

地坪防滑改善對策之研究

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 104 年 12 月

地坪防滑改善對策之研究

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 104 年 12 月

目次

表次.....	II
圖次.....	III
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與背景.....	1
第二節 相關名詞定義.....	6
第三節 研究範圍與限制.....	8
第四節 研究方法與研究流程.....	9
第二章 相關規範及文獻回顧.....	11
第一節 國內規範回顧.....	11
第二節 滑倒.....	14
第三節 防滑係數量測原理.....	17
第四節 本所地面防滑相關研究.....	20
第五節 本所防滑係數量測儀器介紹.....	22
第三章 實驗規劃.....	29
第一節 磁磚防滑試驗機組(OY-PSM).....	31
第二節 擺錘止滑檢測儀.....	36
第三節 地坪試體選擇.....	39
第四節 防滑材料選擇.....	43
第四章 試驗結果分析與比較.....	55
第一節 實驗材質說明.....	55
第二節 試驗方式.....	59
第三節 試驗分析與結果.....	65
第五章 結論與建議.....	97

地坪防滑改善對策之研究

第一節 結論.....	97
第二節 研究建議.....	100

附錄

參考文獻

表次

表 1-1 2013 年兒童、青少年及老人事故傷害三大主要死因.....	2
表 1-2 臺北市各類事故傷害死亡人數(97-101 年).....	2
表 2-1 本所地面材料防滑相關研究報告.....	20
表 2-2 本所有關防滑係數檢測儀器簡介.....	26
表 3-1 磁磚防滑試驗機 C. S. R 值、C. S. R•B 值測定分析表.....	33
表 3-2 擺錘止滑檢測儀 (BS 7976) 測試值與滑倒風險性關係表..	38
表 3-3 依據 CNS 標準地磚之性質規定一覽表.....	39
表 3-4 本研究預計採用之試體.....	42
表 4-1 本次研究採用之 5 種常見地面材料(A&B).....	56
表 4-2 本次研究採用之 5 種常見地面材料(C&D).....	57
表 4-3 本次研究採用之 5 種常見地面材料(E).....	58

圖次

圖 1-1 臺北市歷年跌倒死亡人數.....	3
圖 1-2 研究流程圖.....	10
圖 2-1 摩擦力與摩擦角.....	14
圖 2-2 表面靜摩擦係數量測方法.....	17
圖 2-3 靜摩擦角量測方式.....	18
圖 2-4 ASTM E303 英式擺錘止滑檢測儀.....	19
圖 2-5 以絞接撐桿方式量測地板之防滑性能.....	19
圖 2-6 可變角度止滑計.....	22
圖 2-7 水平測力計(Horizontal pull-meter).....	22
圖 2-8 ASM 825 防滑計.....	23
圖 2-9 擺錘止滑檢測儀(Sigler, 簡稱 BPST).....	23
圖 2-10 磁磚防滑試驗機.....	24
圖 2-11 斜坡式地面材料防滑性能測試台(Ramp slip meter).....	25
圖 3-1 磁磚防滑試驗機.....	31
圖 3-2 18°之角度向斜上方施力示意圖.....	32
圖 3-3 擺錘止滑測驗儀.....	36
圖 3-4 具方向性之地面材料.....	40
圖 3-5 非均勻表面之地面材料.....	41
圖 3-6 非單一材質之地面材料.....	41
圖 3-7 防滑不佳之洗石子地.....	42
圖 3-8 黑色金鋼砂防滑條.....	44
圖 3-9 透明浴室防滑條.....	45
圖 3-10 浴室止滑劑.....	47
圖 3-11 浴室磁磚地面防滑劑(X).....	49
圖 3-12 磁磚地面專用防滑劑(Y).....	51
圖 3-13 磁磚地面專用防滑劑(Z).....	53

圖 4-1 試體黏貼黑色金鋼砂防滑條及透明浴室防滑條示意圖.....	60
圖 4-2 塗布浴室止滑劑(W)示意圖(塗布清潔後表面已有細微孔洞)	61
圖 4-3 塗布浴室磁磚地面防滑劑(X)、磁磚地面專用防滑劑(Y)及防 滑塗料(Z)	61
圖 4-4 磁磚防滑試驗機組檢測過程(乾燥條件下).....	62
圖 4-5 磁磚防滑試驗機組檢測過程(潮濕條件下).....	63
圖 4-6 擺錘止滑檢測儀檢測過程.....	64
圖 4-7 防滑貼條翹起破壞.....	67

摘要

關鍵字：防滑材料、CNS3299-12、磁磚防滑試驗機

一、研究緣起與目的

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，然國家標準CNS3299-12因應國內環境已訂定檢測防滑係數之試驗及流程，現正值訂定防滑係數值之際，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。

二、研究方法及過程

本研究採用之方法主要包括文獻蒐集、實際試驗及現有防滑檢測設備驗證分析等，其方法如下：

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，分別檢測其防滑係數。
3. 驗證分析：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。

三、重要發現

(一)試驗方法檢討：

1. 磁磚防滑試驗機待機時，其橡膠試體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. 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。
4. 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。
5. 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。
6. 施工時，採用真空吸盤原理之浴室止滑劑(W)、浴室磁磚地面防滑劑(X)及磁磚地面磚用防滑劑(Y)，原則上塗布後不可靜至太短或太久，以免細小孔洞尚未形成或孔洞過大，失去防滑效果。
7. 防滑塗料(Z)係以產生細小顆粒刺破水膜來達成防滑效果，為施工時須特別注意細小顆粒之分布情形，以免造成雖已塗料，但因細小顆粒數量附著不足，造成防滑效果無法呈現。

(二)試驗結果發現

1. 乾燥時，未加防滑介質，各試體防滑係數值皆相當高。
2. 在潮濕時，未加防滑介質，試體 D 有表面有尖端突起刺破水膜，故防滑係數值下降最少，試體 E 會略為分離水膜，故防滑係數值下降次之。
3. 在使用磁磚防滑試驗機試驗時，黏貼黑色金鋼砂防滑條及透明浴室防滑條試驗時，不論乾燥或潮濕之條件下測試，皆因黏著力不足，因此造成防滑條拉拔破壞，而無法測試，故在實際環境中在黏貼類似此種產品時，須特別考量黏著力因素，以免鬆動失去防滑效果。
4. 在潮濕的條件下，塗布防滑劑或防滑塗料後，因原面磚表面

形成真空吸盤現象或產生細小顆粒刺破水膜，使防滑係數值皆上升。

5. 使用浴室止滑劑(W)、浴室磁磚地面防滑劑(X)及磁磚地面磚用防滑劑(Y)時，此3種皆係使原面磚表面形成無數微小的孔洞，使得於潮濕的環境下行走時可產生真空吸盤現象進而達到防滑效果，而在外觀上之影響為儘失去原有光澤，且較方便快速。
6. 使用防滑塗料(Z)時，其原理係在原面磚表面附著一層具有細小骨材之防滑塗層，進而達成刺破水膜之效果，外觀上已被防滑塗料覆蓋，使原面磚表層改變較大，塗布時較費時，且施工時須在空氣流通之環境，並靜置1-3天硬化後才可使用。
7. 有關本研究採用之2種試驗儀器，針對同一樣試體塗布相同止滑劑後，潮溼時之防滑係數值呈現上升及下降不同現象，初步研究為2種儀器採用原理不同(一採用拖翹式靜磨擦係數原理，一是採用動摩擦係數原理)，應可對應步行及跑步之情況，跑步時易滑倒之現象，可於後續研究繼續探討。
8. 本研究所使用防滑材料使用地點不同，防滑貼條因形狀因素，可使用在與鞋面接觸面小的地面，如樓梯踏板尖端，倘需大面積增加防滑功效，則需使用浴室止滑劑(W)、浴室磁磚地面防滑劑(X)、磁磚地面磚用防滑劑(Y)及防滑塗料(Z)4種防滑材料，較為省時省力。
9. 在費用方面大致為浴室磁磚地面防滑劑(X)>浴室止滑劑(W)>防滑塗料(Z)>磁磚地面磚用防滑劑(Y)，成本雖有不同，但差異性不大，仍需考量欲施工地面之材質、表面是否為平整光滑等因素加以選擇。
10. 在查詢各種防滑材料時，部分廠商業已將各種防滑材料適用之材質細分多種，如浴室磁磚專用、大理石專用、石英磚專

用…等，倘須使用時須選擇適用之品項。

四、研究建議

就本研究整理之資料，本研究研提短、中、長期改善建議如下。

建議一

市面上常見抵石子、洗石子、磨石子及斬石子等地面材料，進行相關試驗以減少滑倒風險。：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所、地面材料相關廠商

協辦單位：經濟部標準檢驗局、中華民國陶瓷公會、建築師公會等

1. 建立抵石子、洗石子、磨石子及斬石子等地面材料檢驗數據資料：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。
2. 建立現場檢測機組：因抵石子、洗石子、磨石子及斬石子等地面材料常直接於現場施工，非於工廠先行製作，故材質組成變動性較大，建議可採用可攜之防滑機組，進行現場檢驗。

建議二

盡速修訂相關法令或研訂國內防滑規範：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所、營建署

協辦單位：經濟部標準檢驗局、中華民國陶瓷公會、建築師公會等

1. 研訂磁磚防滑試驗機組滑倒風險範圍：建議擴大檢驗市面上常用之陶瓷面磚，增加實驗數據，藉以更準確訂定風險範圍。
2. 市售材料加以訂定防滑係數：將防滑係數標示於陶瓷面磚上，可使設計者及施工者明白辨別、參考及選用。
3. 陶瓷面磚之研發：陶瓷面磚適當之表面粗糙特性，可增加防滑性能，可建議廠商據以發展，研發較佳之地面防滑材料。

建議三

建立完整及完備之檢驗機制以規範陶瓷面磚之防滑性能：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦單位：經濟部標準檢驗局、中華民國陶瓷公會、建築師公會等

1. 當陶瓷面磚常有因設計不良或長時間使用，造成防滑係數過低現象，可進行如何增加防滑性能之研究。
2. 以斜坡方式檢驗：陶瓷面磚有時於水平狀態時防滑性能足夠，但陶瓷面磚常置於斜坡處，故建議模擬國人行走習慣，增加斜坡之檢驗。
3. 建立完整檢驗機制：磁磚防滑試驗機組因受限本身大小及重量之限制，僅可於實驗室及針對陶瓷面磚類進行試驗，建議研發適合攜帶檢驗之防滑機組，進行現場檢驗。

ABSTRACT

Keywords : TAF、CNS3299-12

In Taiwan's architecture regulations, it contains the requirements for using skidproof materials, which is to keep users safe. However, architects, manufactures, and research institutes are often confused about the quality of materials. According to domestic environment need, Bureau of Standards Metrology & Inspection is currently setting the coefficient value of slippery testings and processes (CNS3299-12). The project is to research the proper materials to build a safe living environment for different age group, and to reduce the possibility of falling.

第一章 緒論

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。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)，因此，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，爾後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，與本所先前研究中有良好測試性能之擺錘止滑檢測儀作比較，就兩者之實驗數據、實驗限制等方向進行比對，使得更加清楚新規範實驗儀器之特性，惟為瞭解地坪如何在易滑之狀況下得以改善，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 研究緣起與背景

(一)研究緣起與背景

由衛生福利部國民健康署2014年國民健康署年報統計資料指出，在65歲以上老人方面，2013年台灣老人因事故傷害死亡者有2,672人，死亡率為每十萬人口100.9人，為第十大死因。而跌倒（落）在老人事故傷害死因中居前3名。而且老人跌倒（落）死亡率大致隨著年齡而升高，其造成的傷害，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。依據國民健康訪問調查結果，老人跌倒之標準化盛行率在2005年為20.5%，至2009年降低為16.6%，而老人跌倒最常發生的前三項地點，在自宅內為浴室／廁所、客廳、臥室；在自宅以外則為街道或路上、菜園農地、公園或運動場，詳表1-1。

表1-1 2013年兒童、青少年及老人事故傷害三大主要死因

死因順位	0歲	1-4歲	5-9歲	10-14歲	15-19歲	65歲以上
第1名	跌倒(落)	運輸事故	運輸事故	運輸事故	運輸事故	運輸事故
第2名	運輸事故	跌倒(落)	意外溺死或淹沒	意外溺死或淹沒	意外溺死或淹沒	意外溺死或淹沒
第3名	意外溺死或淹沒	意外溺死或淹沒	火及火焰	火及火焰	跌倒(落)	跌倒(落)

資料來源：衛生福利部國民健康署2014年國民健康署年報

根據2014「臺北市事故傷害死因分析與防制作為」統計應用分析報告指出，以 97 年至101 年臺北市事故死亡統計，以運輸事故為第1名，其他依序為跌倒(落)、溺水、窒息、中毒、火災。若以年齡組觀察，其中1-14歲幼兒以運輸事故為主最多，跌倒(落)人數次之；中年組以運輸事故最高，跌倒(落)次之；老年組則以運輸事故為主，另外跌倒(落)死亡人數明顯高過其他年齡組，詳表1-2。

表1-2 臺北市各類事故傷害死亡人數(97-101年)

單位：人

事故類型	總計	性別		年齡別					
		男	女	0歲	1-14歲	15-24歲	25-44歲	45-64歲	65歲以上
總計	1,957	1,339	618	18	36	158	324	479	1,027
運輸事故	771	532	239	—	12	127	159	187	318
跌倒(落)	442	324	118	2	8	3	41	125	287
溺水	100	74	26	—	4	13	21	33	33
窒息	119	73	46	14	2	2	13	25	67
毒害物質	106	71	35	—	1	6	52	31	17
火災	40	26	14	1	6	2	6	11	17
其他	379	239	140	1	3	5	32	67	288

資料來源：2014「臺北市事故傷害死因分析與防制作為」統計應用分析報告

歷年跌倒(落)死亡人數，以民國80年158人最高，之後呈現逐年下降趨勢，然88年又突然增加至146人，之後又呈逐年遞減，惟近幾年受到人口老化影響，死亡人數又有逐漸上升趨勢。(圖1-1)

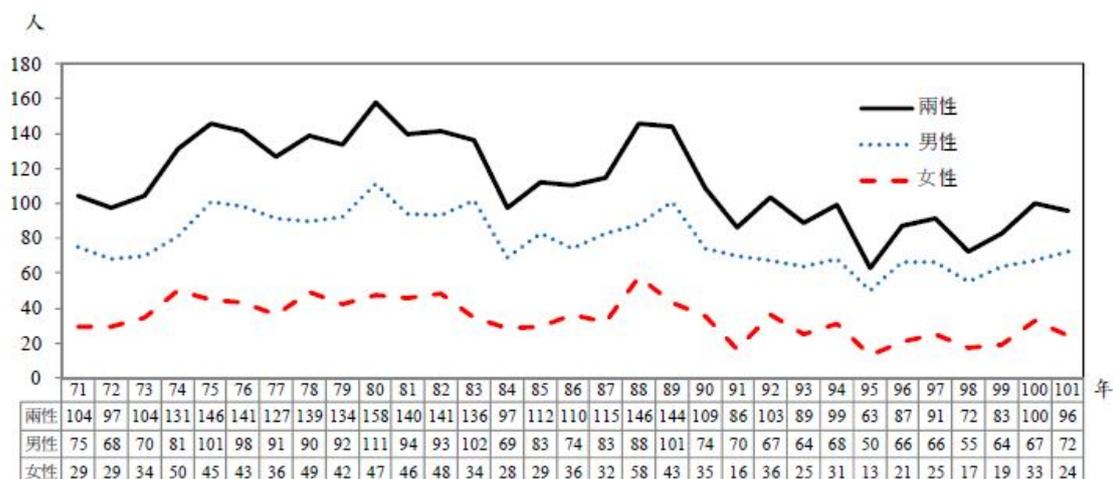


圖1-1 臺北市歷年跌倒死亡人數

資料來源：2014「臺北市事故傷害死因分析與防制作為」統計應用分析報告

另一面從性別及年齡別交叉分析，不論男女性，跌倒(落)死亡人數均隨著年齡增加而上升，老年人由於身體老化，造成功能衰退，如反射變慢的問題，所以即便是輕微的跌倒，亦可能造成很大的傷害，由死亡人數觀察，65歲以上老人跌倒(落)死亡率遠高於其他年齡層，跌倒(落)為臺北市老年人事故傷害的第3大死亡原因。

對大多數老人而言，老化帶來肌力退化、行動遲緩、反應力降低以及身體器官機能衰退等，身體健康大不如前，使得老人發生事故傷害的機率相對提高，且跌倒易導致骨折、撞傷等，除了影響老人的生理健康，更容易造成老人心理傷害，影響日常活動及生活品質，恐造成社會醫療費用與家庭照顧成本的巨大負擔。

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，為國內唯一可量測地面材料防滑之標準，防滑性試驗法(CNS 3299-12)雖已訂定試驗方法，防滑係數之標準值卻至今仍於研究試驗階段。

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CNS3299-12因應國內環境已訂定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。

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

第三節 研究範圍與限制

本所全人關懷生活環境科技計畫主要目的為研究推動無障礙居住環境、各類型居住型態建築規劃設計及改善、全人關懷生活環境相關實驗為架構，研究建置無障礙空間，逐步提升對人人友善的通用化生活環境品質。

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」，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作為試驗之機具，並以陶瓷面磚作為試驗之基本材料，再就可增加防滑係數之材質、溶液等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陶瓷面磚及防滑材料進行研究及分析。

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、實際試驗及現有防滑檢測設備驗證分析方法等。

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，分別檢測其防滑係數。
3. 驗證分析：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。

二、試驗規劃

(一) 量測儀器

防滑係數量測儀器：除研究之重點「磁磚防滑試驗機組」外，本研究採用在前期研究中，經證明性能較佳 ASTM E303-93 檢測標準之「擺錘止滑檢測儀」，作為量測防滑係數之儀器。

(二) 試驗規劃

1. 蒐集國內常用於陶瓷面磚之防滑改善材料，再以本所全人關懷建築實驗室之磁磚防滑試驗機，檢測其防滑係數值。
2. 不同儀器量測防滑係數之差異性試驗：以兩種儀器分別量測陶瓷面磚等地面材料乾燥、潮濕及使用防滑改善材料後等狀態之防滑係數，探討防滑係數值提升程度之比較及關聯性。

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提升程度之比較及關聯性。
2. 防滑改善分析：透過實驗數據進行其防滑提升效力、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
注意事項統計分析結果與相關研究文獻進行分析比較。

四、研究流程圖

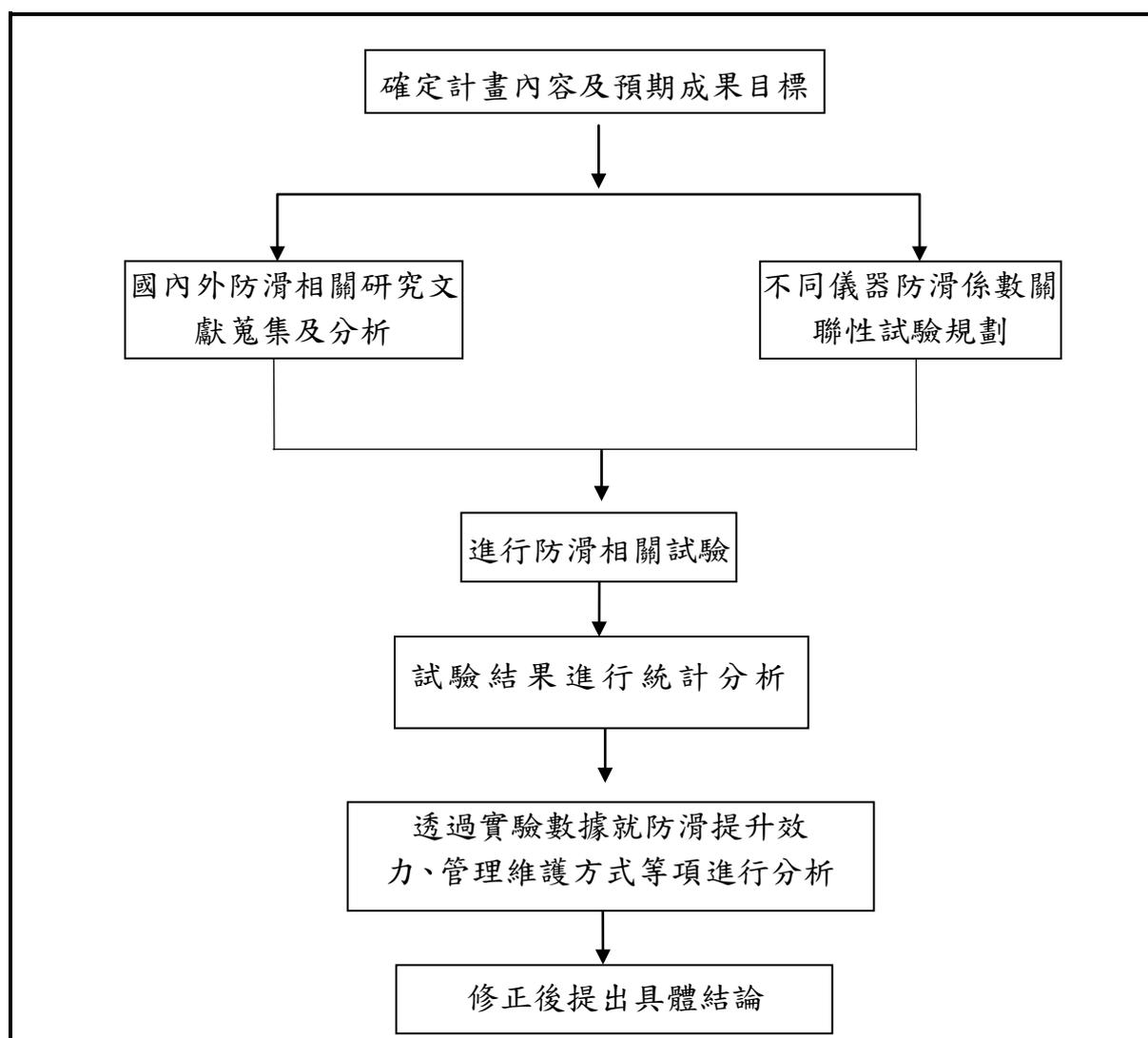


圖 1-2 研究流程圖

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

國內與防滑相關的法規如下所述：

一、《建築物無障礙設施設計規範》：

202.3 地面：通路地面應平整、堅固、防滑。

203.2.2 坡度：地面坡度不得大於1/15，超過者須依206 規定設置坡道。且二不同方向之坡道交會處應設置平台，該平台之坡度不得大於1/50。

204.2.1 坡度：地面坡度不得大於1/50，如大於1/50 應依206 節規定設置坡道。

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

205.3 驗(收)票口：淨寬不得小於80 公分，前後地板面應順平，且地板面坡度不得大於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）、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。

