

## 目次

目次 .....	I
表次 .....	III
圖次 .....	V
摘要 .....	VII
Abstract.....	XI
第一章 緒論 .....	1
第一節 研究緣起與背景 .....	1
第二節 研究目的與重要性 .....	3
第三節 研究方法與研究流程 .....	3
第二章 文獻回顧 .....	5
第一節 內政部建研所之相關研究 .....	5
第二節 相關法規對於通道之規定 .....	6
第三節 國內相關研究文獻 .....	7
第四節 國外相關研究 .....	8
第五節 相關用語定義 .....	9
第三章 實驗規劃 .....	11
第一節 磁磚防滑試驗機組 (OY-PSM) .....	11
第二節 可攜帶式防滑試驗機 ONO-PPSM .....	16
第三節 OY-PSM 與 ONO-PPSM 兩台儀器之相比較.....	19
第四節 地面材料試體選擇 .....	20
第五節 試驗媒介物設定 .....	30
第四章 試驗結果分析比較 .....	33
第一節 實驗一- OY-PSM 與 ONO-PPSM 之關聯與現地防滑數值 .....	33
第二節 實驗二-不同媒介物與地坪材料防滑係數關係之試驗 .....	45
第五章 結論 .....	61
第一節 結論 .....	61

室內外地坪材料防滑係數之研究

第二節 建議 .....	64
附錄一 期初審查會議記錄及回應表 .....	67
附錄二 期中審查會議記錄及回應表 .....	71
附錄三 專家座談會會議記錄及回應表 .....	75
附錄四 現地實驗照片 .....	81
附錄五 實驗總數據 .....	83
參考文獻 .....	89

## 表次

表 二-1 日本各類場所建議之防滑係數範圍表 .....	8
表 三-1 磁磚防滑試驗機 C.S.R 值、C.S.R•B 值測定分析表 .....	13
表 三-2 OY-PSM 與 ONO-PPSM 兩台儀器之相比較 .....	19
表 三-3 試驗樣本表 .....	21
表 三-4 試驗樣本表 .....	26
表 三-5 媒介物於各種空間型態 .....	30
表 四-1 轉速與防滑係數關係 .....	33
表 四-2 兩台儀器於乾燥、濕潤下之相關聯性實驗 .....	36
表 四-3 陶質磚(Ⅲ類磚)現地、實驗室與乾燥、濕潤實驗數據 .....	39
表 四-4 石質磚(Ⅱ類磚)現地、實驗室與乾燥、濕潤實驗數據 .....	40
表 四-5 水泥製磚現地、實驗室與乾燥、濕潤實驗數據 .....	43
表 四-6 石材磚現地、實驗室與乾燥、濕潤實驗數據 .....	44
表 四-7 木材現地、實驗室與乾燥、濕潤實驗數據 .....	44
表 四-8 室外地坪材料種類與表面處理 .....	58
表 四-9 室內地坪材料種類與表面處理 .....	58



## 圖次

圖 一.1 研究流程圖.....	4
圖 二.1 相關研究報告統整.....	7
圖 三.1 磁磚防滑試驗機.....	12
圖 三.2 18°之角度向斜上方施力示意圖.....	12
圖 三.3 可攜帶式磁磚防滑試驗機.....	16
圖 三.4 實驗關係流程圖.....	17
圖 三.5 C.S.R 與 C.S.R' 數值之關係圖 .....	17
圖 三.6 ONO-PPSM 介紹 .....	17
圖 三.7 ONO-PPSM 組裝流程 .....	18
圖 四.1 轉速與防滑係數關係.....	34
圖 四.2 樣本回歸線圖.....	38
圖 四.3 陶質磚(Ⅲ類磚)現地、實驗室與乾燥、濕潤實驗數據.....	39
圖 四.4 石質磚(Ⅱ類磚)現地、實驗室與乾燥、濕潤實驗數據.....	40
圖 四.5 水泥製磚現地、實驗室與乾燥、濕潤實驗數據.....	43
圖 四.6 石材磚現地、實驗室與乾燥、濕潤實驗數據.....	44
圖 四.7 木材現地、實驗室與乾燥、濕潤實驗數據.....	44
圖 四.8 室外地坪材料防滑係數 C.S.R.....	46
圖 四.9 室內地坪材料防滑係-C.S.R.....	46
圖 四.10 室外地坪材料防滑係-C. S. R • B.....	47
圖 四.11 室內地坪材料防滑係-C. S. R • B.....	48
圖 四.12 室內地坪材料防滑係數-油 .....	48
圖 四.13 室內地坪材料防滑係數-油 .....	49
圖 四.14 室外地坪材料防滑係數-洗劑 .....	50
圖 四.15 室內地坪材料防滑係數-皂水 .....	50
圖 四.16 OD-01 細金剛砂陶磚於不同媒介物五次拖撬與不同媒介平均值比較.....	51

圖 四.17 OD-02 石紋地磚於不同媒介物五次拖撬與不同媒介平均值比較.....	52
圖 四.18 OD-03 石質地磚於不同媒介物五次拖撬與不同媒介平均值比較.....	53
圖 四.19 OD-04 瓷質地磚於不同媒介物五次拖撬與不同媒介平均值比較.....	53
圖 四.20 OD-05 石英磚於不同媒介物五次拖撬與不同媒介平均值比較.....	54
圖 四.21 ID-01 陶質地磚於不同媒介物五次拖撬與不同媒介平均值比較.....	55
圖 四.22 ID-02 石質地磚於不同媒介物五次拖撬與不同媒介平均值比較.....	55
圖 四.23 ID-03 瓷質地磚於不同媒介物五次拖撬與不同媒介平均值比較.....	56
圖 四.24 ID-04 大理石地磚於不同媒介物五次拖撬與不同媒介平均值比較.....	57
圖 四.25 ID-05 透心塑膠地磚於不同媒介物五次拖撬與不同媒介平均值比較.....	57
圖 四.26 陶質地磚於不同媒介物之防滑係數.....	58
圖 四.27 石質地磚於不同媒介物之防滑係數.....	59
圖 四.28 瓷質地磚於不同媒介物之防滑係數.....	59
圖 五.1 真空吸盤效應.....	61
圖 五.2 材料表面狀態與媒介物水示意圖.....	62
圖 五.3 材料表面狀態與媒介物滑石粉體液示意圖.....	63
圖 五.4 材料表面狀態與媒介物油示意圖.....	63
圖 五.5 材料表面狀態與媒介物洗劑示意圖.....	64

# 摘要

關鍵字：OY-PSM、ONO-PPSM、地坪材料、防滑性能、C. S. R、C. S. R·B、C. S. R'

## 一、研究緣起

滑倒事故是日常生活或工作中經常發生的事件，根據 2010 年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，不論是公共場所或居家環境其實都潛在滑倒危機，而導致滑倒的因素除了地板使用未具防滑性能或防滑性能不佳之鋪面材料外，抑或是未穿著適當的鞋子及意外發生時步行姿態等因素。就一般鋪面材料而言，影響摩擦係數之高低，主要為地板表面粗糙度、鞋底材料及地坪鋪面汙染(水膜覆蓋)狀況等因素。而過去研究顯示，地板表面有汙染物存在鞋底與地板之間時，摩擦係數會有顯著影響。若地坪上有水時，摩擦係數會降低是許多研究之共同結果，而該汙染物運用於檢驗標準則為其媒介物。

故為確保行動步行者的安全，本研究依據中華民國國家標準 CNS 3299-12〔陶瓷面磚試驗法-第 12 部：防滑性試驗〕所公布之操作流程及方法，來檢測目前國內常用之室內、室外地坪材料之防滑係數。試驗材料包含陶瓷面磚、石材、木地板、水泥類、聚合物類、地毯等六大類，預計十種樣本進行實驗。檢測材料條件於乾燥、潮濕、附著油、附著清潔劑等四種不同媒介物之狀態下之物理性能，模擬實際空間場所發生之情形。

然此均為實驗室試驗，且多使用全新地坪材料作為樣本，在相對安定的試驗場所下測定出的防滑係數值，無法確切反映出現地實況。故為求謹慎周延，以攜帶式防滑試驗機 ONO-PPSM 先於實驗室與 OY-PSM 進行數據比對建立迴歸探討兩者之相對關係性後再攜帶至現地進行同種地坪材料之測試，以確保實驗數據之準確、合理性以及地坪材料於現實生活中之防滑數值。

## 二、研究方法及過程

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：依據中國國家標準 CNS3299-12(陶瓷面磚試驗法第十二部：防滑性能試驗法)，利用 OY-PSM 以及可攜帶式防滑試驗機 ONO-PPSM 分別於實驗室以及現地進行室內、室外至少十種以上之地坪材料之防滑性能之驗

證與校正，並依照空間使用之特性加入不同之媒介。

3. 統計分析：就試驗結果，以相關性檢驗比對與線性迴歸分析法，分析各面磚條件與防滑性能之關聯性。

### 三、重要發現

#### OY-PSM 與 ONO-PPSM 之關聯與現地防滑數值

1. ONO-PPSM 是一台可以攜帶至現場進行試驗的儀器，因此需要考慮的事情就變多了，例如：氣候、場地清潔、傾斜度都必須要考慮，以氣候來說，若天氣過熱，則地坪溫度會過高而影響滑片的表面造成數值誤差。
2. 現在只有兩種滑片進行試驗，但在比對日本文獻之後發現，其滑片種類卻是不止這兩種，而是針對不同媒介物、受測材料不同進行更換。其最理想的情況是以真實鞋子拆下其底部裝置於 ONO-PPSM 進行現地之測量。
3. 不建議容易產生水媒介物之空間使用平整且上釉之地坪材料，因其表面易產生真空吸盤(見圖 36)之現象，而使防滑係數不穩定而易滑倒。
4. 進行操作 ONO-PPSM 建議先訓練其手轉之速率，已達求取數值時之穩定。
5. 表面有加入金鋼砂、凹凸、粗糙的表面對其防滑性能較益，另外也要加入耐磨之考量。
6. 托撬須於滑片完整接觸至受測樣本 0~0.25 秒內進行，且放置重垂時不得隨意放下，需輕放，不然以上兩種動作都會導致數據誤差。
7. 表面處理狀態才是真正影響防滑係數數值的關鍵。

### 四、主要建議事項

#### 建議一

個別針對陶質地磚(Ⅲ類磚)、石質地磚(Ⅱ類磚)、瓷質地磚(Ⅰ類磚)三種不同之類別，就市面上現存之表面處理方法分別以兩台儀器 OY-PSM 與 ONO-PPSM 進行實驗室與現場之試驗，以建立三種地磚之於不同之表面處



理方法之系統以及以更多實驗室數據更加確立兩台儀器之共通可行性：立即可行之建議

主辦單位：內政部建築研究所

協辦單位：中華民國陶瓷公會、建築師公會、營建署、經濟部標準檢驗局等

此案研究結果顯示兩個結果，一為兩台儀器之共通相似度高，二為地坪材料之防滑性能與其表面處理方式有極大之相關聯，然因國內目前法規部分無針對攜帶式進行規範，但滑倒事件卻是發生在現實生活中而非在實驗室，此事時更加凸顯 ONO-PPSM 之必要性。另外也可針對現有之三種類之地坪材料進行有系統之歸類與設定。

### 建議二

日本正在進行有關 ONO-PPSM 於 JIS 內之相關規範之訂定，可持續追蹤、關注：立即可行之建議

主辦機關：營建署、經濟部標準檢驗局

協辦單位：內政部建築研究所、中華民國陶瓷公會、建築師公會等

日本相關單位已建立起有關於 ONO-PPSM 之研究成果與地方規定，但還未完整訂立於 JIS 規範裡，關於訂立的進度需要進行不斷的追蹤。

### 建議三

共同研訂 ONO-PPSM 之相關操作規範，並將其列入 CNS 國家規範裡，以實際推動現場之實際防滑數值：中長期之建議

主辦機關：營建署、經濟部標準檢驗局

協辦單位：內政部建築研究所、中華民國陶瓷公會、建築師公會等

由於目前國內 ONO-PPSM 此儀器之使用以及相關規範，但從日本研究文獻以及本次研究案之研究成果，在在顯示 ONO-PPSM 與國內 CNS 3299-12 裡所規範之 OY-PSM 之相通性，其托撬原理、測最大靜摩擦以及托撬角度和托撬時間都採相同方式，而在建立兩者實驗數值之迴歸後，R 值為 0.96。但兩者最大差異在於便利性，故須儘快研訂 ONO-PPSM 之相關規範，以利現場地坪材料之防滑性能，以提升我國人民於日常生活中步行時的安全。

建議四

訂定各類場所適合之防滑係數數值之範圍：中長期之建議

主辦機關：營建署、經濟部標準檢驗局

協辦單位：內政部建築研究所、中華民國陶瓷公會、建築師公會等

心理量化之研究。以歷年之相關研究數據結果並搭配日本文獻和我國之風土民情，將其以使用者使用之心理感覺數值量化，並佐以 OY-PSM 與 ONO-PPSM 量測各類防滑係數數值之地坪材料以及現場空間之地坪材料之防滑係數數值，藉以訂定各類場所適合之防滑係數數值範圍

## Abstract

Keywords : OY-PSM, ONO-PPSM, flooring materials, non-slip performance, C.S.R, C.S.R • B, C.S.R '

This study based on the ROC national standards CNS 3299-12 ( ceramic tile test - Part 12: slip resistance test ) the operational processes and methods of publication, currently used to detect the domestic interior, the outdoor non-slip coefficient of flooring materials. Test material includes ceramic tile, stone, wood flooring, cement, polymers, carpets and other six categories, is expected to ten kinds of samples for the experiment. Test material conditions in dry, wet, physical properties of the four states of different vehicle attached oil, cleaning agents attached under simulated situations occurring actual space places.

However, laboratory tests of this are, and more use of new flooring materials as samples, non-slip coefficient values at a relatively stable test sites measured, and can not really reflected in the table appear to live. So for the sake of caution circumspect, will carry non-slip tester ONO-PPSM tested with farming of flooring materials in situ to ensure accurate experimental data of rationality and value-slip flooring materials in the life of.



# 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，滑倒與個人及場地多項因素有關，而其中又以提升地面材料防滑性能為較易掌握之關鍵因素，且國內亦有多條相關法令規定鋪設於地面之材料必須防滑，但是目前國內尚未訂有防滑係數檢測之規範，以植於法令中未明確說明「防滑」的定義。本研究參照且依循我國 CNS 3299-12 試驗規範，進行陶瓷面磚防滑試驗並分析後以研擬適合我國騎樓與無遮簷人行道常用陶瓷面磚種類之防滑係數數值，並說明「防滑」之定義。本章主要說明研究之緣起與目的，並解釋相關名詞之定義，國內防滑相關法規及述明研究流程。

## 第一節 研究緣起與背景

### 壹、研究緣起

內政部建築研究所自 96 年起針對地坪材料防滑性能等相關問題進行實驗規劃研究，迄今已累積多年研究基礎，得用以探討台灣地區本土性之防滑係數。經濟部標準檢驗局於民國 98 年 7 月始公布「陶瓷面磚試驗法-第 12 部：防滑性試驗法(CNS 3299-12)」國家標準，並於 100 年 9 月修訂，且為國內唯一可循量測地面材料防滑之試驗方法，然至今仍未訂定防滑係數，為避免騎樓及無遮簷人行道發生滑倒意外，遂規劃本項研究課題。

內政部建研所自 101 年起，即透過合乎 CNS 3299-12 標準之防滑試驗機，進行相關實驗測試，並已建立部分地坪材料之實驗數據，惟為訂定防滑係數，必須增加更多之實驗樣品數、種類及實驗次數，以確保實驗數據之準確性與合理性。此外，滑倒事件的發生並不限於外部，住宅內部如居室、走道、浴廁、廚房等空間，若選用不當的地坪材料，易增滑倒之風險。特別是我國在逐漸邁進高齡化的社會時，亦須考量行動能力較為弱勢者的室內行走安全性，遂規劃本項研究課題。

### 貳、研究背景

滑倒是常見的意外，所以大家往往會忽視其嚴重性。依據美國兒童協會與國家安全協會調查報告，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。而在我國方面，依據國民健康局統計，指出在 95 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

## 內外常用地坪材料防滑係數之研究

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，而國內醫院統計更指出，每年約有 200 萬以上的跌倒意外(玉里醫院感染委員會，2006)，這些意外雖多不至於造成死亡，但部份可能導致嚴重後果，其中尤其是老年人、糖尿病患者，往往造成嚴重的問題，除因而造成病患本身及家屬之痛苦與負擔外，造成的健保支付費用超過數十億元，顯然防止滑倒不但是維護生命安全，也是減少資源損失、提升社會福祉的關鍵課題之一。

就滑倒意外發生地點而言，除家中外，其它如學校、泳池、餐廳等均為滑倒意外發生頻率較高之地點。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。而綜合相關文獻回顧，滑倒與個人及場地等多項因素有關，而其中提升地面材料之防滑性能為較易掌握之關鍵要素。

台灣一般常用的地坪材料包括水泥 (cement)、土陶 (terrazzo)、大理石 (marble)、陶瓷 (ceramic tile)、木板 (wood)、橡膠 (rubber)、塑膠類 (vinyl) 等。此類材料有些本身具有防滑性，但若其表面有外在物質覆蓋其上(如油、水、食物等)，則幾乎變得易滑，因此考慮防滑性時，除了地板乾燥狀態以外，更要考慮潮濕狀態，有些地板材料在乾燥時觸摸似乎摩擦力很大，其實一潑上水，就毫無止滑性可言。

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

我國目前針對磁磚防滑性能的檢驗方法，列定在中國國家標準當中，編號為「CNS 3299-12」，針對實驗操作模式、方法列具詳細之記載，但並未明確指定止滑係數之標準，所以本土廠商於自行檢驗時，一般沿用『美國材料試驗協會 (ASTM)』的 ASTM F1679 摩擦係數標準，我國經濟部標準檢驗局也目前亦以符合美國 ASTM F1679 標準之地板止滑性能檢測技術能力，並對外提供測試服務。

有鑑於上述之背景，本研究之主軸定位於「以中國國家標準所定試驗方法驗證本土常用地坪材料的防滑性能，並檢討防滑係數」，其具體之目的如下節所說明。

## 第二節 研究目的與重要性

### 壹、研究預期目標

我國國家標準(CNS)雖然針對地坪磁磚的防滑性能有明確的檢測方法，且建築技術規則對於空間地面的安全性能有所規定，然而因未盡完備故未能進一步以量化的性能依據規範地面材料。某些民間單位常以 JIS、ASTM 等國外規範進行實驗或引用，終究非適合國情之替代性作法。有鑑於此，本研究提出以下目的：

1. 蒐集國內外有關現場及室內地坪赤足條件防滑係數測定方法、流程、標準操作程序。
2. 利用 ONO-PPSM 攜帶式防滑試驗機，實際針對不同性質之公共場合戶外空間進行現場防滑測定並分析。
3. 實際以不同的地坪材料就兩種試驗儀器進行數據比對，以驗證、校正可攜帶式防滑試驗機的準確性。
4. 研擬試驗程序與準則，以供 CNS 對於試驗方法標準化的認定。

### 貳、實驗對象

市面上的陶瓷地磚一般分為陶質地磚、石質地磚、瓷質地磚等三種。其中『陶質』為坯土經高溫燒製後，其粉粒未熔合者（吸水率 16% 以下）；『石質』為坯土經高溫燒製後，其粉粒半熔合者（吸水率 6% 以下）；『瓷質』為坯土經高溫燒製後，其粉粒完全熔合者（吸水率 1% 以下）；以上相關之陶石瓷分類已於民國 103 年 09 月 30 日於 CNS9737 修改，其相關分類分成 I a 類（吸水率 0.5% 以下），I b 類（吸水率 超過 0.5% ，3.0% 以下），II 類（吸水率 10% 以下），III 類（吸水率 50% 以下）。

本研究為探討室外外支地坪材料，故除陶瓷面磚、石材以外，另增加木地板、水泥類、聚合物類、地毯四種形式，共計六種形式，兩種實驗，實驗一樣本數十五個，實驗二樣本數十個進行試驗。

## 第三節 研究方法與研究流程

### 壹、研究方法

本文之研究方法可歸納為以下三點作為說明：

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：依據中國國家標準 CNS3299-12(陶瓷面磚試驗法第十二部：

