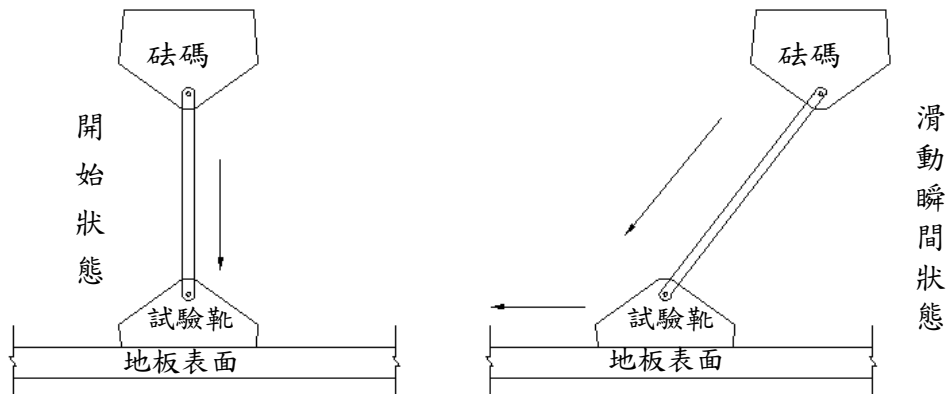


圖 2-6 以絞接撐桿方式量測地板之防滑性能
圖來源：「*Pedestrian Slip Resistance*」p.7 本研究翻譯

第四節 本所防滑相關研究

國內對防止滑倒的探討文獻及研究雖不少，但由於滑倒造成的原因及後果相當複雜，所以包括從醫學、復健、維護管理及鞋底材料等觀點探討，針對地面材料防滑係數進行研究者並不多，惟仍具相當參考價值，其整理相關研究文獻重點如後。

本所自民國 96 年起，開始進行地面材料防滑之相關研究，分別為地面材料防滑性能基準之研究與地面材料防滑性能與表面粗度關聯性之研究，並陸續購置有關防滑係數量測儀器，本年度將以 CNS16106 公布試驗方法之擺錘防滑試驗儀，與國家標準 CNS3299-12 公佈有關地面材料防滑儀器之磁磚防滑測試機進行測試比對，於模擬不同情境下，檢驗其實驗步驟、實驗結果、適用對象及實驗再現性等數據，其整理本所相關研究文獻與未來研究規劃重點如表 2-1。

表 2-1 本所地面材料防滑相關研究報告

年代	名稱	作者	研究目的	使用儀器	備註
民國 96 年	地面材料防滑性能基準之研究	何明錦 廖慧燕	1. 國內外建築防滑研究文獻與防滑法令規定之蒐集及分析。 2. 國內外地面材料防滑性能試驗方法比較分析。 3. 以不同儀器及方法進行瓷磚防滑性能試驗，並比較分析數據。	1. 手拉式水平測力計 2. 可變角度止滑試驗計 3. ASM 825 止滑計	
民國 97 年	地面材料防滑性能與表面粗度關聯性之研究	何明錦 廖慧燕 徐宏仁	1. 探討表面粗度與防滑性能關聯性 2. 以不同儀器及方法進行試驗，並比較分析數據 3. 提供未來研發地面防滑材料之參考	1. 可變角度止滑試驗計 2. 擺錘防滑試驗儀 3. 表面粗度分析儀	
民國 101 年	地面材料防滑性能檢測之研究	褚政鑫 徐志宏	1. 建立磁磚防滑測試機儀器完整的操作實驗流程。 2. 以不同儀器及方法進行試驗，檢驗其實驗結果、適用對象及實驗再現性等。 3. 提出磁磚檢驗標準之建議，作為未來法令規範防滑係數標準值之參考。	1. 擺錘防滑試驗儀 2. 磁磚防滑測試機	

人行面磚防滑測試(含導盲磚)之研究-以 CNS16106 試驗法試驗

民國 102 年	騎樓及無遮 簷人行道陶 瓷面磚之防 滑係數研究	王順治 楊詩弘	1. 蒐集國內外有關陶瓷面磚之防滑 係數等文獻與規範。 2. 針對騎樓及無遮簷人行道之陶瓷 面磚，包括不同種類、材質、表面 處理方式(方向性、非均勻表面、 非單一材質及其他材質)等，進行 實驗。 3. 提出騎樓及無遮簷人行道陶瓷面 磚防滑係數之建議值。	磁磚防滑測試 機	
民國 103 年	室內外地坪 材料防滑係 數之研究	王順治 楊詩弘	1. 針對廚房、浴廁之陶瓷面磚，包括 不同種類、材質、表面處理方式(方 向性、非均勻表面、非單一材質及 其他材質)等，進行實驗。 2. 提出廚房、浴廁陶瓷面磚防滑係數 之建議值。	磁磚防滑測試 機	
民國 104 年	住宅衛浴空 間及廚房地 坪之防滑實 測研究	王順治 楊詩弘	1. 訂定於實驗室與現場量測地坪鋪 面防滑係數之比對模式。 2. 運用可配合 CNS3299-12 之可攜帶 式防滑試驗儀器，進行至少 10 個 較易發生滑倒意外之處，如住宅之 衛浴空間及廚房等，並使用 3 種鞋 底材料進行地坪防滑測定。 3. 針對測試結果分析，提出較易滑倒 處地坪鋪面防滑建議及可配合 CNS3299-12 之可攜帶式防滑試驗 儀器現場測定之注意事項。	磁磚防滑測試 機	
民國 104 年	地坪防滑改 善對策之研 究	褚政鑫	1. 蒐集有關防滑檢測及改善等相關 文獻及標準等資料。 2. 取得國內常見之地坪材料，並蒐集 國內常見用於地面磁磚之防滑改 善材料(方式)，再以本所全人關懷 建築實驗室之磁磚防滑試驗機，分 別檢測其防滑係數。 3. 透過蒐集之各種防滑改善材料(方 式)施作前後之防滑係數，針對其 防滑提升效力、管理維護方式、施 作方法、施作費用等項進行分析， 以提供於地面濕滑欲改善時，各式 改善方法之相關建議注意事項。	磁磚防滑測試 機 擺錘防滑試驗 儀	
民國 109 年	人行面磚防 滑測試(含 導盲磚)之 研究-以	褚政鑫	1. 蒐集有關無障礙通道人行面磚(含 導盲磚)防滑檢測等相關文獻及標 準等資料。 2. 針對各種無障礙通道人行面磚(含	磁磚防滑測試 機 擺錘防滑試驗 儀	今年 執行 之研 究案

	CNS16106 試驗法試驗		導盲磚)之防滑效力、管理維護方式、施作方法、施作費用等項進行分析，並進行該面磚乾燥、潮濕等狀況時防滑係數值測試。 3. 根據測試結果歸納防滑係數值之滑倒程度高低值歸納，並增加無障礙人行面磚之基礎資料，且提供相關單位及民眾參考，有效提升民眾行的安全。		
--	----------------	--	--	--	--

資料來源：本研究整理

第五節 本所防滑係數量測儀器介紹

一、 可變角度止滑計 (English XL, 簡稱VIT)

本所前於 96 年購置第 1 台防滑係數檢測儀器：可變角度止滑計 (English XL, 簡稱 VIT)，係依據美國材料與試驗協會之標準，ASTM F1679，為規範制訂一套簡易之防滑係數檢測儀器，可適用乾燥、潮濕及已鋪設之現場。本所與標檢局使用本儀器進行試驗結果，皆顯示具相當高之可信度，為可惜的是該本標準已撤銷。



圖 2-7 可變角度止滑計

資料來源：地面材料防滑性能基準之研究

二、 水平測力計 (Horizontal pull-meter)

水平測力計為標檢局 CNS 13432 陶瓷面磚或類似材料表面靜摩擦係數試驗法，主要是用於瓷磚工廠品管測試，在乾燥時期量測係數值相當準確，惟處於潮濕及已鋪設之現場，經本所 96 年試驗結果證實有相當之誤差。



圖 2-8 水平測力計 (Horizontal pull-meter)

資料來源：地面材料防滑性能基準之研究

三、 ASM 825 防滑計

為 American Slip Meter 公司銷售的 ASM 825，是目前最被廣泛使用的靜摩擦測試儀，方便攜帶至現場量測，惟 ASM 825 被學者專家質疑在於測試溼摩擦係數時發生水的黏著效應，測得之係數會不合理的偏高，因此 ASM825 沒有被標檢局認可用來測試溼靜摩擦係數 ASM 825 防滑計，本鎖業於 96 年試驗結果證實其較不適用於潮濕狀態下之測試。



圖 2-9 ASM 825 防滑計

資料來源：地面材料防滑性能基準之研究

四、 擺錘防滑試驗儀 (Sigler，簡稱BPST)

為可攜式檢測人行面磚防滑性之檢測儀器，參考標準為 ASTM E303-03 及 BS 7976，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。



圖 2-10 擺錘止滑檢測儀 (Sigler, 簡稱 BPST)

資料來源：地面材料防滑性能基準之研究

五、磁磚防滑試驗機

參考日本 JIS A1509-12 標準，制訂國內針對陶瓷面磚之防滑規範(CNS 3299-12：陶瓷面磚防滑性試驗法)，適用於乾燥及潮濕之陶瓷材質地面材料，為目前國內測量行人行走，唯一有標準可依循之量測地面材料防滑係數儀器，惟防滑係數值尚未訂出。



圖 2-11 磁磚防滑試驗機

資料來源：地面材料防滑性能基準之研究

六、斜坡式地面材料防滑性能測試台 (Ramp slip meter)

適用規範為 DIN 51097 及 DIN 51130，為德國及歐洲等國家較常使用，地理環境及氣候因素較亞洲地區為不同，且採用人體實際進行步行測試，雖有安全帶保護，但仍具有危險性，且為提供標檢局磁磚防滑試驗機相關試驗數據，故以國內訂定國內防滑係數值為優先，爾

後將另行研擬相關試驗。

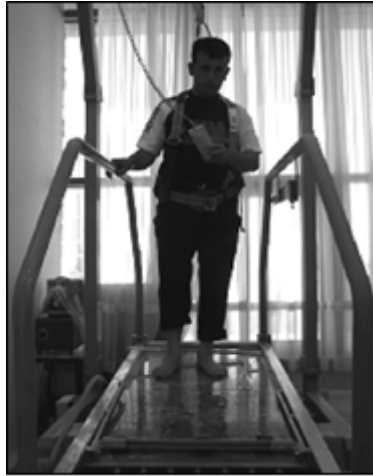


圖 2-12 斜坡式地面材料防滑性能測試台 (Ramp slip meter)