303.3 防滑條：梯級邊緣之水平踏面部份應作防滑處理，且應與踏步平面順平。

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。

A203.3.1 升降台出入口：升降台出入口處之樓地板面，須與升降台地板面保持平整，二者間之水平間隙須在3.2 公分以下。

A204.1 地面：結帳櫃檯及服務台前供輪椅行進或迴轉之空間地面應堅硬平整、防滑，且坡度須在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：

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

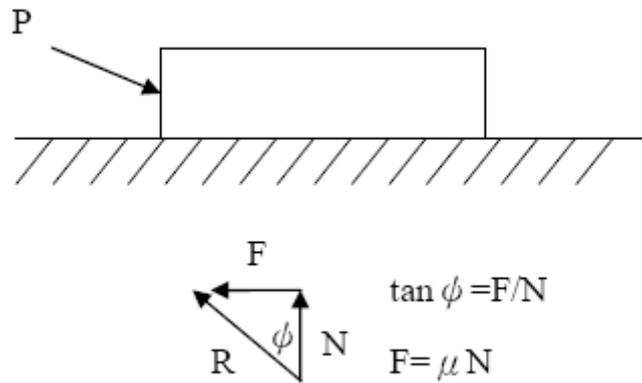


圖 2-1 摩擦力與摩擦角

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

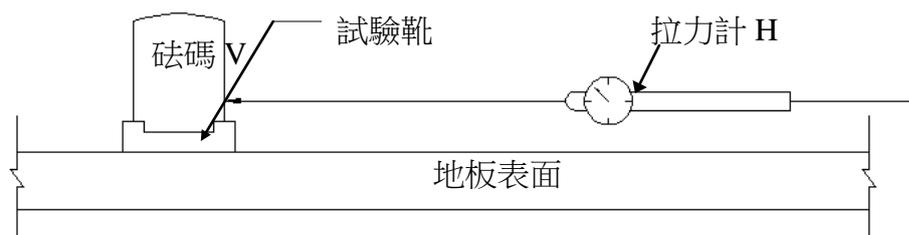


圖 2-2 表面靜摩擦係數量測方法

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）。

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

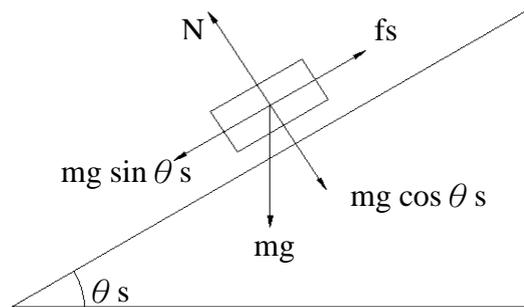


圖 2-3 靜摩擦角量測方式

圖來源：「地板止滑性能之研究」p. 4

本拖橇以及關節支柱 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。

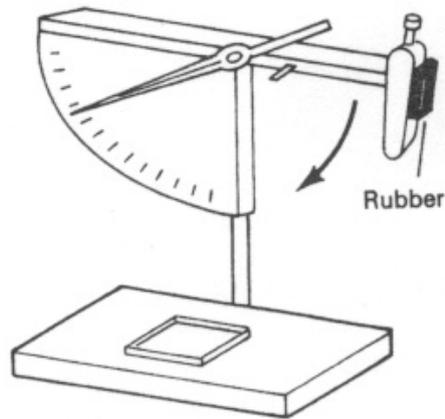


圖 2-4 ASTM E303 英式擺錘止滑檢測儀

圖來源：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)。

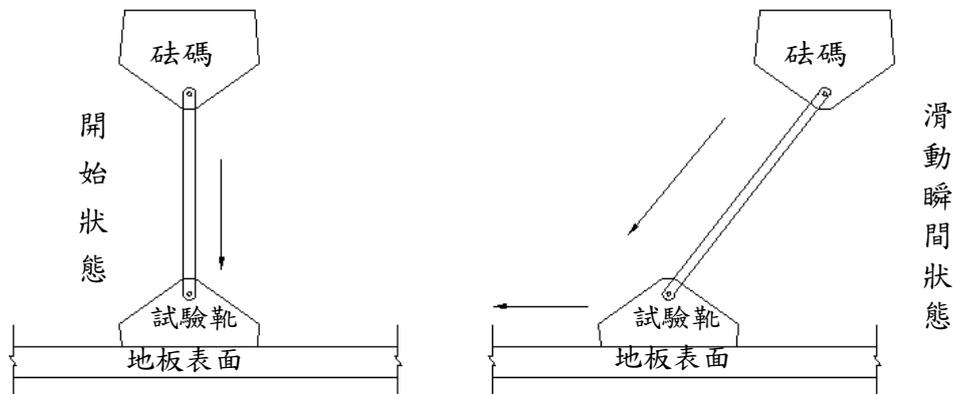


圖 2-5: 以絞接撐桿方式量測地板之防滑性能

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

第四節 本所地面防滑相關研究

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，整理相關研究文獻重點後，已在民國 97 年地面材料防滑性能基準之研究時，針對此部分蒐集相關文獻。

本所自民國 97 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，本年度將前期測量較精準儀器之擺錘止滑檢測儀，與 CNS 國家標準最新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，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. 擺錘止滑檢測儀 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	1. 擺錘止滑檢測儀 2. 磁磚防滑測試機	

			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。		
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	今年 執行 之研 究案

表來源：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 2-6 可變角度止滑計

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 2-7 水平測力計 (Horizontal pull-meter)

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 2-8 ASM 825 防滑計

四、 擺錘止滑檢測儀 (Sigler, 簡稱BPST)

也為可攜式檢測地面材料之鑑測儀器，適用標準為 ASTM E303-03 及 BS 7976，經本所 97 年使用本儀器進行乾燥及潮濕狀態等試驗，結果顯示具相當高之可信度，標檢局將其定為國家標準，列為道路標線檢測防滑係數之儀器。



圖 2-9 擺錘止滑檢測儀 (Sigler, 簡稱 BPST)

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 2-10 磁磚防滑試驗機

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。

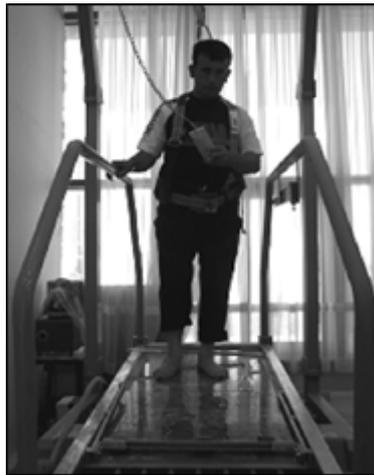


圖 2-11 斜坡式地面材料防滑性能測試台 (Ramp slip meter)

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)。

前述研究結果發現,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，但不適合樓梯踏步及鼻端之測試，因該部分之尺寸無法符合測試規定，但對於此類測試仍以採用其他方式來做試驗，而本次研究將做磁磚防滑試驗機與擺錘止滑檢測儀地面材料測試數據之比較分析。

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	擺錘止滑檢測儀 (Sigler, 簡稱 BPST)	ASTM E303-03, BS 7976	適用於乾燥及潮濕狀態	97 年		本所 97 年使用本儀器進行試驗結果，顯示具相當高之可信度。
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		目前國內唯一有標準可依循之量測地面材料防滑係數儀器

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		<ol style="list-style-type: none"> 1. 德國及歐洲等國家多採此試驗。 2. 受測者實際步行測試。
---	----------------------------------	-----------------------------	----------------	------	--	--

表來源：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，本研究計畫使用二種儀器進行地面材料防滑係數量測：

- (一) 磁磚防滑試驗機組
- (二) 擺錘止滑檢測儀

其中磁磚防滑試驗機組則按 CNS 3299-12「防滑性試驗法」；擺錘止滑檢測儀依據 ASTM E303-93「地板滑動檢驗法」進行實驗。

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，再分別以乾燥及潮濕 2 種情況模擬表面環境，再加入 3 種防滑材料之鋪貼條件下，以前述步驟進行量測，總計單一試驗儀器可分為 8 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 40 次。測試時溫度應為室溫 ($23\pm 5^{\circ}\text{C}$) 施行，因此本研就將室溫控制在 23°C ，減少環境因素之影響數據。

本期研究主要為使用磁磚防滑試驗機組及擺錘止滑檢測儀，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，並針對各種防滑材料之效果進行試驗，進而確認防滑材料效能提升之量化程度。因此，本期研究延續前期本所研究採用之試體，並尋找市面

地坪防滑改善對策之研究

上廚房、浴室常用之防滑材料等地面材料作樣本，使研究結果更貼近現實生活。

第一節 磁磚防滑試驗機組 (OY-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 3-1 及圖 3-2)，將人們所感覺到的打滑度予以量化，以作為評定的對象。測試原理與水平拉力計類似，但改良施力方式與測試片，可同時施予水平力與垂直力的作法，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。

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，量測地面材料之防滑係數。

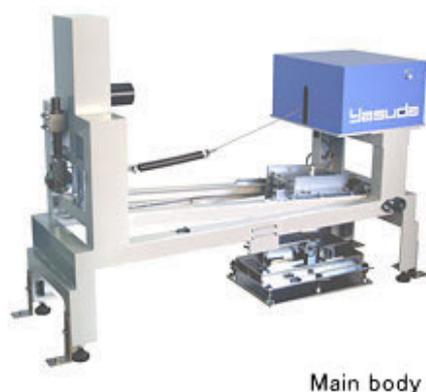


圖 3-1 磁磚防滑試驗機

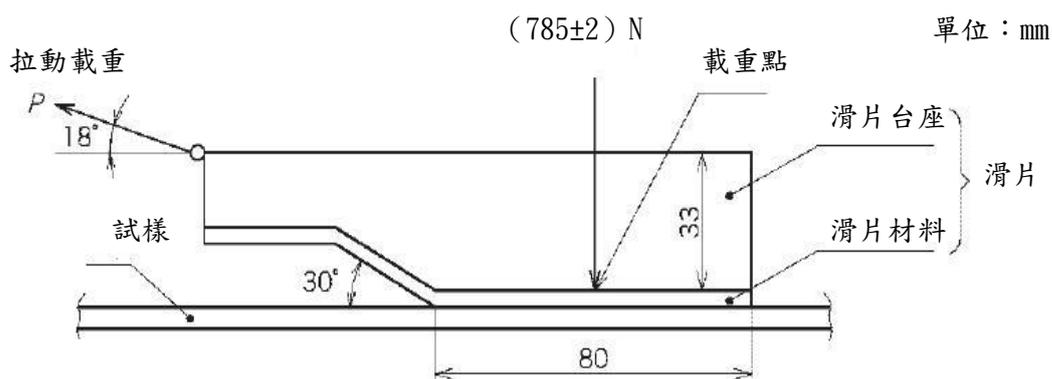


圖 3-2 18°之角度向斜上方施力示意圖

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 10cm。
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 80mm×70mm 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 785N/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	<ol style="list-style-type: none"> 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	<ol style="list-style-type: none"> 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。 <div style="text-align: center;"> </div>

	<p>防滑 係數 計算 公式</p>	<p>$C.S.R \text{值} = \frac{P_{\max}}{W}$</p> <p>其中 P_{\max} : 最大拉動載重 W : 垂直載重</p>
<p>C.S.R·B 值測定</p>	<p>媒介 物</p> <p>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 $100\text{g}/\text{m}^2$ 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。</p> <p>滑片</p> <p>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</p>	
	<p>防滑 係數 計算</p>	<p>$C.S.R \square B \text{值} = \frac{P_{\max}}{W} + \frac{P_{\min}}{W}$</p>

	公式	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 擺錘止滑檢測儀

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。

惟英國主要係以此儀器測試人行地面材料之防滑性能，且國內既有之研究尤其是陳嘉基先生主要為使用此試驗計進行研究，且美國 ASTM E303 亦是使用此量測儀器，顯示其應可適用於一般地面材料量測。

一、擺錘止滑檢測儀儀器性能

(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

(二) 試體固定座

由於本試驗計，係將擺錘提上來後再釋放該擺錘，其水平衝力極大，往往造成試體滑動，影響其測試值，因此本研究特別設置一固定座，將試體夾住，避免試體滑動。

二、試驗執行

(一) 試驗步驟

本研究依據 ASTM E303-93「地板滑動檢驗法」之規定進行試驗。

1. 調整水平用螺絲使試片支持保持水平後，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，由所定拉上位置將錘子擺下，此時應無滑動。
4. 取下隔板，由所定位上位置將錘子擺下，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

防滑係數係依據前述公式計算，惟本儀器已將讀數直接標示於讀表上，且讀表提供兩種標示值，說明如下：

1. BPN 值：介於 0 與 140 之間，值越大表示防滑性能越好，本標示值亦適用於英國試驗標準。
2. 防滑係數：介於 0 與 1 之間，值越大表示防滑性能越好。

BPN 值與防滑係數值之間為比例關係，防滑係數 1 近似於 BPN 值 60，0.5 等於 BPN 值 30，當 BPN 值大於 60 時，則防滑係數未再細分。

由於本儀器建議之安全值為防滑係數 0.5，與可變角度止滑計相同，為利於比較，本試驗之紀錄一律採用 BPN 值讀數。

三、適用對象及限制

此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有兩種標示，一種為防滑係數值為 0 至 1，另一種則為 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；其中兩者間之對應關係為防滑係數 1 相當於 BPN 值 60。

英國健康與安全實驗室以擺錘止滑檢測儀依據 (BS 7976) 測試之結果，提出測試值與防滑關係如表 3-1.1。

表 3-2 擺錘止滑檢測儀 (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

第三節 地坪試體選擇

在前期研究中，試體之部分可分為不同材質及不同表面處理，可能影響其防滑性能，故本次研究初步分別就地面材料材質與表面處理方式，並選擇市面上常見之地坪，使研究結果可適切針對符合大眾需求。

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 3-3，本研究以瓷質地磚及窯燒花崗石面磚為主要研究對象。

表 3-3 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，發現磁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 3-4），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橇式(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。



圖 3-4 具方向性之地面材料

(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 3-5）。



圖 3-5 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 3-6）。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。



圖 3-6 非單一材質之地面材料

(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，部分顆粒較大的洗石子路面在潮濕狀態時，防滑係數甚低，另外如待測之抵石子地（如圖 3-7）。



圖 3-7 防滑不佳之洗石子地及待測之抵石子地

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，分別以材質及表面為變數，選擇國內較常用之地面材料作為檢測對象，預計選用之試體如表 3-4，本研究目前以 5 件試體測試（測試試體為表 3-4）。

表 3-4 本研究預計採用之試體

石質地磚	瓷質地磚		花崗岩面磚
	光滑釉面	止滑釉面	
石質地磚	拋光石英磚	仿古石英磚	花崗岩面磚
石質釉面地磚	時尚崗石	石英板岩石	
		石英板岩	

表來源：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試片做研究外，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。

第四節 防滑材料選擇

本次研究測試之防滑材料主要挑選市面上方便買到，且使用方便之常用材料，如浴室常用之塑膠防滑貼條，廚房及工作地點常用之金剛砂防滑貼條，並蒐集使用方便且直接塗布於磁磚地坪表面即可改善之防滑液，本研究分別蒐集之材料如下：

一、**黑色金鋼砂防滑條**：尺寸寬度為約 5 公分，適用於樓梯、地面、汽車踏板…等多處使用，其背面有強力黏膠可黏著牢固遇改善滑動之地坪，可自由剪裁，使用方便。

(一) 使用說明：

同透明浴室防滑條。

(二) 產品規格：

1. 尺寸：寬 5×長 300 公分
2. 尺寸(捲狀)：長 10.6×寬 10.6×高 5 公分
3. 尺寸(包裝)：長 21×寬 14.5×高 5.5 公分
4. 材質：黑色金剛砂+背膠
5. 重量：約 250 公克
6. 產地：台灣
7. 費用：約 100-200 元/捲



圖 3-8 黑色金鋼砂防滑條

二、透明浴室防滑條：尺寸寬度為約 5 公分，適用於浴室等室內濕滑處…等多處使用，其背面有強力黏膠可黏著牢固遇改善滑動之地坪，可自由剪裁，使用方便。

(一) 使用說明：

1. 使用前需先將黏貼處表面灰塵、油污擦拭乾淨後再開始使用。（建議可使用本賣場的清潔保養組 AB 劑清洗後，黏貼效果更佳）
2. 薄形片防滑條，可自由剪裁以符合各鋪設場所的面積及形狀。
3. 油漬地面，需用去漬油或酒精去除油漬再貼上防滑條。
4. 為確保防滑條能達到最佳黏貼效果，請在黏貼後 24 小時後開始使用最佳。
5. 黏貼後請施力加壓，並排出內部氣泡，使黏貼更平整，達到最佳黏貼效果。
6. 本品需黏貼於平坦、乾淨表面，若有水漬、污垢或凹凸表面

請勿使用。

7. 使用時請由中間開始往兩側黏貼；黏貼後請用力壓緊，確保緊密牢固。
8. 防滑條表面磨損或黏著性疲乏時請更換新品。

(二) 產品規格：

1. 尺寸：寬 5×長 550 公分
2. 尺寸(捲狀)：長 10.6×寬 10.6×高 5 公分
3. 尺寸(包裝)：長 21×寬 14.5×高 5.5 公分
4. 材質：硬質聚氯乙烯+背膠
5. 重量：約 225 公克
6. 產地：台灣
7. 費用：約 100-200 元/捲



圖 3-9 透明浴室防滑條

三、浴室止滑劑(W)：運用高科技化學配方，塗抹於磁磚表面起化學作用，製造數以千計微米凹洞，利用真空吸盤原理，達到磁磚防滑功效。

(一) 產品應用：

適用於一般磁磚，面積約 2-3 坪，達止滑功效。

(二) 使用方法：

1. 先將地板表面污垢清除乾淨，再用乾淨的布擦乾。
2. 將止滑劑搖晃均勻噴拭在欲施工之地磚上。
3. 以毛刷均勻刷拭，靜待 5-30 分鐘，請勿踩踏(等待時間視地磚而定，表面粗造時間較長)
4. 止滑劑穩定後再以清水將地磚清洗，即可馬上使用。

(三) 主要成份：防滑去脂化學藥劑、矽酸、去垢化學藥劑。

(四) 注意事項：

1. 於深色磁磚施工後，表面亮度與顏色會略為還原淺化，請先小面積測試尺寸。磁磚辨別方式：一般磁磚約 10 分鐘後，用手擦拭會有澀澀之感覺。
2. 完工後可刷洗地板，耐強酸(鹼)、高溫(壓)，並請盡量保持清潔，避免污垢影響防滑效果。
3. 防滑效果視使用頻率而定，並定期清潔保養，以增加防滑效果，最長可達 1-2 年。
4. 費用：約 700-800 元/瓶