## 內外常用地坪材料防滑係數之研究

防滑性能試驗法)，利用 OY-PSM 以及可攜帶式防滑試驗機 ONO-PPSM 分別於實驗室以及現地進行室內、室外至少十種以上之地坪材料之防滑性能之驗證與校正，並依照空間使用之特性加入不同之媒介。

3. 統計分析：就試驗結果，以相關性檢驗比對與線性迴歸分析法，分析各面磚條件與防滑性能之關聯性。

本研究流程如圖一所示：

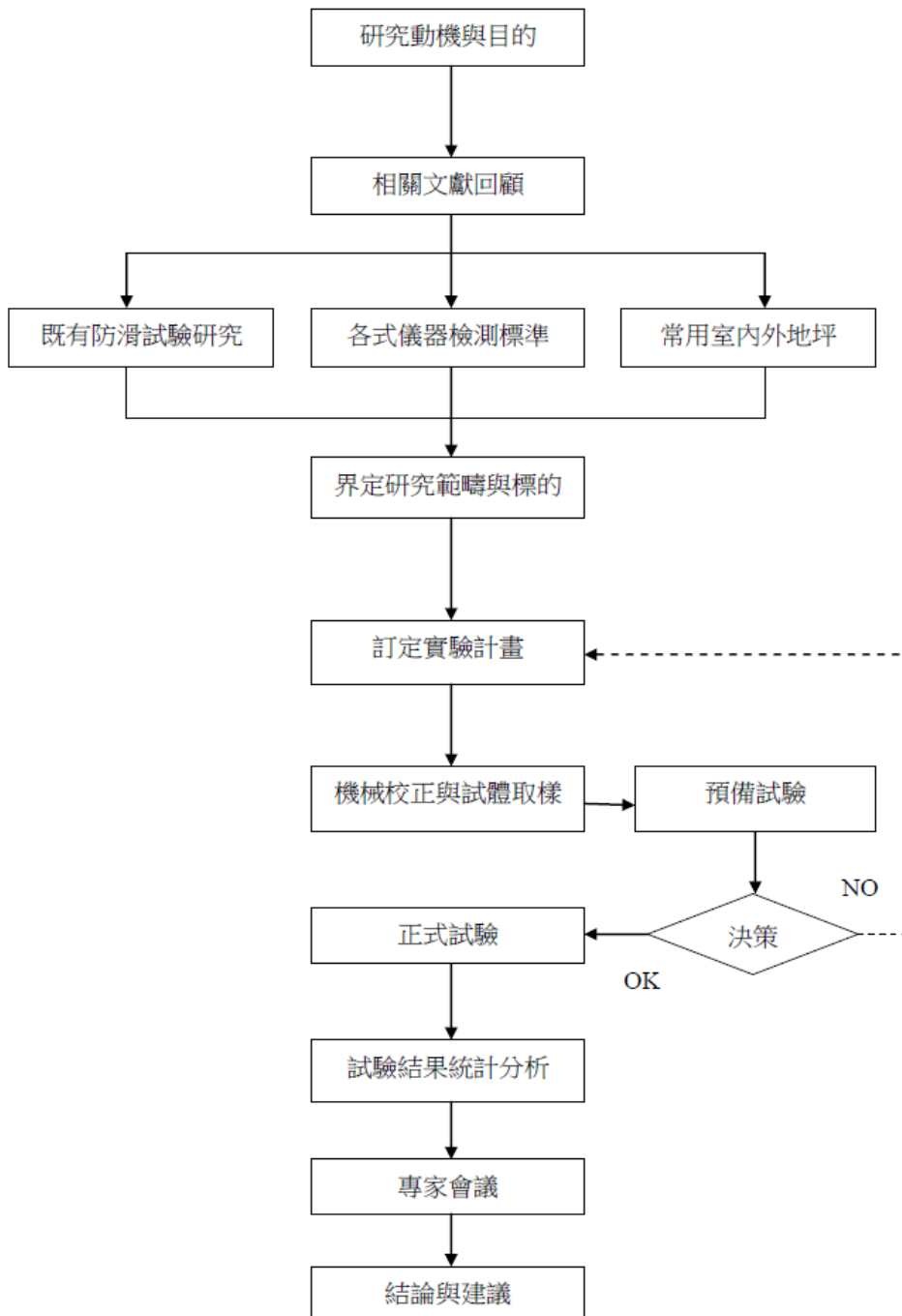


圖 一.1 研究流程圖



## 第二章 文獻回顧

### 第一節 內政部建研所之相關研究

內政部建築研究所於 96 年度針對地面材料防滑性能及量測方法進行研究，並選用三種量測儀器，包括手拉式水平測力計、可變角度止滑計及 ASTM825 止滑計，針對國內磁磚進行量測。而從前述研究結果發現，就精確性、有效性與一致性比較，三種儀器中，以可變角度止滑計最佳；至於磁磚之防滑性能，在乾燥狀態下多數磁磚之防滑係數都可以達到最低安全標準，惟在潮濕狀態下，則僅有少數磁磚可以達到該標準，且研究發現材料表面粗糙者有較高之防滑係數。97 年度之研究計畫的試驗對象以可變角度止滑計及擺錘止滑檢測儀為主，除延續前項計畫擴大測試地面材料範圍，以對國內常見之地面材料有更完整之了解外，進一步分析各項表面粗糙度參數對防滑性能之影響，以探討材料表面粗度是否為影響防滑性能之關鍵因素，以深入了解表面粗度與防滑性能之關聯性，作為未來業界研發地面防滑材料之參考，以達到提升地面防滑性能，降低滑倒風險，維護生命安全及促進全民福祉之目標。

97 年度之研究經蒐集國內外相關研究文獻，及實際之試驗結果，發現地面材料表面粗度對防滑性能有明顯之影響，也經由試驗整明可變角度止滑計與擺錘止滑檢測儀皆可適用地面材料之防滑係數測試，其研究結果說明如下所示：

1. 可變角度止滑計與擺錘止滑檢測儀有顯著之正向關係。
2. 可變角度止滑計與擺錘止滑檢測儀防滑係數值有 6 項對防滑係數具有顯著關係，包括表面平均粗度值(Ra)、5 個取樣長度最大波峰谷平均值(Rz)、評估長度內最大高度(Rt)、第三高峰至最低谷之平均高度(R3z)、高峰等效面積直角三角形(Rpk)、每個取捨長度峰谷高度平均值(Rpm)，驗證既有文獻提及之摩擦力量值反映地面材料材質與表面粗度之關聯性討論。
3. 在排除不同材質所具有之特定變因後，相同材質中，表面粗度參數對可變角度止滑計與擺錘止滑檢測儀防滑係數值，另有 2 項對防滑係數具有顯著關係，包括：表面高度斜度(Rsk)波峰分佈陡峭度尖峰高度(Rku)，此更細微之表面粗度量測參數，表示細微輪廓形貌亦有可能影響防滑係數。
4. 進一步說明 97 年「地面材料防滑性能與表面粗度關聯性之研究」(97 年)，觀察地面材料的粗度（以表面粗度量測儀量測）與潮濕狀態下防滑係數（以可變角度止滑計及擺錘止滑檢測儀量測）之關聯性，結果發現：
5. 多數地面材料在乾燥時的防滑效果皆良好，研究重點應放在潮濕狀態。
6. 比較表面粗度參數對可變角度止滑計與擺錘止滑檢測儀防滑係數值迴歸

## 內外常用地坪材料防滑係數之研究

分析結果，表面粗度參數對可變角度止滑計有較高之解釋力。增加相同材質實驗結果後，可增加表面粗度參數對擺錘止滑檢測儀之解釋力，同時保持對可變角度止滑計一定程度之關連性。

從以上 96、97 兩年的研究證實了可變角度止滑計在潮濕狀態下檢測的合理性與可行性，惟因美國撤銷相關標準，標檢局也未將其訂為 CNS 國家標準，故國內仍缺少適用於潮濕狀態地面材料的檢測標準，無法將防滑係數落實於規範或建議。

98 年因標檢局制訂陶瓷面磚防滑性試驗法（CNS3299-12，該標準內容為檢測地面材料防滑係數之標準實驗程序），以磁磚防滑試驗機進行實驗，該設備雖不受水的黏著效應影響，可檢測潮濕狀態時之防滑係數，實驗結果卻不盡理想，主要問題有二：

1. 數據無法有效區別防滑性能的差異。
2. 數據與已知可信度高的儀器（可變角度止滑計）量測結果有顯著差異。

依據上述問題，經濟部標檢局已就試驗法進行修正。

## 第二節 相關法規對於通道之規定

《建築技術規則建築設計施工編》第三十九條：建築物內規定應設置之樓梯可以坡道代替之，除其淨寬應依本編第三十三條之規定外，並應依左列規定：

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

《建築物無障礙設施設計規範》：

3. 202.3 地面：通路地面應平整、堅固、防滑。
4. 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。
5. 301.2 地板表面：樓梯平台及梯級表面應採用防滑材料。
6. 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。
7. 《老人福利機構設立標準》第四條第三款：照顧區、餐廳、浴廁、走道、樓梯及平臺，均應設欄杆或扶手之設備。樓梯、走道及浴廁地板應有防滑措施及適當照明設備。
8. 《身心障礙福利機構設施及人員配置標準》第十三條第二款：衛浴設備：地板應有防滑設施。
9. 《老人福利服務提供者資格要件及服務準則》第六十七條第四款第三項：

衛浴設備應有防滑措施、扶手等裝備，並保障個人隱私。

10. 《國民住宅社區規劃及住宅設計規則》第七十三條：浴室地面應裝置水封式地板落水盤，樓地板面應對防潮、防水、防滑妥善處理。
11. 《市區道路及附屬工程設計標準》第十七條：市區道路人行天橋及人行地下道設計規定人行坡道、階梯處，應設置扶手，並施作防滑處理。
12. 《物理治療所設置標準》第三條：物理治療所之設施，地板應為防滑地板。

依據上述之彙整，相關防滑的法規係以性能規定為主，尚無明確規定最低防滑係數，蓋因過去國內未訂有防滑係數檢測方法之規範，故無法客觀的用數據資料來規範地面材料的防滑性能。

### 第三節 國內相關研究文獻

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。

整理本研究相關研究文獻重點如下。

圖 二.1 相關研究報告統整

出處	章名	作者	年份
標準檢驗局	檢驗技術簡訊 3 4	呂彥賓、陳思明	2011.01
標準檢驗局	CNS 3299-12 [陶瓷面磚試驗法-第 12 部：防撻性試驗法]		98.07
勞工安全衛生研究所	污染物對鞋與地板間抗滑性影響研究	劉立文、李開偉	99
勞工安全衛生研究所	地面與鞋材之摩擦效應第 13 卷第 1 期	陳志勇、林彥輝、莊舜弘、李建聰	94.03
勞工安全衛生研究所	傾斜地面與滑倒相關規範研究	陳志勇、莊舜弘	93
勞工安全衛生研究所	傾斜地面特性對人員行走之影響評估	陳志勇	92
勞工安全衛生研究所	傾斜地面特性對滑倒之影響評估	呂東武、陳志勇	91
內政部建築研究所	地面材料防滑性能之研究(期末報告)	褚政鑫、徐志宏	101.11

## 內外常用地坪材料防滑係數之研究

內政部建築研究所	地面材料防滑性能檢測	黃德元	98.07
內政部建築研究所	地面材料防滑性能之研究	何明錦、廖慧燕	97.01

資料來源：本研究整理

### 第四節 國外相關研究

日本於2008年6月由日本建築學會材料施工委員會 內外裝工事營運委員會 床工事 WG 推出其研究成果「地坪性能評估方法概要與其推薦值」，內容主要在探討九項情況下其建議之防滑係數範圍值，這九項分別為穿鞋時的場合、赤腳時的場合、樓梯、斜坡路面、拐杖、地毯、腳踏車、輪椅、滑壘，其相關內容如表2。2009年10月，東京都福祉保健局頒布了「東京福祉設施設備整備條例」並於2013年改版，內容有包含訂定利用 OY-PSM 測定 C.S.R、C.S.R・B 等相關地板防滑試驗之規定。

2012年八月，日本國土交通省將無障礙新法更名為「老人無障礙空間建築設計準則」，內容為防滑振興協會以 OY-PSM、ONO-PPSM 兩台儀器針對乾燥與濕潤進行地坪材料之測定。

表 二-1 日本各類場所建議之防滑係數範圍表

狀態	地板種類	動作	防滑係數建議範圍	*備註
穿鞋	一般道路 (穿鞋)	*一般動作	C.S.R=0.4 以上	含小跑步或快走
		慢速動作	C.S.R=0.3 以上	
	體育館的地板	羽毛球、籃球等	C.S.R=0.5 以上 0.9 以下 *C.S.R=0.6 以上 0.8 以下	特殊地板
	運動場的地板	網球	C.S.R=0.5 以上 0.8 以下	
		橄欖球	C.S.R=0.6 以上	
		足球	C.S.R=0.5 以上 0.9 以下	
		棒球	C.S.R=0.6 以上 1.1 以下	
		可赤腳用地板	*一般動作	C.S.R・B=0.7 以上

赤 腳	(潮濕空間)	慢速動作	C.S.R · B=0.6 以上	
	可赤腳用地板	*一般動作	C.S.R · BF=0.5 以上	含小跑步或快走
		慢速動作	C.S.R · BF=0.4 以上	
	習武場的地板	劍道、柔道等	C.S.R · BF=0.4 以上 0.6 以下	
特殊	樓梯	昇降	C.S.R · S=0.7 以上	
<p>評價觀點：安全性(不容易發生跌倒、滑倒等意外)</p> <p>測定條件(滑片、媒介物)：假定實際使用情形</p> <p>C.S.R：Coefficient of Slip Resistance</p> <p>C.S.R · B：Coefficient of Slip Resistance · Bath</p> <p>C.S.R · BF：Coefficient of Slip Resistance · Bare Foot</p> <p>C.S.R · S：Coefficient of Slip Resistance · Stair</p>				

資料來源：床の性能評価方法の概要と性能の推奨値（案），2008年6月

## 第五節 相關用語定義

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，定義多依現行法規規定，如法令未規定者，則由本研究參酌相關研究文獻定義，各名詞定義表示如下：

1. 地面材料：目前法規並無相關定義，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. 滑倒：指同一水平面上之跌倒。
3. 防滑：簡而言之，就是可讓人行走並避免滑倒。
4. 摩擦力：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。
5. 防滑地面：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。
6. 靜摩擦係數：正好能克服摩擦力所需之力與其正向力之比值，為材料

## 內外常用地坪材料防滑係數之研究

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。

7. 動態摩擦係數：材料在相對移動之狀態下所作之測試值。
8. 防滑係數：地面防滑之程度之衡量指標，因測試儀器之不同，理論上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。

## 第三章 實驗規劃

摩擦係數的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., 2001c)：

1. 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。
2. 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。
3. 實用性(usability)：指量測器必需方便於各種條件下進行操作。
4. 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。

實驗總共分為兩大部分：

第一部分：OY-PSM 與 ONO-PPSM 之關聯與現地防滑數值。

1. 以 OY-PSM 與 ONO-PPSM 分別就同一地坪材料以潮濕、乾燥兩種情況下進行測試，並分析其線性回歸之關係。
2. 將 ONO-PPSM 攜帶至現地試驗地坪材料於現場實際之防滑係數。

第二部分：不同媒介物與地坪材料防滑係數關係之試驗

### 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 (如圖三-1)，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。

98 年標檢局參考日本標準，制訂「CNS3299-12 陶瓷面磚防滑性試驗法」，此標準為測定地面材料防滑係數之規範。本所引進國內第一台符合規範要求之「磁磚防滑試驗機」，並與其他文獻證實有相當準確度之儀器比較，檢驗其實驗結果、適用對象、實驗再現性等，以作為未來地面材料防滑性能測試之參考。

### 壹、磁磚防滑試驗機組儀器性能：

本儀器符合 CNS 3299-12 規範，是一種屬於拖撬式(drag sled)原理量測靜磨擦係數的實驗儀器，過去拖撬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  $18^\circ$  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。

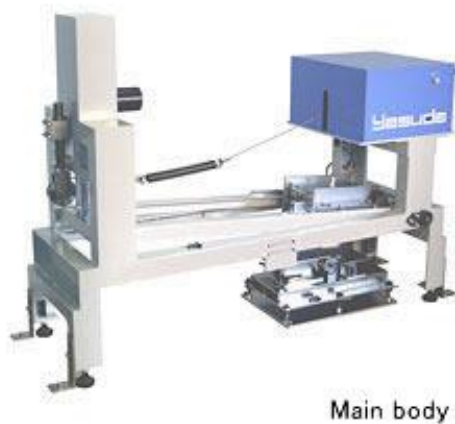
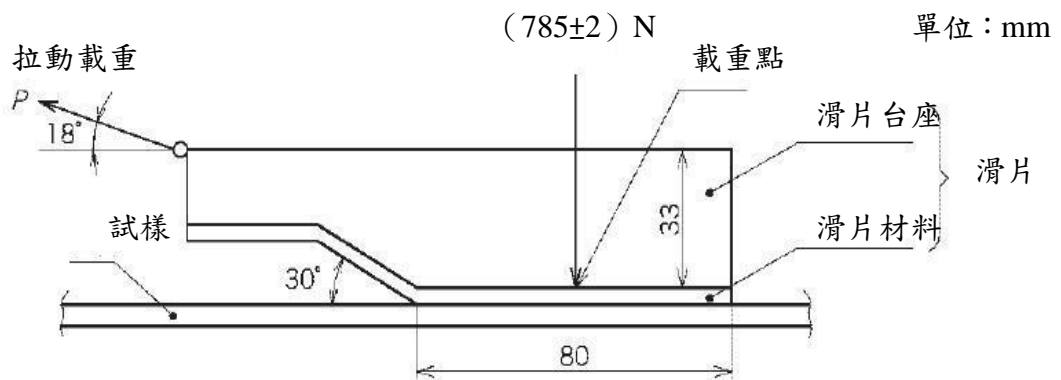


圖 三.1 磁磚防滑試驗機

資料來源：CNS 3299-12 陶瓷面磚試驗法



圖三.2  $18^\circ$  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



## 貳、試驗執行

本研究依據 CNS 3299-12「陶瓷面磚試驗法—第 12 部：防滑性試驗法」進行試驗。試驗步驟如下：

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  $18^{\circ}$  之角度向斜上方施力。
5. 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 3-2.2）。
6. 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。
7. 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 三-1 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. 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>防滑係數計算公式</p>	$C.S.R值 = \frac{P_{max}}{W}$ <p>其中 <math>P_{max}</math> : 最大拉動載重    <math>W</math> : 垂直載重</p>
<p>C. S. R · B 值測定</p>	<p>媒介物</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>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 <math>100g/m^2</math> 之份量均勻分佈於試片表面。</li> <li>2. 水、肥皂水、油等其他欲測定之媒介物。</li> </ol>
	<p>滑片</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 橡膠製防滑片 (如下圖)。</li> </ol> <p>硬度：A70~80 突起部份之形狀：<math>\phi 7mm</math> 厚度：平坦部份 4.5mm、突起部份 6mm~7mm</p>

	<p>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>防滑係數計算公式</p>	$C.S.R \square B \text{值} = \frac{P_{\max}}{W} + \frac{P_{\min}}{W}$ <p>其中 <math>P_{\max}</math>：最大拉動載重    <math>P_{\min}</math>：最小拉動載重  <math>W</math>：垂直載重</p>