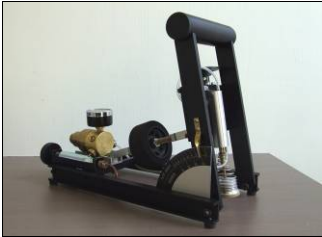
相關文獻(Health and Safety Executive, 1998; Steven Di Pilla, Keith Vidal, 2000)指出,滑倒與個人及場地等多項因素有關,而其中提升地面材料之防滑性能為較易掌握之關鍵要素,至於地面防滑性能則多以防滑係數作為衡量之指標。

綜合相關研究文獻(Raoul Gronqvist, Mikko Hirvonen, Asta Tohv, Health and Safety Executive、Ceramic Tile Institute of America、Wen-Ruey Chang、謝舜傑),發現:

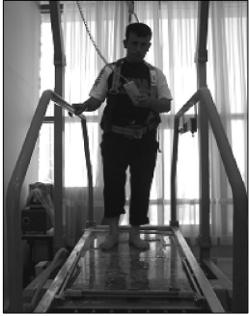
1. 防滑性能量測方式,以量測原理劃分,分別為拖橇式(drag sled)、動摩擦係數量測、及傾斜之絞接撐桿(articulated strut)原理。
2. 地面材料在乾燥時,多能符合防滑之安全標準,潮濕狀態下是否具備防滑性能始為安全之關鍵。
3. 目前各國使用之防滑儀器不盡相同,英國以擺錘式為主,德國以斜坡測試器為主,美國使用之儀器種類則較多,包括擺錘式及多種測試儀器,惟各不同儀器間,其防滑係數尚無法找到規律之公式(如表 2-2)。

綜整研究結果發現，以可變角度止滑計及擺錘式防滑計最佳，惟可變角度止滑計之規範已於 ASTM 中去除，至於擺錘止滑檢測儀同時可適用於乾燥、潮濕或有汙染之表面，並適用於所有水平及斜坡面之測試，但樓梯踏階及鼻端之測試，仍需依規定方向及角度量測，而本次研究將以 CNS 有公布試驗方法之儀器，磁磚防滑試驗機與擺錘防滑檢測儀對人行面磚地面材料之比較分析。

表 2-2 本所有關防滑係數檢測儀器簡介

	儀器名稱	試驗標準	適用條件	購買時間	照片	備註
1	可變角度止滑計 (English XL, 簡稱 VIT)	ASTM F1679(本標準已於 2006 年撤銷)	可適用乾燥、潮濕及已鋪設之現場。	96 年		96 年本所與標檢局使用本儀器進行試驗結果，皆顯示具相當高之可信度。
2	手拉式水平測力計 (Horizontal pull-meter)	CNS 13432 陶瓷面磚或類似材料表面靜摩擦係數試驗法	瓷磚工廠品管測試，不適用於潮濕及已鋪設之現場	96 年		本所 96 年試驗結果證實其不適用於潮濕狀態下之測試。
3	ASM 825 防滑計	儀器操作手冊	瓷磚工廠、及已鋪設之現場。	96 年		本所 96 年試驗結果證實其不適用於潮濕狀態下之測試。
4	擺錘防滑試驗儀 (Sigler, 簡稱 BPST)	ASTM E303-03, BS 7976, CNS16106	適用於乾燥及潮濕狀態	97 年		經濟部教準檢驗局於 108 年 9 月公布 CNS16106 人行面磚防滑性試驗法-濕式擺錘法。

第二章 相關規範及文獻回顧

5	磁磚防滑試驗機 (YASUDA)	CNS 3299-12	適用於潮濕之陶瓷材質地面材料	98 年		國內最早有標準可依循之量測地面材料防滑係數之儀器
6	斜坡式地面材料防滑性能測試台 (Ramp slip meter)	DIN 51097 及 DIN 51130	適用於乾燥、潮濕及油污之地面	99 年		1. 德國及歐洲等國家多採此試驗。 2. 受測者實際步行測試。

資料來源：本研究整理

第三章 實驗規劃

摩擦係數量測必需使用適當之量測器，而所選用之量測器必需具備以下特性 (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。

參考前期研究結果，本研究計畫使用 2 種儀器進行人行面磚防滑係數量測，皆具有上述之性質，因此主要係使用擺錘防滑試驗儀進行試驗，並搭配磁磚防滑試驗機組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係按中華民國國家標準 CNS 3299-12「防滑性試驗法」進行試驗；擺錘防滑試驗儀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，其試驗方法及分析內容如下：

試驗方法：試驗次數及數據之採用計算方面，同一樣品同一條件下於試體表面進行 5 次實驗，再分別以乾燥、潮濕、有清潔劑及有油污 4 種情況模擬表面環境之條件下，以前述步驟進行量測，總計單一試驗儀器可分為 4 種不同條件下進行試驗，每種條件各試驗 5 次，單一試體預計得量測次數為 20 次。測試時溫度應為室溫 ($23\pm5^{\circ}\text{C}$) 施行，因此本研就將室溫控制在 24°C ，減少環境因素之影響數據。

試驗分析：本期研究主要為使用磁磚防滑試驗機組及擺錘防滑試驗儀

針對各種人行面磚之防滑效果進行試驗，求得防滑數據值，並比較實驗結果，檢視不同儀器測得之防滑係數數據於統計上之關連性。因此，本期研究將尋找市面上人行道常用之面磚等地面材料作樣本，使研究結果更貼近現實生活。

本研究將依前述規定之試驗方式，並於相同溫濕度下，於相同乾燥之模擬環境下進行 2 種儀器之防滑係數值試驗，並對其結果進行比對，以求得俱防滑效果之範圍值。

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 3-1 及圖 3-2），將行人走於地面材料時所感覺的滑動程度予以量化，以作為評定的對象。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(drag sled)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，量測地面材料之防滑係數。

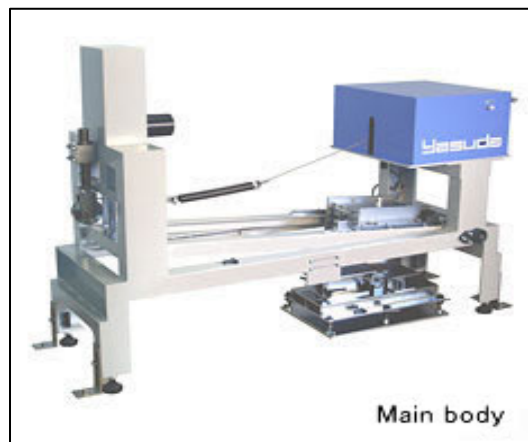


圖 3-1 磁磚防滑試驗機

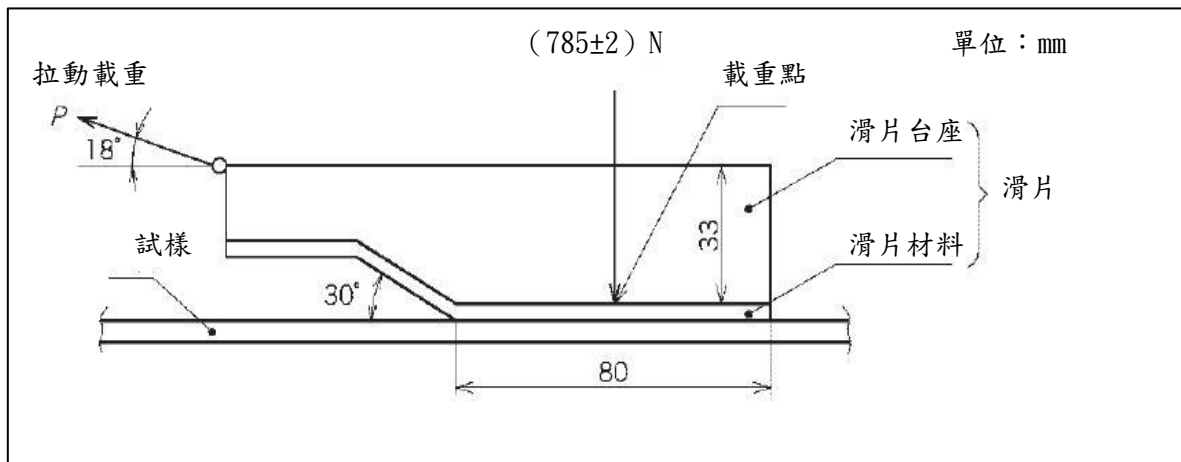


圖 3-2 18° 之角度向斜上方施力示意圖

資料來源：CNS 3299-12 陶瓷面磚試驗法

二、試驗執行

(一) 試驗步驟

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。

1. 滑片之調整：使用新滑片或施行最新之測定時，須用貼在合板上之符合 CNS 1074 所規定磨料黏度 60 程度之砂紙，施以均一力，將滑片之面向四方向刮削，並已於 100 年 9 月 29 日修訂，內容為修正滑片調整方式，略以：滑片之調整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 。
2. 試行測定時，須在 $23 \pm 5^\circ \text{C}$ 進行，且試片須於滑片不致越出之位置水平設置。
3. 在試片表面散布媒介物。
4. 在尺度 $80 \text{ mm} \times 70 \text{ mm}$ 之鋼製滑片臺座底面安裝所規定之滑片，並對滑片施加垂直載重，當滑片接觸試片表面之瞬間，以 785 N/S 之拉動載重速率，取 18° 之角度向斜上方施力。

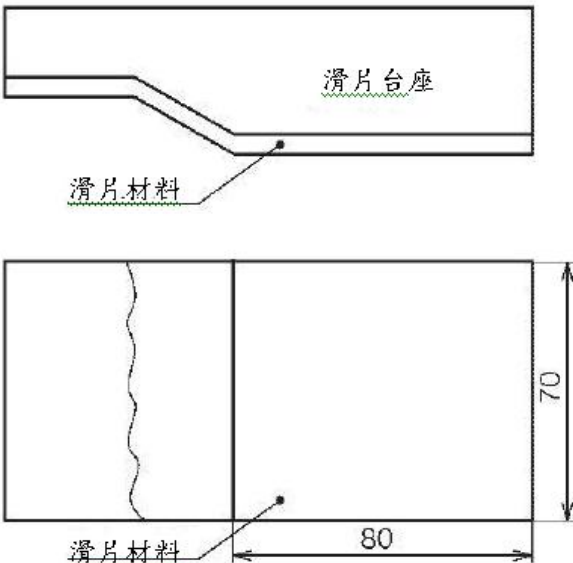
測定 C.S.R 值時，須測定拉動時之最大拉動載重 $P_{\max}$ ；測定