圖 3-10 浴室止滑劑(W)

四、浴室磁磚地面防滑劑(X)：運用高科技化學配方，塗抹於磁磚表面起化學作用，產生微米防滑孔，利用真空吸盤原理，產生磁磚防滑功效。

(一) 產品應用：

適用於一般磁磚，面積約 2-3 坪，達止滑功效。

(二) 使用方法：

1. 先將地板表面稍做清潔。
2. 將浴室磁磚地面防滑劑 X 均勻塗抹在欲施工之面磚上。
3. 用清潔刷刷拭均勻，靜待 10 分鐘。

4. 再以清水將地磚清洗，即可馬上使用。

(三) 主要成份：防滑藥劑。

(四) 注意事項及特色：

1. 浴室指的是洗澡沖水的地方，不包含乾濕分離浴室的更衣室、洗手間等地方，為確保外觀與止滑強度能達到最佳品質，請由專業人員施工。
2. 磁磚辨別方式：一般磁磚約 10 分鐘後，用手擦拭會有澀澀之感覺。
3. 會在地表面形成微米防滑孔，產生防滑效果，防滑孔為永久性結構永不消失，防滑效果可長期持續。
4. 為透明水性液體，施工後不會改變地面外觀也不會殘留於地面。
5. 施工簡單、快速，防滑、去污、殺菌一次完成。
6. 費用：約 700-900 元/組



圖 3-11 浴室磁磚地面防滑劑(X)

五、**磁磚地面專用防滑劑(Y)**：採用具有超強的滲透力的水溶制劑，經過與釉面瓷磚、玻璃磚、石英磚、水坭石、水磨石、花崗岩、水泥地、拋光石英磚、大理石等石材的化學反應，能有效滲入石材毛細通道使該通道增寬且有一定深度，遇水或油漬時與腳底接觸產生很強的反作用力，形成一種負壓的物理吸盤原理，使腳底產生阻力，提高摩擦係數，因而達到防滑的效果。

(一) 產品應用：

適用於浴室內的各種磁磚地面，面積約 5 坪，達止滑功效。

(二) 使用方法：

1. 先將地板表面污垢清除乾淨，再用乾淨的布擦乾。
2. 將磁磚地面專用防滑劑擦拭在欲施工之地磚上。
3. 以毛刷均勻刷拭，靜待 10 分鐘，並於等待期間以內附之中和粉加水調製成中和劑。
4. 10 分鐘後，再以中和劑中和，並以清水將地磚清洗，即可馬上使用。

(三) 主要成份：防滑藥劑。

(四) 注意事項：

1. 因為本防滑劑主要於材料微觀結構產生改變，非在材料表面覆蓋了一層防滑塗層，故處理後有效時間主要取決於地面使用磨損程度及地面清潔狀況。使用後，用手擦拭會有澀澀之感覺。
2. 處理過的表面僅僅是因為材料微觀結構發生改變，故外觀不會發生改變。另外已經使用過的地面處理後經常感覺顏色變淺，是因為使用過的地面累積了很多的污垢，在做防滑處理過程中這些污垢部分一併被處理掉，因此看起來變乾淨了
3. 施工速度快，施工後無需等待，可立即使用，PH 值呈中性，

處理後不會產生對人體有害的殘留物。

4. 定期清潔地面，保持毛細通道和微小的凹坑表面不被污垢和油污覆蓋即可保持防滑效果。
5. 費用：約 1200-1300 元/組



圖 3-12 磁磚地面專用防滑劑(Y)

六、**防滑塗料(Z)**：主要是將防滑塗料主劑加入細骨材攪拌均勻，再加入硬化劑充分攪拌，再塗佈在面磚上，待硬化後即達防滑效果。

(一) 產品應用：

適用於一般磁磚、木板金屬等平面，面積約 5 坪，達止滑功效。

(二) 使用方法：

1. 先將地板表面污垢清除乾淨，再用乾淨的布擦乾。
2. 將防滑塗料主劑倒入調料盤，再將防滑骨材倒進後均勻攪拌。
3. 拌勻後將防滑塗料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面磚材料上。
4. 靜待 1 天~3 天等防滑塗料硬化後，即產生防滑效果。

(三) 主要成份：防滑塗料主劑、防滑骨材、硬化劑。

(四) 注意事項：

1. 本防滑塗料主劑及硬化劑有揮發性，請進行塗料塗抹時，加強通風，以維安全。
2. 防滑塗料塗布時，請均勻將防滑骨材塗布於面磚表面，已達防滑效果。
3. 防滑塗料塗布完成後，請確實待其硬化，以充分發揮防滑效果。
4. 完工後，請盡量保持清潔，避免污垢影響防滑效果。
5. 防滑效果視使用頻率而定，並定期清潔保養，以增加防滑效果。
6. 費用：約 900-1100 元/組



圖 3-13 磁磚地面專用防滑劑(Z)

第四章 試驗結果分析及比較

本章針對試驗結果進行分析，除比較材料乾濕狀態之防滑性能外，同時量測貼上或塗布防滑材料後防滑有無改善效果，並依磁磚防滑試驗機組及擺錘止滑檢測儀標準實驗流程進行試驗，以分析磁磚防滑試驗機組實際測試情況與其他儀器之不同，讓大眾可知其效果提升的程度。

第一節 實驗材質說明

因市面上地坪材料非常多種，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家中廚房、浴室常用之地面材料進行測試，採用 5 種地面材料進行測試，再以防滑材料進行塗布或黏貼後，使用擺錘止滑檢測儀及磁磚防滑試驗機組進行測試，實驗中分為乾燥及潮濕之狀態進行防滑測試，以期更趨近、重現及模擬現實生活中產生滑倒之情況。

一、 防滑材料基本資料說明

本研究中，首先挑選 5 種常見之地面材料，分別為 30×30 拋光石英磚（表面光滑，內無紋路）、30×30 釉面石英磚（表面微紋路）、30×30 釉面仿古石英磚、20×20 粗糙面磚（表面無平滑處理）及 30×30 磨石子地磚（磨平），並嘗試採用上述 2 種儀器進行防滑試驗，交叉比對其關聯性，其試驗地面材料如下：

表 4-1 本次研究採用之 5 種常見地面材料(A&B)

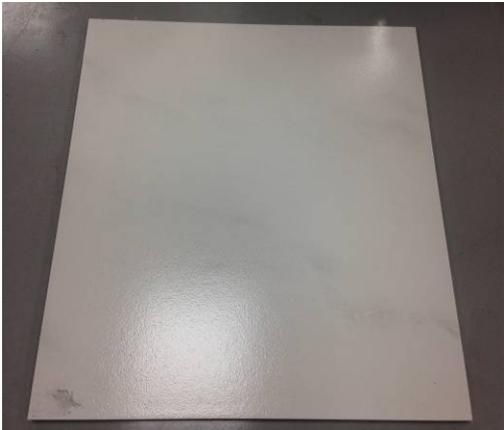
A. 30×30 拋光石英磚 (表面光滑，內無紋路)	B. 30×30 釉面磚 (表面微紋路)
俯視	俯視
	
平視	平視
	

表 4-2 本次研究採用之 5 種常見地面材料(C&D)

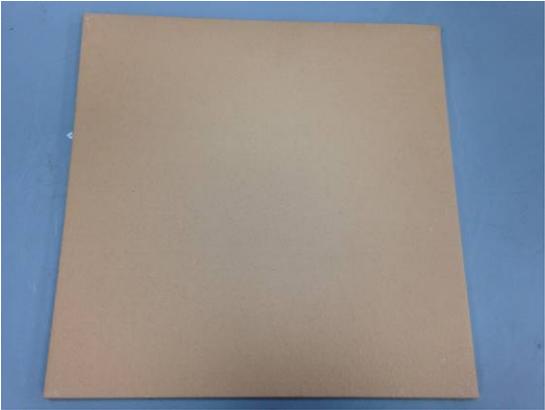
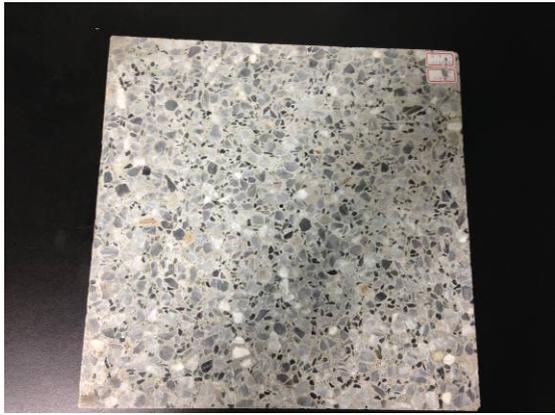
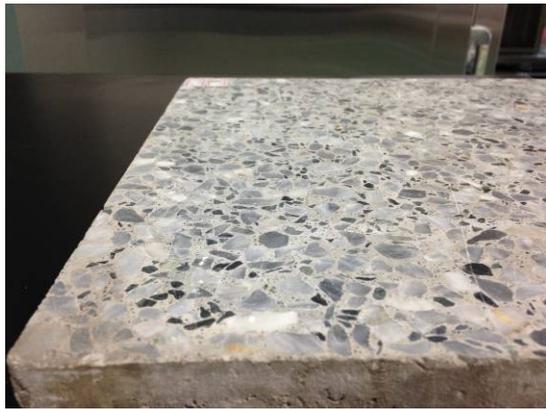
C. 30×30 釉面仿古磚	D. 20×20 粗糙面磚 (表面無平滑處理)
俯視	俯視
	
平視	平視
	

表 4-3 本次研究採用之 5 種常見地面材料(E)

E. 30x30 磨石子地磚(磨平)
俯視

平視


第二節 試驗方式

本研究中，針對所挑選 5 種常見之地面材料，先嘗試採用乾燥及潮溼的環境進行測試，再於此 2 種環境中，添加改善 6 種市面上具有防滑效果之防滑貼布、防滑劑及防滑塗料，並進行黏著及塗布，再分別進行防滑試驗，交叉比對其關連性。

一、 其試驗條件及順序如下：

1. 首先進行試體 A~E，乾燥時，未加防滑介質之防滑係數。
2. 再進行試體 A~E，潮濕時，未加防滑介質之防滑係數。
3. 進行試體 A~E，乾燥時，黏貼黑色金鋼砂防滑條及透明浴室防滑條之防滑係數。
4. 進行試體 A~E，潮濕時，黏貼黑色金鋼砂防滑條及透明浴室防滑條之防滑係數。
5. 進行試體 A~E，乾燥時，塗布浴室止滑劑(W)之防滑係數。
6. 進行試體 A~E，潮濕時，塗布浴室止滑劑(W)之防滑係數。
7. 進行試體 A~E，乾燥時，塗布浴室磁磚地面防滑劑(X)之防滑係數。
8. 進行試體 A~E，潮濕時，塗布浴室磁磚地面防滑劑(X)之防滑係數。
9. 進行試體 A~E，乾燥時，塗布磁磚地面專用防滑劑(Y)之防滑係數。
10. 進行試體 A~E，潮濕時，塗布磁磚地面專用防滑劑(Y)之防滑係數。
11. 進行試體 A~E，乾燥時，塗布防滑塗料(Z)之防滑係數。
12. 進行試體 A~E，潮濕時，塗布防滑塗料(Z)之防滑係數。

二、 黏貼或塗布防滑介質方式之示意如下：

1. 黏貼黑色金鋼砂防滑條及透明浴室防滑條：



圖 4-1 試體黏貼黑色金鋼砂防滑條及透明浴室防滑條示意圖

2. 塗布防滑介質：



圖 4-2 塗布浴室止滑劑(W)示意圖(塗布清潔後表面已有細微孔洞)



圖 4-3 塗布浴室磁磚地面防滑劑(X)、磁磚地面專用防滑劑(Y)及防滑塗料(Z)

3. 磁磚防滑試驗機組檢測及擺錘止滑檢測儀檢測過程

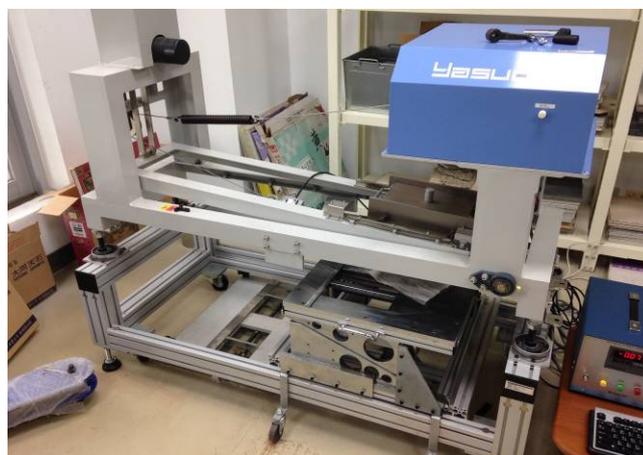


圖 4-4 磁磚防滑試驗機組檢測過程(乾燥條件下)

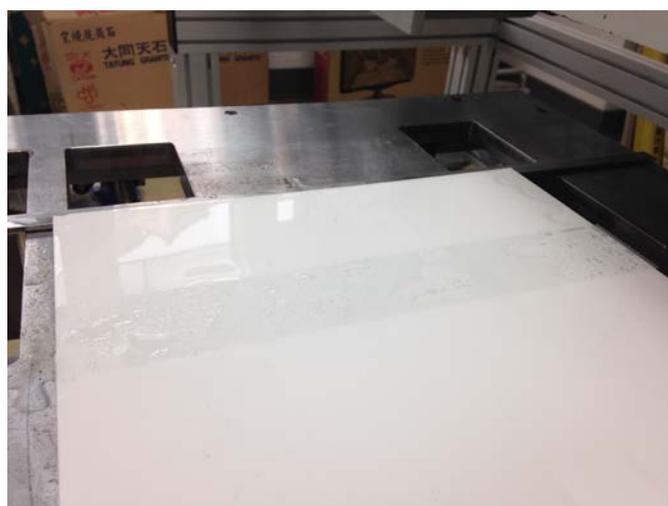
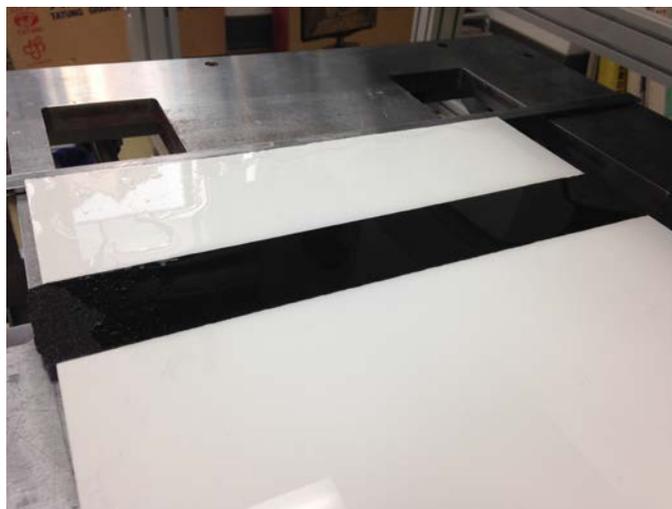
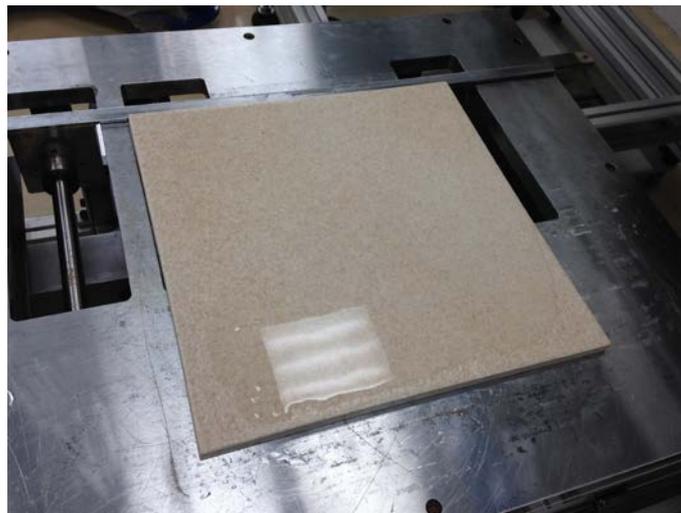


圖 4-5 磁磚防滑試驗機組檢測過程(潮濕條件下)

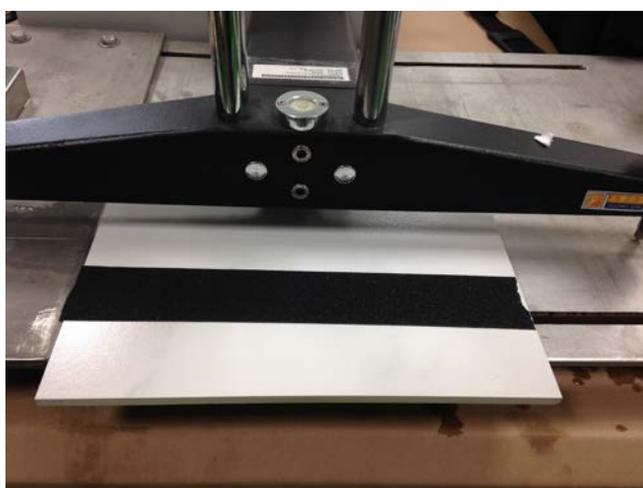
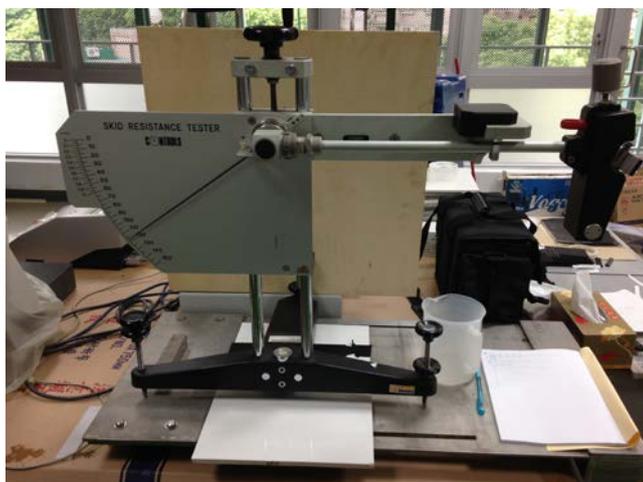


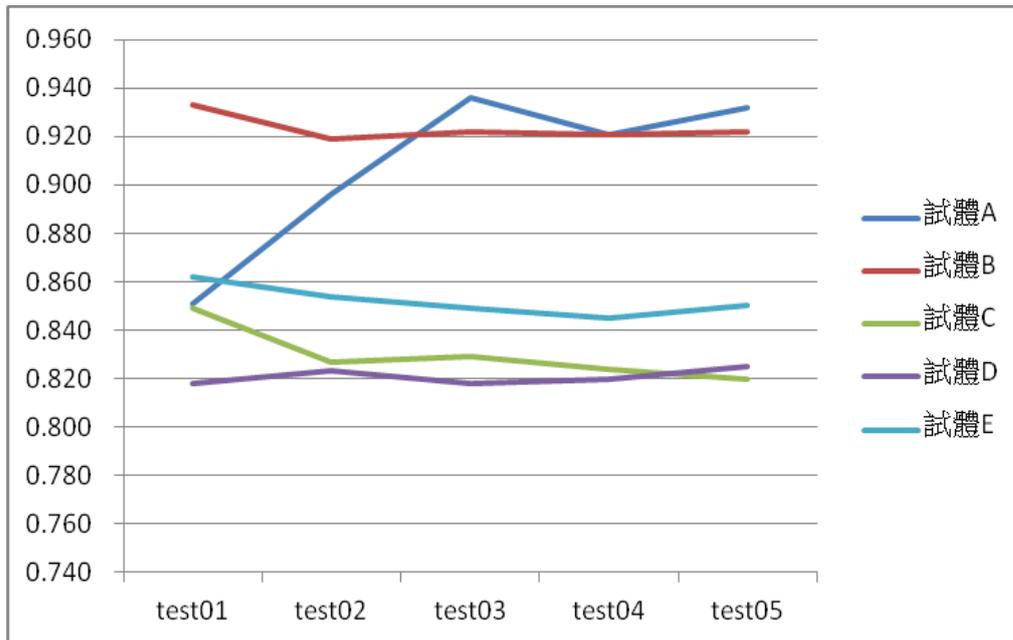
圖 4-6 擺錘止滑檢測儀檢測過程

第三節 試驗分析與結果

一、首先分別於乾燥及潮濕條件下，分別針對 5 種地面材料施加 6 種防滑介質，並以磁磚防滑試驗機組進行測試，其測試出之試驗數值及曲線圖如下：

(一) 試體 A~E，乾燥時，未加防滑材料之防滑係數：

CNS3299-12		乾燥					Aver
	test01	test02	test03	test04	test05		
試體 A	0.851	0.896	0.936	0.921	0.932	0.93	
試體 B	0.933	0.919	0.922	0.921	0.922	0.92	
試體 C	0.849	0.827	0.829	0.824	0.820	0.83	
試體 D	0.818	0.823	0.818	0.820	0.825	0.82	
試體 E	0.862	0.854	0.849	0.845	0.850	0.86	