資料來源：CNS 3299-12 陶瓷面磚試驗法

### 參、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，也是本研究待確認的要項。

## 第二節 可攜帶式防滑試驗機 ONO-PPSM

### 壹、可攜帶式磁磚防滑試驗機組儀器性能：



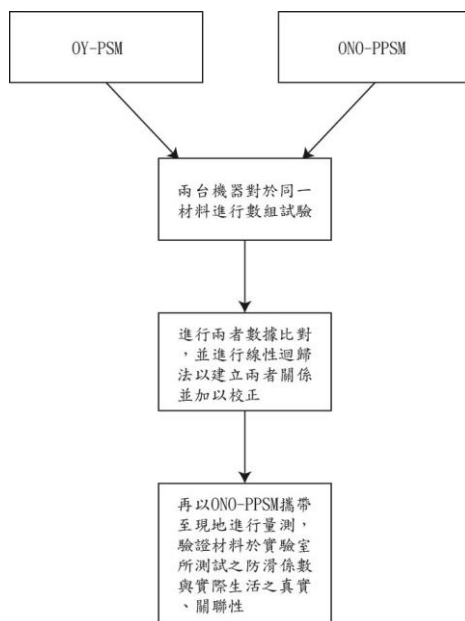
圖 三.3 可攜帶式磁磚防滑試驗機

本儀器為小野英哲教授於東京工業大學時期所研發之可攜帶式防滑係數量測之儀器，是一種屬於拖橇式(drag sled)原理量測靜磨擦係數的實驗儀器，與 OY-PSM 之運作原理相同。

然本儀器並未經過我國之認定故並無任何規範，但其可攜帶至現地進行試驗之便利性卻是在應證地坪材料於現實生活中之防滑性能時之必須。有鑑於此，為驗證其數值之有效性及可確性，將於實驗室內與 OY-PSM 進行同材料之拖橇試驗，透過數據累積、比對，並以線性迴歸分析法與 OY-PSM 儀器進行數值之校正以確立 ONO-PPSM 於現地試驗時，其數據有效性及可確性。

※根據 JIS A 5705 (ビニル系床材)「床材の滑り試験方法(斜め引張型)」

利用攜帶式防滑機(ONO-PPSM)測得 C.S.R<sup>′</sup> C.S.R.=0.00(最小值)~0.99(最大值)



C.S.R'(P·C.S.R)與C.S.R之對應

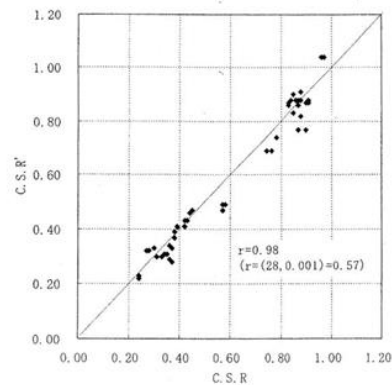


圖 三.4 實驗關係流程圖

圖 三.5 C.S.R 與 C.S.R' 數值之關係圖

貳、儀器介紹

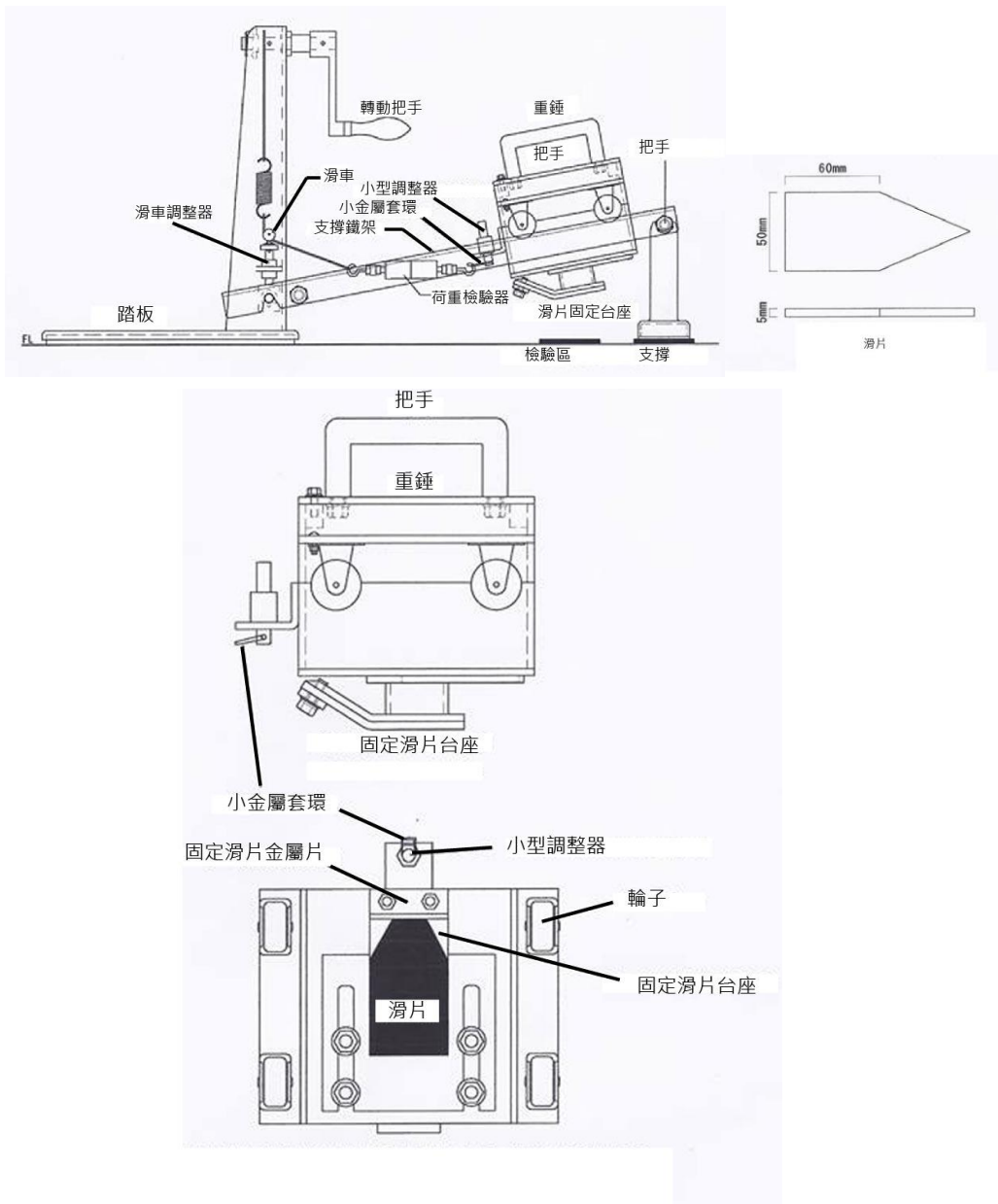


圖 三.6 ONO-PPSM 介紹

### 參、ONO-PPSM 組裝

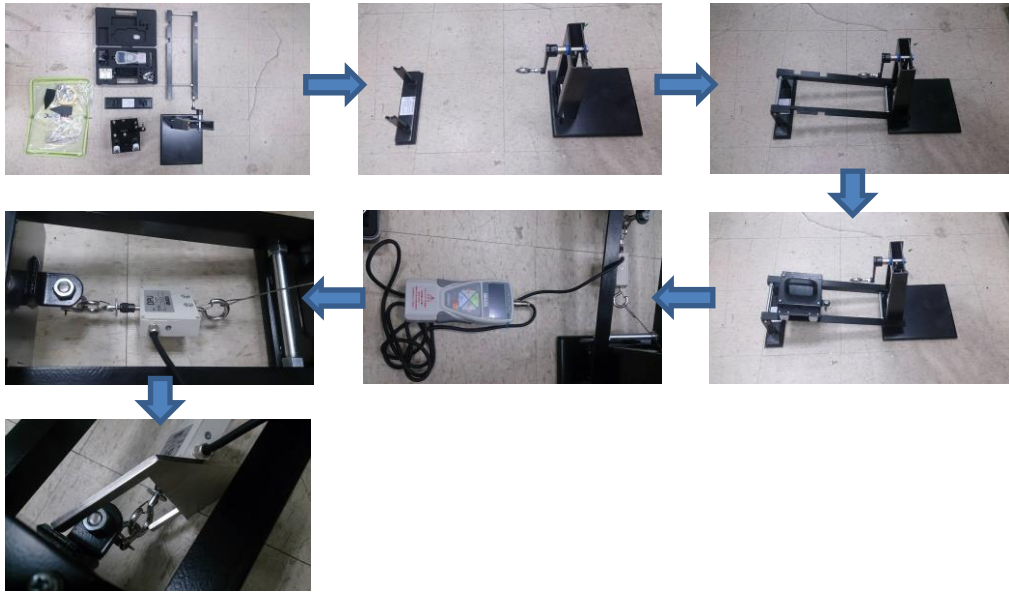


圖 三.7ONO-PPSM 組裝流程

將鐵架、支撐固定→放上重垂→將拉力計固定於兩端拉點扣環→校正水平→完成。

### 肆、試驗執行

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. 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 196N/S 之拉動載重速率，取  $18^{\circ}$  之角度向斜上方施力。
5. 當滑片接觸試片表面起 0~0.25 秒間進行實驗，以兩圈一秒之速率轉動把手，取  $18^{\circ}$  之角度向斜上方施力。
6. 測定 C.S.R' 值時，須測定拉動時之最大拉動載重  $P_{\max}$ 。
7. 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 0.02 時，測


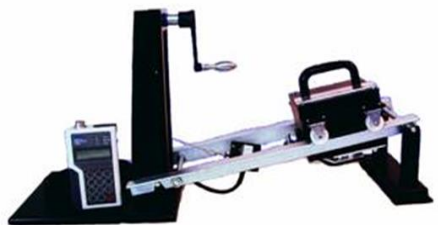
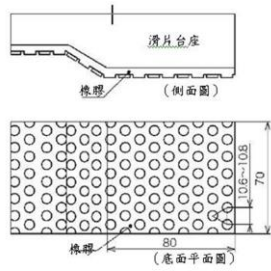
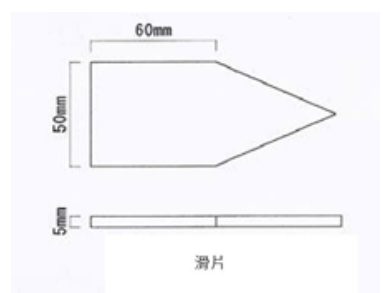
定方能停止，將此 3 次數值平均至小數點後第二位，即為該試片之防滑係數值。

- 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。

以上實驗步驟、方法、滑片處理方法為參考【JIS A 1454】、【CNS 3299-12】與【日本文獻】而進行。

### 第三節 OY-PSM 與 ONO-PPSM 兩台儀器之相比較

表 三-2OY-PSM 與 ONO-PPSM 兩台儀器之相比較

	 <p>Main body</p>	
發明者	日本東工大小野英哲教	日本東工大小野英哲教授
名稱	磁磚防滑試驗機 OY-PSM	可攜式磁磚防滑試驗機 ONO-PPSM
量測原理	拖橇式(drag sled)原理	拖橇式(drag sled)原理
動/靜摩擦係數	靜磨擦係數	靜磨擦係數
使用滑片		
滑片臺座大小	80mm×70mm	60mm×50mm
拉動載重	785 N / 80 KG	196 N / 20 KG
托橇角度	斜上 18 度角	斜上 18 度角

防滑係數	C.S.R	C.S.R'
計算公式	$C.S.R = P_{max} / W$ $P_{max} = \text{最大拉動載重}$ $W = \text{垂直載重}$	$C.S.R' = P_{max} / W$ $P_{max} = \text{最大拉動載重}$ $W = \text{垂直載重}$
操作方式	機械式自動操作	人力操作
操作人數最低需求	一人	兩人
國內法規	國內【 CNS 3299-12 】	國內無
國外法規	【JIS A 1454】、 【JIS A 1407】、 【JIS A 5705】、 【JIS A 1509-12】、	※【JIS A 5705】 ※根據 JIS A 5705 (ビニル系床材) 「床材の滑り試験方法(斜め引張型)」 利用攜帶式防滑機(ONO-PPSM) 測得 C.S.R' C.S.R.=0.00(最小值)~0.99(最大值)

資料來源：本研究整理

#### 第四節 地面材料試體選擇

針對國內常用室內、室外地坪材料為取樣目標，取樣範圍為不特定多數人經過之場所，如捷運站、車站、學校、醫院、公家機關等公共場所，再將地坪材料依成分、特性分成六大類：磁磚、石材、水泥、木材、聚合物類、地毯。試驗之材料材質可概分為以下幾種：

磁磚：依據吸水率的不同可分為陶質地磚（Ⅲ類磚）、石質地磚（Ⅱ類磚）、瓷質地磚（Ⅰ類磚），另又有馬賽克磚等材料，本試驗依據室內、室外各選用不同種類型陶質、石質、瓷質地磚，並均以公共場所，如捷運站、車站等常用之地坪材料為主要實驗對象。

石材：在建築石材上才見之種類，主要可分為大理石、花崗石，本研究主要以住宅大樓的戶外地坪常用之花崗石為主；室內裝修常用於客廳、浴廁之大理石為本研究主要實驗對象。



水泥：水泥系裝修係指利用水泥拌合其他材料，因工法不同又可分為水泥粉刷、磨石子、洗石子、抵石子、斬石子，在本研究採用校園走廊空間較常使用之磨石子地磚作為實驗對象。

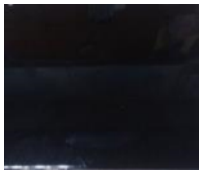

木材：室外木地坪選用科技大學景觀生態池木棧道所使用之金壇木地板，並考量視為多數人經常使用之場所空間；建築室內裝修常用之木地坪可分為原木地板、海島型木板、超耐磨地板，故本研究採已符合國內氣候常用海島型木地板作為實驗對象。

聚合物類：建築室內裝修常用之塑膠地磚又可分為透心地磚、花磚、導電地板、無縫式地磚，然以學校教室、辦公室常用之透心地磚、花磚作為本試驗用之樣品。




地毯：以大小區分主要可分為滿鋪地毯、方塊地毯等兩大類，並以辦公室、會議室常用之方塊地毯作為本試驗用之樣品。





第一部分實驗共選用室內、室外共計十五件樣本，依據其材料名稱、特性、尺寸、表面處理會整表如表 5 所示。

表 三-3 試驗樣本表




	陶質地磚	01 釉面陶磚
照片		數據比對用
尺寸	200×200×6 mm	
表面狀態	視覺：反光                      表面：均勻整齊 質感：上釉亮面              觸覺：平滑	
	陶質地磚	02 釉面馬賽克陶磚
照片		數據比對用
尺寸	200×200×6 mm	

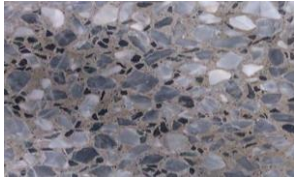


內外常用地坪材料防滑係數之研究

表面狀態	視覺：反光                      表面：均勻有溝縫 質感：上釉亮面              觸覺：平滑	
	陶質地磚	03 細金鋼砂陶磚
照片		現地： 安東市場
尺寸	120×240×18 mm	
表面狀態	視覺：無反光                      表面：均勻整齊 質感：霧面                      觸覺：粗糙、刺刺	
	陶質地磚	04 粗金鋼砂陶磚
照片		現地： 安東市場
尺寸	120×240×18 mm	
表面狀態	視覺：無反光                      表面：均勻整齊 質感：霧面                      觸覺：粗糙、刺刺	
	石質地磚	05 石質地磚
照片		現地： 市政府捷運站出口
尺寸	300×300×8 mm	
表面狀態	視覺：無反光                      表面：均勻整齊 質感：霧面                      觸覺：些微粗超	
	石質地磚	06 石質地磚

照片		現地： 世貿廣場地磚
尺寸	300×300×8 mm	
表面狀態	視覺：無反光 表面：凹凸起伏 質感：霧面 觸覺：些微粗超	
	石質地磚	07 梁山石地磚
照片		現地： 公館捷運站出口
尺寸	300×300×8 mm	
表面狀態	視覺：無反光 表面：凹凸起伏 質感：霧面 觸覺：平整、極些微粗糙	
	石質地磚	08 戰車岩地磚
照片		現地： 騎樓整平計畫用磚
尺寸	300×300×8 mm	
表面狀態	視覺：無反光 表面：凹凸起伏仿石紋 質感：霧面 觸覺：些微粗超	
	石質地磚	09 窯燒花崗岩地磚
照片		現地： 城市舞台廣場

內外常用地坪材料防滑係數之研究

尺寸	300×300×30 mm	
表面狀態	視覺：無反光      表面：均勻整齊表面有顆粒 質感：霧面          觸覺：粗超	
	石質地磚	10 窯燒花崗岩地磚
照片		現地： 忠孝新生捷運站
尺寸	300×300×30 mm	
表面狀態	視覺：無反光      表面：均勻整齊表面有顆粒 質感：霧面          觸覺：粗超	
	石質地磚	11 石紋地磚
照片		現地： 台北車站東三門
尺寸	300×300×9.5 mm	
表面狀態	視覺：反光          表面：均勻整齊 質感：施釉          觸覺：些微凹凸	
	石質地磚	13 采晶石質地磚
照片		現地： 私人住宅
尺寸	300×300×8 mm	

表面狀態	視覺：反光      表面：均勻整齊 質感：施釉      觸覺：平滑	
	水泥	12 磨石子地磚
照片		現地： 台北科大校園走廊
尺寸	300×300×30 mm	
表面狀態	視覺：無反光    表面：均勻整齊 質感：霧面      觸覺：些微滑	
	石材	14 大理石地磚
照片		現地： 私人住宅
尺寸	300×300×30 mm	
表面狀態	視覺：反光      表面：均勻整齊 質感：亮面      觸覺：手摸摩擦力極大	
	木材	15 金檀木
照片		現地： 台北科大戶外 木棧道、木平台
尺寸	120×300×30 mm	





內外常用地坪材料防滑係數之研究





表面狀態	視覺：無光澤 質感：木紋	表面：均勻整齊 觸覺：粗糙
------	-----------------	------------------

資料來源：本研究整理


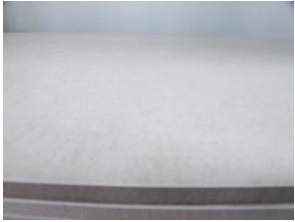




第二部分實驗共選用室內、室外共計十件樣本，依據其材料名稱、特性、尺寸、表面處理會整表如表 6 所示。

表 三-4 試驗樣本表




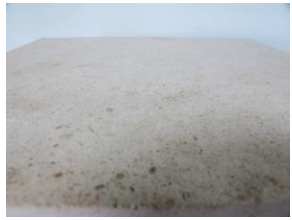


室外	陶質地磚	OD-01 細金剛砂陶磚磚
照片	俯視	平視
		
尺寸	120×240×18 mm	
表面狀態	視覺：無反光表面：均勻整齊 質感：霧面觸覺：些微粗超	
室外	石質地磚	OD-02 石紋地磚
照片	俯視	平視
		

尺寸	300×300×8 mm	
表面狀態	視覺：無反光表面：均勻整齊 質感：霧面觸覺：些微粗超	
室外	石質地磚	OD-03 石質地磚
照片	俯視	平視
		
尺寸	300×300×8 mm	
表面狀態	視覺：無反光表面：均勻整齊 質感：霧面觸覺：些微粗超	
室外	瓷質地磚	OD-04 瓷質地磚
照片	俯視	平視
		
尺寸	300×300×9.5 mm	
表面狀態	視覺：無反光表面：均勻整齊 質感：霧面 觸覺：些微粗超	
室外	瓷質地磚	OD-05 石英磚
照片	俯視	平視

內外常用地坪材料防滑係數之研究

		
尺寸	300×600×9.5 mm	
表面狀態	視覺：無反光表面：均勻整齊 質感：霧面觸覺：些微粗超	
室內	陶質地磚	ID-01 陶質地磚
照片	俯視	平視
		
尺寸	250×250×10 mm	
表面狀態	視覺：無反光表面：均勻整齊 質感：霧面觸覺：些微粗超	
室內	石質地磚	ID-02 石質地磚
照片	俯視	平視
		
尺寸	300×300×8.5 mm	
表面狀態	視覺：無反光表面：均勻整齊 質感：霧面觸覺：平整、極些微粗糙	



室內	瓷質地磚	ID-03 瓷質地磚
照片	俯視	平視
		
尺寸	300×300×9.5 mm	
表面狀態	視覺：無反光表面：均勻整齊 質感：霧面觸覺：些微粗超	
室內	石材	ID-04 大理石
照片	俯視	平視
		
尺寸	300×300×30 mm	
表面狀態	視覺：無反光表面：均勻整齊 質感：霧面觸覺：些微粗超	
室內	聚合物類	ID-05 透心塑膠地磚
照片	俯視	平視
		

尺寸	300x300x2 mm
表面狀態	視覺：無反光表面：均勻整齊 質感：霧面觸覺：些微粗超

資料來源：本研究整理

## 第五節 試驗媒介物設定

本研究材料表面附著之媒介物係模擬建築物室內、室外地坪可能出現之使用狀況而設定。一般常見之地面污染物如水、油、洗劑等，若以水類出現地點又有可能於正在下雨或下完雨的路面、騎樓空間及大廳、車站入口處等，另外亦有可能於游泳池邊的路面、淋浴間或公共澡堂等，都是有可能因為地板表面佈滿水時而滑倒。另外，若是針對商用餐廳、廚房等，則需特別考量因食用油而造成滑倒風險之媒介物，不僅是只有餐廳、廚房才有油之疑慮，在一般路面、加油站或汽、機車行等，也有滑倒之風險。最後則是在摻有洗劑、肥皂水等媒介物，使其容易滑倒之空間如一般騎樓於打烊時，會大量使用洗潔劑清洗騎樓地板、室內地板等；淋浴時，亦有可能因地板表面附著肥皂水、洗髮精、沐浴乳等多種介質，使得其容易滑倒。歸類以上各種如因素，可詳表 3-5 所示。