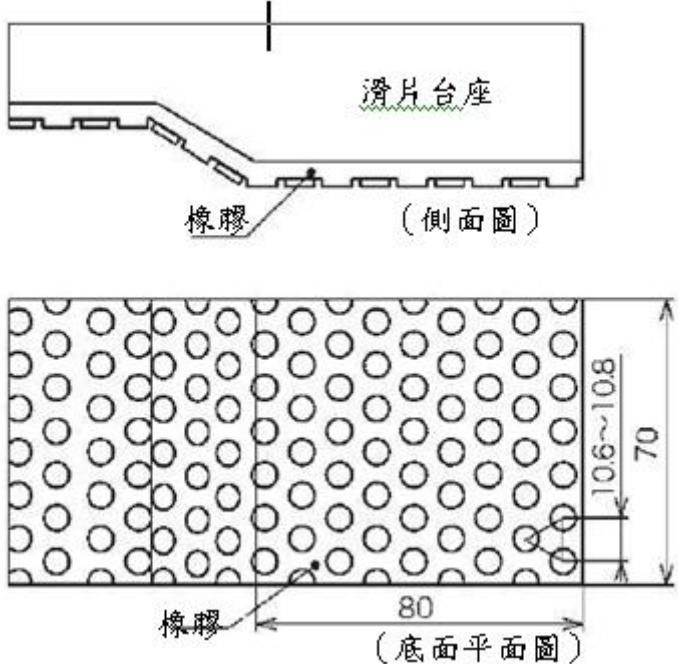
C. S. R · B 值時，須測定拉動時之最大拉動載重 $P_{\max}$ 及最小拉動載重 $P_{\min}$ （如表 3-1）。

5. 當連續進行 3 次測定之防滑係數值最大值與最小值差值小於 0.05 時，測定方能停止，將此 3 次數值平均至小數點後第二位，即為該試片之防滑係數值。
6. 每次測定後，須清除附著於滑片及試片表面之媒介物，再度將媒介物散布於試片表面進行測試。

表 3-1 磁磚防滑試驗機 C. S. R 值、C. S. R · B 值測定分析表

C. S. R 值 測定	媒介物	1. JIS Z8901 所規定之試驗用粉體第 1-7 種（砂質黏土粉體）加入約 4 倍質量之自來水混合成懸濁液作為媒介物，以 $400\text{g}/\text{m}^2$ 之份量均勻分佈於試片表面。 2. 水、肥皂水、油等其他欲測定之媒介物。
	滑片	1. EVAC（乙烯-乙酸乙烯酯共聚物）獨立氣泡發泡體片（如下圖）。 硬度：A45~55 厚度：8mm~11mm 密度：$0.30\text{g}/\text{cm}^3 \sim 0.40\text{g}/\text{cm}^3$ 2. 實際之鞋底橡膠等其他欲測定之滑片。

		
	防滑係數計算公式	$\text{C.S.R值} = \frac{P_{\max}}{W}$ 其中 $P_{\max}$：最大拉動載重 W：垂直載重
C. S. R•B 值測定	媒介物	1. JIS Z8901 所規定之試驗用粉體第 1-4 種（滑石粉體）加入約 300 倍質量之自來水混合成懸濁液作為媒介物，以 100g/m^2 之份量均勻分佈於試片表面。 2. 水、肥皂水、油等其他欲測定之媒介物。
	滑片	1. 橡膠製防滑片（如下圖）。 硬度：A70~80 突起部份之形狀：$\phi 7\text{mm}$ 厚度：平坦部份 4.5mm、突起部份 6mm~7mm

		突起排列圖案：排列成邊長 10.6mm~10.8mm 之正三角形的頂點 
	防滑 係數 計算 公式	C.S.RgB值 = $\frac{P_{\max}}{W} + \frac{P_{\min}}{W}$ 其中 $P_{\max}$：最大拉動載重 $P_{\min}$：最小拉動載重 W：垂直載重

資料來源：CNS 3299-12 陶瓷面磚試驗法

三、適用對象及限制

此種測試方式由於儀器尺寸較大，僅能於實驗室中操作，然而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。本儀器同時可適用於乾燥、潮濕或有污染之表面，但 CNS 3299-12 規範僅針對陶瓷材質之地面材料做檢測，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以使用本儀器檢測，也是本研究待觀察要項之一。

第二節 擺錘防滑試驗儀

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。

一、擺錘防滑試驗儀性能

(一) 試驗儀器

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) 等試驗標準，該試驗儀器型式如下圖。



圖 3-3 擺錘止滑測驗儀
(資料來源：本研究整理)

（二）試體固定座

由於本試驗儀器係將擺錘提上來後再釋放該擺錘，其水平衡力極大，往往會造成試體滑動，影響其測試值，因此本研究特別設置一不鏽鋼之固定座，將試體固定住，以避免試體滑動，更可減少試驗中之變數，達到較精準之試驗。



圖 3-4 試體固定座

（資料來源：本研究整理）

二、試驗執行

（一）試驗步驟

本研究依據 CNS16106「人行面磚防滑性試驗法-濕式擺錘法」之規定進行試驗，其步驟如下：

1. 調整水平用螺絲使儀器及試片保持水平後，將隔板裝入所定之位置。
2. 確定使滑動片與試片是否正確呈現接觸，以及試片背面是否水平。
3. 在滑動片可正確呈現接觸狀態，由所定拉上位置將擺錘放

下，此時應無滑動。

4. 取下隔板，由所定位上位置將擺錘放下，讀取當時擺上位置之刻度。
5. 不得再使用接觸部份之表面有明顯傷痕之滑動片。
6. 試驗在溫度 $20\pm 3^{\circ}\text{C}$ 之室內進行。

(二) 防滑係數

防滑係數係讀取儀器上擺錘擺盪後指針的讀數 BPN 值，其數值介於 0 與 150 之間，值越大表示防滑性能越好，再依據前述公式進行計算，取得平均值 SRV 值。

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。但是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，雖然對有經驗的人來說，也非完全不可能，但是對於此類測試仍以採用其他方式較佳。

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表 3-2。

表 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

BPN 測試值 (0-150)	防滑係數值 (0-1)	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：本研究依據「The assessment of pedestrian slip risk」p.3 資料整理

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 3-3。

表 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

第三節 地坪試體選擇

參考前期研究中，試體之部分可分為不同材質及不同表面處理，皆有可能影響其防滑性能，故本次研究初步分別就面磚材料與表面處理方式進行選擇，並針對期初審查委員意見，不局限於導盲磚挑選市面上常見之人行面磚，使研究結果更可接近大眾平日行走的實際狀況，。

一、試體選擇

依據中華民國國家標準，國內磁磚通稱為「陶瓷面磚」，依其特質可分為石質地磚、瓷質地磚及窯燒花崗石面磚等其性質分類如表 3-4。

表 3-4 依據 CNS 標準地磚之性質規定一覽表

項目 種類	性質 總號-類號	吸水率	蒸壓試驗	抗折強度	釉面摩耗量
石質地磚	9739-R2163	6%以下	同上	200kgf/cm ² 以上	0.1g 以下
瓷質地磚	9740-R2164	1%以下	同上	300kgf/cm ² 以上	0.1g 以下
窯燒花崗石面磚	13431-R2199	0.5%以下	同上	180kgf/cm ² 以上	0.1g 以下

資料來源：本研究參考「精工陶瓷股份有限公司」網站資料整理

依據本研究蒐集國內相關資料，發現人行面磚可分為上釉與不上釉，而其表面則有光滑及粗糙表面等處理方式，光滑表面之處理又細分為拋光與半拋光，而粗糙表面之處理之變化則更多，包括有紋路、規則與不規則變化等。

二、非平整均質之地面材料

地面材料除作為安全順暢之人行通路鋪面外，為求美觀或更高之安全性，研發出許多種類之產品，然而非均勻表面之地面材料在檢測其防滑係數時可能產生判定方面的困難，說明如下：

（一）材料具方向性

磁磚或石材經由處理，形成有規則之粗糙表面（如圖 3-5），則實驗儀器測試的方向將影響試驗結果，此外，由於磁磚防滑試驗機組及擺錘止滑檢測儀兩者實驗原理分別為拖撬式(drag sled)與擺錘式原理，當表面凹凸達一定程度時，可能影響實驗結果。

（二）材料非均勻表面

與上述第一點類似，但為不規則表面，於判讀防滑係數時會造成困擾（如圖 3-6）。



圖 3-5 具方向性之地面材料



圖 3-6 非均勻表面之地面材料

(三) 材料非單一材質

部分地面材料為求美觀，使用兩種以上材質合併製成，甚至有在磁磚表面彩繪的案例（如圖 3-7）。各種材質防滑係數不同，所佔表面積的比例及排列方式也各異，在決定此種地面材料的防滑係數時還需仔細考量。

(四) 其他

某些非上述之非平整均質地面材料的防滑性能不佳，例如現地測試結果發現，部分顆粒較小的洗石子路面在潮濕狀態時，防滑係數較好（如圖 3-8）。



圖 3-7 非單一材質之地面材料 圖 3-8 防滑不佳之洗石子地

資料來源：本研究整理

綜上所述，地面材料之變化相當多，為考慮人力、物力及時間限制，分別以材質、表面及模擬環境為變數，選擇國內較常用之人行面磚材料作為檢測對象，預計選用之試體如表 3-5，本研究目前以 6 件試體測試。

表 3-5 本研究預計採用之試體一覽表

種類	石質地磚	非平整均質地材料	導盲磚			
名稱	石質釉面地磚	洗石子	PVC 材質位置磚	PVC 材質引導磚	石質位置磚	石質引導磚

資料來源：本研究整理

日常生活中充斥各種不同之地面材料，本研究除儘量多方尋找合適之人行面磚進行研究外，也嘗試藉由廠商攜帶樣品前來本所測試的機會，獲得更多實驗數據，以期研究之完整。

中華民國國家標準 CNS15933 也針對導盲磚之尺寸、顏色、排列方式、防滑有進行規定，惟因考量取得方便，本研究採用市售且較方便取得之導盲磚為主。

第四節 介面材料

本次研究測試之介面材料主要挑選市面上方便買到，且方便模擬之常用材料，如水、清潔劑及食用油，將以均勻之方式於試體上進行塗佈，因此 3 項為最常造成地面濕滑之介質，如下雨天、清潔地板使用之肥皂水、或食物油汙附著於地面等情形，希望藉此還原現場濕滑之情形，以作為日後選擇人行面磚時之參考

第四章 試驗結果及分析比較

本章將說明試驗結果及進行分析比較，除比較人行面磚材料乾濕狀態之防滑性能外，並同時針對 2 種試驗方法進行比較分析，讓大眾可知常用之人行面磚防滑效果及試驗方法之運用時機。