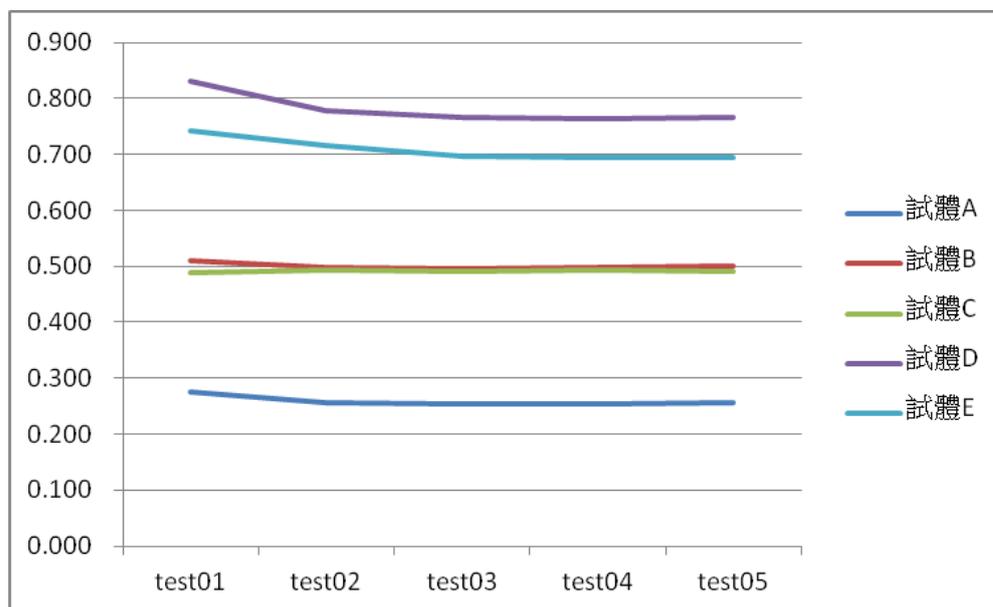


(二) 試體 A~E，潮濕時，未加防滑材料之防滑係數：

CNS3299-12

潮濕

	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 A	0.275	0.257	0.254	0.255	0.256	0.26
試體 B	0.510	0.499	0.495	0.497	0.500	0.50
試體 C	0.488	0.493	0.492	0.494	0.492	0.49
試體 D	0.832	0.779	0.767	0.764	0.767	0.77
試體 E	0.742	0.715	0.698	0.694	0.694	0.70



(三) 試體 A~E，乾燥及潮溼時，貼黑色金鋼砂防滑條時之防滑係數：

(四) 試體 A~E，乾燥及潮溼時，貼透明浴室防滑條時之防滑係數：

因施作時試體 A~E，乾燥時，貼金鋼砂條及浴室防滑貼條時貼條會被拉拔翹起造成破壞，導致數據無法測量。



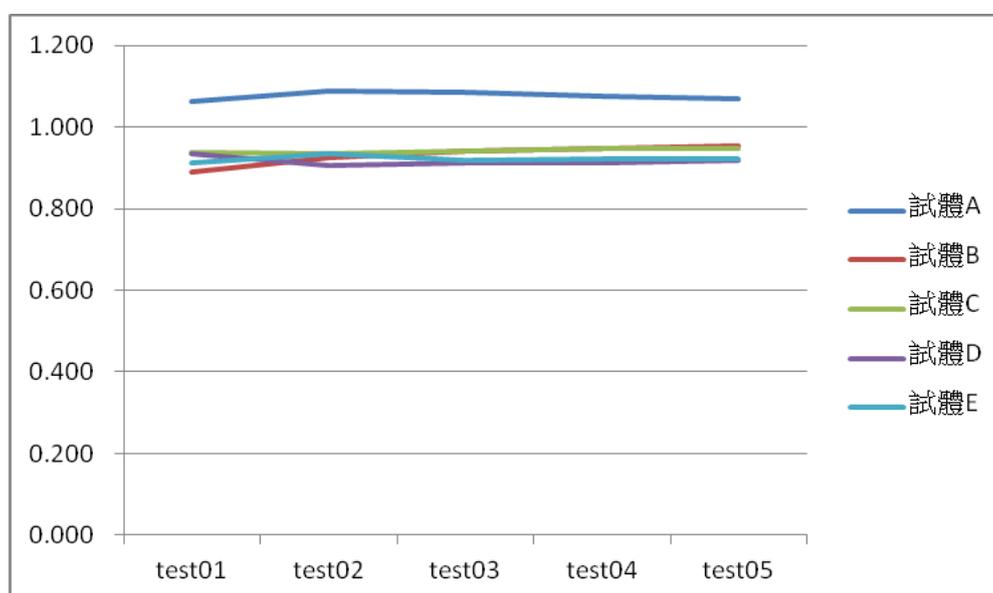
圖 4-7 防滑貼條翹起破壞

(五) 試體 A~E，乾燥時，塗布浴室止滑劑(W)時之防滑係數:

CNS3299-12

防滑液

	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 A	1.062	1.087	1.084	1.075	1.070	1.08
試體 B	0.890	0.925	0.940	0.949	0.953	0.95
試體 C	0.939	0.935	0.941	0.947	0.946	0.94
試體 D	0.936	0.905	0.911	0.911	0.918	0.91
試體 E	0.913	0.933	0.919	0.921	0.922	0.92

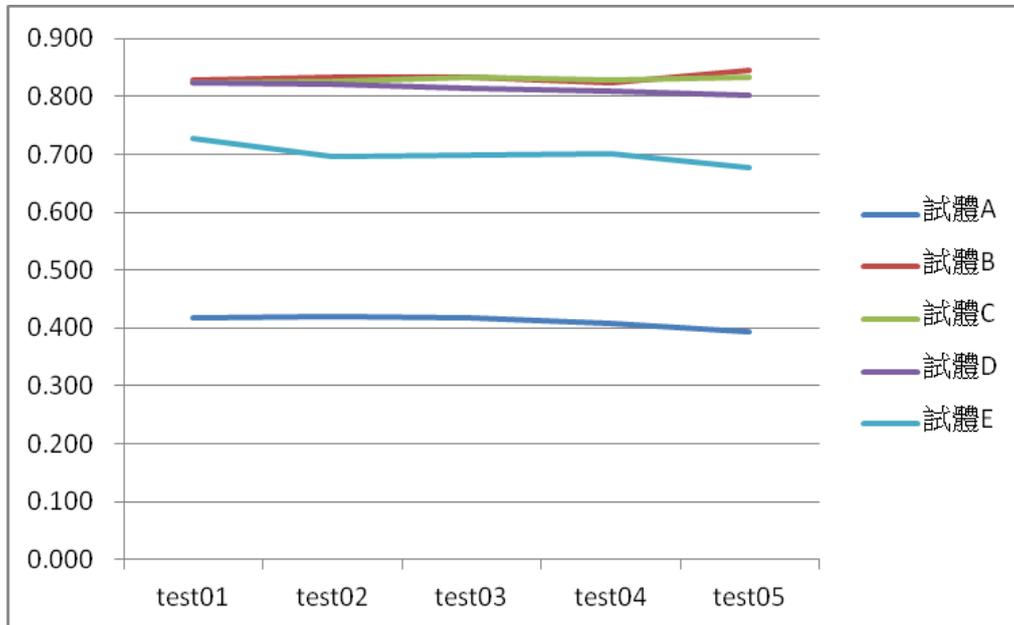


(六) 試體 A~E，潮溼時，塗布浴室止滑劑(W)時之防滑係數:

CNS3299-12

止滑劑加水

	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 A	0.417	0.420	0.417	0.408	0.394	0.42
試體 B	0.829	0.832	0.834	0.824	0.846	0.83
試體 C	0.823	0.826	0.832	0.829	0.832	0.83
試體 D	0.824	0.821	0.813	0.809	0.801	0.82
試體 E	0.728	0.695	0.698	0.701	0.678	0.70

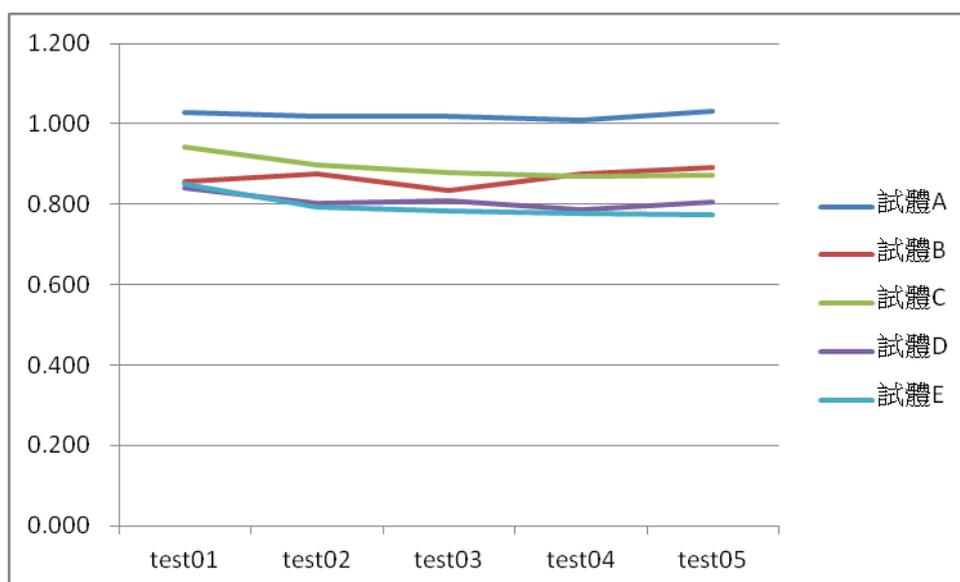


(七) 試體 A~E，乾燥時，塗布浴室磁磚地面防滑劑(X)時之防滑係數：

CNS3299-12

浴室磁磚地面防滑劑(X)

	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 A	1.027	1.020	1.020	1.010	1.031	1.02
試體 B	0.857	0.877	0.838	0.876	0.893	0.86
試體 C	0.943	0.899	0.879	0.868	0.874	0.88
試體 D	0.841	0.803	0.809	0.787	0.806	0.82
試體 E	0.851	0.793	0.782	0.776	0.775	0.78

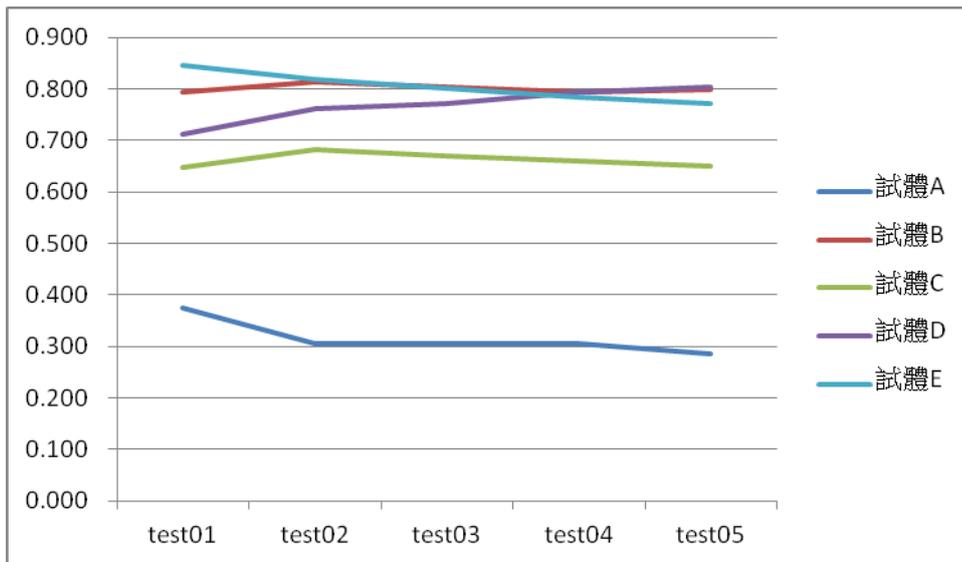


(八) 試體 A~E，潮濕時，塗布浴室磁磚地面防滑劑(X)時之防滑係數：

CNS3299-12

浴室磁磚地面防滑劑(X)加水

	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 A	0.375	0.306	0.305	0.306	0.285	0.31
試體 B	0.793	0.813	0.804	0.793	0.798	0.80
試體 C	0.647	0.681	0.670	0.659	0.649	0.67
試體 D	0.712	0.762	0.771	0.793	0.803	0.78
試體 E	0.846	0.818	0.801	0.784	0.771	0.82

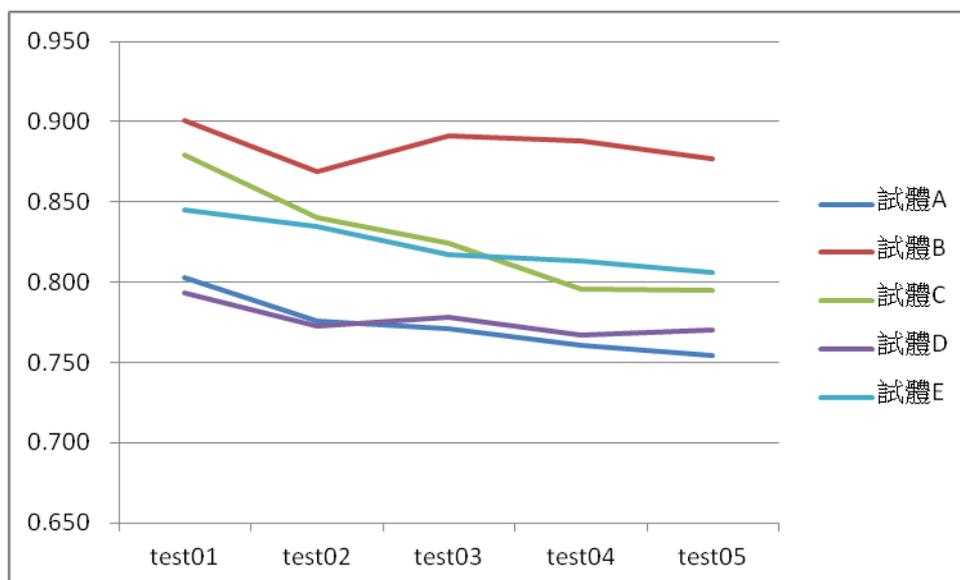


(九) 試體 A~E，乾燥時，塗布磁磚地面專用防滑劑(Y)時之防滑係數：

CNS3299-12

磁磚地面專用防滑劑(Y)

	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 A	0.803	0.776	0.771	0.761	0.754	0.78
試體 B	0.901	0.869	0.891	0.888	0.877	0.89
試體 C	0.879	0.840	0.824	0.796	0.795	0.82
試體 D	0.793	0.773	0.778	0.767	0.770	0.78
試體 E	0.845	0.835	0.817	0.813	0.806	0.83

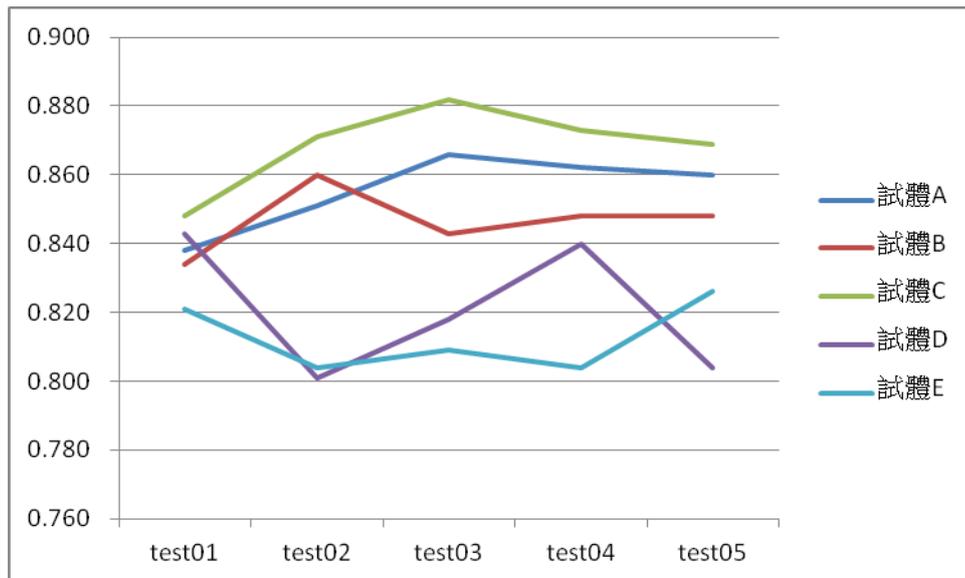


(十) 試體 A~E，潮濕時，塗布磁磚地面專用防滑劑(Y)時之防滑係數：

CNS3299-12

磁磚地面專用防滑劑(Y)加水

	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 A	0.602	0.572	0.544	0.534	0.524	0.55
試體 B	0.835	0.835	0.829	0.838	0.846	0.83
試體 C	0.803	0.773	0.779	0.773	0.765	0.79
試體 D	0.843	0.846	0.834	0.820	0.815	0.84
試體 E	0.812	0.812	0.793	0.792	0.765	0.81

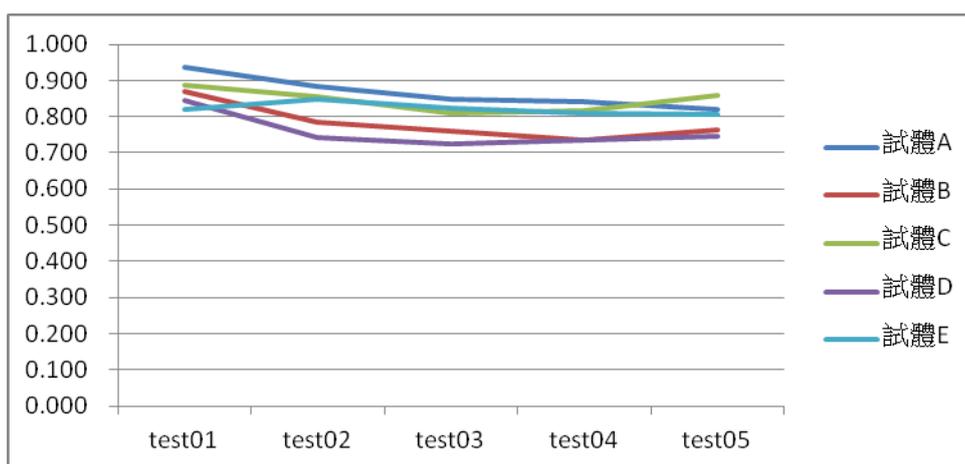


(十一) 試體 A~E，乾燥時，塗布防滑塗料(Z)時之防滑係數：

CNS3299-12

防滑塗料(Z)

	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 A	0.938	0.883	0.848	0.840	0.821	0.86
試體 B	0.868	0.784	0.759	0.734	0.762	0.76
試體 C	0.887	0.855	0.809	0.817	0.859	0.83
試體 D	0.846	0.742	0.726	0.737	0.745	0.74
試體 E	0.820	0.848	0.824	0.809	0.806	0.83