在本研究試驗模擬實際狀況設定其媒介物之標準，亦是為國內常見之材料、容易取得之樣本，媒介物共分成清水、滑石粉、油、肥皂水(室內地坪材料使用)、洗劑(室外地坪材料使用)。除了依據我國國家標準 CNS3299-12 防滑試驗規範中 C.S.R 值與 C.S.R·B 值外，亦參考日本 JIS A1454:2010 所規定試驗片表面狀態中的油的媒介分佈量。本實驗所採用之媒介物分佈量如以下說明。

表 三-5 媒介物於各種空間型態

媒介物	水類		油類		洗劑	
	雨水、下雨過後地面	自來水、溫泉水	食用沙拉油	機油	地板洗潔劑、清潔劑	肥皂水、沐浴水、洗髮水
空間類型	室外：一般路面、騎樓空間 室內：建築物大廳、車站入口大廳	浴廁、淋浴間、游泳池、大眾溫泉區	商用餐廳、商用廚房、家用廚房	一般路面、加油站、汽機車行	一般騎樓空間、商用空間、居家室內	浴廁、淋浴間、美髮店

資料來源：本研究整理

1. 水：依據 C.S.R 值(穿鞋時之防滑係數)之規範，使用自來水作為媒介

物，以約  $400\text{g}/\text{m}^2$  之分量均勻散布在試樣表面，並覆蓋材料表面之測試區域。

2. 滑石粉：依據 C.S.R · B 值(赤腳時之防滑係數)之規範，將中位徑（質量基準）之範圍  $7.2\ \mu\text{m}$ - $9.2\ \mu\text{m}$  之滑石粉體，加入約 300 倍質量之自來水混合成懸濁液作為媒介物，以約  $100\text{g}/\text{m}^2$  之分量均勻散布在試樣表面，並覆蓋材料表面之測試區域。
3. 油類：使用一般食用之調合油（大豆沙拉油）作為媒介物，以約  $40\text{g}/\text{m}^2$  之分量均勻散布在試樣表面，並覆蓋材料表面之測試區域。於試驗機測定時採用 C.S.R 值，作為媒介物（油）的防滑係數值。
4. 肥皂水（室內）：測定於室內地坪材料所選用之媒介物，將國內常用之水晶肥皂泡在 1 公升的自來水裡面，淨置 24 小時將水晶肥皂取出，並均勻攪拌使其肥皂水液體無顆粒狀為止，約以  $40\text{g}/\text{m}^2$  之分量均勻散布在試樣表面，並覆蓋材料表面之測試區域。於試驗機測定時採用 C.S.R 值，作為媒介物（肥皂水）的防滑係數值。
5. 洗劑（室外）：測定於室外用地坪材料所選用之媒介物，將一般國內市面上販售之地板洗潔劑（液體），經過本研究自行實驗後，最終選定以 1：20 的比例為本實驗設定，約以 1g 洗潔劑再加入 40g 自來水調合混濁液，以約  $40\text{g}/\text{m}^2$  之分量均勻散布在試樣表面，並覆蓋材料表面之測試區域，於試驗機測定時採用 C.S.R 值，作為媒介物（洗劑）的防滑係數值。

其中如果遇到試體表面明顯凹凸起伏之試體，則斟酌其散布量，均勻覆蓋於試體表面即可。



## 第四章 試驗結果分析比較

本處石驗結果分析分成兩部分，第一部分為 OY-PSM 與 ONO-PPSM 之關聯與現地防滑數值，並針對 ONO-PPSM 之實驗操作作分析試驗；第二部分為不同媒介物與地坪材料防滑係數關係之試驗。

### 第一節 實驗一- OY-PSM 與 ONO-PPSM 之關聯與現地防滑數值

#### 壹、把手轉速造成之實驗數據差別

表 四-1 轉速與防滑係數關係

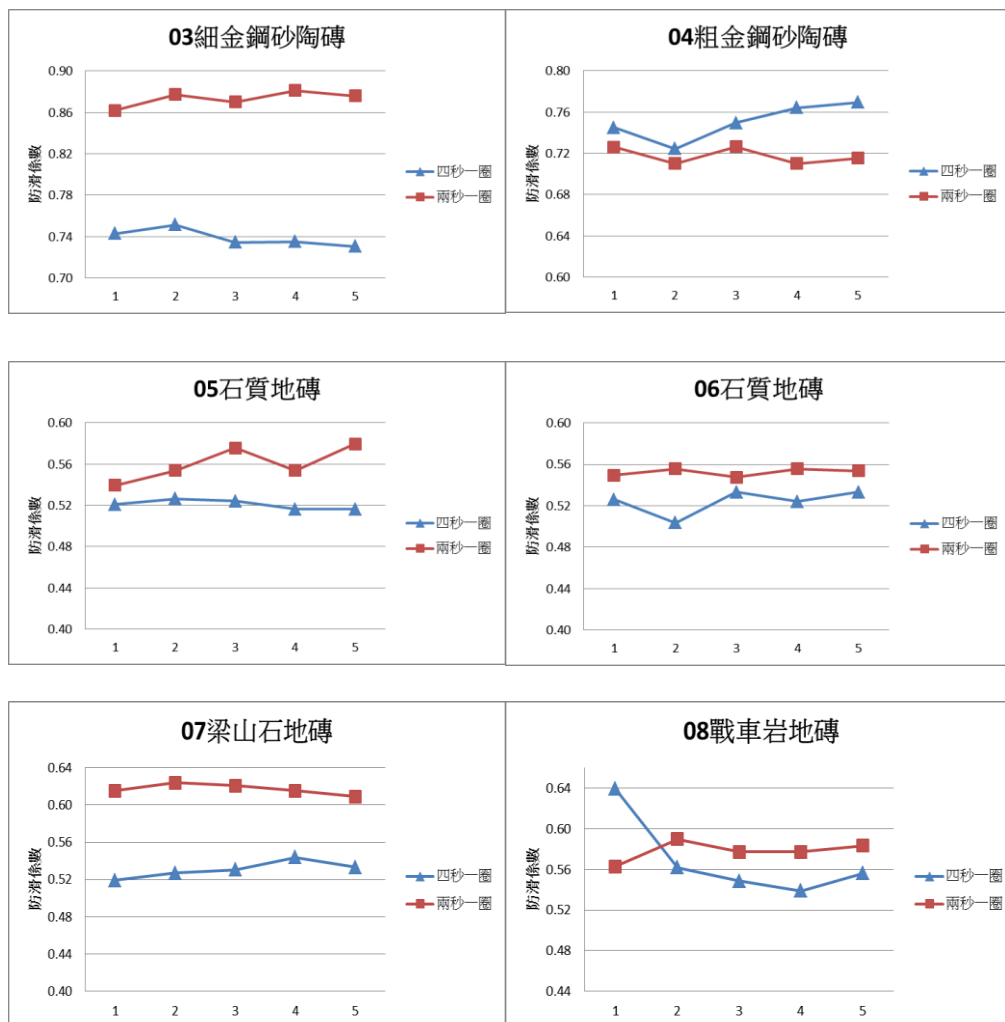
	兩秒一圈					平均
	1	2	3	4	5	
03 細金鋼砂陶磚	0.74	0.75	0.73	0.74	0.73	0.74
04 粗金鋼砂陶磚	0.74	0.72	0.75	0.76	0.77	0.75
05 石質地磚	0.52	0.53	0.52	0.52	0.52	0.53
06 石質地磚	0.53	0.50	0.53	0.52	0.53	0.53
07 梁山石地磚	0.52	0.53	0.53	0.54	0.53	0.53
08 戰車岩地磚	0.64	0.56	0.55	0.54	0.56	0.55
09 花崗石地磚	0.58	0.59	0.60	0.61	0.60	0.60
10 石紋地磚	0.59	0.59	0.59	0.59	0.60	0.59
	四秒一圈					平均
	1	2	3	4	5	
03 細金鋼砂陶磚	0.76	0.77	0.87	0.88	0.88	0.87
04 粗金鋼砂陶磚	0.73	0.71	0.73	0.71	0.72	0.72
05 石質地磚	0.54	0.55	0.58	0.55	0.58	0.57

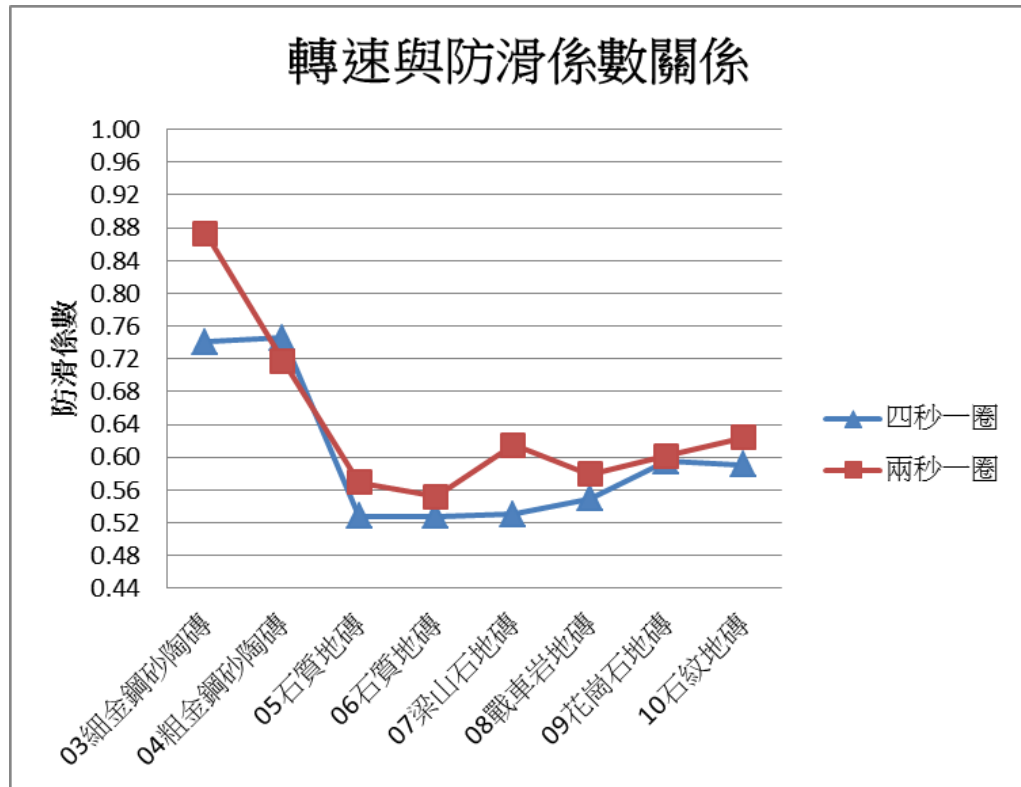
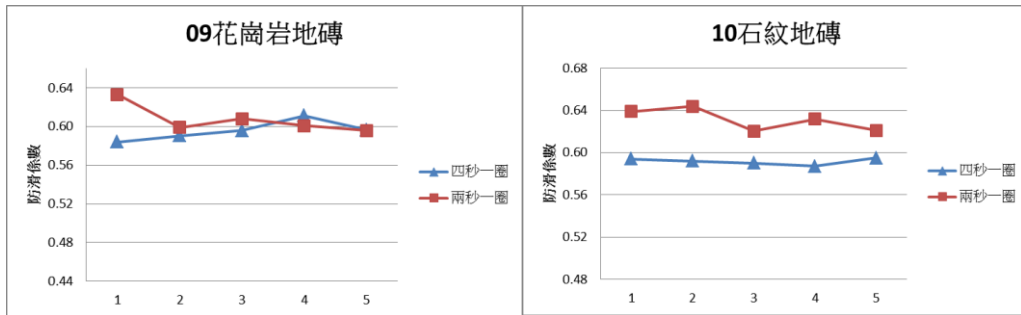
內外常用地坪材料防滑係數之研究

06 石質地磚	0.55	0.56	0.55	0.56	0.55	0.55
07 梁山石地磚	0.62	0.62	0.62	0.62	0.61	0.62
08 戰車岩地磚	0.56	0.59	0.58	0.58	0.58	0.58
09 花崗石地磚	0.63	0.60	0.61	0.60	0.60	0.60
10 石紋地磚	0.64	0.64	0.62	0.63	0.62	0.62

資料來源：本研究實驗整理

圖 4.1 轉速與防滑係數關係





資料來源：本研究實驗整理

由上述圖表之實驗數據可以讀出：

1. 手轉速度對其防滑係數會造成影響，四秒一圈之數值略比兩秒一圈高。
2. 主要以同性質之石質地磚做檢驗，以除去不同性質之材質所產生之不確定因素。
3. 地坪材料表面處理方式會與轉速產生關連。
4. 若托擻速度過快則會使重垂產生跳動，而得到不正確數值。

## 貳、ONO-PPSM 與 OY-PSM 之相關聯性

以兩台儀器針對相同地坪材料進行乾燥、濕潤兩種情形進行實驗如表 9，並針對其結果以線性回歸分析兩台儀器之相關聯性。

表 四-2 兩台儀器於乾燥、濕潤下之相關聯性實驗

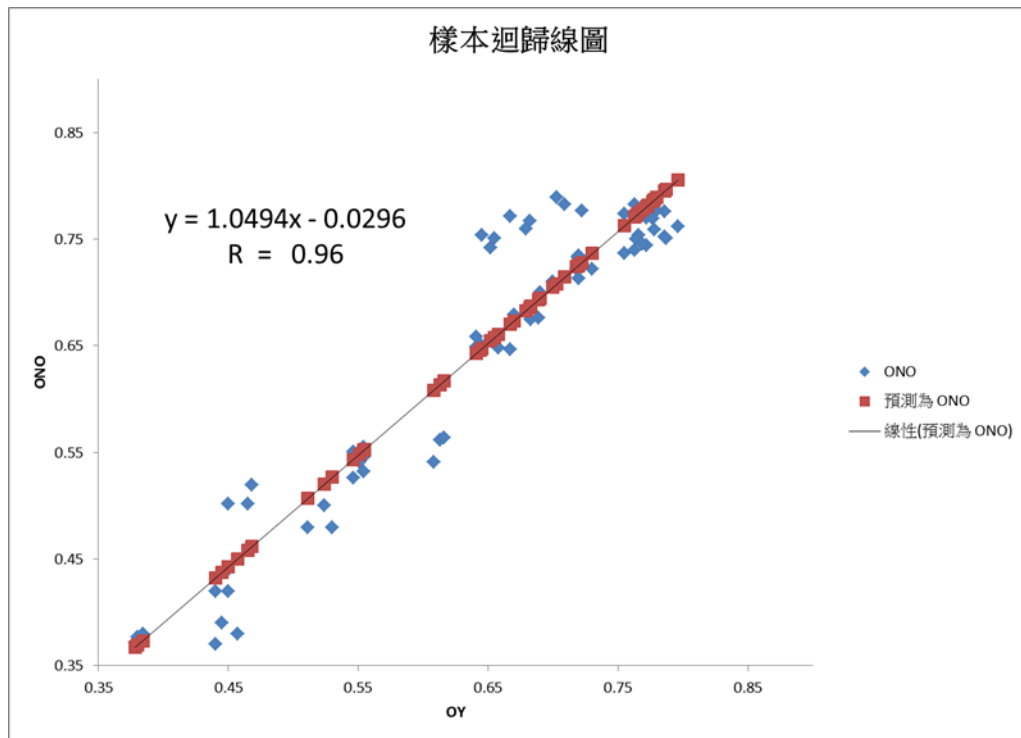
	乾 燥					
	ONO-PPSM			OY-PSM		
	1	2	3	1	2	3
01 釉面陶磚	0.44	0.42	0.42	0.45	0.45	0.44
02 釉面馬賽克陶磚	0.48	0.5	0.48	0.51	0.52	0.53
03 細金鋼砂陶磚	0.78	0.76	0.77	0.77	0.78	0.78
04 粗金鋼砂陶磚	0.68	0.68	0.68	0.69	0.67	0.68
05 石質地磚	0.73	0.72	0.73	0.72	0.72	0.72
06 石質地磚	0.78	0.78	0.78	0.78	0.79	0.78
07 梁山石地磚	0.77	0.76	0.77	0.68	0.68	0.67
08 戰車岩地磚	0.75	0.75	0.76	0.79	0.79	0.80
09 窯燒花崗岩地磚	0.75	0.75	0.75	0.77	0.76	0.77
10 窯燒花崗岩地磚	0.74	0.74	0.74	0.77	0.76	0.76
11 石紋地磚	0.77	0.78	0.77	0.77	0.76	0.76
12 磨石子 地磚	0.75	0.74	0.74	0.70	0.69	0.70
13 采晶石質地磚	*0.86	*0.84	*0.84	*0.72	*0.71	*0.71
14 大理石地磚	*0.82	*0.82	*0.81	*0.78	*0.78	*0.77
15 金檀木	0.70	0.71	0.70	0.69	0.69	0.70



	濕 潤					
	ONO-PPSM			OY-PSM		
	1	2	3	1	2	3
01 釉面陶磚	0.37	0.38	0.39	0.44	0.46	0.45
02 釉面馬賽克陶磚	0.37	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
03 細金鋼砂陶磚	0.78	0.78	0.79	0.72	0.71	0.70
04 粗金鋼砂陶磚	0.75	0.74	0.75	0.65	0.65	0.66
05 石質地磚	0.53	0.54	0.53	0.55	0.55	0.55
06 石質地磚	0.56	0.56	0.54	0.61	0.62	0.61
07 梁山石地磚	0.56	0.55	0.55	0.55	0.56	0.55
08 戰車岩地磚	0.52	0.50	0.50	0.47	0.45	0.47
09 窯燒花崗岩地磚	0.65	0.65	0.66	0.67	0.66	0.66
10 窯燒花崗岩地磚	0.71	0.73	0.72	0.72	0.72	0.73
11 石紋地磚	0.65	0.65	0.66	0.64	0.64	0.64
12 磨石子 地磚	*0.85	*0.83	*0.85	*0.75	*0.75	*0.74
13 采晶石質地磚	*0.38	*0.38	*0.39	*0.35	*0.36	*0.35
14 大理石地磚	*0.50	*0.50	*0.51	*0.64	*0.65	*0.66
15 金檀木	*0.84	*0.82	*0.83	*0.66	*0.66	*0.66

資料來源：本研究整理

圖 4.2 樣本迴歸線圖



資料來源：本研究整理

經由實驗數據之比對與迴歸可以讀出：

1. 經由實驗可以了解，在操作 ONO-PPSM 時，因試體表面、媒介物與滑片三者之關係深深影響到防係數數值，故上列實驗數據裡\*紅字為無法採用之數據，因產生重垂跳動現象以及真空吸盤效應而非單純之摩擦力。
2. 經由數據的迴歸比對，R 值高達 0.96，證明了兩台儀器之相關聯性之可信度，與日本操作所得之 0.98 僅有微小差距，可再多選取樣本進行數據量之擴充，以提升 R 值鞏固兩台儀器之間的關聯性。
3. 表面的處理方式，上釉有無、凹凸平整、媒介物有無、粗糙與否、不同的滑片都會對防滑係數造成影響，甚至測得之力不完全為摩擦力，其可能包含真空吸盤現象所產生的力。
4. 若表面為平滑、上釉，且有媒介物水時候，ONO-PPSM 數據易不穩定，是因其測得之力不單純為摩擦力，其接觸面可能產生水之拉力或甚至沒有接觸，因此產生有案例其現場之防滑係數高於實驗室測得之數值或是極低於 OY-PSM 測得之數值。