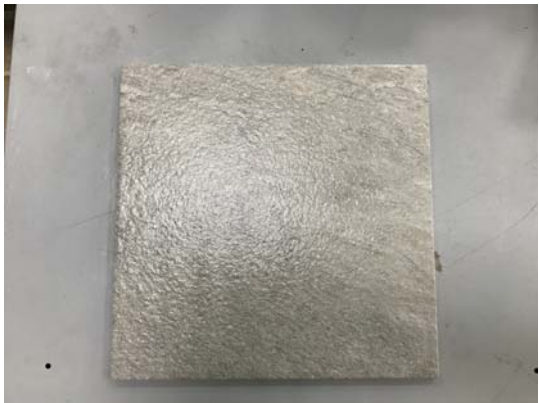
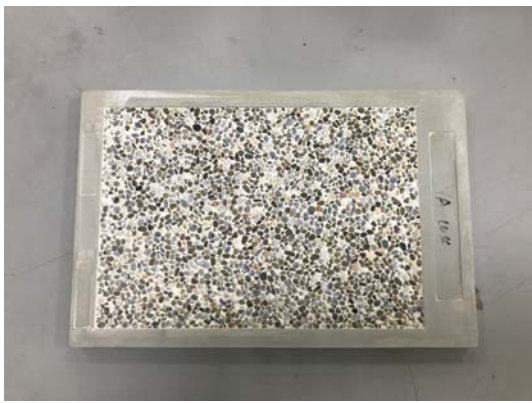
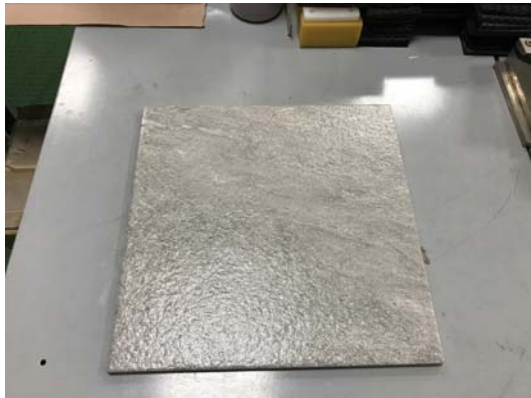
第一節 試驗結果

因市面上人行面磚材料非常多種，因考量人力、物力及時間限制等種種因素，難以就每種地面材料進行測試，故將針對目前市面上人行道路常用之地面材料進行測試，目前係規劃將 8 種人行面磚材料進行測試，目前係以乾燥、表面濕潤、潮溼多種模擬環境進行施作，再使用擺錘防滑試驗儀及磁磚防滑試驗機組進行測試，另除了使用乾燥及潮濕模擬環境做防滑測試外，將嘗試加入其他常見之改變人行面磚材料防滑性能之媒介物，如油汙，以期更趨近、重現及模擬現實生活中產生滑倒之情況。

一、 人行面磚材料基本資料說明

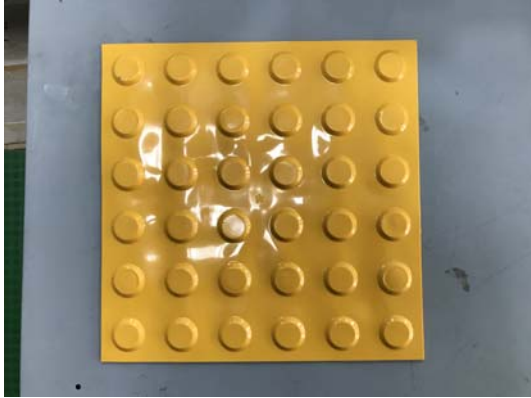
本研究中，首先挑選 8 種常見之地面材料，分別為 30x30 釉面仿古石英磚(表面上釉有紋路起伏)、20x15 洗石子面磚(表面粗造)及 30x30 PVC 材質位置磚(相對較有彈性)、30x30 PVC 材質引導磚(相對較有彈性)、30x30 石質位置磚(表面些微粗造)及 30x30 石質引導磚(表面些微粗造)，30x30 窯燒面磚(表面上無釉有突起顆粒)、30x30 釉面石英磚(表面上釉較無紋路起伏)，並嘗試採用上述 2 種儀器進行防滑試驗，交叉比對：

表 4-1 本次研究採用之 8 種常見地面材料(A&B)

A. 30×30 釉面仿古石英磚 (表面上釉較光滑)	B. 20×15 洗石子面磚 (表面粗造)
俯視	俯視
	
平視	平視
	

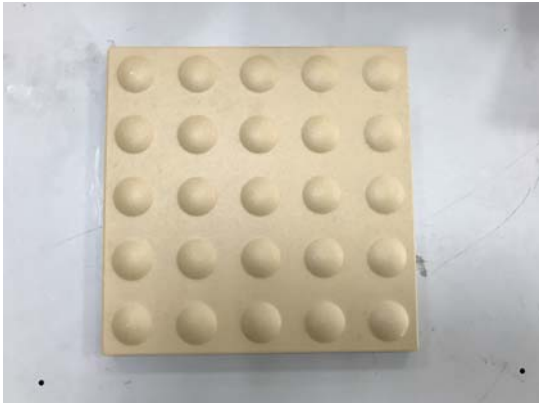
資料來源：本研究整理

表 4-2 本次研究採用之 8 種常見地面材料(C&D)

C. 30x30 PVC 材質位置磚 (相對較有彈性)	D. 30x30 PVC 材質引導磚 (相對較有彈性)
俯視	俯視
	
平視	平視
	

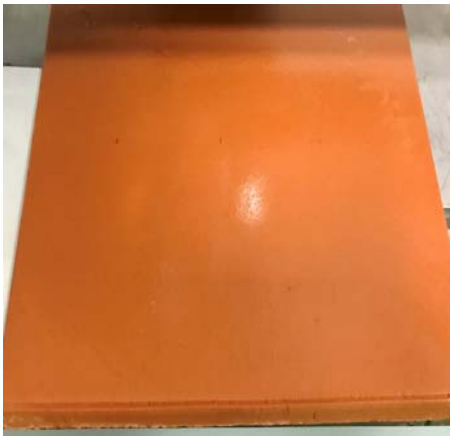
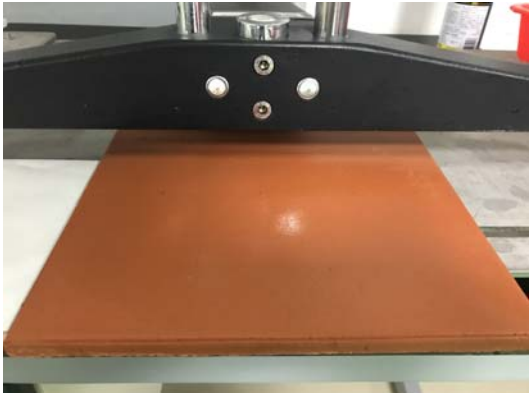
資料來源：本研究整理

表 4-3 本次研究採用之 8 種常見地面材料(E&F)

E. 30x30 石質位置磚 (表面些微粗造)	F. 30x30 石質引導磚 (表面些微粗造)
俯視	俯視
	
平視	平視
	

資料來源：本研究整理

表 4-4 本次研究採用之 8 種常見地面材料(G&H)

G. 30×30 窯燒面磚 (表面上無釉有突起顆粒)	H. 30×30 釉面石英磚 (表面上釉較無紋路起伏)
俯視	俯視
	
平視	平視
	

資料來源：本研究整理

二、 介面材料基本資料及試驗過程說明

為還原人行鋪面因介面材料之附著進而產生滑倒時之情形，本研究選擇 2 種介面材料進行現場環境模擬，分別為一般常見之自來水及食用油，如表 4-5，並依以 2 種介面材料組成乾糙、表面濕潤、潮濕及油污 4 種模擬環境進行測試，其 2 種介面材料，產生之模擬情境類型分別如表 4-6。

表 4-5 本研究採用之介面材料

介面材料類型	圖式
1. 自來水：最普遍造成滑動之介面材料。	
2. 食用油：於店家、攤販附近地面常產生油污，導致地面易滑倒。	

資料來源：本研究整理

表 4-6 本次研究採用之情境模擬

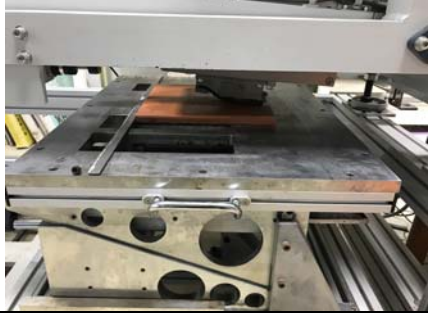
模擬情境類型	圖式
3. 乾燥環境：以冷氣控制溫度於 24 度，並以乾布擦拭面磚。	
4. 表面濕潤：先將面磚表面以自來水濕潤，後再以抹布擦拭，將多餘水分去除，僅表面濕潤。	
5. 潮濕：將面磚表面以自來水濕潤。	
6. 油汙：將面磚表面以自來水濕潤，再以食用油進行塗抹混合。	

資料來源：本研究整理

本研究首先將 8 種常見之地面材料，分別以上述 2 種介面材料組成乾糙、表面濕潤、潮濕及油汙 4 種模擬環境進行測試，並嘗試採用前述 2 種儀器進行防滑試驗，比對其關連性。

(1) 磁磚防滑試驗機：因此種試驗機僅能測試較為平整之面磚，因此分別測試面磚 A、面磚 G 及面磚 H，並依照 4 種模擬環境進行測試，其測試情形概況如表 4-7。

表 4-7 本研究磁磚防滑試驗機之測試情形

試驗說明	圖式
1. 將面磚放置於磁磚防滑試驗機，並調整測試片與面磚接觸距離。	
2. 進行防滑測試。	
3. 紀錄磁磚防滑測試機傳輸到電腦之數據，反覆進行 5 次。	

資料來源：本研究整理

(2) 擺錘防滑試驗儀：因此種試驗機可測試之範圍不限制平整地型，因此將測試全部之面磚，並依照 4 種模擬環境進行測試，其測試情形概況如表 4-8。

表 4-8 本研究擺錘防滑試驗儀之測試情形

試驗說明	圖式
1. 將面磚放置於擺錘防滑試驗儀，並調整測試片與面磚接觸高度、角度及距離。	
2. 進行防滑測試。	
3. 紀錄擺錘防滑試驗儀之數據，反覆進行 5 次。	