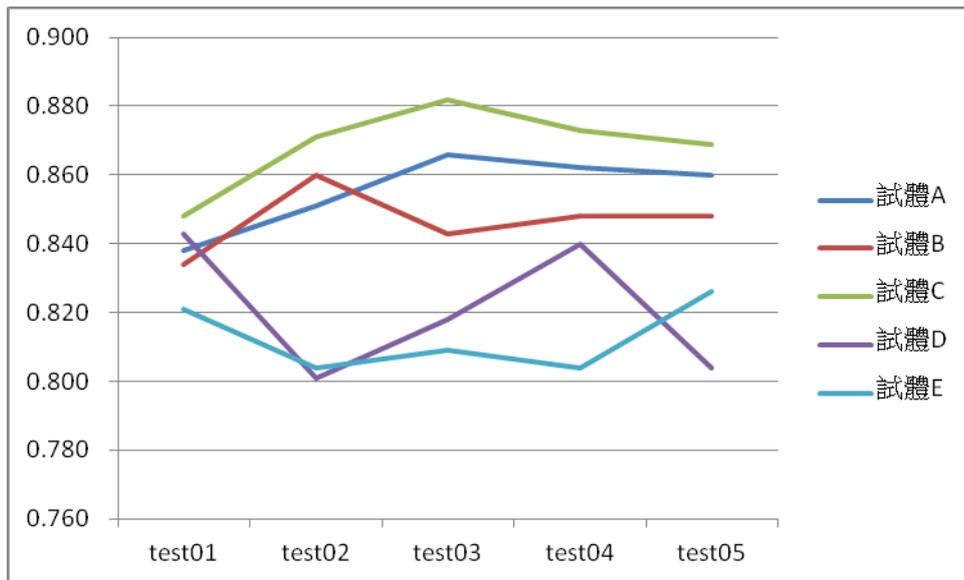


(十二) 試體 A~E，潮濕時，塗布防滑塗料(Z)時之防滑係數：

CNS3299-12

防滑塗料(Z)加水

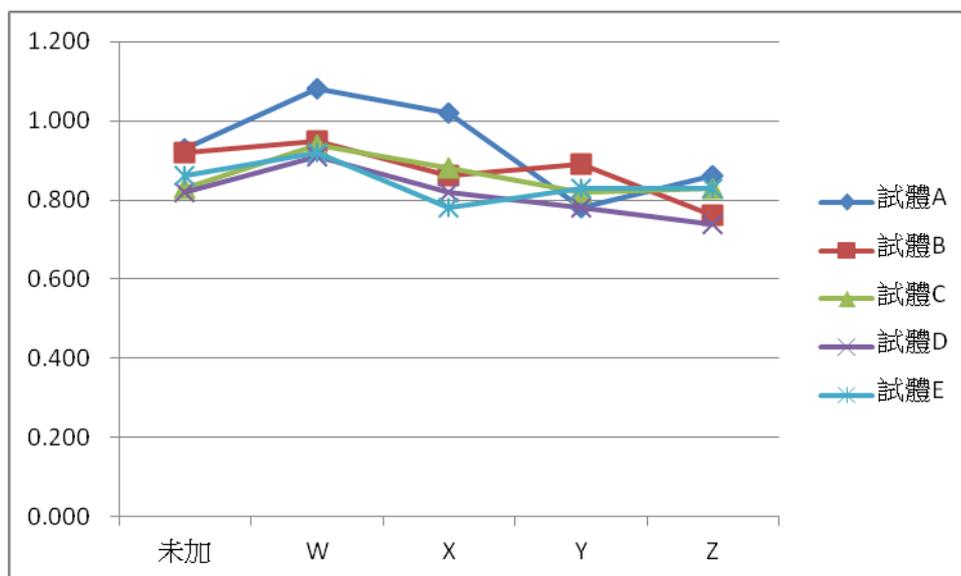
	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 A	0.838	0.851	0.866	0.862	0.860	0.85
試體 B	0.834	0.860	0.843	0.848	0.848	0.85
試體 C	0.848	0.871	0.882	0.873	0.869	0.87
試體 D	0.843	0.801	0.818	0.840	0.804	0.82
試體 E	0.821	0.804	0.809	0.804	0.826	0.81



二、 結果分析

(一) 經彙整前項各試驗之防滑係數平均值數值後如下，可彙整得下列圖表：

CNS3299-12	乾燥時				
(平均值)	未加	W	X	Y	Z
試體 A	0.930	1.080	1.020	0.780	0.860
試體 B	0.920	0.950	0.860	0.890	0.760
試體 C	0.830	0.940	0.880	0.820	0.830
試體 D	0.820	0.910	0.820	0.780	0.740
試體 E	0.860	0.920	0.780	0.830	0.830



CNS3299-12	潮濕時					
	未加	加水	W	X	Y	Z
試體 A	0.930	0.260	0.420	0.310	0.550	0.850
試體 B	0.920	0.500	0.830	0.800	0.830	0.850
試體 C	0.830	0.490	0.830	0.670	0.790	0.870
試體 D	0.820	0.770	0.820	0.780	0.840	0.820
試體 E	0.860	0.700	0.700	0.820	0.810	0.810



(二) 綜合分析上述圖表可歸納出以下幾點：

1. 乾燥時，未加防滑介質，各試體防滑係數值皆相當高。
2. 在潮濕時，未加防滑介質，試體 A~C 之防滑係數值下降相當大，試體 D 及 E 之防滑係數值下降較小，因試體 D 有表面有尖端突起刺破水膜，故防滑係數值下降最少，試體 E 會略為分離水膜，故防滑係數值下降次之。
3. 在黏貼黑色金鋼砂防滑條及透明浴室防滑條試驗時，不論乾燥或潮濕之條件下測試，皆因黏著力不足，因此造成防滑條

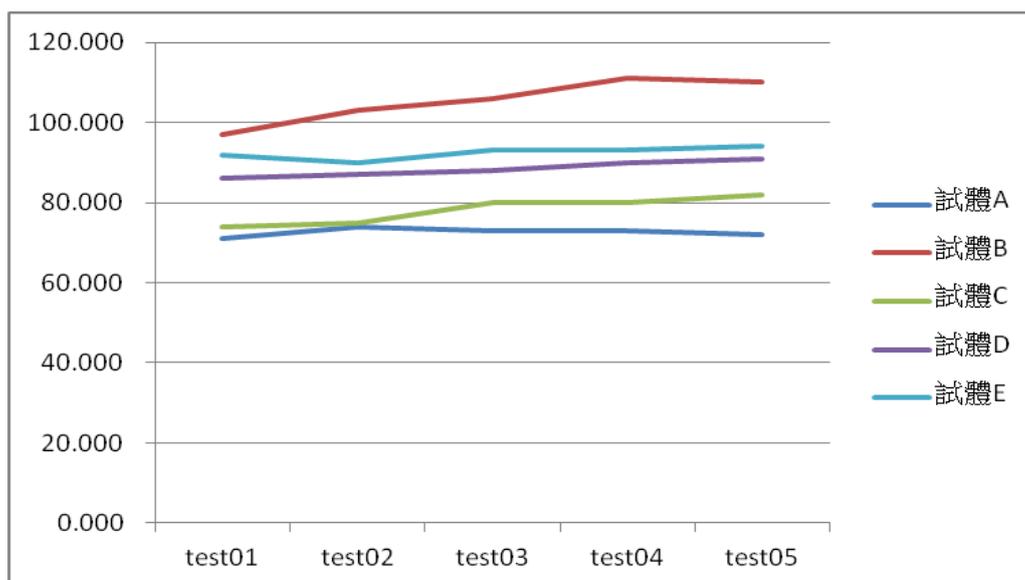
拉拔破壞，而無法測試，故在實際環境中在黏貼類似此種產品時，須特別考量黏著力因素，以免鬆動失去防滑效果。

4. 在乾燥的條件下，在塗布防滑劑或防滑塗料後，因造成原面磚表面之破壞，防滑係數值皆有上下浮動，惟皆與未施加防滑介質時相近。
5. 在潮濕的條件下，塗布防滑劑或防滑塗料後，因原面磚表面形成真空吸盤現象或產生細小顆粒刺破水膜，使防滑係數值皆上升。
6. 使用浴室止滑劑(W)、浴室磁磚地面防滑劑(X)及磁磚地面磚用防滑劑(Y)時，此3種皆係使原面磚表面形成無數微小的孔洞，使得於潮濕的環境下行走時可產生真空吸盤現象進而達到防滑效果，而在外觀上之影響為儘失去原有光澤，且較方便快速。
7. 使用防滑塗料(Z)時，其原理係在原面磚表面附著一層具有細小骨材之防滑塗層，進而達成刺破水膜之效果，外觀上已被防滑塗料覆蓋，使原面磚表層改變較大，塗布時較費時，且施工時須在空氣流通之環境，並靜置1-3天硬化後才可使用。
8. 施工時，採用真空吸盤原理之浴室止滑劑(W)、浴室磁磚地面防滑劑(X)及磁磚地面磚用防滑劑(Y)，原則上塗布後不可靜至太短或太久，以免細小孔洞尚未形成或孔洞過大，失去防滑效果。
9. 防滑塗料(Z)係以產生細小顆粒刺破水膜來達成防滑效果，為施工時須特別注意細小顆粒之分布情形，以免造成雖已塗料，但因細小顆粒數量附著不足，造成防滑效果不好。

三、再分別於乾燥及潮濕條件下，分別針對 5 種地面材料施加 6 種防滑介質，並以擺錘止滑檢測儀進行試驗：

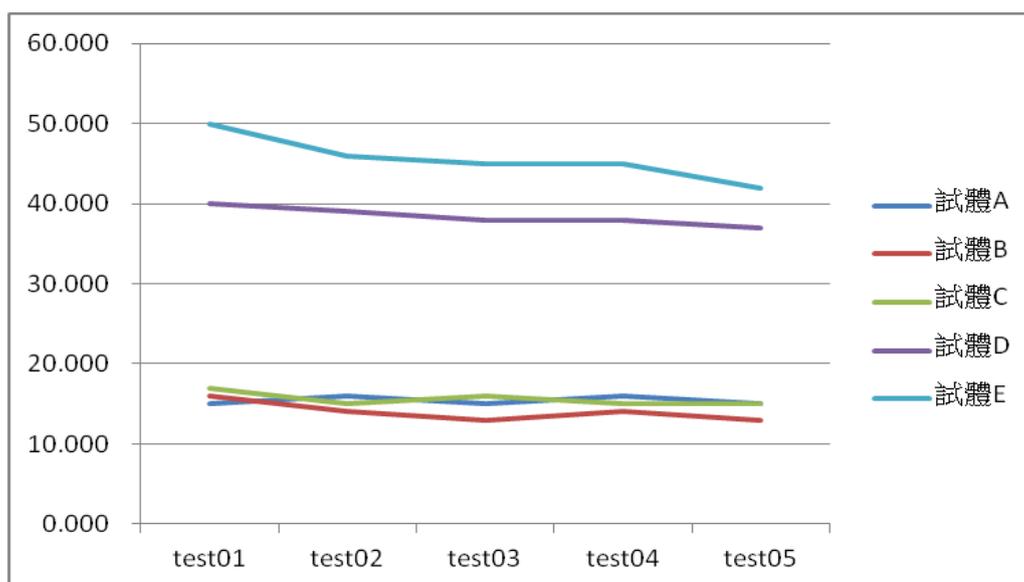
(一) 試體 A~E，乾燥時，未加防滑材料之防滑係數：

擺錘	乾燥					Aver
	test01	test02	test03	test04	test05	
試體 A	71.000	74.000	73.000	73.000	72.000	72.60
試體 B	97.000	103.000	106.000	111.000	110.000	105.40
試體 C	74.000	75.000	80.000	80.000	82.000	78.20
試體 D	86.000	87.000	88.000	90.000	91.000	88.40
試體 E	92.000	90.000	93.000	93.000	94.000	92.40



(二) 試體 A~E，潮溼時，未加防滑材料之防滑係數：

	擺錘					加水
	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 A	15.000	16.000	15.000	16.000	15.000	15.40
試體 B	16.000	14.000	13.000	14.000	13.000	14.00
試體 C	17.000	15.000	16.000	15.000	15.000	15.60
試體 D	40.000	39.000	38.000	38.000	37.000	38.40
試體 E	50.000	46.000	45.000	45.000	42.000	45.60

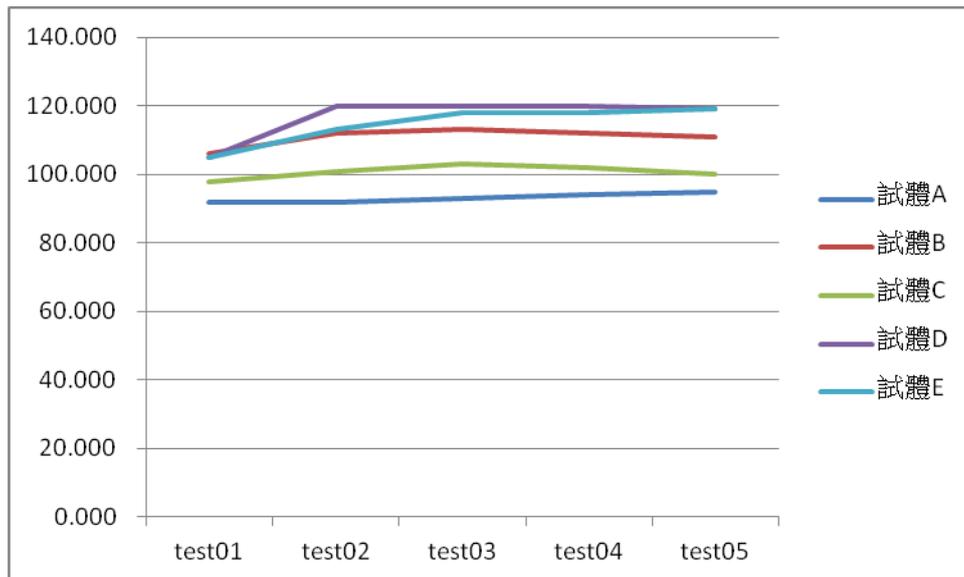


(三) 試體 A~E，乾燥時，貼黑色金剛砂防滑條之防滑係數：

擺錘

黑色金剛砂防滑條

	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 A	92.000	92.000	93.000	94.000	95.000	93.20
試體 B	106.000	112.000	113.000	112.000	111.000	110.80
試體 C	98.000	101.000	103.000	102.000	100.000	100.80
試體 D	105.000	120.000	120.000	120.000	119.000	116.80
試體 E	105.000	113.000	118.000	118.000	119.000	114.60

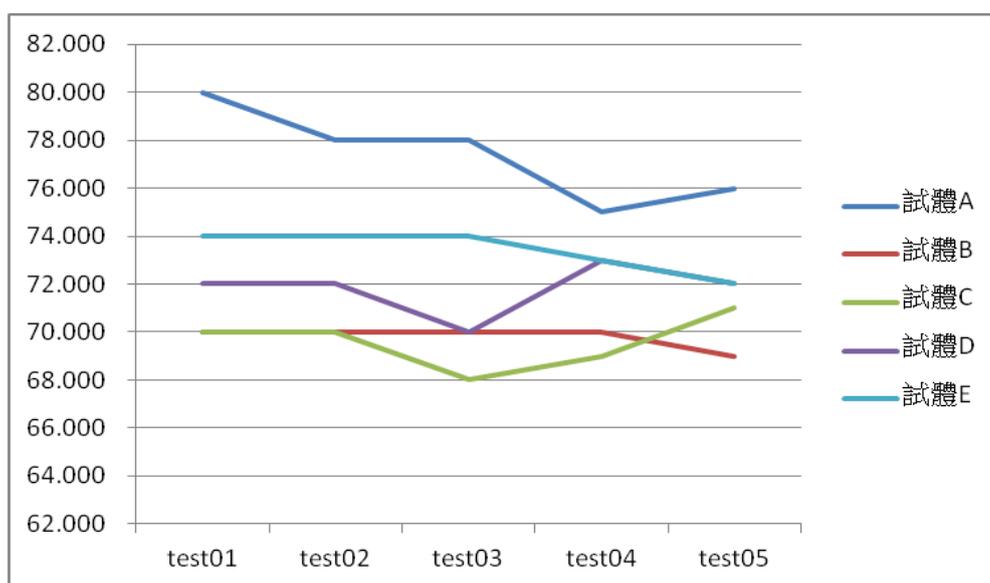


(四) 試體 A~E，潮溼時，貼黑色金剛砂防滑條之防滑係數:

擺錘

黑色金剛砂防滑條加水

	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 A	80.000	78.000	78.000	75.000	76.000	77.40
試體 B	70.000	70.000	70.000	70.000	69.000	69.80
試體 C	70.000	70.000	68.000	69.000	71.000	69.60
試體 D	72.000	72.000	70.000	73.000	72.000	71.80
試體 E	74.000	74.000	74.000	73.000	72.000	73.40

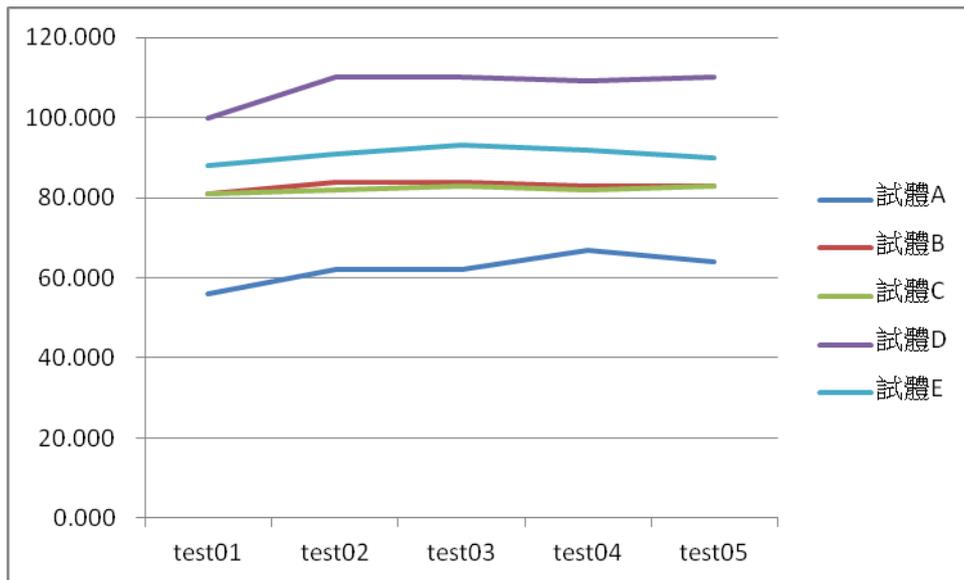


(五) 試體 A~E，乾燥時，貼透明浴室防滑條之防滑係數：

擺錘

透明浴室防滑條

	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 A	56.000	62.000	62.000	67.000	64.000	64.33
試體 B	81.000	84.000	84.000	83.000	83.000	83.00
試體 C	81.000	82.000	83.000	82.000	83.000	82.33
試體 D	100.000	110.000	110.000	109.000	110.000	107.80
試體 E	88.000	91.000	93.000	92.000	90.000	90.80

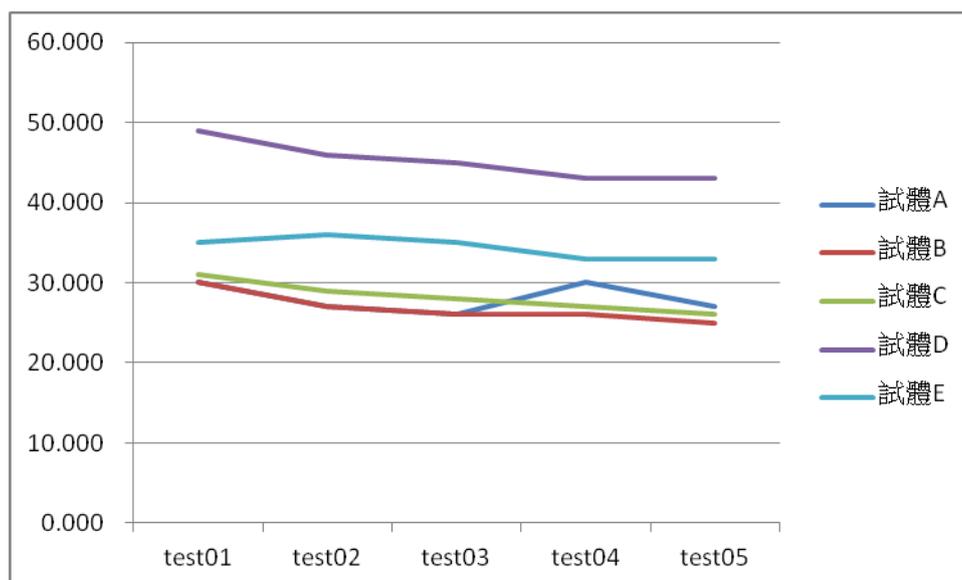


(六) 試體 A~E，潮溼時，貼透明浴室防滑條之防滑係數：

擺錘

透明浴室防滑條加水

	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 A	30.000	27.000	26.000	30.000	27.000	28.00
試體 B	30.000	27.000	26.000	26.000	25.000	26.80
試體 C	31.000	29.000	28.000	27.000	26.000	28.20
試體 D	49.000	46.000	45.000	43.000	43.000	45.20
試體 E	35.000	36.000	35.000	33.000	33.000	34.40