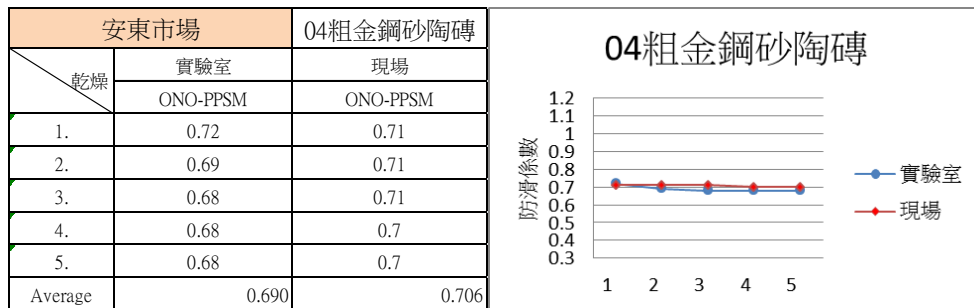
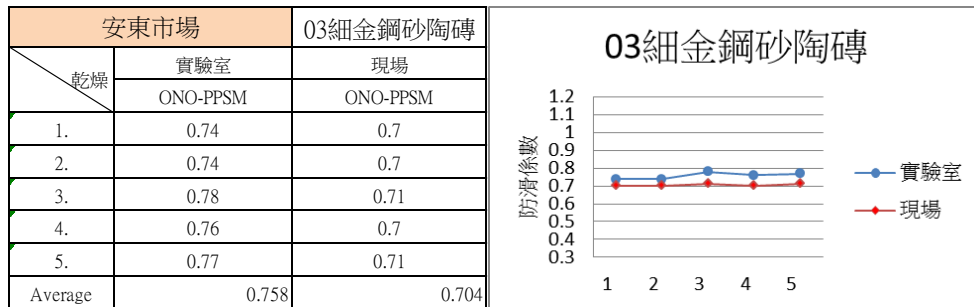
參、現地與實驗室測得之數據比較

1. 陶質磚(III類磚)

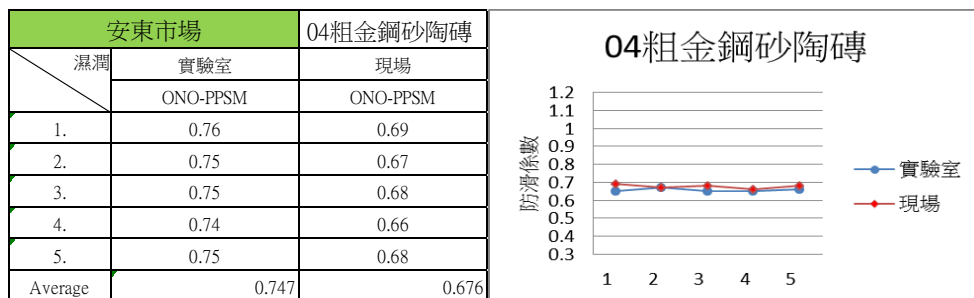
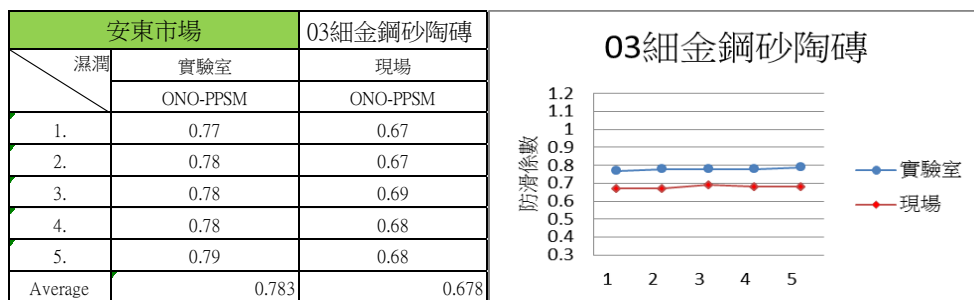
乾燥

表 四-3 陶質磚(III類磚)現地、實驗室與乾燥、濕潤實驗數據

圖 四.3 陶質磚(III類磚)現地、實驗室與乾燥、濕潤實驗數據



濕潤



資料來源：本研究實驗整理

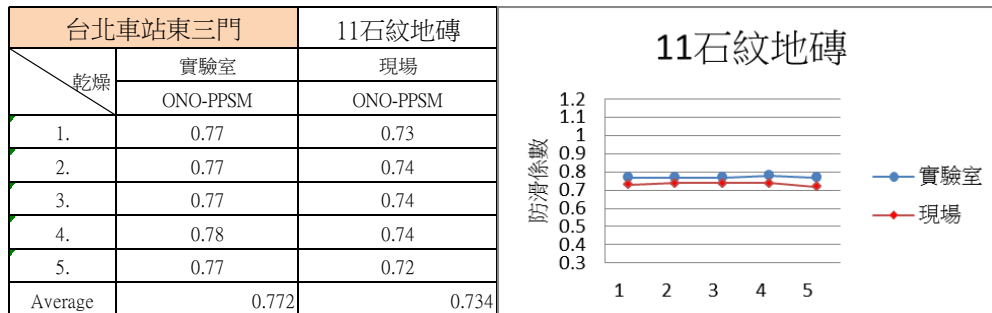
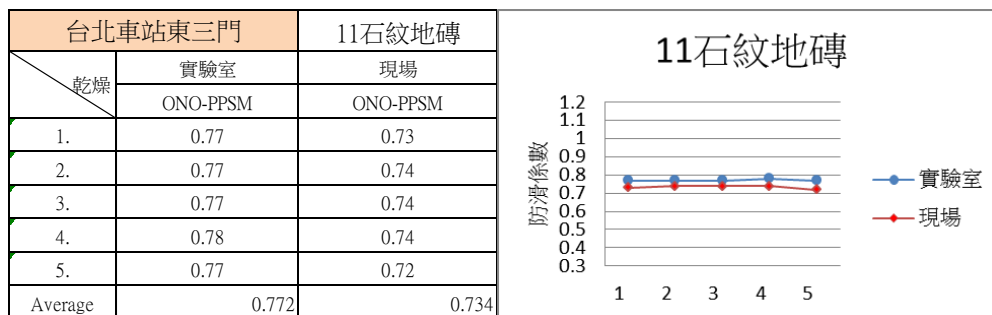
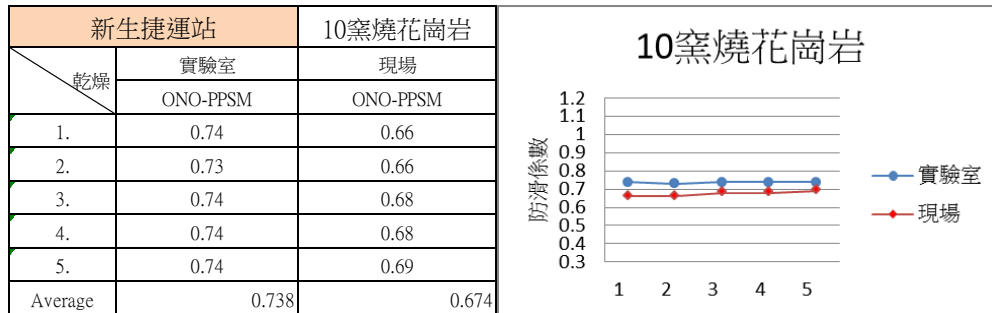
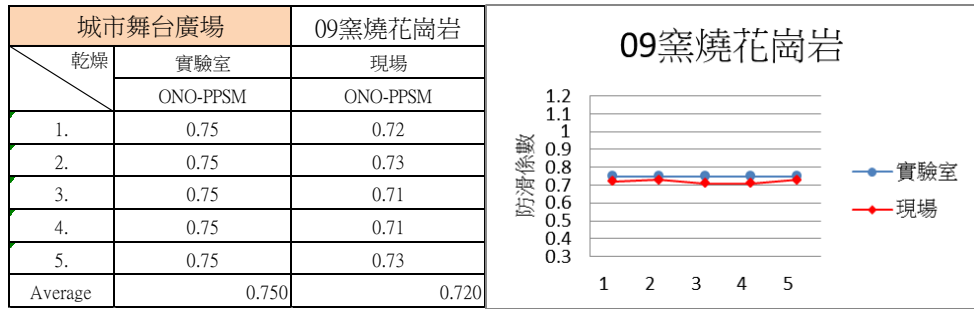
2. 石質磚(Ⅱ類磚)

乾燥

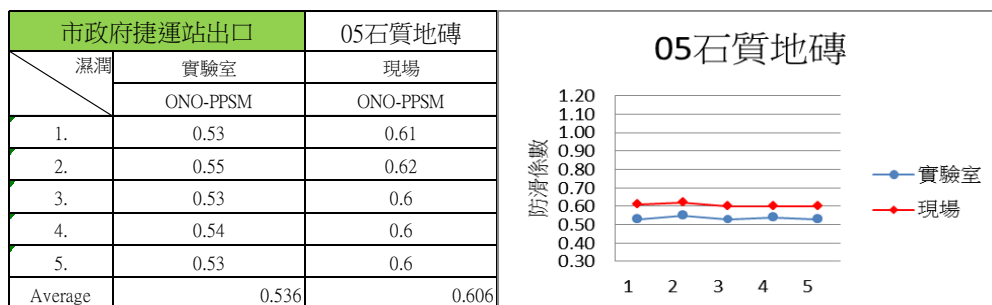
表 四-4 石質磚(Ⅱ類磚)現地、實驗室與乾燥、濕潤實驗數據

圖 四.4 石質磚(Ⅱ類磚)現地、實驗室與乾燥、濕潤實驗數據



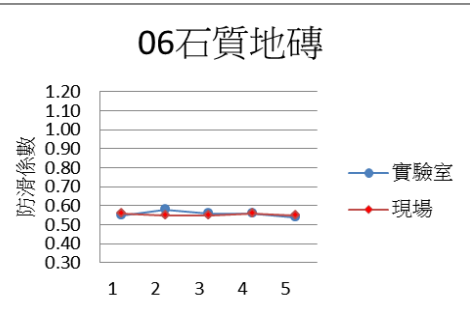


濕潤

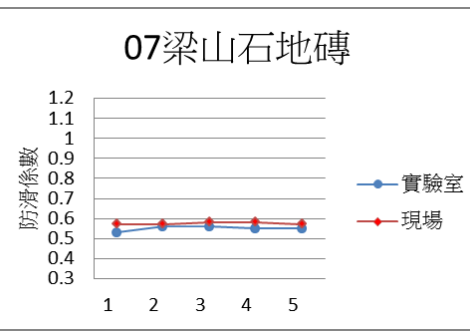


內外常用地坪材料防滑係數之研究

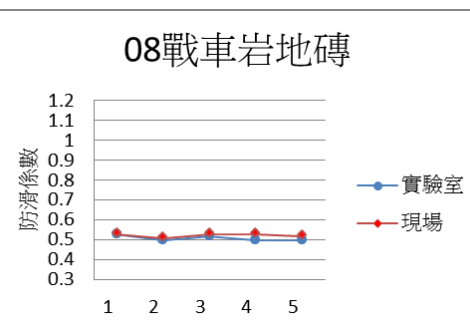
世貿廣場		06石質地磚	
濕潤	實驗室	現場	
	ONO-PPSM	ONO-PPSM	
1.	0.55	0.56	
2.	0.58	0.55	
3.	0.56	0.55	
4.	0.56	0.56	
5.	0.54	0.55	
Average	0.558	0.554	



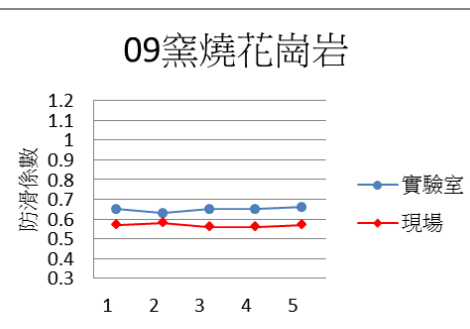
公館捷運站二號出口		07梁山石地磚	
濕潤	實驗室	現場	
	ONO-PPSM	ONO-PPSM	
1.	0.53	0.57	
2.	0.56	0.57	
3.	0.56	0.58	
4.	0.55	0.58	
5.	0.55	0.57	
Average	0.553	0.574	



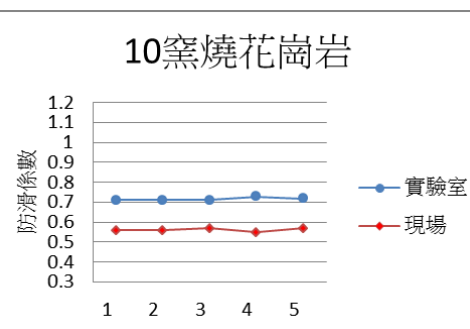
騎樓整平計畫用磚		08戰車岩地磚	
濕潤	實驗室	現場	
	ONO-PPSM	ONO-PPSM	
1.	0.53	0.53	
2.	0.50	0.51	
3.	0.52	0.53	
4.	0.50	0.53	
5.	0.50	0.52	
Average	0.510	0.524	

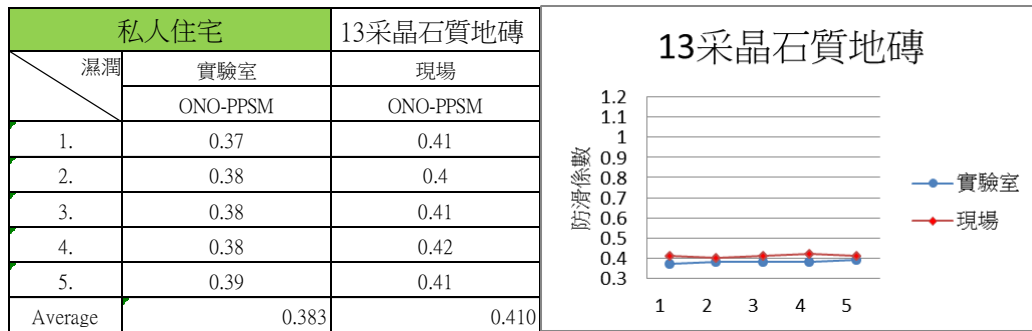
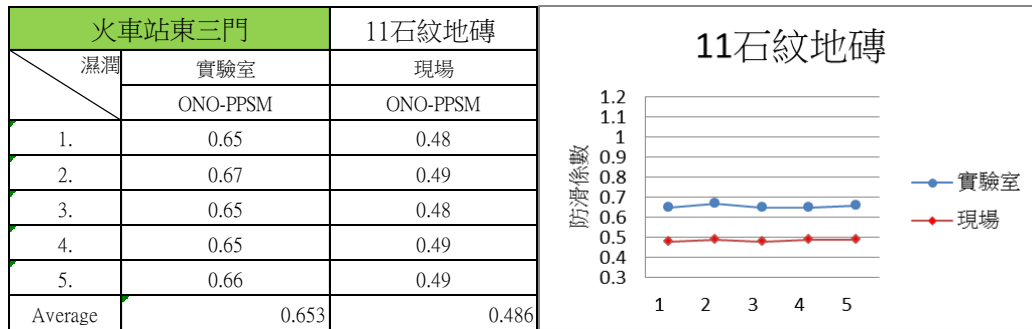


城市舞台廣場		09窯燒花崗岩	
濕潤	實驗室	現場	
	ONO-PPSM	ONO-PPSM	
1.	0.65	0.57	
2.	0.63	0.58	
3.	0.65	0.56	
4.	0.65	0.56	
5.	0.66	0.57	
Average	0.653	0.568	



新生捷運站		10窯燒花崗岩	
濕潤	實驗室	現場	
	ONO-PPSM	ONO-PPSM	
1.	0.71	0.56	
2.	0.71	0.56	
3.	0.71	0.57	
4.	0.73	0.55	
5.	0.72	0.57	
Average	0.720	0.562	