資料來源：本研究整理

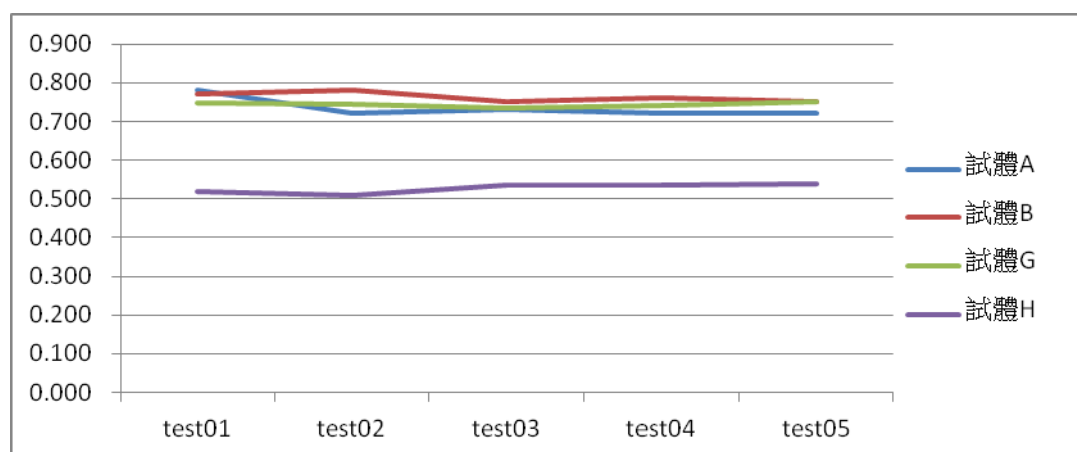
三、以磁磚防滑試驗機進行試驗：

(一) 試體 A、B、G、H，乾燥時之防滑係數：

CNS3299-12

乾燥

	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 A	0.780	0.720	0.730	0.720	0.720	0.723
試體 B	0.770	0.780	0.750	0.760	0.750	0.750
試體 G	0.747	0.745	0.733	0.742	0.750	0.742
試體 H	0.518	0.509	0.535	0.537	0.540	0.537

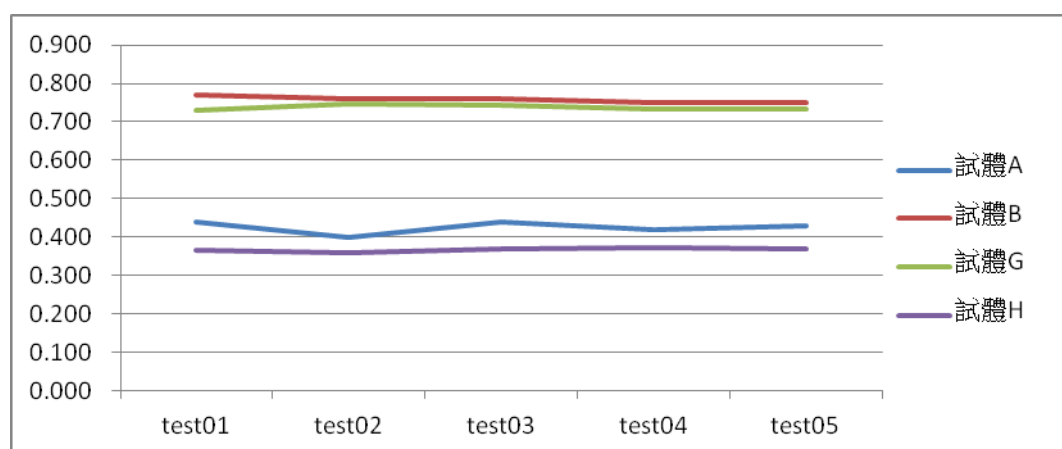


(二) 試體 A、B、G、H，潮濕時之防滑係數：

CNS3299-12

潮濕

	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 A	0.440	0.400	0.440	0.420	0.430	0.430
試體 B	0.770	0.760	0.760	0.750	0.750	0.753
試體 G	0.729	0.748	0.745	0.734	0.733	0.737
試體 H	0.367	0.358	0.369	0.373	0.370	0.371

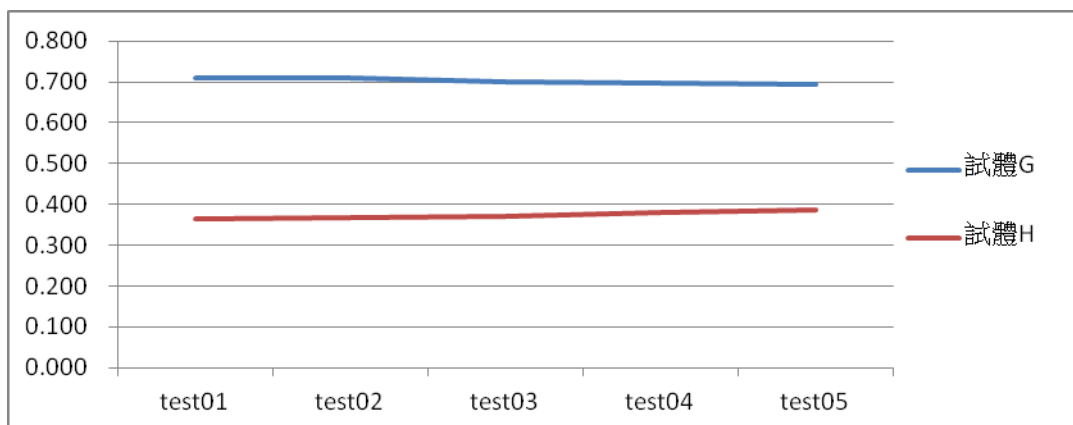


(三) 試體 G、H，表面濕潤時之防滑係數：

CNS3299-12

表面濕潤

	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 G	0.709	0.709	0.701	0.697	0.694	0.697
試體 H	0.366	0.367	0.370	0.380	0.387	0.379

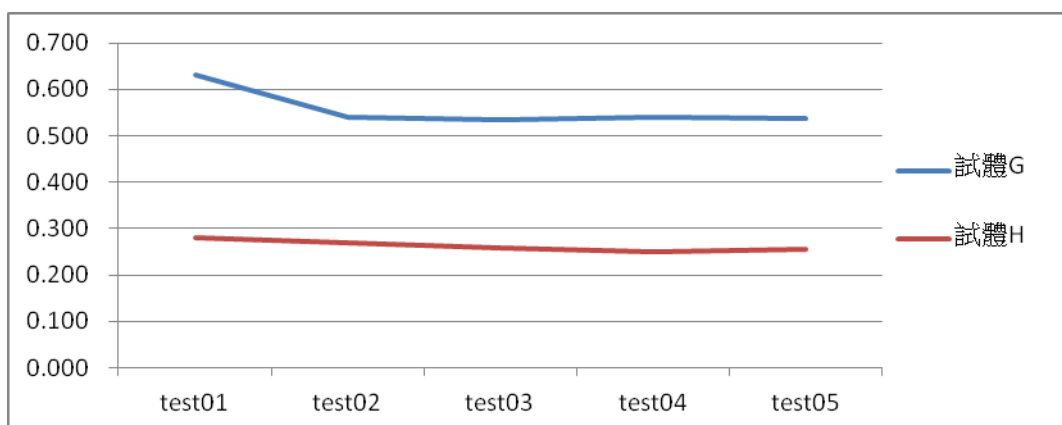


(四) 試體 G、H，油汙時之防滑係數：

CNS3299-12

油汙

	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 G	0.630	0.541	0.535	0.541	0.538	0.538
試體 H	0.280	0.269	0.258	0.250	0.254	0.254



(五) 綜合分析上述圖表，可歸納出以下幾點：

1. 乾燥時，未加介質材料，各試體防滑係數值皆相當高，皆達 0.5 以上。
2. 潮濕時試體 B 為抵石子，其防滑係數值有 0.753，表示潮濕時仍有不錯之防滑係數。
3. 因試體 C~F 為導盲磚，表面為不平整，因此受限於磁磚防滑試驗機測試方式，無法進行測試。
4. 考量各高鐵、台鐵、捷運、店家等場所為預防滑倒，常以拖地方式將人行面磚表面水分去除，藉以恢復面磚之防滑效果，惟乾燥程度常僅達到面磚表面濕潤狀態而已，因此本研究進行試體 G、H 之表面濕潤模擬環境下防滑測試。
5. 試體 G 因表面無釉有突起顆粒的幫助下，因此在乾燥、潮溼及表面濕潤模擬環境下，皆發揮防滑效果。而試體 H 因表面上釉較無紋路起伏，因此乾燥時有防滑效果(0.537)，但在潮濕環境下防滑效果就較差(0.371)，然表面濕潤模擬環境下恢復到 0.379，顯示拖地方式有恢復防滑效果之功用，但如何在短時間將面磚恢復到乾燥，作為可探討之方向。
6. 在油汙模擬環境下，試體 G 及 H 防滑係數值皆下滑，試體 G 下滑至 0.538，仍具一定之防滑效果，試體 H 卻下滑至 0.254，由此可知表面具有突起顆粒可有效防止防滑效果降低。