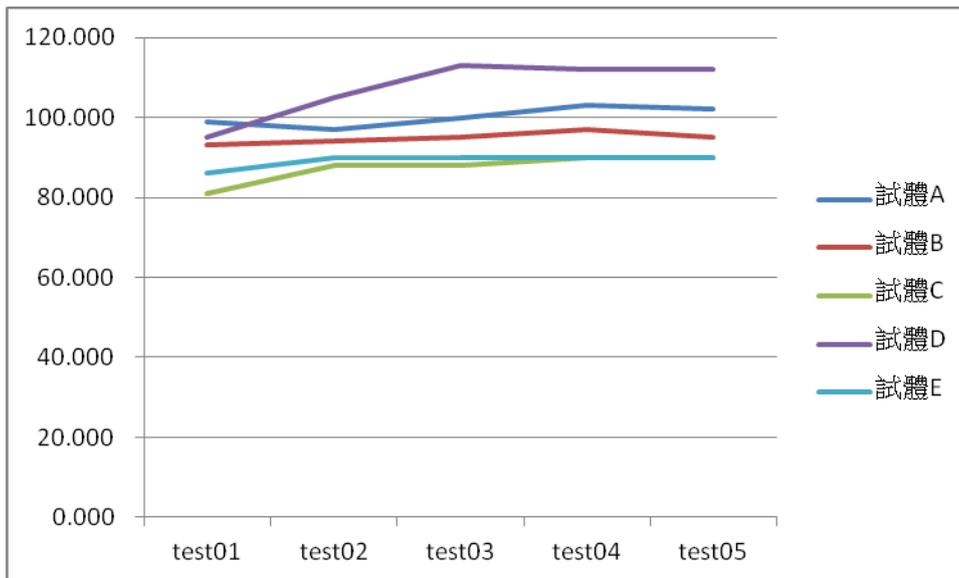


(七) 試體 A~E，乾燥時，塗布浴室止滑劑(W)之防滑係數：

擺錘

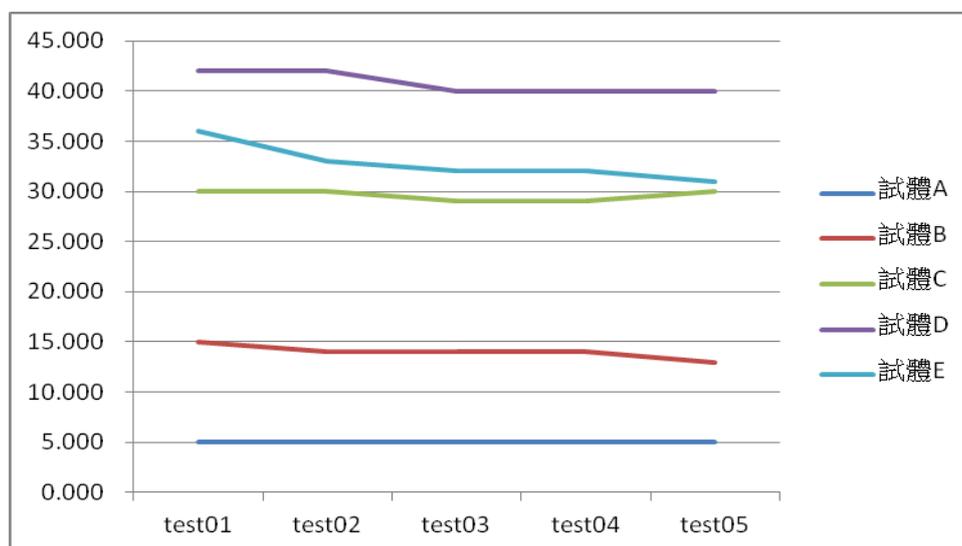
止滑劑

	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 A	99.000	97.000	100.000	103.000	102.000	100.20
試體 B	93.000	94.000	95.000	97.000	95.000	94.80
試體 C	81.000	88.000	88.000	90.000	90.000	87.40
試體 D	95.000	105.000	113.000	112.000	112.000	107.40
試體 E	86.000	90.000	90.000	90.000	90.000	89.20



(八) 試體 A~E，潮溼時，塗布浴室止滑劑(W)之防滑係數：

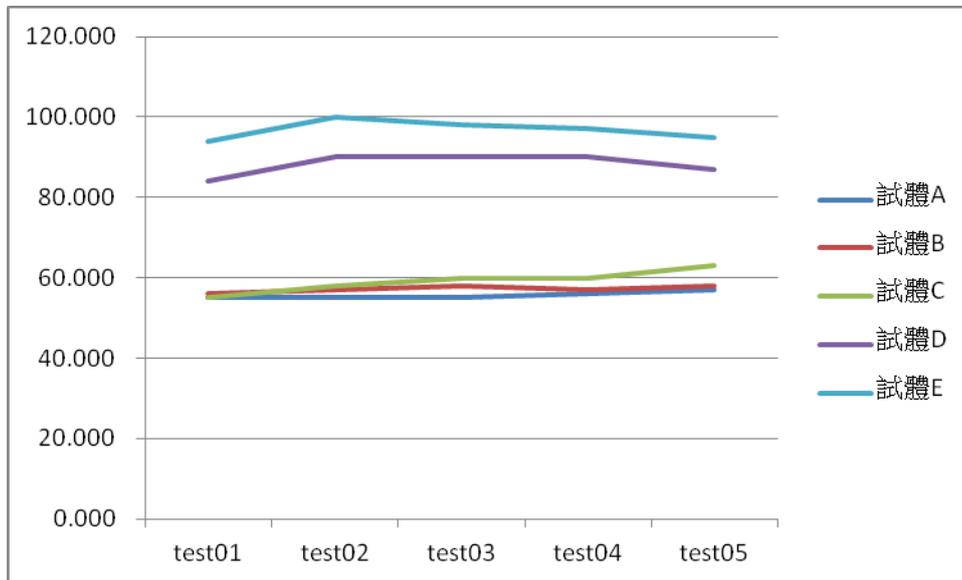
擺錘	止滑劑加水					Aver
	test01	test02	test03	test04	test05	
試體 A	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.00
試體 B	15.000	14.000	14.000	14.000	13.000	14.00
試體 C	30.000	30.000	29.000	29.000	30.000	29.60
試體 D	42.000	42.000	40.000	40.000	40.000	40.80
試體 E	36.000	33.000	32.000	32.000	31.000	32.80



(九) 試體 A~E，乾燥時，塗布浴室磁磚地面防滑劑(X)之防滑係數：

擺錘 浴室磁磚地面防滑劑(X)

	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 A	55.000	55.000	55.000	56.000	57.000	55.60
試體 B	56.000	57.000	58.000	57.000	58.000	57.20
試體 C	55.000	58.000	60.000	60.000	63.000	59.20
試體 D	84.000	90.000	90.000	90.000	87.000	88.20
試體 E	94.000	100.000	98.000	97.000	95.000	96.80

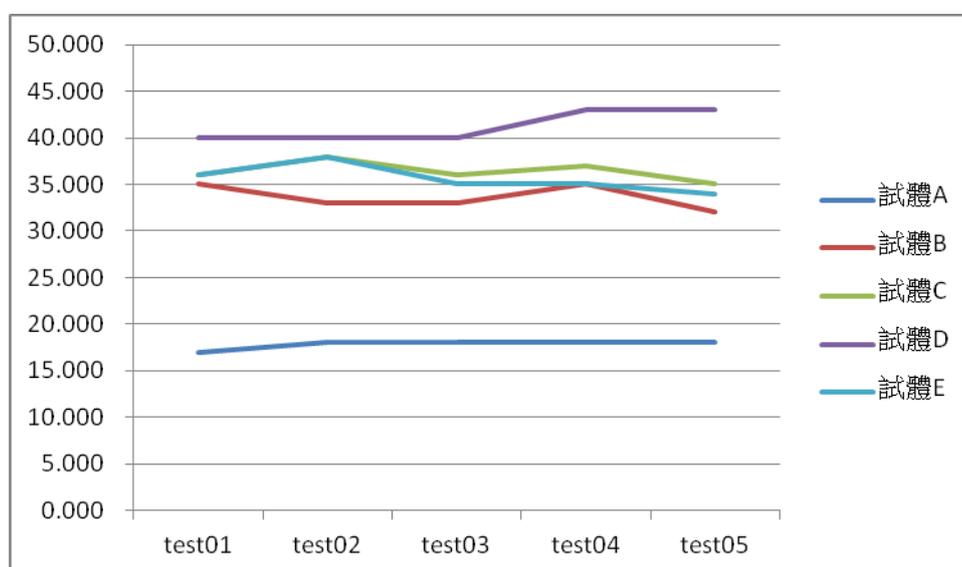


(十) 試體 A~E，潮溼時，塗布浴室磁磚地面防滑劑(X)之防滑係數：

擺錘

浴室磁磚地面防滑劑(X)加水

	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 A	17.000	18.000	18.000	18.000	18.000	17.80
試體 B	35.000	33.000	33.000	35.000	32.000	33.60
試體 C	36.000	38.000	36.000	37.000	35.000	36.40
試體 D	40.000	40.000	40.000	43.000	43.000	41.20
試體 E	36.000	38.000	35.000	35.000	34.000	35.60

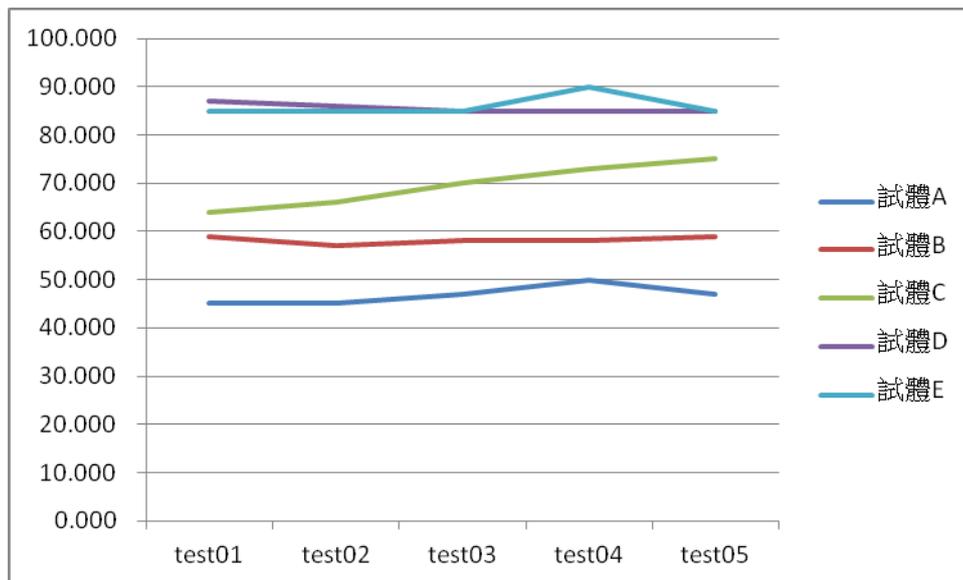


(十一) 試體 A~E，乾燥時，塗布磁磚地面專用防滑劑(Y)之防滑係數：

擺錘

磁磚地面專用防滑劑(Y)

	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 A	45.000	45.000	47.000	50.000	47.000	46.80
試體 B	59.000	57.000	58.000	58.000	59.000	58.20
試體 C	64.000	66.000	70.000	73.000	75.000	69.60
試體 D	87.000	86.000	85.000	85.000	85.000	85.60
試體 E	85.000	85.000	85.000	90.000	85.000	86.00

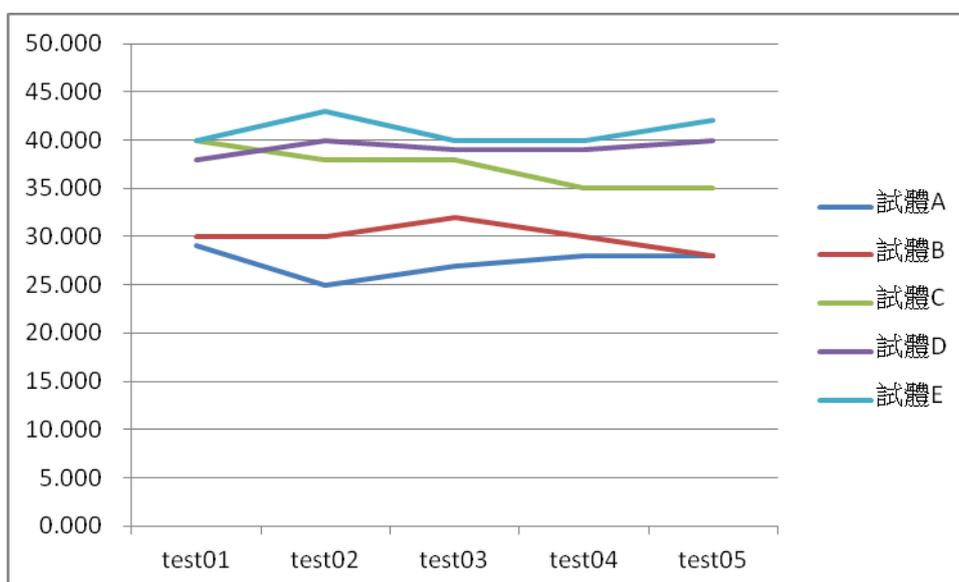


(十二) 試體 A~E，潮溼時，塗布磁磚地面專用防滑劑(Y)之防滑係數：

擺錘

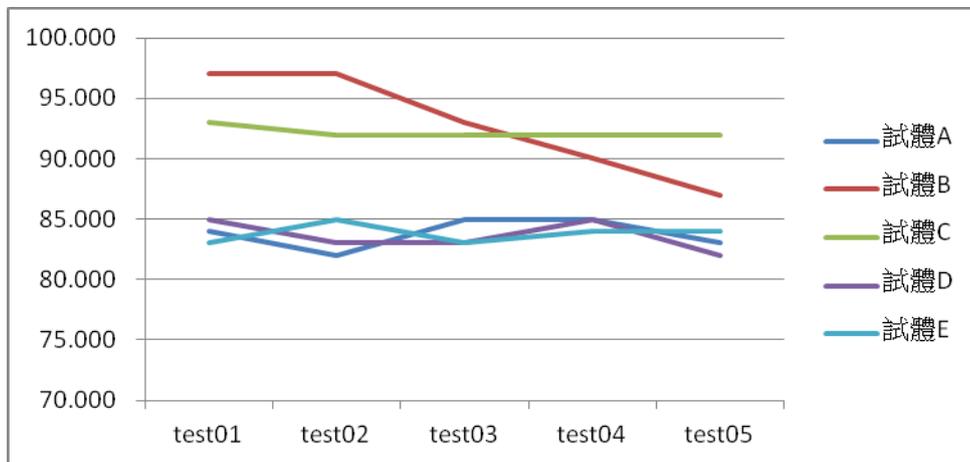
磁磚地面專用防滑劑(Y)加水

	test01	test02	test03	test04	test05	Aver
試體 A	29.000	25.000	27.000	28.000	28.000	27.40
試體 B	30.000	30.000	32.000	30.000	28.000	30.00
試體 C	40.000	38.000	38.000	35.000	35.000	37.20
試體 D	38.000	40.000	39.000	39.000	40.000	39.20
試體 E	40.000	43.000	40.000	40.000	42.000	41.00



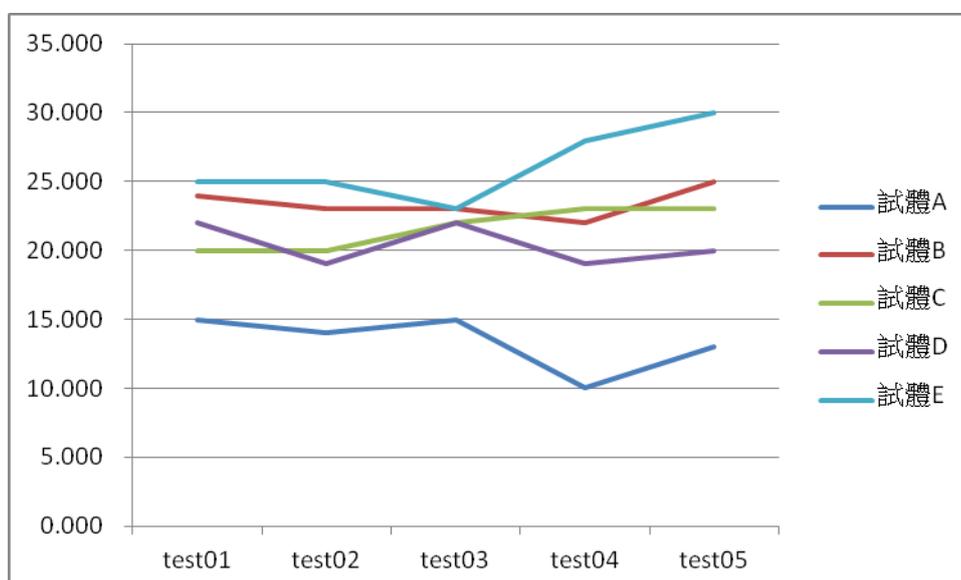
(十三) 試體 A~E，乾燥時，塗布防滑塗料(Z)之防滑係數：

擺錘	防滑塗料(Z)					Aver
	test01	test02	test03	test04	test05	
試體 A	84.000	82.000	85.000	85.000	83.000	83.80
試體 B	97.000	97.000	93.000	90.000	87.000	92.80
試體 C	93.000	92.000	92.000	92.000	92.000	92.20
試體 D	85.000	83.000	83.000	85.000	82.000	83.60
試體 E	83.000	85.000	83.000	84.000	84.000	83.80



(十四) 試體 A~E，潮溼時，塗布防滑塗料(Z)之防滑係數：

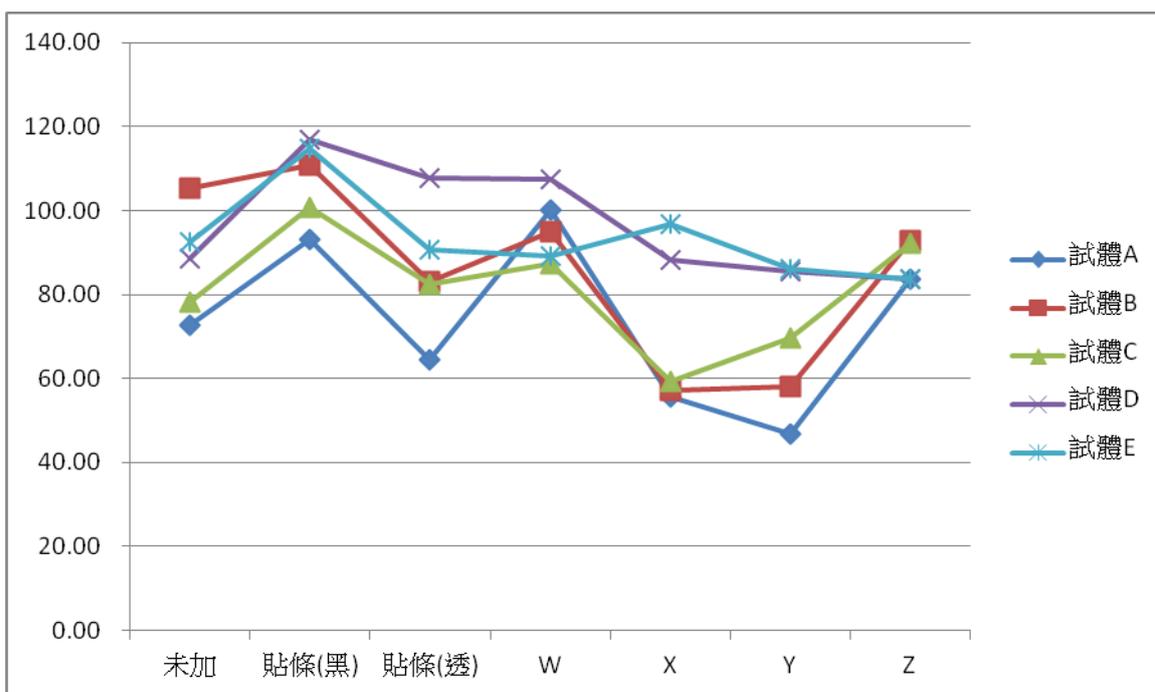
擺錘	防滑塗料(Z)加水					Aver
	test01	test02	test03	test04	test05	
試體 A	15.000	14.000	15.000	10.000	13.000	13.40
試體 B	24.000	23.000	23.000	22.000	25.000	23.40
試體 C	20.000	20.000	22.000	23.000	23.000	21.60
試體 D	22.000	19.000	22.000	19.000	20.000	20.40
試體 E	25.000	25.000	23.000	28.000	30.000	26.20