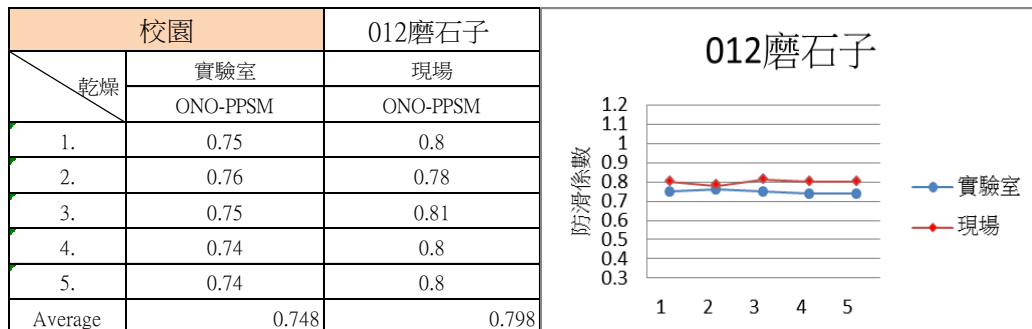
資料來源：本研究實驗整理

### 3. 水泥製磚

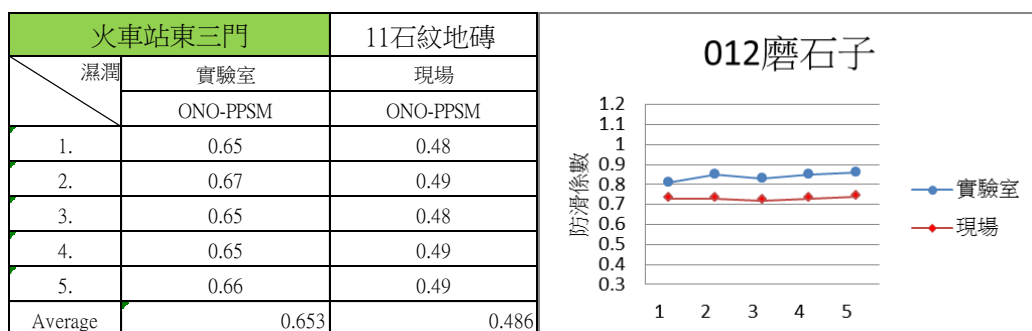
乾燥

表 四-5 水泥製磚現地、實驗室與乾燥、濕潤實驗數據

圖 四.5 水泥製磚現地、實驗室與乾燥、濕潤實驗數據



濕潤



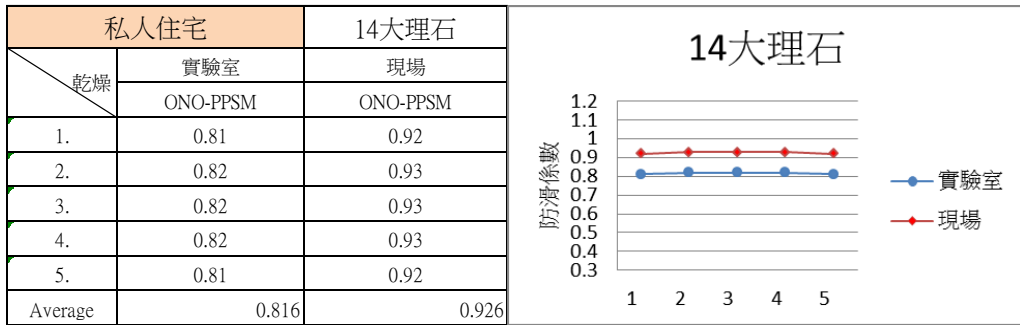
資料來源：本研究實驗整理

4. 石材磚

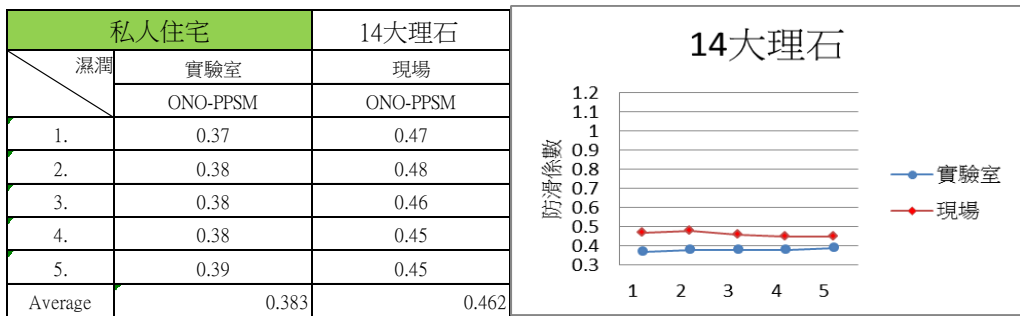
乾燥

表 四-6 石材磚現地、實驗室與乾燥、濕潤實驗數據

圖 四.6 石材磚現地、實驗室與乾燥、濕潤實驗數據



濕潤



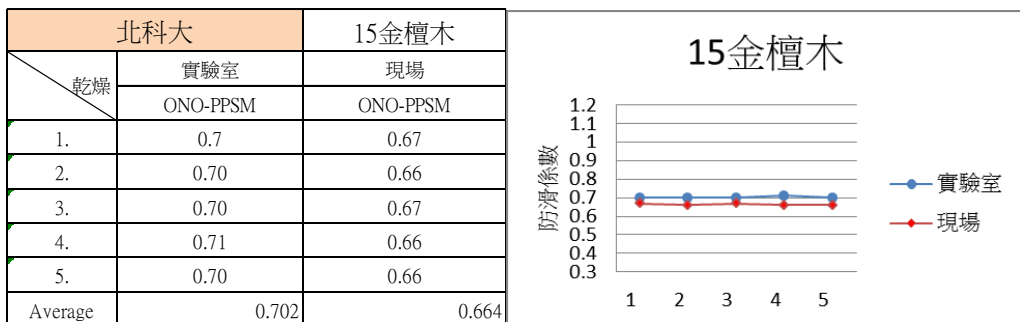
資料來源：本研究實驗整理

5. 木材類

乾燥

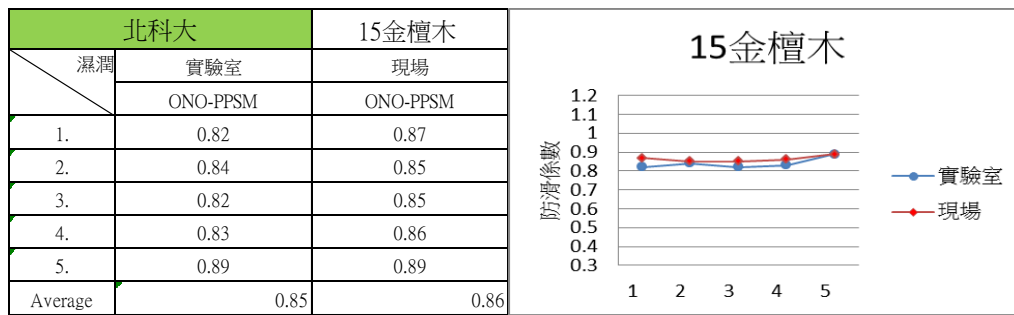
表 四-7 木材現地、實驗室與乾燥、濕潤實驗數據

圖 四.7 木材現地、實驗室與乾燥、濕潤實驗數據





濕潤



資料來源：本研究實驗整理

從上述實驗數據可以得知：

基本上，現場所測得之數值應低於實驗室所測得之數值，但在乾燥與潮濕兩種設定下皆有出現-同一材料於現場之防滑係數數值相近甚至高於實驗室之數值，在此推斷其原因可能如下：

1. 位於現場之地坪材料有在施工時於表面進行防滑塗料之加工或者是表面有非原始之加工物。
2. 表面非平整，有凹凸起伏之地坪材料表面以磨耗至平整狀態，故產生真空吸盤之現象。
3. 有添加金鋼砂之地坪材料，因金鋼砂與胚料之耐磨程度不同，在經過一定使用之後胚料的磨耗多於金鋼砂，使得原先內藏之金鋼砂外露，造成金鋼砂與滑片之接觸面積增加。
4. 重錘與受試驗材料表面完全接觸的 0~0.25 秒內就須進行實驗，尤其是平整表面之地坪材料，否則易產生真空吸盤效應。

## 第二節 實驗二-不同媒介物與地坪材料防滑係數關係之試驗

### 壹、室內外地坪材料於不同媒介物五次拖橇之數值

1. 室內外地坪材料防滑係數-C.S.R

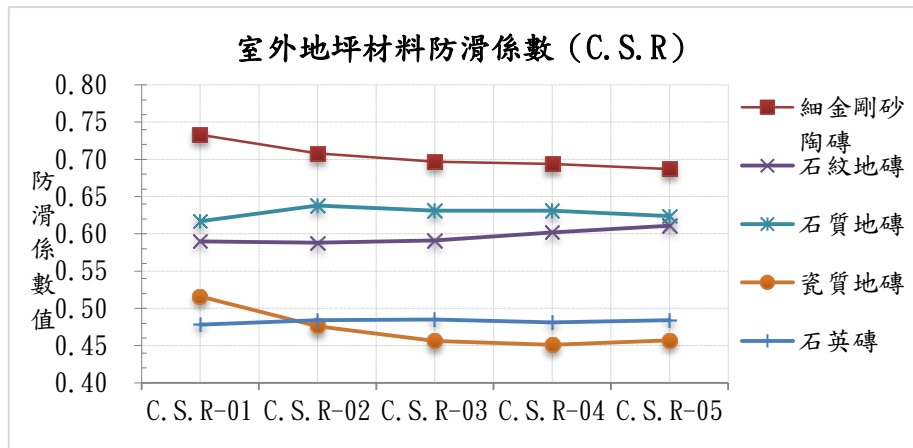


圖 四.8 室外地坪材料防滑係數 C.S.R

資料來源：本研究整理

室外地坪材料細金剛砂陶磚、石紋地磚、石質地磚、瓷質地磚、石英磚於 C.S.R 中，試驗托撬五次均達到連續三次之有效數據，而其平均數值之大小排列為細金鋼砂陶磚(平均數值 0.693)>石質地磚(平均數值 0.629)>石紋地磚(平均數值 0.596)>石英磚(平均數值 0.482)>瓷質地磚(平均數值 0.455)，依材質分類主要為陶質地坪材料>石質地坪材料>瓷質地坪材料，影響其平均數值高低初步判定在於其表面粗糙度，其次為表面有無施釉。

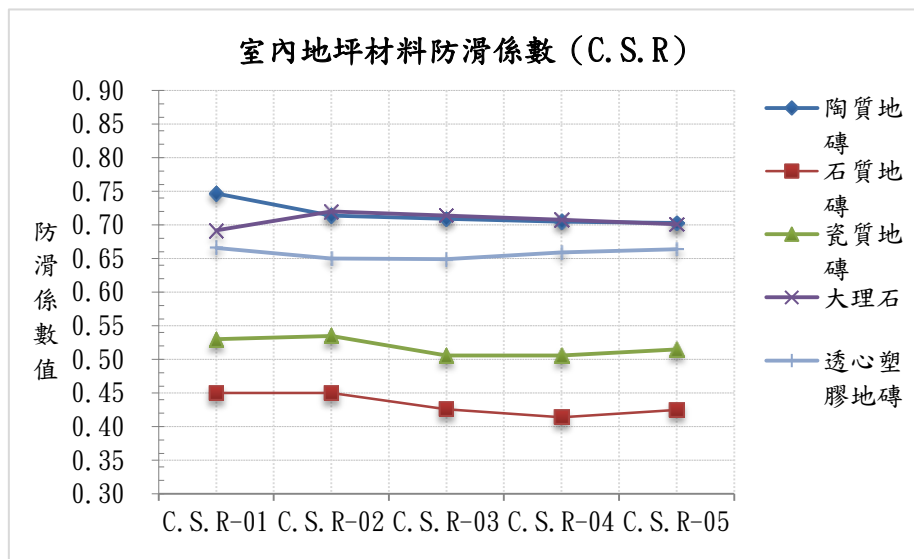


圖 四.9 室內地坪材料防滑係-C.S.R

資料來源：本研究整理

室內地坪材料陶質地磚、石質地磚、瓷質地磚、大理石、透心塑膠地磚於 C.S.R 中，試驗托撬五次均達到連續三次之有效數據，而其平均數值之大小排列為陶質地磚(平均數值 0.71)=大理石(平均數值 0.71)>透心塑膠地磚(平均數值

0.66)>瓷質地磚(平均數值 0.482)>石質地磚(平均數值 0.455)，依材質分類主要為陶質地坪材料=石材地坪材料>聚合物地坪材料>石質地坪材料，影響其平均數值高低初步判定在於其表面粗糙度，其次為表面有無施釉，唯一較為特別的是聚合物類，因其材質表面孔隙之大小比水分子小而造成幾乎不吸水之物理性質、以及和試驗滑片同為聚合物之因素，使得再拖擻的過程中，兩聚合物產生作用力、幾乎不吸水使得水分子無法在兩物體之間形成水磨之因素而產生大於石質與瓷質地坪材料。

## 2. 室內外地坪材料防滑係數-C.S.R·B

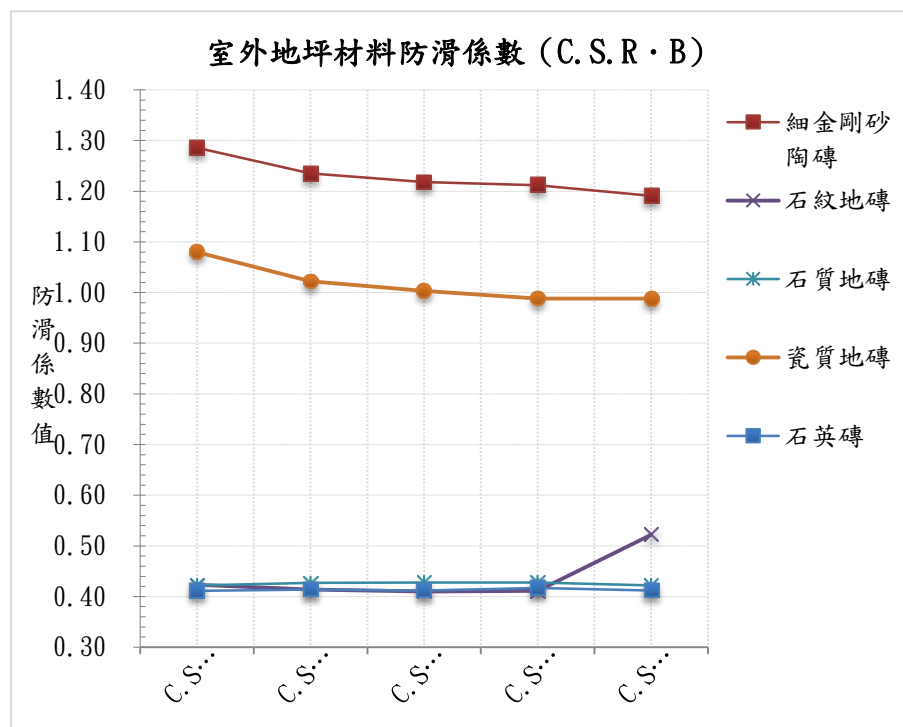


圖 四.10 室外地坪材料防滑係數-C. S. R · B

資料來源：本研究整理

室外地坪材料細金剛砂陶磚、石紋地磚、石質地磚、瓷質地磚、石英磚於 C.S.R·B 中，試驗托擻五次均達到連續三次之有效數據，而其平均數值之大小排列為細金鋼砂陶磚(平均數值 1.21)>瓷質地磚(平均數值 0.99)>石英磚(平均數值 0.45)>石質地磚(平均數值 0.43)>石紋地磚(平均數值 0.41)，依材質分類主要為陶質地坪材料>瓷質地坪材料>石質地坪材料。

內外常用地坪材料防滑係數之研究

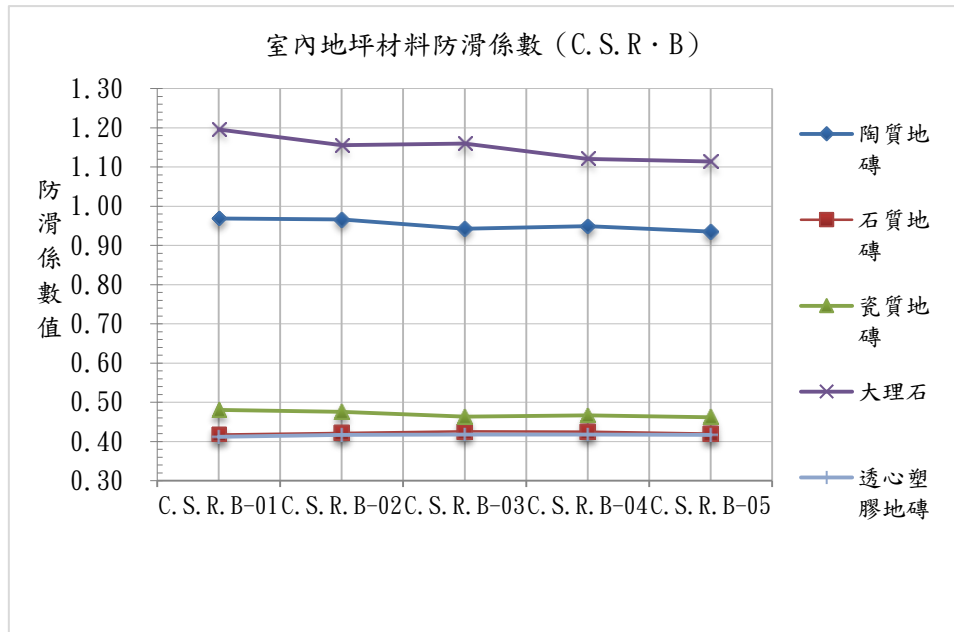


圖 四.11 室內地坪材料防滑係-C.S.R.B

資料來源：本研究整理

室內地坪材料陶質地磚、石質地磚、瓷質地磚、大理石、透心塑膠地磚於 C.S.R.B 中，試驗托撬五次均達到連續三次之有效數據，而其平均數值之大小排列為大理石(平均數值 1.13)>陶質地磚(平均數值 0.94)>瓷質地磚(平均數值 0.47)>透心塑膠地磚(平均數值 0.42)=石質地磚(平均數值 0.42)，依材質分類主要為石材地坪材料>陶質地坪材料>石質地坪材料=聚合物地坪材料。

3. 室內外地坪材料防滑係數-油

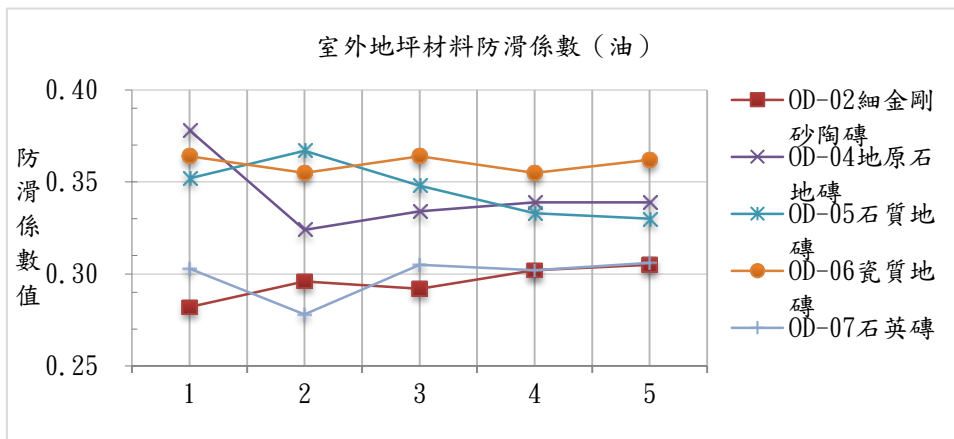


圖 四.12 室內地坪材料防滑係數-油

資料來源：本研究整理

室外地坪材料細金剛砂陶磚、石紋地磚、石質地磚、瓷質地磚、石英磚於媒

介物為油的試驗中，試驗托擻五次均達到連續三次之有效數據，而其平均數值之大小排列為瓷質地磚(平均數值 0.36)>石質地磚(平均數值 0.34)=石紋地磚(平均數值 0.34)>細金剛砂陶磚(平均數值 0.3)=石英磚(平均數值 0.3)，依材質分類主要為瓷質地坪材料>石質地坪材料>陶質地坪材料。

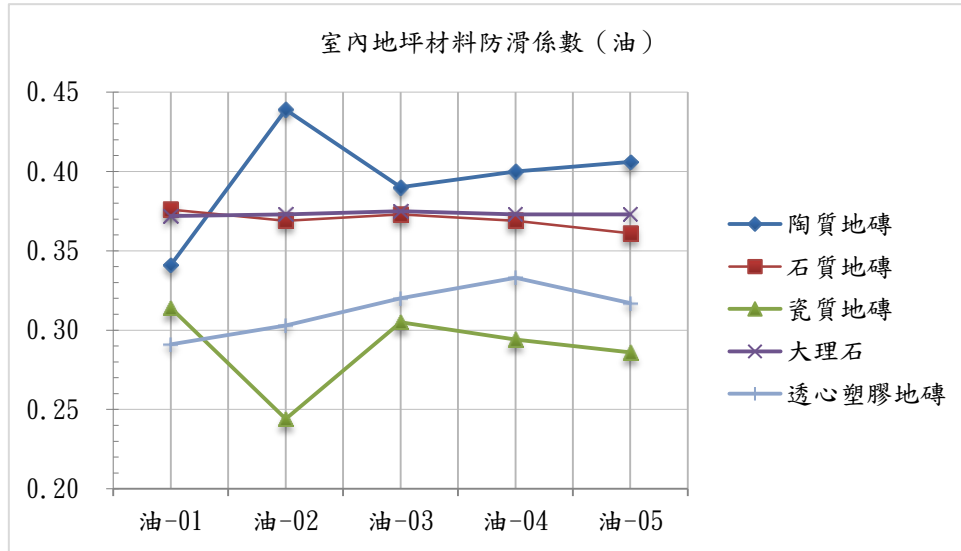


圖 四.13 室內地坪材料防滑係數-油

資料來源：本研究整理

室內地坪材料陶質地磚、石質地磚、瓷質地磚、大理石、透心塑膠地磚於媒介物為油的試驗中，試驗托擻五次均達到連續三次之有效數據，而其平均數值之大小排列為陶質地磚(平均數值 0.399)>大理石(平均數值 0.373)>石質地磚(平均數值 0.37)>透心塑膠地磚(平均數值 0.323)>瓷質地磚(平均數值 0.295)，依材質分類主要為陶質地坪材料>石材地坪材料>石質地坪材料>聚合物地坪材料>瓷質地坪材料。

#### 4. 室內外地坪材料防滑係數-洗劑(室外)、肥皂水(室內)

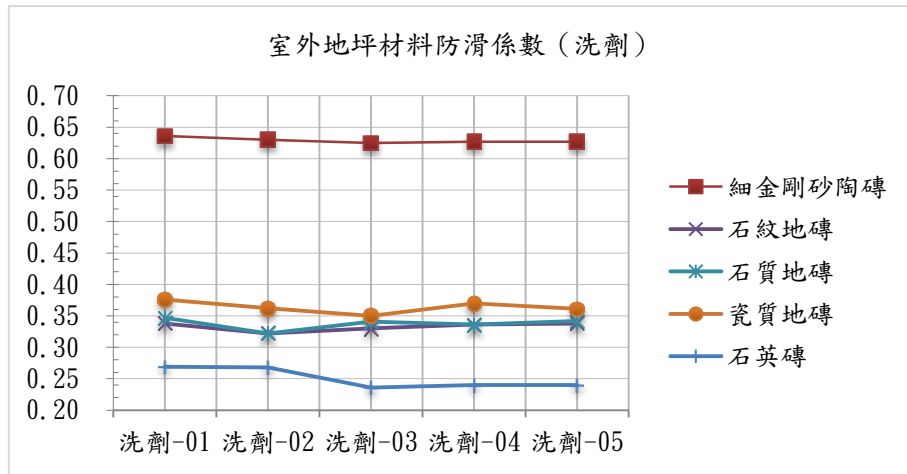


圖 四.14 室外地坪材料防滑係數-洗劑

資料來源：本研究整理

室外地坪材料細金剛砂陶磚、石紋地磚、石質地磚、瓷質地磚、石英磚於媒介物為油的試驗中，試驗托擻五次均達到連續三次之有效數據，而其平均數值之大小排列為細金剛砂陶磚(平均數值 0.626)>瓷質地磚(平均數值 0.36)>石質地磚(平均數值 0.34)>石紋地磚(平均數值 0.335)>石英磚(平均數值 0.239)。