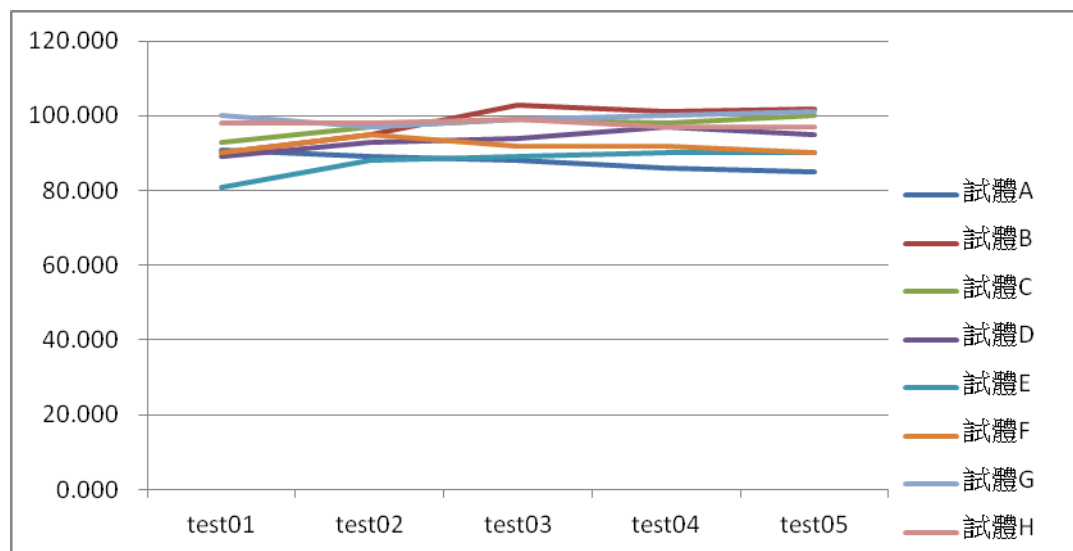
四、以擺錘止滑檢測儀進行試驗：

(一) 試體 A~F，乾燥時之防滑係數：

擺錘

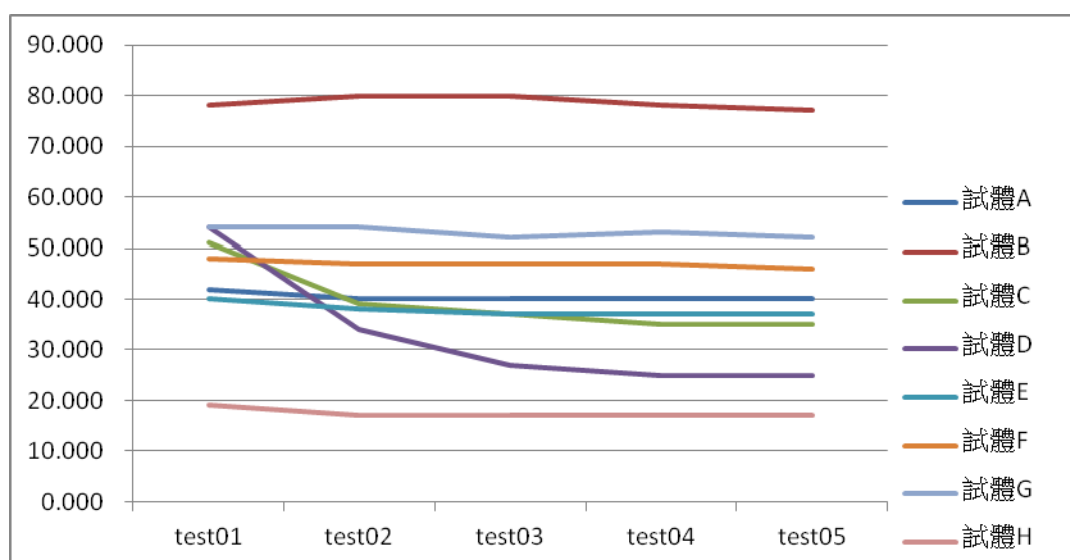
乾燥

	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 A	91.000	89.000	88.000	86.000	85.000	86.33
試體 B	90.000	95.000	103.000	101.000	102.000	102.00
試體 C	93.000	97.000	99.000	98.000	100.000	99.00
試體 D	89.000	93.000	94.000	97.000	95.000	95.33
試體 E	81.000	88.000	89.000	90.000	90.000	89.67
試體 F	90.000	95.000	92.000	92.000	90.000	91.33
試體 G	100.000	97.000	99.000	100.000	101.000	100.00
試體 H	98.000	98.000	99.000	97.000	97.000	97.67



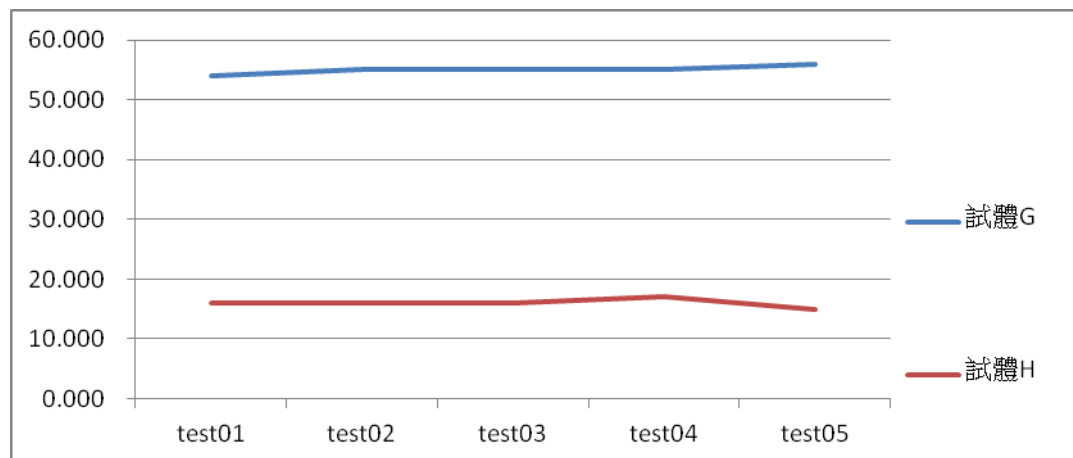
(二) 試體 A~F，潮溼時之防滑係數：

擺錘	潮濕					
	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 A	42.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.00
試體 B	78.000	80.000	80.000	78.000	77.000	78.33
試體 C	51.000	39.000	37.000	35.000	35.000	35.67
試體 D	54.000	34.000	27.000	25.000	25.000	25.67
試體 E	40.000	38.000	37.000	37.000	37.000	37.00
試體 F	48.000	47.000	47.000	47.000	46.000	46.67
試體 G	54.000	54.000	52.000	53.000	52.000	52.33
試體 H	19.000	17.000	17.000	17.000	17.000	17.00



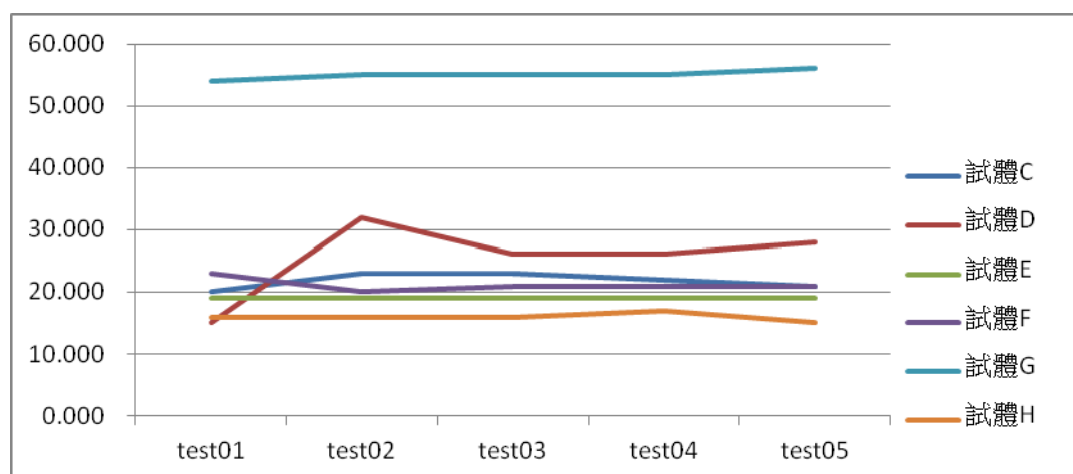
(三) 試體 G、H，表面濕潤時之防滑係數：

擺錘	表面濕潤					
	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 G	54.000	55.000	55.000	55.000	56.000	55.33
試體 H	16.000	16.000	16.000	17.000	15.000	16.00



(四) 試體 C~H，油污時之防滑係數：

擺錘	油污					
	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 C	20.000	23.000	23.000	22.000	21.000	22.00
試體 D	15.000	32.000	26.000	26.000	28.000	26.67
試體 E	19.000	19.000	19.000	19.000	19.000	19.00
試體 F	23.000	20.000	21.000	21.000	21.000	21.00
試體 G	54.000	55.000	55.000	55.000	56.000	55.33
試體 H	16.000	16.000	16.000	17.000	15.000	16.00



(五) 綜合分析上述圖表，可歸納出以下幾點：

1. 乾燥時，未加介質材料，各試體防滑係數值皆相當高，BPN 幾乎皆達 90 以上。
2. 潮濕時，僅試體 B(抵石子)及試體 G(表面突起顆粒)BPN 防滑係數值達 50 以上，分別為 78 及 52，仍有不錯之防滑係數值。
3. 潮濕時，試體 C~F 為導盲磚，雖表面不平整，但因試驗儀器有明確規定進行檢測之方式，因此 CNS16106 濕式擺錘法明顯可適用的面磚表面形式範圍較廣泛。
4. 潮濕時，試體 C~F 雖表面不為平整，但因表面光滑，因此 BPN 值下滑幅度甚大，如加入表面突起顆粒，應可改善防滑特性。
5. 在表面濕潤時，試體 G、H 之 BPN 值與潮濕時之 BPN 值差異不大，因此可再次瞭解當以拖把將面磚多餘水分去除達表面濕潤時，其面磚之防滑效能仍未恢復，防滑效果之恢復仍於如何在短時間將面磚恢復到乾燥。
6. 在油汙模擬環境下，試體 C~H 之 BPN 值皆下滑，其中試體 G 下滑至 55，仍具一定之防滑效果，其餘試體之 BPN 值皆較潮濕時更低，可知表面具有突起顆粒可有效防止防滑效果降低。

第二節 分析比較

一、磁磚防滑試驗機試驗方面：

- (一) 以磁磚防滑試驗機試驗，潮濕時，測試橡皮需保持充分濕潤，以減少測試數據之誤差。
- (二) 以磁磚防滑試驗機試驗，倘試驗材質凹凸不平時無法測試，故目前僅針對試體 A、B、G、H 進行試驗。
- (三) 以磁磚防滑試驗機試驗，測試時之拖拉力道會因拖拉過程而有起伏，再經由電腦計算平均值後得出，且測試時之拖拉時機需為滑片剛壓置於試體時，須為人工判斷。

二、濕式擺錘法檢測方面：

- (一) 以濕式擺錘法檢測時，須先進行水平調位、試體接觸面範圍定位，其試驗速度僅為擺錘下擺之時間，施作時間快速。
- (二) 以濕式擺錘法檢測時，須確定測試面磚受擺錘測試時不會滑動，方可得較精準之數據，另因重量較輕，有助於量測現場 BPN 值。
- (三) 以濕式擺錘法檢測時，倘面磚表面紋路不均時，需審慎考量試驗範圍。
- (四) CNS16106 人行面磚防滑性試驗法-濕式擺錘法明確已將試驗方式定義出來，包含定位及方向導盲磚、不均值之面磚、階梯磚等，惟可再進一步說明各 BPN 值防滑範圍特性為何。

三、以 2 種儀器測試時，以抵石子在潮溼情況下防滑係數下滑程度最小，可有效減少潮濕時所帶來的滑倒危險，惟因材質係以小石子及水泥砂漿現場施作，不如面磚係以高溫高壓製成，其耐久度及硬度較面磚小，但可依現場環境進行製作，如地形高低銜接需求。

四、針對本研究各常用人行面磚之防滑效力、管理維護方式、施作方法、施作費用等項進行分析，如表 4-9。

- 五、 為使面磚保持整潔，室外時得定期派員檢視維護，如破損需進行更換，髒污需進行清除，在室內，得定時派員檢視維護，如遇地面濕滑須盡速進行乾燥。

表 4-9 本研究各人行面磚比較表

	相片	潮濕時防 滑效力	面磚 費用	施作方法	管理維護方 式
試體 A		較好	約 80- 120 元	拆除-砌磚-抹 粗底-貼地磚	定期派員檢 視有無破損 潮濕或髒 汙，如在室 內遇到地面 濕滑情形， 需迅速進行 乾燥，回復 防滑效果。
試體 B		好	約 90- 140 元	拆除-砌磚-抹 粗底-抵石	
試體 C		較好	約 70- 80 元	拆除-砌磚-抹 粗底-貼地磚- 固定導盲片	
試體 D		一般	約 70- 80 元	拆除-砌磚-抹 粗底-貼地磚- 固定導盲片	
試體 E		較好	約 130- 150 元	拆除-砌磚-抹 粗底-貼地磚	
試體 F		較好	約 130- 150 元	拆除-砌磚-抹 粗底-貼地磚	
試體 G		較好	約 60- 100 元	拆除-砌磚-抹 粗底-貼地磚	
試體 H		差	約 80- 120 元	拆除-砌磚-抹 粗底-貼地磚	
備註	面磚費用皆以 30cm*30cm 估計，且不包含拆除費、運費等				