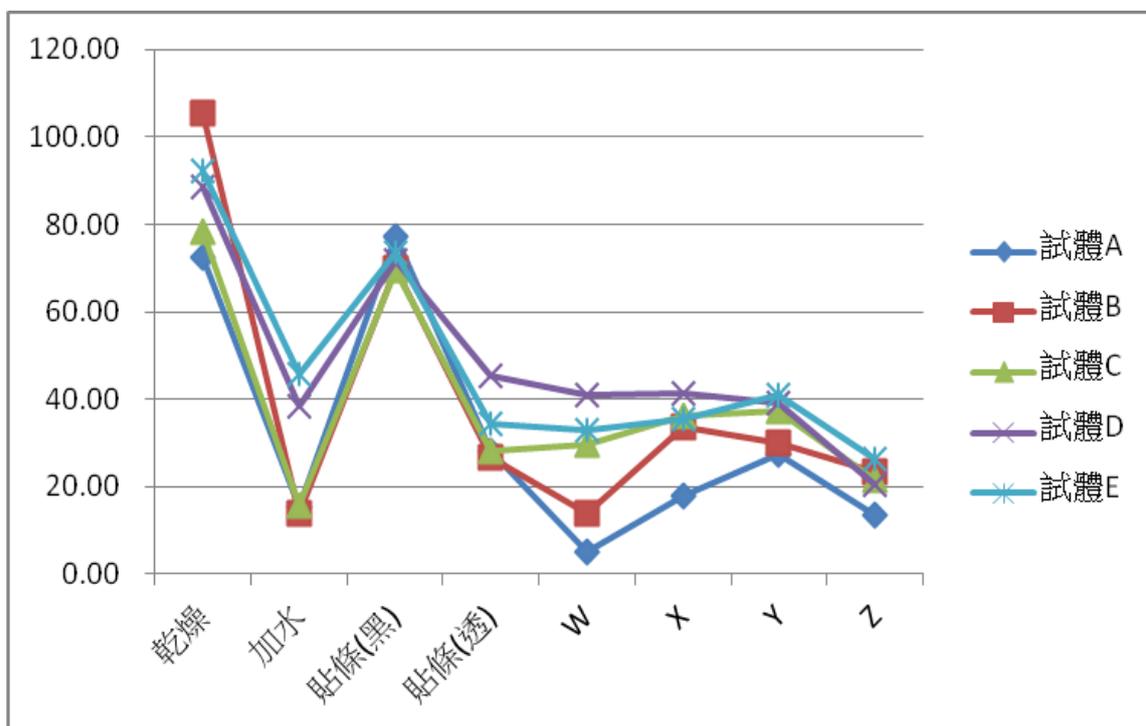
四、 結果分析

(一) 經彙整前項各試驗之防滑係數平均值數值後如下，可彙整得下列圖表：

擺錘	乾燥時						
	未加	貼條(黑)	貼條(透)	W	X	Y	Z
試體 A	72.60	93.20	64.33	100.20	55.60	46.80	83.80
試體 B	105.40	110.80	83.00	94.80	57.20	58.20	92.80
試體 C	78.20	100.80	82.33	87.40	59.20	69.60	92.20
試體 D	88.40	116.80	107.80	107.40	88.20	85.60	83.60
試體 E	92.40	114.60	90.80	89.20	96.80	86.00	83.80



擺錘	潮濕時							
	乾燥	加水	貼條(黑)	貼條(透)	W	X	Y	Z
試體 A	72.60	15.40	77.40	28.00	5.00	17.80	27.40	13.40
試體 B	105.40	14.00	69.80	26.80	14.00	33.60	30.00	23.40
試體 C	78.20	15.60	69.60	28.20	29.60	36.40	37.20	21.60
試體 D	88.40	38.40	71.80	45.20	40.80	41.20	39.20	20.40
試體 E	92.40	45.60	73.40	34.40	32.80	35.60	41.00	26.20



(二) 綜合分析上述圖表可歸納出以下幾點：

1. 在乾燥的條件下，未加防滑介質，各試體防滑係數值皆相當高。
2. 在乾燥的條件下，黏貼黑色金鋼砂防滑條之防滑係數值皆上升，黏貼透明浴室防滑條之防滑係數值上下浮動，惟皆與未施加防滑介質時相近，惟須考慮方向性及接觸面積。
3. 在乾燥的條件下，使用浴室止滑劑(W)、浴室磁磚地面防滑劑(X)、磁磚地面磚用防滑劑(Y)及防滑塗料(Z)後試驗，其數值上下浮動，惟依「擺錘止滑檢測儀(BS 7976)測試值與滑倒風險性關係表」所示，仍屬於滑倒風險性「低」之範圍。
4. 在潮濕時，未加防滑介質，試體 A~C 之防滑係數值下降相當大，已進入滑倒風險性「高」之範圍，試體 D 及 E 之防滑係數值下降較小，因試體 D 有表面有尖端突起刺破水膜，故防滑係數值下降最少，試體 E 會分離水膜，故防滑係數值下降次之，為滑倒風險性「低」之範圍，與磁磚防滑試驗機結果類似。。
5. 在潮濕時，使用黑色金剛砂防滑條較未貼時防滑效果大幅提升，使用透明浴室防滑條較未貼時防滑效果些微提升，但仍需考量防滑貼條黏貼力之影響。
6. 潮溼情況下，使用浴室止滑劑(W)、浴室磁磚地面防滑劑(X)、磁磚地面磚用防滑劑(Y)及防滑塗料(Z)後試驗，因測試方式關係，無法完全發揮真空吸盤現象，導致前 3 種防滑係數值僅些微上升，而防滑塗料(Z)因採尖端突起刺破水膜原理，其接觸面過小無法發揮防滑骨材之作用，故各試體之皆屬滑倒風險性「高」。
7. 有關本研究採用之 2 種試驗儀器，針對同一樣試體塗布相同止滑劑後，潮溼時之防滑係數值呈現上升及下降不同現象，初步研究為 2 種儀器採用原理不同(一採用拖翹式靜磨擦係數原理，一是採用動摩擦係數原理)，應可對應步行及跑步之情況，

跑步時易滑倒之現象。

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) 擺錘止滑檢測儀與磁磚防滑試驗機組所試驗之試體有 5 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，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，惟於現場檢測鋪設防滑介質之地面時，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，及使用擺錘止滑檢測儀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)」，使用本所磁磚防滑試驗機組進行試驗，並塗布多種防滑材料測試防滑係數值，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，其橡膠試體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. 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。
4. 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。
5. 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。
6. 施工時，採用真空吸盤原理之浴室止滑劑(W)、浴室磁磚地面防滑劑(X)及磁磚地面磚用防滑劑(Y)，原則上塗布後不可靜至太短或太久，以免細小孔洞尚未形成或孔洞過大，失去防滑效果。
7. 防滑塗料(Z)係以產生細小顆粒刺破水膜來達成防滑效果，為施工時須特別注意細小顆粒之分布情形，以免造成雖已塗料，但因細小顆粒數量附著不足，造成防滑效果無法呈現。

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. 乾燥時，未加防滑介質，各試體防滑係數值皆相當高。
2. 在潮濕時，未加防滑介質，試體 D 有表面有尖端突起刺破水膜，故防滑係數值下降最少，試體 E 會略為分離水膜，故防

滑係數值下降次之。

3. 在使用磁磚防滑試驗機試驗時，黏貼黑色金鋼砂防滑條及透明浴室防滑條試驗時，不論乾燥或潮濕之條件下測試，皆因黏著力不足，因此造成防滑條拉拔破壞，而無法測試，故在實際環境中在黏貼類似此種產品時，須特別考量黏著力因素，以免鬆動失去防滑效果。
4. 在潮濕的條件下，塗布防滑劑或防滑塗料後，因原面磚表面形成真空吸盤現象或產生細小顆粒刺破水膜，使防滑係數值皆上升。
5. 使用浴室止滑劑(W)、浴室磁磚地面防滑劑(X)及磁磚地面磚用防滑劑(Y)時，此3種皆係使原面磚表面形成無數微小的孔洞，使得於潮濕的環境下行走時可產生真空吸盤現象進而達到防滑效果，而在外觀上之影響為儘失去原有光澤，且較方便快速。
6. 使用防滑塗料(Z)時，其原理係在原面磚表面附著一層具有細小骨材之防滑塗層，進而達成刺破水膜之效果，外觀上已被防滑塗料覆蓋，使原面磚表層改變較大，塗布時較費時，且施工時須在空氣流通之環境，並靜置1-3天硬化後才可使用。
7. 有關本研究採用之2種試驗儀器，針對同一樣試體塗布相同止滑劑後，潮溼時之防滑係數值呈現上升及下降不同現象，初步研究為2種儀器採用原理不同(一採用拖翹式靜磨擦係數原理，一是採用動摩擦係數原理)，應可對應步行及跑步之情況，跑步時易滑倒之現象，可於後續研究繼續探討。
8. 本研究所使用防滑材料使用地點不同，防滑貼條因形狀因素，可使用在與鞋面接觸面小的地面，如樓梯踏板尖端，倘需大面積增加防滑功效，則需使用浴室止滑劑(W)、浴室磁磚地面防滑劑(X)、磁磚地面磚用防滑劑(Y)及防滑塗料(Z)4種

防滑材料，較為省時省力。

9. 在費用方面大致為浴室磁磚地面防滑劑(X)>浴室止滑劑(W)>防滑塗料(Z)>磁磚地面磚用防滑劑(Y)，成本雖有不同，但差異性不大，仍需考量欲施工地面之材質、表面是否為平整光滑等因素加以選擇，可參考附錄四。
10. 在查詢各種防滑材料時，部分廠商業已將各種防滑材料適用之材質細分多種，如浴室磁磚專用、大理石專用、石英磚專用…等，倘須使用時須選擇適用之品項。

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

市面上常見抵石子、洗石子、磨石子及斬石子等地面材料，進行相關試驗以減少滑倒風險。：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所、地面材料相關廠商

協辦單位：經濟部標準檢驗局、中華民國陶瓷公會、建築師公會等

1. 建立抵石子、洗石子、磨石子及斬石子等地面材料檢驗數據資料：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。
2. 建立現場檢測機組：因抵石子、洗石子、磨石子及斬石子等地面材料常直接於現場施工，非於工廠先行製作，故材質組成變動性較大，建議可採用可攜之防滑機組，進行現場檢驗。

建議二

盡速修訂相關法令或研訂國內防滑規範：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所、營建署

協辦單位：經濟部標準檢驗局、中華民國陶瓷公會、建築師公會等

1. 研訂磁磚防滑試驗機組滑倒風險範圍：建議擴大檢驗市面上常用之陶瓷面磚，增加實驗數據，藉以更準確訂定風險範圍。
2. 市售材料加以訂定防滑係數：將防滑係數標示於陶瓷面磚上，可使設計者及施工者明白辨別、參考及選用。
3. 陶瓷面磚之研發：陶瓷面磚適當之表面粗糙特性，可增加防滑性能，可建議廠商據以發展，研發較佳之地面防滑材料。

建議三

建立完整及完備之檢驗機制以規範陶瓷面磚之防滑性能：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦單位：經濟部標準檢驗局、中華民國陶瓷公會、建築師公會等

1. 當陶瓷面磚常有因設計不良或長時間使用，造成防滑係數過低現象，可進行如何增加防滑性能之研究。
2. 以斜坡方式檢驗：陶瓷面磚有時於水平狀態時防滑性能足夠，但陶瓷面磚常置於斜坡處，故建議模擬國人行走習慣，增加斜坡之檢驗。
3. 建立完整檢驗機制：磁磚防滑試驗機組因受限本身大小及重量之限制，僅可於實驗室及針對陶瓷面磚類進行試驗，建議研發適合攜帶檢驗之防滑機組，進行現場檢驗。

附錄一 期初審查會議紀錄及回應表

內政部建築研究所 104 年度第 3 次研究業務協調會議紀錄(期初審查會議)

一、時間：104 年 2 月 16 日(星期二)下午 2 時正

二、地點：本所簡報室

三、主席：何所長明錦

記錄：陳玠佑、蘇鴻奇、姚志廷、

四、出席人員：詳簽到簿

五、主席致詞：(略)

林霧霆、褚政鑫

六、確認本所 103 年度第 2 次研究業務協調會議紀錄：會議紀錄確定。

七、研究案主持人簡報：(略)

八、發言要點：

(一)「屋頂型太陽能光電板風阻形狀係數研究」案：

1. 建議先蒐集不同屋頂形式、光電板與主體結構的連結關係、光電板安裝方式、支架高度、光電板材質、受風破壞案例等等資料，並分析其影響程度以及可能造成毀損原因後，再進一步進行實驗設計。
2. 有關含女兒牆的屋頂縮尺模型製作，應盡量符合實際情形，以免影響實驗結果。
3. 除了既有光電板材質與形式外，建議亦可進一步討論不同材料、形狀、粗糙摩擦度等影響。
4. 建議將光電板安裝方式影響程度完整呈現，以提供設計或使用端能正確且便於申請使用。

(二)「木構造屋頂耐火性能設計與驗證研究」案：

1. 研究內容擬採用組合構件耐火性能累加方式，因涉管理與驗證等相關複雜議題，宜請再考量其妥適性，並請蒐集探討美國、加拿大與日本等各國木構造建築管理有關木構造防火性能審核認可程序內容。
2. 有關去年木構造樓板研究成果與美國 APA 圖例之差異性，應深

入探討原因為何？

3. 有關木構造樓屋頂設計方式，應先蒐集參考美國工程木材協會 APA 或其他國內外規範圖例。後續試體設計是否參考法規僅探討屋頂構架或是尚包含被覆材料，宜再確認。
4. 研究過程應充份調查國內木構造樓板與屋頂構造案例，明確掌握設計與施工的差異性，以利後續研究內容之妥適性。

(三)「隔熱建材節能效益及綠建材基準研擬之研究」案：

1. 文獻回顧部分提及實驗屋實測與解析結果差異甚大，本年度之研究應先探討導致差異可能原因。
2. 國外解析軟體參數設定，如室內空調溫度設定、外氣條件、建築構造等，是否與國內不同，因而導致解析結果無法反應實測結果，請加以釐清。
3. 由於環保署已訂有「建築用隔熱材料」環保標章基準，未來研擬隔熱材料之綠建材標章基準時，應相互比對參考。
4. 本研究定義之隔熱建材係指屋頂或含外牆的隔熱材料，應敘明清楚。
5. 請說明本研究分析之耗能僅是夏季冷氣空調之耗能，還是包括冬季暖氣空調之耗能。
6. 過去有相關學者曾進行隔熱建材基準之研究，建議可蒐集並參考相關文獻。

(四)「建材逸散法定毒性總揮發性有機化合物資料庫與調查之研究」案：

1. 補充說明本研究引用之 ISO 標準及 CNS 標準比較，請探討現行之分級制度。
2. 彙整建材逸散檢測之定性及定量是否並存？本研究資料庫僅納入定性資料，建議說明資料庫用途。
3. 考量資料庫完整性及彙整其他類建材逸散定性資料，評估是否納入其他認可實驗室資料，俾評估建材逸散調查及統計。

4. 研究內容將以接著劑類建材進行 TVOC 定量試驗，過去缺乏該類建材逸散 VOCs 數據，其逸散情形對人體健康影響之探討建議納入。

(五)「地面磁磚防滑改善對策之研究」案：

1. 為使題目與研究內容相符，題目名稱建議修正為「地坪防滑改善對策之研究」。
2. 本所過去有關防滑係數研究之數值，建議可於研究中加以探討。
3. 公共場所有關防滑改善之管理方法及處置，建議可從管理學中的 3E(Engineering, Enforcement and Education)方式著手。
4. 如為研究地坪材料之選擇，可先探討如何選擇防滑之磁磚，再說明研究如何改善。

九、會議結論：

- (一) 春節假期將至，請同仁於假期前盡快將相關業務於期限內妥適辦理完竣，並確實掌握假期內辦公廳舍、實驗設施的安全，以及保持電話暢通，以利必要之聯繫與處置。另亦請同仁於出遊時注意自身安全，切勿酒後駕車。
- (二) 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。

十、散會：(下午 4 時 10 分)

期初審查會議回應表

日期：104年2月16日(星期二) 下午2時

地點：本所簡報室

審查意見	執行單位回應
為使題目與研究內容相符，題目名稱建議修正為「地坪防滑改善對策之研究」。	本研究將依據研究內容調整題目。
本所過去有關防滑係數研究之數值，建議可於研究中加以探討。	將就本所過去年防滑係數值加以探討。
公共場所有關防滑改善之管理方法及處置，建議可從管理學中的3E(Engineering, Enforcement and Education)方式著手。	本研究將依審查意見進行後續研究。
如為研究地坪材料之選擇，可先探討如何選擇防滑之磁磚，再說明研究如何改善。	本研究將依審查意見進行後續研究。

附錄二 期中審查會議紀錄及回應表

內政部建築研究所104年度自行研究「高齡者安全安心生活環境規劃之研究」及「地坪防滑改善對策之研究」等2案期中審查會議紀錄

一、時間：104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：褚政鑫

四、出席人員：詳如簽到簿

五、主席致詞（略）

六、業務單位報告：（略）

七、計畫主持人簡報：（略）

八、綜合討論（依研究計畫序）：

（一）「高齡者安全安心生活環境規劃之研究」案

賴教授光邦

1. 本案為中長程計畫之先期研究，接續101至105年度「全人關懷生活環境科技計畫」，進行106至110年度「高齡者安全安心生活環境規劃」，與目標樹圖「高齡社會安全友善環境」之文字敘述不一致。
2. 報告書第41頁「日本靜岡地區總括性照護體系」包含健康預防、醫療服務、長期照護服務、生活支援、整備居住環境，建築研究所能投入面向仍以整備居住環境為主，建議於文中加以說明。
3. 失智者統計數字建議能依失智程度不同分析其重要性，較能符合實際需求。
4. 本研究屬中程計畫的先期計畫，建議廣泛邀請相關產政學界進行焦點團體座談會，以獲得共識。

劉委員金鐘

1. 以高齡友善城市八大面向為基礎建置無障礙環境，包括建築、人行環境、大眾運輸工具等，可讓高齡者出遠門及在社區內活動。
2. 建議研究課題包括輕高齡者之自立生活、獨居老人之照顧、法令保障與實質協助機制，另可研究強化社區生活機能如診所、商場購物等，以及透過社會參與的機制強化高齡者心理安定感，如鼓勵擔任志工、參加老人大學等。

王建築師武烈

1. 本研究借鏡日本現行之對策甚為難得。
2. 日本東京都每年約有6千人孤獨死，在台灣鄉下地區亦可能逐漸

發生，可探討應對策略如感應偵測人體活動等設備。

3. 老人租屋被拒情形會愈來愈多，如何安置、照顧都是必須注意之課題。

吳教授可久

1. 以生活圈概念滿足高齡者活躍老化生活要求，是合乎台灣社會情況。
2. 相關研究子題包容廣泛且重要，從瞭解行為模式、環境設計到法令整合，能完整、有效提供政策參考及實際操作。

蔡教授淑瑩

1. 本研究基於高齡化趨勢，有其必要性。
2. 報告書第39頁針對日本2007年普查分析，41.7%受訪者希望在家中接受長期照顧，可同時討論台灣需求。
3. 目前「在地老化」之概念可加入「健康老化」之趨勢。
4. 報告書第41頁提及日本強調健康預防之觀點，建議可供借鏡並加強說明。
5. 可針對未來政府推動政策提出建議，例如都市更新等。

臺灣建築學會林教授敏哲

先期研究之目的，建議包括高齡社會都市環境之願景及高齡社會居住環境之願景。

中華民國室內設計裝修商業同業公會全聯會涂常務理事明哲

1. 我國住宅自由率已超過80%，高齡者期望在家終老是趨勢，建議整合民間力量投入照顧。
2. 建議涵蓋高齡者生活情境如就醫、購物、社交等，以及與獨居老人生活安全有關之防滑材料、廚房警報系統等。

王組長順治

1. 研究預期成果之中長程計畫暫以高齡者安全安心生活環境為題，仍建議修正與目標樹之目標相符，文獻回顧請納入衛生福利部高齡社會白皮書，並釐清與建築環境安全有關項目。
2. 至安心環境面向，建議涵蓋消防等其他向度，並增加老人行為模式之相關研究課題。

計畫主持人回應(靳研究員燕玲)

1. 研究內容將說明融合「在地老化」及「健康老化」之概念下，以生活圈之架構提出高齡社會都市生活及居住之願景，其中，完善之建築環境不僅可協助身心障礙高齡者自立生活，亦兼有提供亞健康高齡者健康預防之功能，提昇生活品質，達成活躍老化之目的。