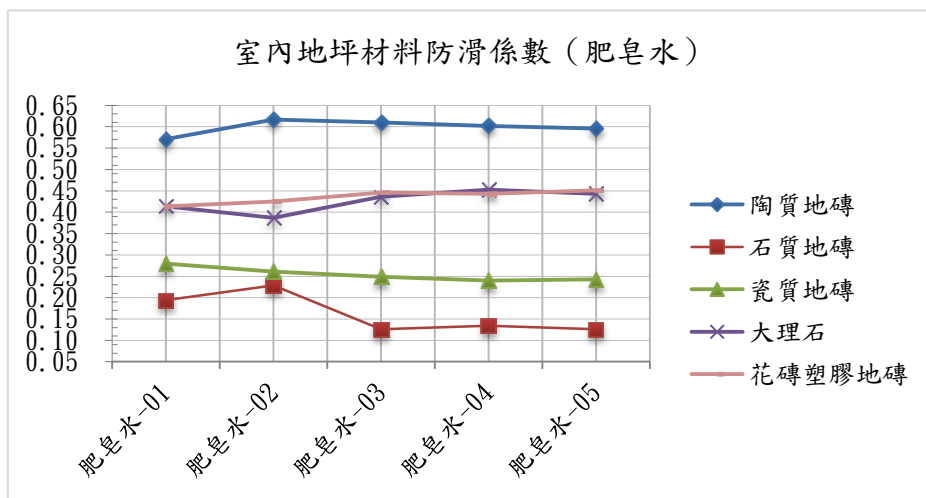


圖 四.15 室內地坪材料防滑係數-皂水

資料來源：本研究整理

室內地坪材料陶質地磚、石質地磚、瓷質地磚、大理石、透心塑膠地磚於媒介物為油的試驗中，試驗托擻五次均達到連續三次之有效數據，而其平均數值之大小排列為陶質地磚(平均數值 0.603)>透心塑膠地磚(平均數值 0.495)>大理石(平均數值 0.444)>>瓷質地磚(平均數值 0.244)>石質地磚(平均數值 0.129)。

## 貳、地坪材料於四種不同媒介物之防滑係數平均值之比較

### 1. 室外地坪材料

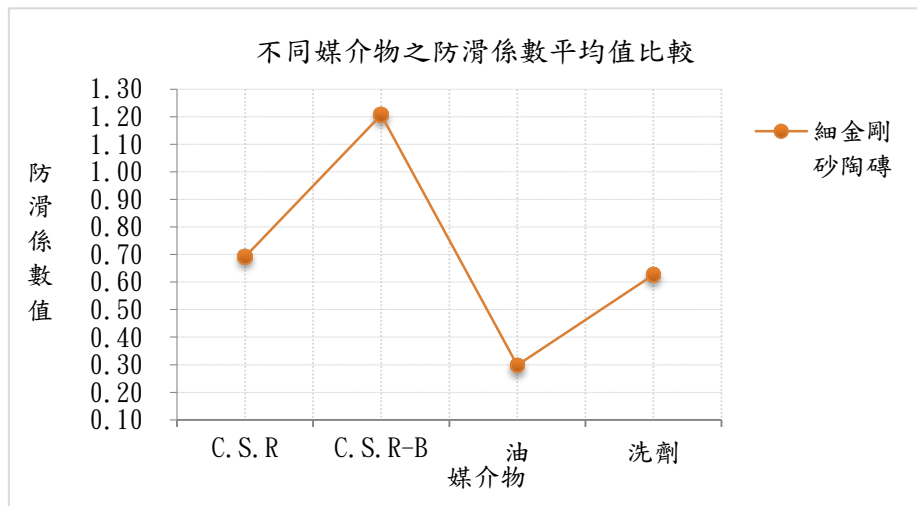
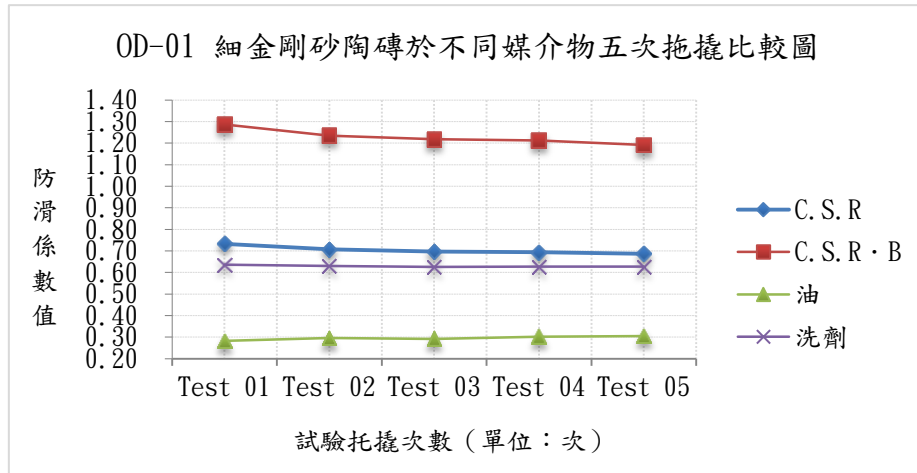
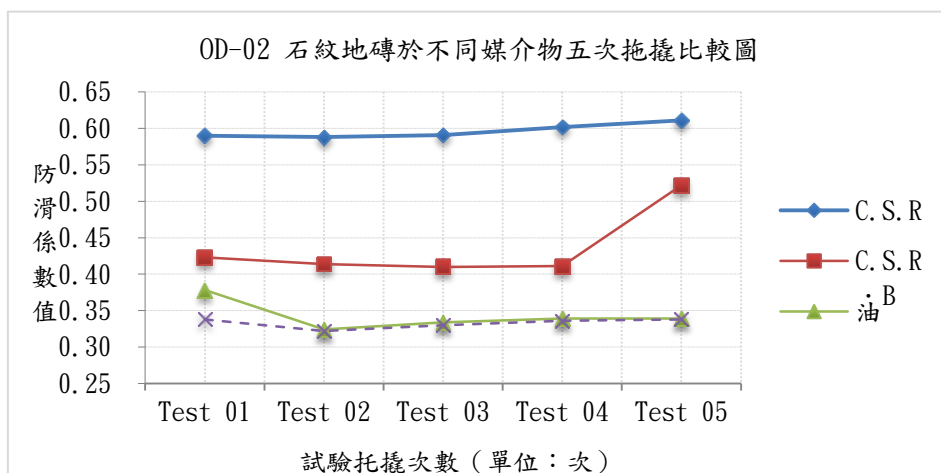


圖 四.16OD-01 細金剛砂陶磚於不同媒介物五次拖撬與不同媒介平均值比較

資料來源：本研究整理



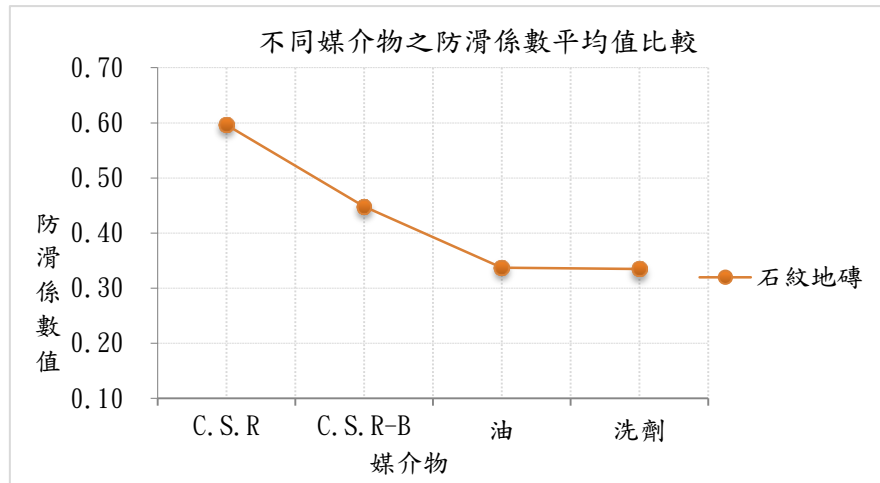


圖 四.17OD-02 石紋地磚於不同媒介物五次拖撬與不同媒介平均值比較

資料來源：本研究整理

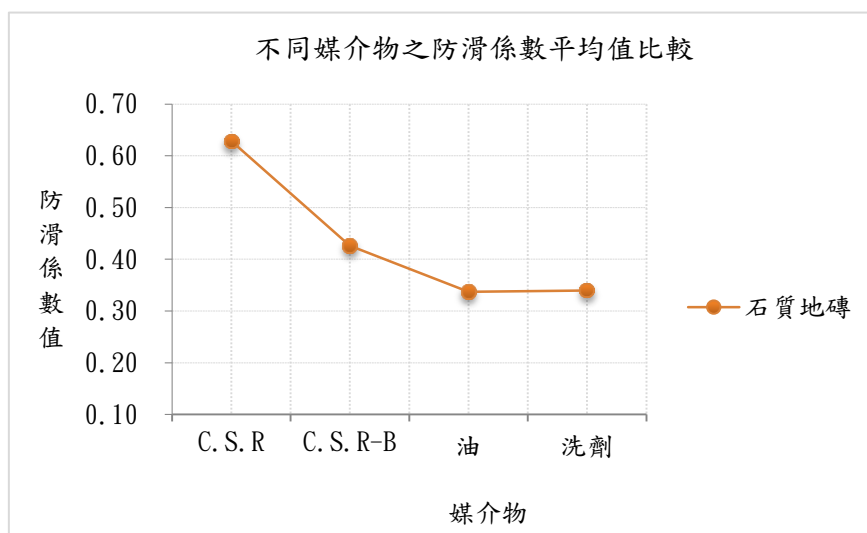
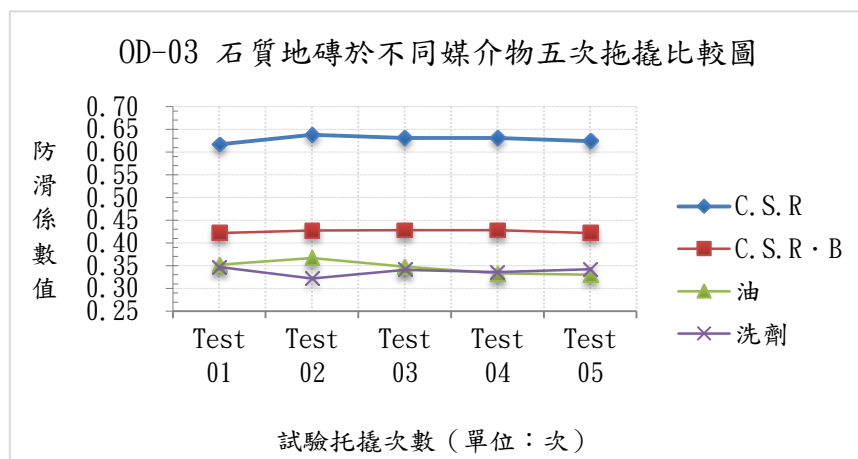




圖 四.18OD-03 石質地磚於不同媒介物五次拖撬與不同媒介平均值比較

資料來源：本研究整理

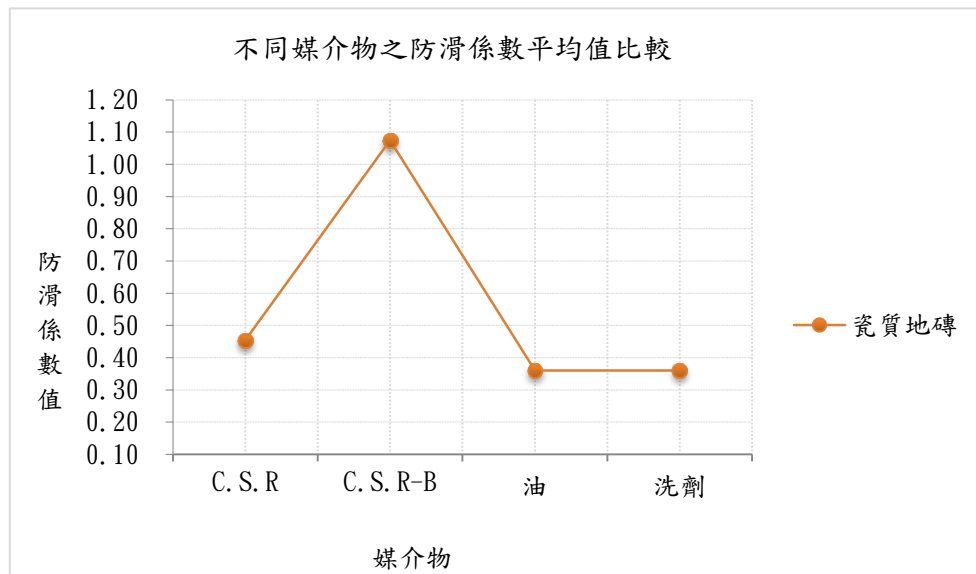
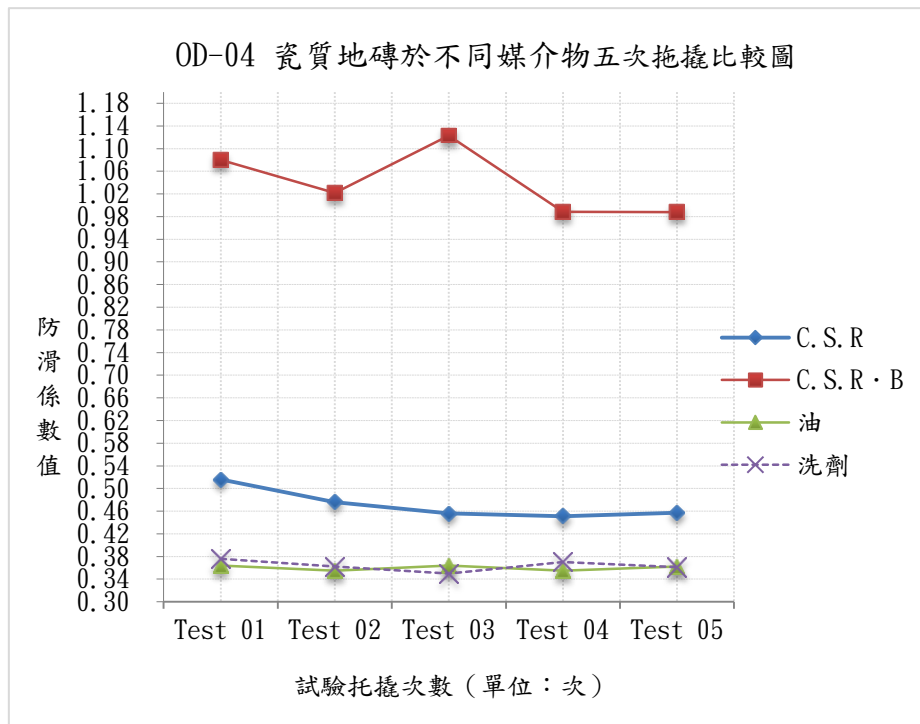


圖 四.19OD-04 瓷質地磚於不同媒介物五次拖撬與不同媒介平均值比較

資料來源：本研究整理

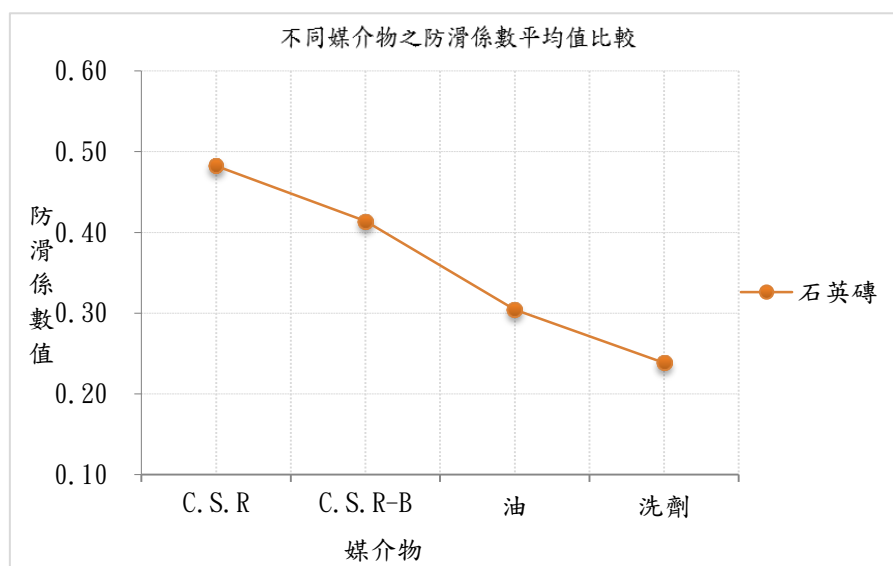
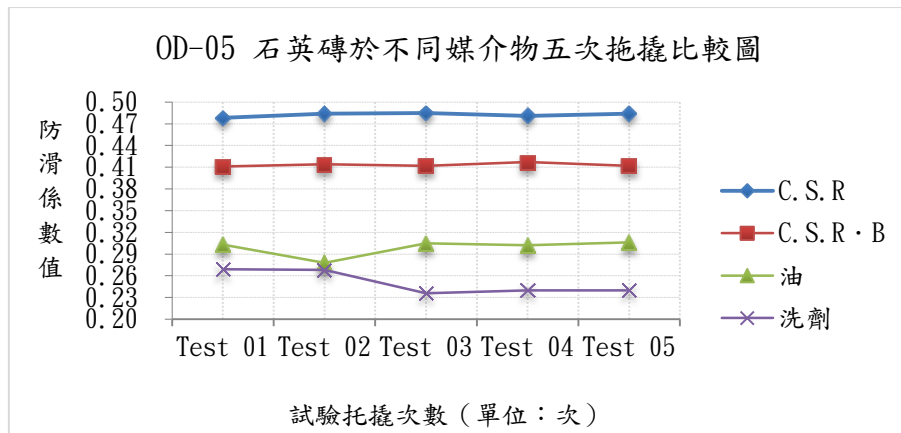
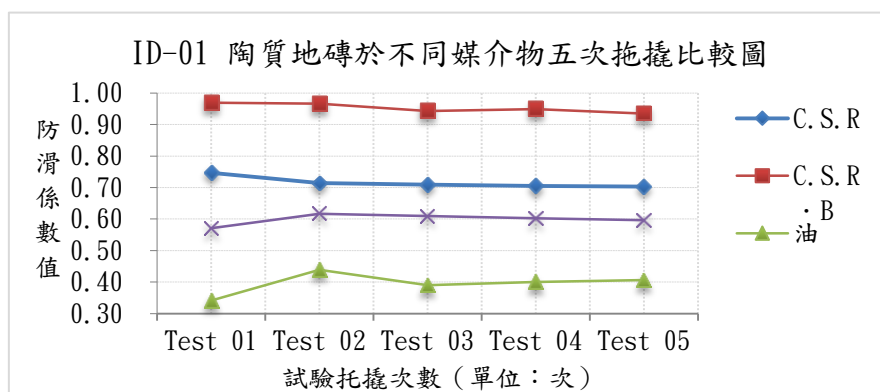