第五章 結論與建議

本研究透過文獻蒐集及試驗結果分析，首先對研究之限制加以敘明，再由此有限的條件下歸納出下列結論，並針對研究方向提出短、中及長期之相關建議方向：

一、 研究限制

本研究在有限的時間及人力條件下，有諸多限制，如下：

- (一) 濕式擺錘法與磁磚防滑試驗機組所試驗之面磚計有 8 種，雖已檢測出相關數據，惟樣本數仍不足，較難歸納出其相關性。
- (二) 有關本次使用之防滑材料市面上種類非常多，無法逐一測試，僅能就市面常見之種類先行試驗，可於後續研究增加實驗數據後，續探討其防滑效果。
- (三) 儀器之一致性：磁磚防滑試驗機組已於 CNS3299-12 中已訂定試驗步驟，濕式擺錘法已於 CNS16106 已訂定試驗方式，惟未規定標準磁磚進行調整後複驗，若有標準磁磚之設置，將可大大提高其準確性。
- (四) 本研究受機組本身條件限制，皆係在實驗室中進行防滑係數測試，環境條件可加以控制，惟於現場檢測鋪設面磚時，仍須採用可攜式之防滑係數檢測儀器，並考量現場環境之變動因子，如氣溫、表面髒汙等，皆對防滑係數值影響甚大。

第一節 結論

經由國內外相關文獻參考，及使用濕式擺錘法和磁磚防滑試驗機組試驗各種防滑材料比較分析後，本研究之試驗方法檢討及試驗結果如下：

一、 試驗方法檢討：

本研究依經濟部標準檢驗局公布「陶瓷面磚試驗法-第 12 部：防滑性試驗法(CNS 3299-12)」及「人行面磚防滑性試驗法-濕式擺錘法(CNS16106)」，使用本所磁磚防滑試驗機組及擺錘試驗機進行試驗，試驗方法之過程仍需注意以下事項：

1. 磁磚防滑試驗機待機時，其橡膠試片是以傾斜方式固定於機組上，於測試時再由傾斜狀態變成水平狀態，建議多次調整滾輪高度，使重塊重量確實施加在試體上，以減少誤差。
2. 磁磚防滑試驗機組試驗時，因拉動試體之鋼索上附著有拉力感測儀，倘待機時鋼索已受拉力，在試驗時容易造成前滑之現象，而影響防滑係數值，故建議於試驗前將拉力調成適當大小，以避免過大拉力影響感測儀造成誤判。
3. 磁磚防滑試驗機組試驗時，當重塊重量確實施加在試體上，才進行拉動，拉動之時機為人工判斷，容易影響防滑係數值，需有經驗之人員進行操作，倘可由機器判斷拉動，更可減少防滑係數值之誤差。
4. 因拉動試體之鋼索上附著有拉力感測儀，倘待機時鋼索已受拉力，在試驗時容易造成前滑之現象，而影響防滑係數值，故建議於試驗前將拉力調成適當大小，以避免過大拉力影響感測儀造成誤判。
5. 以濕式擺錘法檢測時，其儀器較簡易且較輕，所產生之變數較少，可帶至現場進行防滑測試。
6. 以濕式擺錘法檢測時，倘面磚表面紋路不均時，需審慎考量試驗範圍。
7. 測試時為使條件達到一致，建議將環境溫、濕度調整至相同，本研究係以空調設備將溫、濕度設定至定值，經過一段時間後再加以施測，藉此以減少誤差。

二、 試驗結果發現

本研究使用擺錘止滑檢測儀和磁磚防滑試驗機組，針對乾燥、潮濕及添加防滑材料等各種條件下進行試驗，其分析比較後獲致以下結論：

1. 本研究使用之導盲磚所測試出之防滑係數值皆略顯不足，BPN

值皆小於 54，建議可針該面磚之表面進行改良，如增加表面突起顆粒，以增進防滑效果。

2. CNS16106 人行面磚防滑性試驗法-濕式擺錘法明確已將試驗方式定義出來，包含定位及方向導盲磚、不均值之面磚、階梯磚等，惟可再進一步說明各 BPN 值防滑範圍特性為何。
3. 採用濕式擺錘法時，須依該標準將儀器設置水平，橡膠片與面磚接觸面須達 12.6cm 等，惟仍須注意倘測試之面磚試體過輕，會於測試時發生移動現象而影響 BPN 值，因此需加以確認並固定之。
4. 磁磚表面有髒污等非實驗需要之附著物時，會影響實驗結果，應於進行實驗前應加以清潔。

第二節 研究建議

本研究經蒐集國內外相關研究文獻及實際試驗之結果，發現地面材料排水進而增加防滑有明顯之影響，也經由試驗擺錘止滑檢測儀及磁磚防滑試驗機組可用於防滑係數測試，另因市面上常見洗石子、磨石子及斬石子等地面材料，常說防滑效果不錯，惟缺乏實際測試，又基於國內目前滑倒意外頻傳，對地面材料之防滑性能尚缺有效因應對策，本研究研提短、中、長期改善建議如下。

建議一

增加面磚防滑試驗數據資料庫，以瞭解各 BPN 值之防滑效果：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦單位：經濟部標準檢驗局

建議大量於實驗室及戶外進行前述地面材料之檢測資料，藉增加實驗數據，更準確區分滑倒風險範圍。

建議二

盡速修訂國內人行面磚防滑相關規定：中長期建議

主辦機關：經濟部商業司

協辦單位：內政部建築研究所

研訂磁磚防滑試驗機組滑倒風險範圍，建議建築工程於使用人行面磚時，需將防滑係數標示於人行面磚上，可使設計者及施工者明白辨別、參考及選用。

附錄一 期初審查會議紀錄及回應表

內政部建築研究所 109 年度第 3 次研究業務協調會議紀錄(期初審查會議)

一、時間：109 年 2 月 24 日(星期一)下午 2 時 30 分

二、地點：本所簡報室

三、主席：王副所長安強

記錄：盧珽瑞、陳麒任、徐虎嘯、
褚政鑫、王鵬智、李其忠

四、出席人員：詳簽到簿

五、主席致詞：(略)

六、研究案主持人簡報：(略)

七、發言要點：

(一)「人行面磚防滑測試(含導盲磚)之研究-以 CNS16106 試驗法試驗」案：

1. 建議測試之面磚不限於導盲磚，可使研究成果更具實用性。
2. 本研究使用之 2 種儀器如何比對，宜加以說明。
3. 建議增加章節說明本所未來如需施作 CNS16106 試驗法檢測服務時之準備步驟及項目。

八、會議結論：

- (一) 第 1 案有關「外牆瓷磚損壞原因與修繕對策探討」案，請考量研究內容與對本所之貢獻如工法的價值，並參考與會同仁意見，另外安排業務協調會議再提出報告。
- (二) 其餘案件請參考與會同仁之寶貴意見，並請納入研究內容參採修正，使研究成果更為豐富完整。

九、散會：(下午 5 時 10 分)

期初審查會議回應表

日期：109 年 2 月 24 日(星期一) 下午 2 時 30 分

地點：本所簡報室

審查意見	執行單位回應
建議測試之面磚不限於導盲磚，可使研究成果更具實用性。	本研究將蒐集各種常見之面磚進行試驗。
本研究使用之2種儀器如何比對，宜加以說明。	本研究將依審查意見進行後續研究。
建議增加章節說明本所未來如需施作 CNS16106 試驗法檢測服務時之準備步驟及項目。	本研究將依後續研究進度調整。

附錄二 期中審查會議紀錄及回應表

內政部建築研究所 109 年度自行研究「高齡友善住宅無障礙設計原則之研究」、「人行面磚防滑測試(含導盲磚)之研究-以 CNS16106 試驗法試驗」及「美國、日本及我國既有公共建築物無障礙設施替代改善作業程序及認定原則之研究」等 3 案期中審查會議紀錄

一、時間：109 年 8 月 6 日（星期四）下午 2 時 30 分

二、地點：本所簡報室

三、主席：王組長順治

記錄：張乃修

四、出席人員：詳如簽到簿

五、主席致詞（略）

六、計畫主持人簡報：（略）

七、綜合討論(依研究計畫序)：

**（一）「人行面磚防滑測試(含導盲磚)之研究-以 CNS16106 試驗法試驗」案
臺灣建築學會王建築師武烈**

1. 台北市騎樓整平斜坡通常是抵石子地坪，早期一逢下雨都會打滑，後來加入宜蘭石碎石 30~40%後就改善了。
2. 人行道上若以人字紋不銹鋼蓋作為蓋板遇水一樣打滑。
3. 導盲磚或上釉後的材質也容易打滑，塑膠導盲磚本就不能貼在室外，容易脫落及打滑。
4. 大坪林公車停靠的人行道路緣採斜坡的危險性，仍有跌傷的問題，營建署道路組已函示不得使用。
5. 磁磚廠生產多樣化，如何要求送驗？
6. 對國內乾濕分離淋浴間及浴缸泡澡習慣可以調查一下，可能有平面設計的樣態產生。

中華民國全國建築師公會江建築師星仁

1. 人行道面磚防滑但不平也很重要或是更重要。
2. 人行道無遮簷較無問題，有遮簷騎樓面磚比較有問題。
3. 有無兌現有騎樓地平面磚取樣，取樣是否有困難？
4. 浴室地平面磚也很重要，如何取樣？

林副研究員谷陶

每種地坪材料表面特性材質影響變數因子眾多，建議採用實驗設計方法及後續分析，更可找出不同地坪材質對於防滑最重要的特性因子。

王組長順治

1. 建議將楊詩弘老師歷年防滑的研究報告進行摘要重點式彙整。
2. 導盲磚顆粒大小是否有標準?顆粒越小或越密是否可增加防滑效果。
3. 人行道不應出現的鋪面或可能成為險之孔蓋等予以列舉歸納，另防滑漆可增加多少防滑效果?建議均可進行探討。

計畫主持人回應(褚助理研究員政鑫)

1. 後續將就本所歷年關於防滑研究之成果進行表格彙整。
2. 有關面磚的選擇、導盲磚顆粒標準顆粒分布的影響、實驗設計方法及分析將再進行探討釐清。
3. 餘將參考與會委員代表之意見進行調整、修正。