2. 將修正中長程計畫書題目與目標樹之目標一致，並釐清安全及安心環境之意涵。
3. 感謝委員指正，將依相關建議修正研究內容。

(二)「地坪防滑改善對策之研究」案

賴教授光邦

1. 有關防滑性能檢測、防滑實測等理論研究，過去建研所已有成果，建議本研究針對造成滑跌的案例進行研究，提出鋪面材料設計參考。
2. 「臺北市事故傷害死因分析與防治作為」統計已死亡率說明高齡者跌倒問題不合適，高齡者跌倒受傷遠比死亡率高。
3. 國內防滑相關法規資料蒐集後，建議進行歸納作為研究依據。

劉委員金鐘

1. 建議可測試現有市場常見的鋪材，如抵石子、不銹鋼花板、止滑條(非含金剛砂)。
2. 建議可依法規標準之斜坡坡度做測試，如1:6及1:12等坡度。

王建築師武烈

1. 如何要求廠商達成防滑係數之標示制度，以提供購買者選購。
2. 利用滑動椅、摺疊椅爬高而滑倒情形很多(不宜爬高取物，以免受傷致死)，係為地坪防滑與否以外之情形，建議可加以說明。
3. 常用地坪種類很多，可多加蒐集並測試。

吳教授可久

1. 拋光石英磚乾燥及潮溼時，防滑係數差異很大，可酌予討論設計改善方式及實際法令標準及空間環境之要求。
2. 各種防滑產品之成本效益亦可略予呈現，以提供設計參考。

蔡教授淑瑩

1. 材料建議可分為室內、外進行討論。
2. 戶外夜市油汙為國內特性之現象，建議可納入。
3. 第41頁洗石子地坪建議加入抵石子地坪來討論，另可加入溝縫探討。
4. 第71頁參考文獻為報告書格式，請修正。

臺灣建築學會林教授敏哲

整體架構建議可先加以區分，如公共建物或住家，再去探討何處是容易滑倒地方，如住家易滑倒處為廚房及浴廁。

經濟部標準檢驗局連技士國智

倘需修訂相關標準，可提出建議書，並檢附充分之資料，作為修

訂參考依據。

中華民國室內設計裝修商業同業公會全聯會涂 常務理事 明哲

1. 建議改善對策可針對廚房浴廁較危險區域，並可對特定人物進行討論，如老人。
2. 建議可加入更多條件或材料，如斜坡、抵石子、磨石子、木板、蘇美毯…等。
3. 止滑劑宜找3家以上產品進行試驗。
4. 報告書第56頁圖表可增加警示線，第38頁風險性關係表可多詳細說明。

王組長順治

1. 建議將研究背景加以說明。
2. 第25頁防滑條及止滑劑之原理、操作說明及成本等建議增加說明，同類產品可多加蒐集。
3. 本案建議可針對不銹鋼板、蘇美毯等材質鋪面進行研究，也可針對老人特性著手。

計畫主持人回應(褚助理研究員政鑫)

1. 本報告書背景說明、法規之歸納及格式內容將予以修正。
 2. 有關試驗材料及條件之設定於後續研究中將持續蒐集及探討。
- 餘感謝委員指正，將依相關建議修正研究內容。

九、結論：

- (一) 本次會議2案期中報告，經審查結果原則通過。
- (二) 請詳細紀錄與會審查委員及出席代表意見，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4時30分)

期中審查會議回應表

日期：104年8月6日(星期四) 下午2時30分

地點：本所簡報室

出席人員	審查意見	執行單位回應
賴教授光邦	<ol style="list-style-type: none"> 1. 有關防滑性能檢測、防滑實測等理論研究，過去建研所已有成果，建議本研究針對造成滑跌的案例進行研究，提出鋪面材料設計參考。 2. 「臺北市事故傷害死因分析與防治作為」統計已死亡率說明高齡者跌倒問題不合適，高齡者跌倒受傷遠比死亡率高。 3. 國內防滑相關法規資料蒐集後，建議進行歸納作為研究依據。 	感謝委員意見，將參考委員建議修正，並於後續研究中規劃實際案例之探討。
劉委員金鐘	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議可測試現有市場常見的鋪材，如抵石子、不銹鋼花板、止滑條(非含金剛砂)。 2. 建議可依法規標準之斜坡坡度做測試，如1：6及1：12等坡度。 	感謝委員意見，將參考委員建議修正，並於後續研究中規劃斜坡坡度之探討。
王建築師武烈	<ol style="list-style-type: none"> 1. 如何要求廠商達成防滑係數之標示制度，以提供購買者選購。 2. 利用滑動椅、摺疊椅爬高而滑倒情形很多(不宜爬高取物，以免受傷致死)，係為地坪防滑與否以外之情形，建議可加以說明。 3. 常用地坪種類很多，可多加蒐集並測試。 	感謝委員意見，將參考委員建議修正，另於研究中探討標示制度及其他類型滑倒情形。

<p>吳教授可久</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 拋光石英磚乾燥及潮溼時，防滑係數差異很大，可酌予討論設計改善方式及實際法令標準及空間環境之要求。 2. 各種防滑產品之成本效益亦可略予呈現，以提供設計參考。 	<p>感謝委員意見，將參考委員建議修正，另於後續研究規劃探討設計改善方式等項。</p>
<p>蔡教授淑瑩</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 材料建議可分為室內、外進行討論。 2. 戶外夜市油汙為國內特性之現象，建議可納入。 3. 第41頁洗石子地坪建議加入抵石子地坪來討論，另可加入溝縫探討。 4. 第71頁參考文獻為報告書格式，請修正。 	<p>感謝委員意見，將參考委員建議修正，另於後續研究規劃探討設計改善方式等項。</p>
<p>臺灣建築學會 林教授敏哲</p>	<p>整體架構建議可先加以區分，如公共建物或住家，再去探討何處是容易滑倒地方，如住家易滑倒處為廚房及浴廁。</p>	<p>感謝委員意見，將參考委員建議修正。</p>
<p>經濟部標準檢驗局連技士國智</p>	<p>倘需修訂相關標準，可提出建議書，並檢附充分之資料，作為修訂參考依據。</p>	<p>感謝委員意見。</p>
<p>中華民國室內設計裝修商業同業公會全聯會涂常務理事明哲</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議改善對策可針對廚房浴廁較危險區域，並可對特定人物進行討論，如老人。 2. 建議可加入更多條件或材料，如斜坡、抵石子、磨石子、木板、蘇美毯…等。 3. 止滑劑宜找3家以上產品進行試驗。 4. 報告書第56頁圖表可增加警示線，第38頁風險性關係表可多詳細說明。 	<p>感謝委員意見，將參考委員建議修正。</p>
<p>王組長順治</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議將研究背景加以說明。 2. 第25頁防滑條及止滑劑之原理、操作說明及成本等建 	<p>感謝委員意見，將參考委</p>

	<p>議增加說明，同類產品可多加蒐集。</p> <p>3. 本案建議可針對不銹鋼板、蘇美毯等材質鋪面進行研究，也可針對老人特性著手。</p>	<p>員建議修正。</p>
--	--	---------------

附錄三 期末審查會議紀錄及回應表

本所 104 年度自行研究「高齡社會安全安心生活環境規劃之研究」及「地坪防滑改善對策之研究」等 2 案期末審查會議紀錄

一、時間：104 年 12 月 4 日（星期五）下午 2 時 30 分

二、地點：本所簡報室（新北市新店區北新路 3 段 200 號 13 樓）

三、主席：王組長順治

記錄：褚助理研究員政鑫

四、出席人員：詳如簽到簿

五、主席致詞（略）

六、業務單位報告：（略）

七、研究案主持人簡報：（略）

八、綜合討論（依研究計畫序）：

（一）「高齡社會安全安心生活環境規劃之研究」案

柯委員賢城

1. 推動小規模多機能服務之居家長期照護，是如何活化既有老人長期照顧機構的重要基礎，也是將來如何進行公共設施統整及參考日本推動建置地區總括性照顧體系的重要環節，值得再做細節研究。
2. 本研究已針對我國現況需求做出詳細的問題分析、SWOT 分析，並提出可以有效解決問題的執行對策，但仍須藉助相關政策法令，學界及各界對於軟硬體設施環境的配合推動及支持，才能發揮最大的效益。

唐委員峰正

1. 此計畫得再聚焦身障、老化、失智、失能、友善等，通用環境較難達成，建議以常態分配的概念劃分需求者。
2. 建議從法規層面突破，並關注居家住宅的安全，例如老人在家滑倒等課題。

陳教授政雄

1. 為研究民國 106 至 109 年度新興中程科技計畫，107 年為高齡社會值得重視。
2. 我國人口紅利將於民國 109 年結束，民國 149 年預計 100 位生產者撫養 104 位依賴人口，其中 85 位為老人，值得注意。
3. 正面的「世代戰爭」即將展開，老人應退而不休、自立自強、貢獻社會，達到「有為老化」境界。
4. 建議未來生活環境以達到「安全、安心、友善、有為」為願景。

賴教授光邦

1. 有關高齡化社會、高齡社會和超高齡社會，三者對生活環境需求有何差異。
2. 報告書第 30 頁，有關臺灣 65 歲以上老人失智症人口統計數字請再檢視。
3. 本計畫在建置涵蓋健康、亞健康及失能高齡者之友善空間，因此各階段在生活環境之需求不同，鄉村地區與都市地區如何因應。
4. 日本已提出高齡者安心居住環境架構(如報告書第 49 頁)，建議依國內現況問題擬定國內居住環境規劃，建議參考修正高齡社會安全安心生活環境規劃之研究重要技術關聯圖(如報告書第 111 頁)。
5. 本計畫建議依上述環境架構邀請相關領域、部會、專家共同討論生活環境課題。

王建築師武烈

1. 報告書摘要第 1 頁「少子化」建議增字為「少子女化」，如報告書內文第 3 頁「人口政策白皮書—少子女化、高齡化及移民」。
2. 報告書內文第 1 頁及第 21 頁臺灣與美國從高齡化社會進入高齡社會歷時年數請修正一致。
3. 研究資料豐盛具參考價值，我國人口較日本少，研究人才日益增加，快速處理可能比日本效益大，希望全國上下共同關心。
4. 建議教育部所屬學校資產，及國防部所屬軍產能下放給地方政府使用，建議得從國有財產局協調。

劉委員金鐘

1. 建議後續研究能歸納分析目前國內本土化無障礙環境之困境及解決之道，如城鄉差距很大的人行環境，包括騎樓整平與人行道上人車(自行車)分流。
2. 針對推動無障礙環境的必要配套政策、法規的訂定，建議督促地方政府務實的執行。

王組長順治

建議可從老人步行 30 分鐘之生活圈著手。

計畫主持人回應(靳研究員燕玲)

1. 有關推動小規模多機能服務之居家長期照護，及推動建置健康、亞健康及失能高齡者之友善空間，鄉村地區與都市地區如何因應，及老人在家滑倒等，將考量納入各年度研究課題規劃。後續並將研提計畫書，邀集相關領域、部會、專家共同討論。
2. 感謝委員指正，將依相關建議修正研究內容。

(二)「地坪防滑改善對策之研究」案

柯委員賢城

1. 室內外地坪因不同媒介及不同表面情形，會直接影響防滑性能，應同時考量不同使用者及不同環境下，對於防滑性能的影響及安全需求。
2. 本研究已針對不同地坪及不同防滑材料分別於乾燥及潮濕條件下做出試驗分析及結果，建議應盡快再就內外不同地面材料及坡度進行現場檢驗，俾供研訂國內防滑規範。

唐委員峰正

跌倒不等於滑倒，建議可朝人的行為進行相關研究，及訂出明確之防滑係數。

陳教授政雄

1. 跌倒原因很多，內因是生理現象，外因是物理現象。
2. 歷年研究測試因應用於實務較難，材料種類繁多，而難以歸類，建議後續研究可著重於物理環境，即使發生意外，也要把傷害降到最低。

賴教授光邦

1. 本研究計畫有關地坪防滑之測試係於實驗室進行，與實際空間使用情形不同，建議進一步進行相關研究。
2. 第 65 頁試體 A-E 乾燥時，未加防滑材料之防滑係數，試體 A 測試結果數據不正常應重測，不宜列入結果。

王建築師武烈

1. 第 42 頁圖 3-7 地面抵石子圖形宜加 30~40%碎石、寒水石即可達止滑效果。
2. 第 100 頁之洗石子應為抵石子(洗石子通常是用在牆面或花台，較少做為鋪材)，可做為騎樓改善或店家入口斜坡之選擇。
3. 採用止滑塗料用於既有表面之可行性，值得參考。

劉委員金鐘

1. 建議初期先建立市內、室外、平面及斜面(1/6~1/12)等不同測試參考值，以供業主施工採購參考。
2. 建議後續研究可把輪椅使用參數納入。

王組長順治

1. 本研究折線圖之 Y 座標宜標示單位。
2. 建議增加相同磁磚與不同防滑劑之比較圖。
3. 建議說明各防滑材料之效果維持時間，並加註資料之引用出處。

計畫主持人回應(褚助理 研究員政鑫)

1. 感謝委員意見，本研究後續將進行圖形資料及相關說明之補充。
2. 另影響防滑係數之不定因素相當多，如磁磚大小、介質不同(如水或油)、斜度不同、行為模式不同等變數，將依此規劃後續研究。
3. 有關報告書之補充建議，將於後續研究中進行修正，餘依委員之意見進行補充。

九、結論：

- (一) 本次會議2案期末報告，經審查原則同意通過。
- (二) 請業務單位詳實記錄與會審查委員及出席代表意見，並請計畫主持人參採，確定依照本部規定格式修正成果報告，注意文字圖表之智慧財產權，如有引述相關資料，應註明資料來源，對於成果報告之結論與建議事項內容，須考量應為具體可行，並鼓勵將研究成果投稿建築相關學報或期刊。

十、散會(下午 4 時 30 分)

期末審查會議回應表

日期：104 年 12 月 4 日(星期五) 下午 2 時 30 分

地點：本所簡報室

出席人員	審查意見	執行單位回應
柯委員賢城	<ol style="list-style-type: none"> 1. 室內外地坪因不同媒介及不同表面情形，會直接影響防滑性能，應同時考量不同使用者及不同環境下，對於防滑性能的影響及安全需求。 2. 本研究已針對不同地坪及不同防滑材料分別於乾燥及潮濕條件下做出試驗分析及結果，建議應盡快再就內外不同地面材料及坡度進行現場檢驗，俾供研訂國內防滑規範。 	<p>感謝委員意見，將參考委員建議修正，並於後續研究規劃不同地面材料及坡度之探討。</p>
唐委員峰正	<p>跌倒不等於滑倒，建議可朝人的行為進行相關研究，及訂出明確之防滑係數。</p>	<p>感謝委員意見，將參考委員建議修正，於後續研究規劃人的行為及防滑係數探討。</p>
陳教授政雄	<ol style="list-style-type: none"> 1. 跌倒原因很多，內因是生理現象，外因是物理現象。 2. 歷年研究測試因應用於實務較難，材料種類繁多，而難以歸類，建議後續研究可著重於物理環境，即使發生意外，也要把傷害降到最低。 	<p>感謝委員意見，將參考委員建議修正，於後續研究規劃物理環境之探討。</p>
賴教授光邦	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究計畫有關地坪防滑之測試係於實驗室進行，與實際空間使用情形不同，建議進一步進行相關研究。 2. 第65頁試體A-E乾燥時，未加防滑材料之防滑係數，試體A測試結果數據不正常應重測，不宜列入結果。 	<p>感謝委員意見，將參考委員建議修正，並於後續研究規劃實際案例之探討。</p>

<p>王建築師武烈</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 第42頁圖3-7地面抵石子圖形宜加30~40%碎石、寒水石即可達止滑效果。 2. 第100頁之洗石子應為抵石子(洗石子通常是用在牆面或花台，較少做為鋪材)，可做為騎樓改善或店家入口斜坡之選擇。 3. 採用止滑塗料用於既有表面之可行性，值得參考。 	<p>感謝委員意見，將參考委員建議修正。</p>
<p>劉委員金鐘</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議初期先建立市內、室外、平面及斜面(1/6~1/12)等不同測試參考值，以供業主施工採購參考。 2. 建議後續研究可把輪椅使用參數納入。 	<p>感謝委員意見，將參考委員建議修正，並於後續研究中規劃斜坡坡度及輪椅之探討。</p>
<p>王組長順治</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究折線圖之Y座標宜標示單位。 2. 建議增加相同磁磚與不同防滑劑之比較圖。 3. 建議說明各防滑材料之效果維持時間，並加註資料之引用出處。 	<p>感謝委員意見，將參考委員建議修正。</p>

附錄四 本研究各類防滑材料比較表

名稱	適用地點	使用面積	防滑原理	使用方式	靜置時間	費用	備註
黑色金鋼砂防滑條	樓梯、地面、汽車踏板等接觸面小處	寬 5 × 長 300 公分 (每捲)	黏貼帶狀防滑材料，附著於磁磚上，增加防滑效果	1.使用前需先將黏貼處表面灰塵、油污擦拭乾淨後再開始使用。 2.薄形片防滑條，可自由剪裁以符合各鋪設場所的面積及形狀。 3.油漬地面，需用去漬油或酒精去除油漬再貼上防滑條。 4.為確保防滑條能達到最佳黏貼效果，請在黏貼後 24 小時後開始使用最佳。 5.黏貼後請施力加壓，並排出內部氣泡，使黏貼更平整，達到最佳黏貼效果。 6.本品需黏貼於平坦、乾淨表面，若有水漬、污垢或凹凸表面請勿使用。 7.使用時請由中間開始往兩側黏貼；黏貼後請用力壓緊，確保緊密牢固。 8.防滑條表面磨損或黏著性疲乏時請更換新品。	1 天	約 100-200 元/捲	須特別注意是否確實黏貼，可使用 AB 膠黏貼，更可增加防滑效果。
透明浴室防滑條	浴室等室內濕滑處	寬 5 × 長 300 公分 (每捲)	黏貼帶狀防滑材料，附著於磁磚上，增加防滑效果	同上	1 天	約 100-200 元/捲	需特別注意是否確實黏貼，可使用 AB 膠黏貼，更可增加防滑效果。
浴室止滑劑 (W)	一般磁磚	約 2-3 坪 (每罐)	塗抹於磁磚表面起化學作用，產生微米防滑孔，利用真空吸盤原理，產生磁磚防滑功效	1.先將地板表面污垢清除乾淨，再用乾淨的布擦乾。 2.將止滑劑搖晃均勻噴拭在欲施工之地磚上。 3.以毛刷均勻刷拭，靜待 5-30 分鐘，請勿踩踏(等待時間視地磚而定，表面粗造時間較長) 4.止滑劑穩定後再以清水將地磚清洗，即可馬上使用。	5-30 分鐘	約 700-800 元/瓶	
浴室磁磚地面防滑劑 (X)	一般磁磚	約 2-3 坪 (每組)	塗抹於磁磚表面起化學作用，產生微米防滑孔，利用真空吸盤原理，產生磁磚防滑功效	1.先將地板表面稍做清潔。 2.將浴室磁磚地面防滑劑 X 均勻塗抹在欲施工之面磚上。 3.用清潔刷刷拭均勻，靜待 10 分鐘。 4.再以清水將地磚清洗，即可馬上使用。	10 分鐘	約 700-900 元/組	
磁磚地面專用防滑劑 (Y)	浴室內各種磁磚地面	約 5 坪 (每組)	採用超強滲透力的水溶劑，滲入石材毛細通道使該通道增寬變深，形成一種負壓吸盤原理，達到防滑的效果。	1.先將地板表面污垢清除乾淨，再用乾淨的布擦乾。 2.將磁磚地面專用防滑劑擦拭在欲施工之地磚上。 3.以毛刷均勻刷拭，靜待 10 分鐘，並於等待期間以內附之中和粉加水調製成中和劑。 4.10 分鐘後，再以中和劑中和，並以清水將地磚清洗，即可馬上使用。	10 分鐘	約 1200-1300 元/組	須使用中和劑沖洗
防滑塗料 (Z)	一般磁磚、木板金屬等平面	約 5 坪 (每組)	將防滑塗料主劑加入細骨材攪拌均勻，再加入硬化劑充分攪拌，再塗佈在面磚上，待硬化後即達防滑效果	1.先將地板表面污垢清除乾淨，再用乾淨的布擦乾。 2.將防滑塗料主劑倒入調料盤，再將防滑骨材倒進後均勻攪拌。 3.拌勻後將防滑塗料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面磚材料上。 4.靜待 1 天~3 天等防滑塗料硬化後，即產生防滑效果。	1 天~3 天	約 900-1100 元/組	藥劑具揮發性，施工處須加強通風

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>