九、結論：

- (一) 本次會議3案期中報告，經審查結果原則通過。
- (二) 請詳細紀錄與會專家學者及出席代表意見，並請計畫主持人參採，於期末報告回應，並如期如質完成研究計畫。

十、散會(下午 5 時)

期中審查會議回應表

日期：109 年 8 月 6 日(星期四) 下午 2 時 30 分

地點：大坪林聯合開發大樓 15 樓第 4 會議室

出席人員	審查意見	執行單位回應
臺灣建築學會 王建築師武烈	1. 台北市騎樓整平斜坡通常是抵石子地坪，早期一逢下雨都會打滑，後來加入宜蘭石碎石30~40%後就改善了。 2. 人行道上若以人字紋不銹鋼蓋作為蓋板遇水一樣打滑。 3. 導盲磚或上釉後的材質也容易打滑，塑膠導盲磚本就不能貼在室外，容易脫落及打滑。 4. 大坪林公車停靠的人行道路緣採斜坡的危險性，仍有跌傷的問題，營建署道路組已函示不得使用。 5. 磁磚廠生產多樣化，如何要求送驗？ 6. 對國內乾濕分離淋浴間及浴缸泡澡習慣可以調查一下，可能有平面設計的樣態產生。	將參考委員建議於後續研究中蒐集資料時之參考。
中華民國全國 建築師公會江 建築師星仁	1. 人行道面磚防滑但不平也很重要或是更重要。 2. 人行道無遮簷較無問題，有遮簷騎樓面磚比較有問題。 3. 有無對現有騎樓地平面磚取樣，取樣是否有困難？ 4. 浴室地平面磚也很重要，如何取樣？	將參考委員建議於後續研究中規劃取樣之參考。

林副研究員谷陶	每種地坪材料表面特性材質影響變數因子眾多，建議採用實驗設計方法及後續分析，更可找出不同地坪材質對於防滑最重要的特性因子。	將參考委員建議於後續研究中規劃試驗時之參考。
王組長順治	1. 建議將楊詩弘老師歷年防滑的研究報告進行摘要重點式彙整。 2. 導盲磚顆粒大小是否有標準？顆粒越小或越密是否可增加防滑效果。 3. 人行道不應出現的鋪面或可能成為險之孔蓋等予以列舉歸納，另防滑漆可增加多少防滑效果？建議均可進行探討。	將參考委員建議於後續研究內容中進行補充。

附錄三 期末審查會議回應表

內政部建築研究所 109 年度自行研究「高齡友善住宅無障礙設計原則之研究」、「人行面磚防滑測試(含導盲磚)之研究-以 CNS16106 試驗法試驗」及「美國、日本及我國既有公共建築物無障礙設施替代改善作業程序及認定原則之研究」等 3 案期末審查會議紀錄

一、時間：109 年 11 月 6 日（星期四）下午 2 時 30 分

二、地點：大坪林聯合開發大樓 15 樓第 4 會議室（新北市新店區北新路 3 段 200 號 15 樓）

三、主席：王組長順治 記錄：張乃修

四、出席人員：詳如簽到簿

五、主席致詞（略）

六、計畫主持人簡報：（略）

七、綜合討論(依研究計畫序)：

（二）人行面磚防滑測試(含導盲磚)之研究-以 CNS16106 試驗法試驗

內政部營建署建築管理組陳技正雅芳（書面意見）

按建築技術規則總則編第4條第1項規定：「建築物應用之各種材料及設備規格，除中華民國國家標準有規定者從其規定外，應依本規則規定。(略)…」，不在此限。」已有明定，應依上開規定辦理。惟據商品標示法第9條規定：「商品於流通進入市場時，生產、製造或進口商應標示下列事項：一、商品名稱。二、生產、製造商名稱、電話、地址及商品原產地。(略)……」已有明定，有關本研究第72頁建議「……建議建築工程於使用人行面磚時，需將防滑細數標示於陶瓷面磚上……」似屬商品標示事宜，尚非本屬主辦權責事宜，建請再予確認及修正。

內政部營建署道路工程組（書面意見）

人行道一般常用之鋪材為PC、RC 拉毛、壓花地坪及高壓混凝土磚，甚少使用磁磚案例，建築基地、戶外廣場、步道未來若有相關規定，市區道路可參考辦理。

臺灣建築學會王建築師武烈

1. 報告書第50頁地面材料應為抵石子透水性混凝土。
2. 導盲磚直徑為2.5公分遇水容易滑，CNS標準也有直徑為1.2CM、1.5cm、1.8cm、2.0cm、2.5cm等不同規定，另石質、陶質材料也會有影響。
3. 人字紋鋼板遇水濕滑很危險，常貼止滑膠帶仍然危險，另可參考捷運、台鐵花崗岩塗布透明止滑漆之效果。

中華民國全國建築師公會林建築師國財

1. 模擬情境類型建議可增加大型公共空間類，清潔公司人員針對地坪清潔常用之拋光劑(蠟油)等。
2. 一般油污情境機車漏油(機油)部分也很常發生，建議可納入模擬選項。

本所王組長順治

1. 建議加強說明本案之目的性。
2. 建議補充導盲磚之相關標準，並說明導盲磚與非導盲磚，及導盲磚PVC材質與石質之差異性，另得考量將透明止滑劑及打蠟等模擬情境納入後續研究。
3. 有關報告書第五章結論與建議建議二之可行性，宜再進行瞭解及調整。

計畫主持人回應（褚助理研究員政鑫）

1. 將加強說明本案之目的性，並補充導盲磚與非導盲磚，及導盲磚PVC材質與石質之差異性，另將各種建議之模擬情境納入參考。
2. 有關建議二之可行性將再進行瞭解及調整，另有關與會代表之建議，將納入研究參考。

八、結論：

- (一) 本次會議3案期末報告，經審查結果原則通過；請計畫主持人將與會出席代表意見詳實記錄，參採納入自行研究報告，包括期初、期中及期末之審查意見，製作回應表，並依本部規定繳交自行研究報告。
- (二) 應注意內文及圖表之智慧財產權，如有與之相關資料要註明來源，報告結論及建議事項應具體可行。

九、散會(下午 16 時 30 分)

日期：109 年 11 月 6 日(星期四) 下午 2 時 30 分

地點：大坪林聯合開發大樓 15 樓第 4 會議室

出席人員	審查意見	執行單位回應
內政部營建署 建築管理組陳 技正雅芳	按建築技術規則總則編第4條第1項規定：「建築物應用之各種材料及設備規格，除中華民國國家標準有規定者從其規定外，應依本規則規定。(略)…」，不在此限。」已有明定，應依上開規定辦理。惟據商品標示法第9條規定：「商品於流通進入市場時，生產、製造或進口商應標示下列事項：一、商品名稱。二、生產、製造商名稱、電話、地址及商品原產地。(略)……」已有明定，有關本研究第72頁建議「……建議建築工程於使用人行面磚時，需將防滑細數標示於陶瓷面磚上……」似屬商品標示事宜，尚非本屬主辦權責事宜，建請再予確認及修正。	將參考委員進行修正。
內政部營建署 道路工程組	人行道一般常用之鋪材為PC、RC拉毛、壓花地坪及高壓混凝土磚，甚少使用磁磚案例，建築基地、戶外廣場、步道未來若有相關規定，市區道路可參考辦理。	感謝委員建議。
臺灣建築學會 王建築師武烈	1. 報告書第50頁地面材料應為抵石子透水性混凝土。 2. 導盲磚直徑為2.5公分遇水容易滑，CNS標準也有直徑為1.2CM、1.5cm、1.8cm、2.0cm、2.5cm等不同規定，另石質、陶質材料也會有影	1. 將參考委員建議修正。 2. 感謝委員提醒。 3. 感謝委員建議，將納入後續研究參採。

	響。 3. 人字紋鋼板遇水濕滑很危險，常貼止滑膠帶仍然危險，另可參考捷運、台鐵花崗岩塗布透明止滑漆之效果。	
中華民國全國建築師公會林建築師國財	1. 模擬情境類型建議可增加大型公共空間類，清潔公司人員針對地坪清潔常用之拋光劑(蠟油)等。 2. 一般油污情境機車漏油(機油)部分也很常發生，建議可納入模擬選項。	1. 感謝委員建議，將納入後續研究參採。 2. 感謝委員建議，將納入後續研究參採。
王組長順治	1. 建議加強說明本案之目的性。 2. 建議補充導盲磚之相關標準，並說明導盲磚與非導盲磚，及導盲磚PVC材質與石質之差異性，另得考量將透明止滑劑及打蠟等模擬情境納入後續研究。 3. 有關報告書第五章結論與建議建議二之可行性，宜再進行瞭解及調整。	1. 將依委員意見修正。 2. 將依委員意見進行說明。 3. 將再調整建議二之可行性。

參考文獻

1. 楊詩弘，「室內外地坪材料防滑係數之研究」，2014。
2. 楊詩弘，「騎樓及無遮簷人行道陶瓷面磚之防滑係數研究」，2013。
3. 褚政鑫、徐志宏，「地面材料防滑性能與關聯性之研究」，2012。
4. 何明錦、廖慧燕，「地面材料防滑性能與表面粗度關聯性之研究」，2008。
5. 何明錦、廖慧燕，「地面材料防滑性能基準之研究」，2007。
6. 謝孟傑、呂彥賓，「地板止滑性能之研究」，經濟部標準檢驗局研究報告，台北，2006。
7. 陳志勇、盧士一，「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，2006。
8. 陳嘉基，「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，1997。
9. 勞工衛生研究所，「鞋底防滑」，勞工衛生研究相關技術資料彙編，2006。
10. 林田和人，「既存の滑り試験法の妥当性について転倒リスクから見た浴室床の滑り評価方法に関する研究」，2008。
11. 永田久雄，「石鹼などで覆われた床材の滑り転倒リスクについて転倒リスクから見た浴室床の滑り評価方法に関する研究」，2008。
12. 丸林良嗣，「床・舗装路面におけるすべり防止技術および測定機器に関する調査」，2007。
13. 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.

14. Ceramic Tile Institute of America, Inc., 「Endorsement of Portable Test Methods and Slip Prevention Standards for Existing Flooring」, 2007.

<http://www.stonesource.com/slip.html>.

15. Jeff Green, 「What Stone Specifiers Should Know About Slip Resistance and the ADA」, 2007

網站資料

1. 國民健康局, <http://www.bhp.doh.gov.tw/BHPnet/Portal/>
2. Understanding Coefficient Of Friction ,
http://www.globalsafe.biz/info-coeff_friction.htm
3. ASTM International Standards,
<http://www.astm.org/cgi-bin/SoftCart.exe/index.shtml?E+mystore>