圖 四.20OD-05 石英磚於不同媒介物五次拖撬與不同媒介平均值比較

資料來源：本研究整理

2. 室內地坪材料



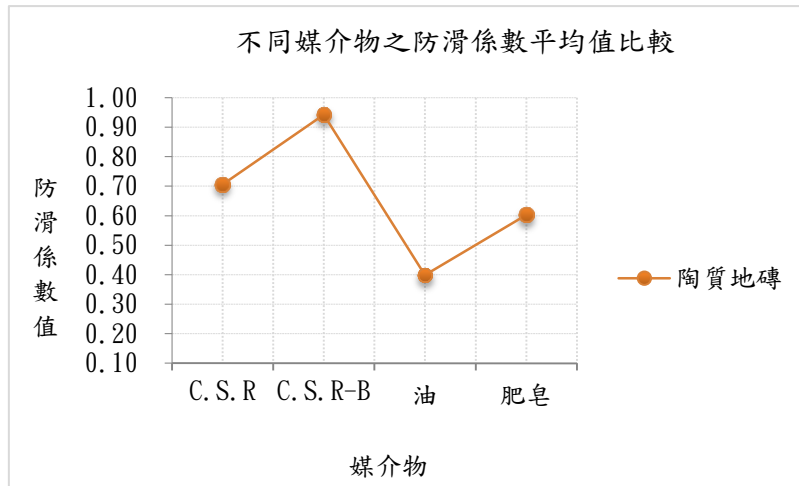


圖 四.21ID-01 陶質地磚於不同媒介物五次拖撬與不同媒介平均值比較

資料來源：本研究整理

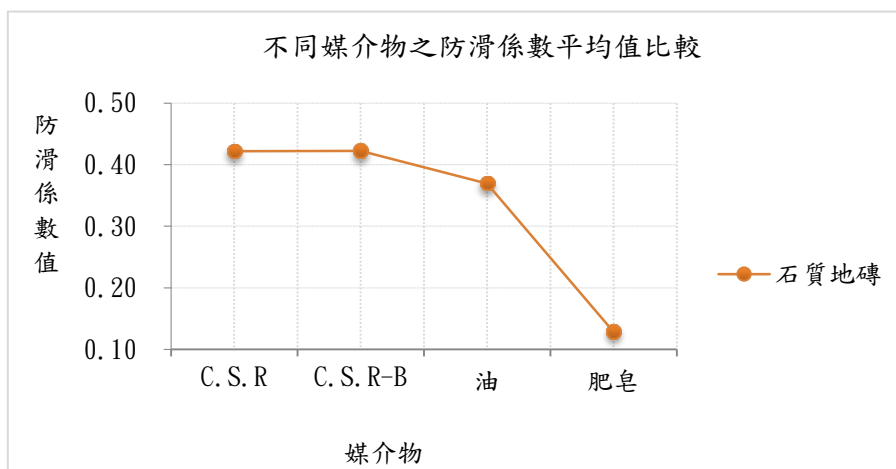
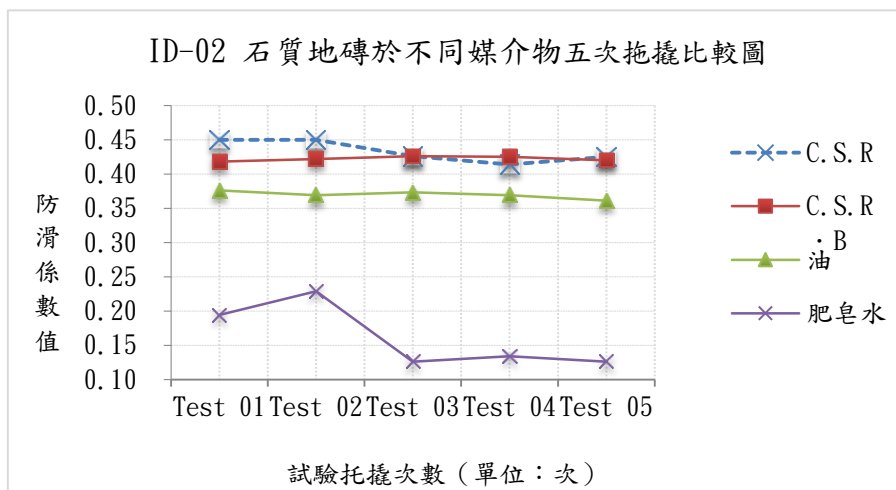


圖 四.22ID-02 石質地磚於不同媒介物五次拖撬與不同媒介平均值比較

資料來源：本研究整理

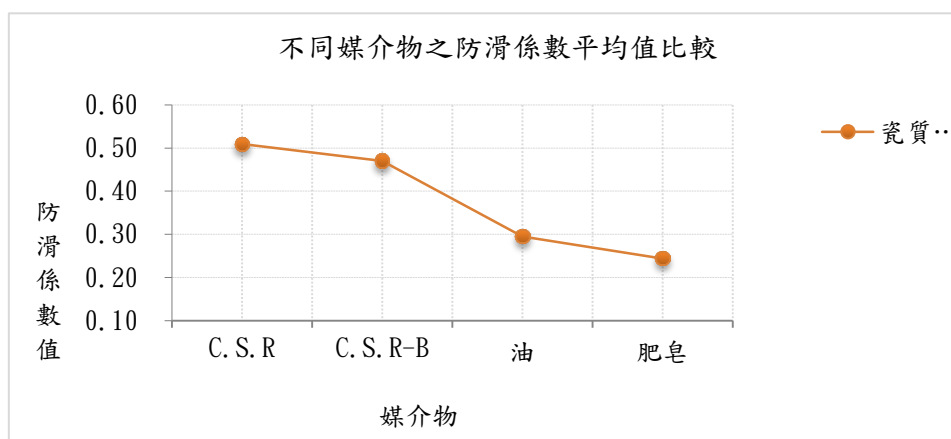
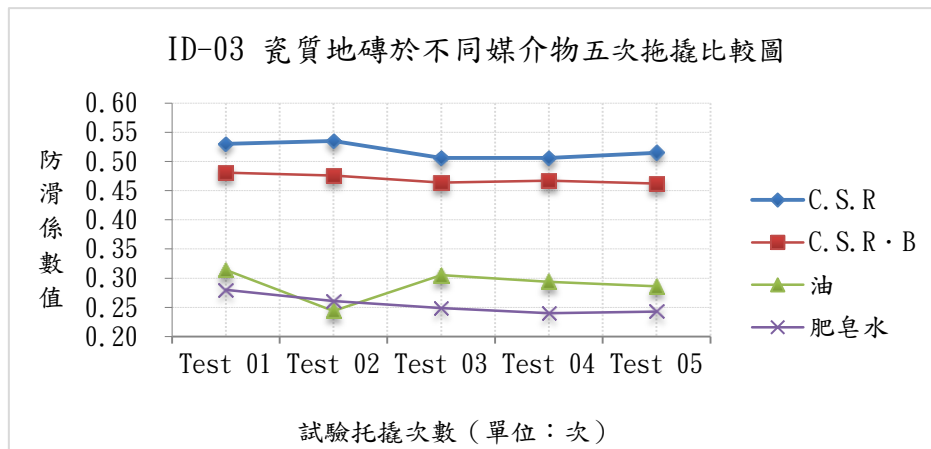
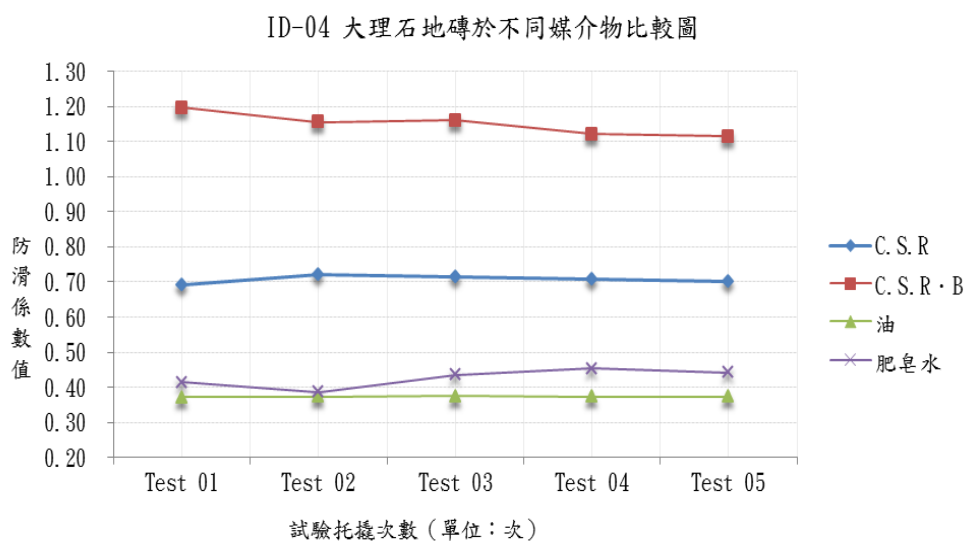


圖 四.23ID-03 瓷質地磚於不同媒介物五次拖撬與不同媒介平均值比較

資料來源：本研究整理



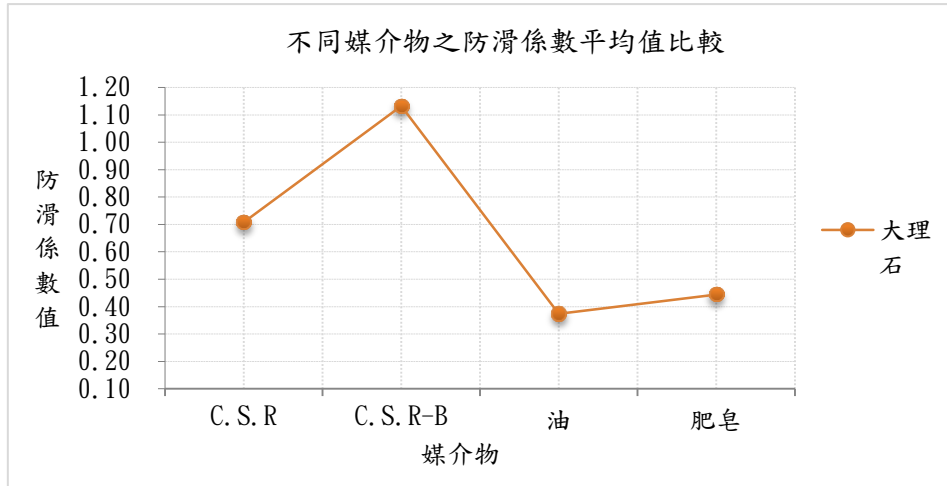


圖 四.24ID-04 大理石地磚於不同媒介物五次拖撬與不同媒介平均值比較

資料來源：本研究整理

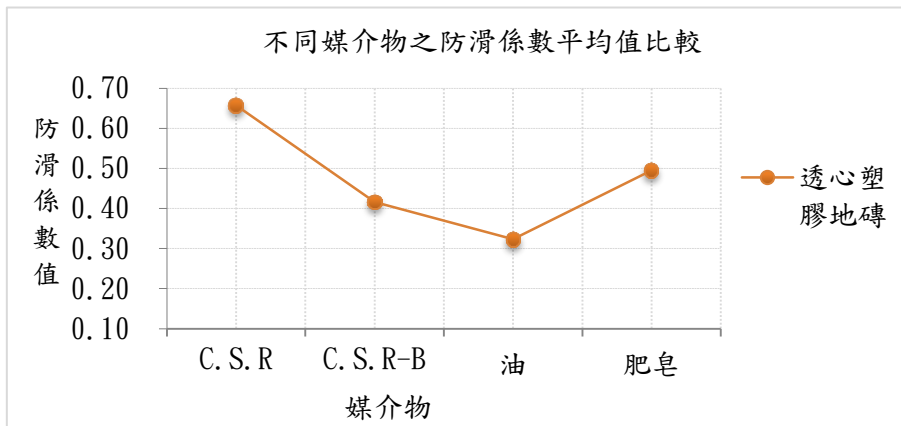
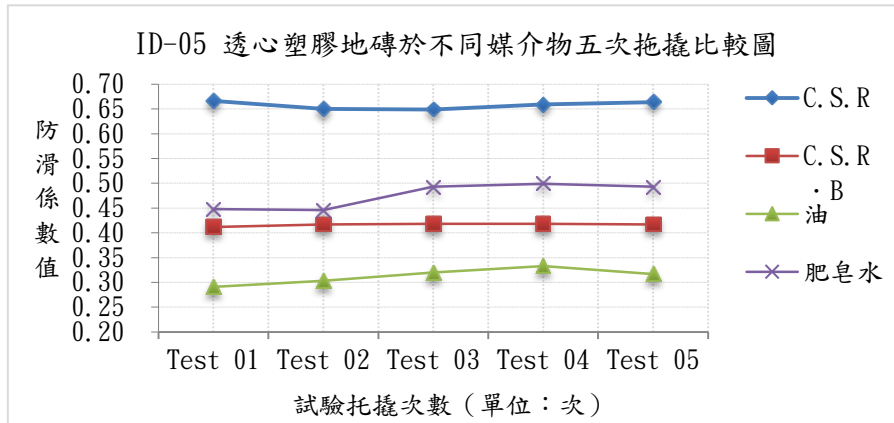


圖 四.25ID-05 透心塑膠地磚於不同媒介物五次拖撬與不同媒介平均值比較

資料來源：本研究整理

參、室內外地坪相同材質於四種不同媒介物之比較

室外

表 四-8 室外地坪材料種類與表面處理

編號	名稱	種類	表面處理				
OD-01	細金剛砂陶磚	陶質	無釉	無反光	平整	粗糙	尖銳
OD-02	石紋地磚	石質	無釉	無反光	凹凸	霧面	
OD-03	石質地磚		施釉	無反光	平整	粗糙	尖銳
OD-04	瓷質地磚	瓷質	無釉	反光	平整	粗糙	尖銳
OD-05	石英磚		施釉	反光	平整	光滑	

資料來源：本研究整理

室內

表 四-9 室內地坪材料種類與表面處理

編號	名稱	種類	表面處理			
ID-01	陶質地磚	陶質	無釉	無反光	平整	霧面
ID-02	石質地磚	石質	施釉	反光	光滑	
ID-03	瓷質地磚	瓷質	無釉	反光	平整	
ID-04	大理石	石材	無釉	反光	平整	光滑
ID-05	透心塑膠地磚	聚合物類		無反光	平整	光滑

資料來源：本研究整理

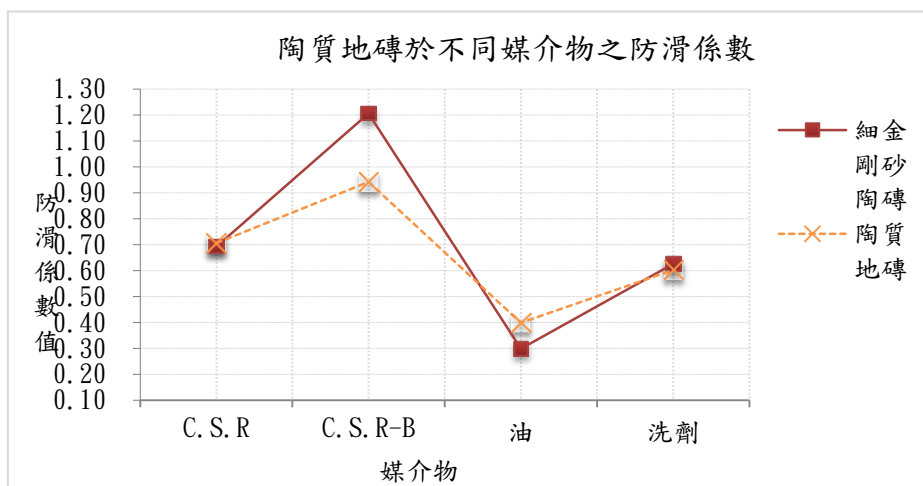


圖 四.26 陶質地磚於不同媒介物之防滑係數

資料來源：本研究整理

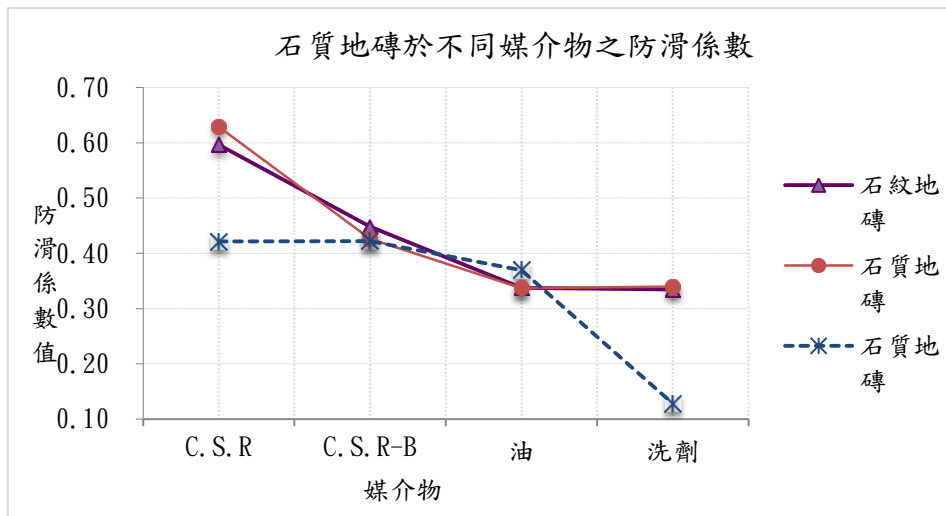


圖 四.27 石質地磚於不同媒介物之防滑係數

資料來源：本研究整理

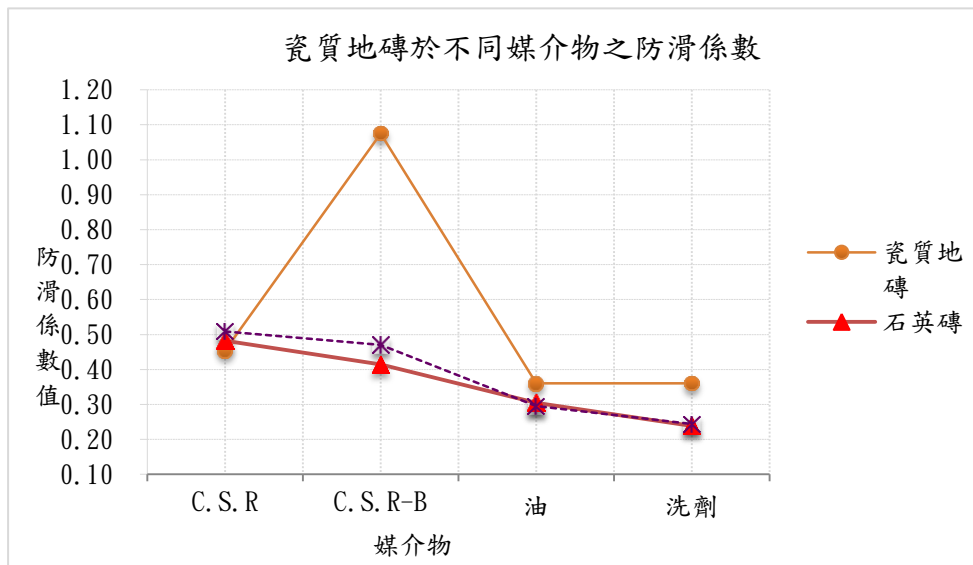


圖 四.28 瓷質地磚於不同媒介物之防滑係數

資料來源：本研究整理





## 第五章 結論

### 第一節 結論

#### 壹、OY-PSM 與 ONO-PPSM 之關聯與現地防滑數值

1. ONO-PPSM 是一台可以攜帶至現場進行試驗的儀器，因此需要考慮的事情就變多了，例如：氣候、場地清潔、傾斜度都必須要考慮，以氣候來說，若天氣過熱，則地坪溫度會過高而影響滑片的表面造成數值誤差。
2. 現在只有兩種滑片進行試驗，但在比對日本文獻之後發現，其滑片種類卻是不只這兩種，而是針對不同媒介物、受測材料不同進行更換。其最理想的情況是以真實鞋子拆下其底部裝置於 ONO-PPSM 進行現地之測量。
3. 不建議容易產生水媒介物之空間使用平整且上釉之地坪材料，因其表面易產生真空吸盤(見圖 36)之現象，而使防滑係數不穩定而易滑倒。
4. 進行操作 ONO-PPSM 建議先訓練其手轉之速率，已達求取數值時之穩定。
5. 表面有加入金鋼砂、凹凸、粗糙的表面對其防滑性能較益，另外也要加入耐磨之考量。
6. 托撬須於滑片完整接觸至受測樣本 0 ~ 0.25 秒內進行，且放置重垂時不得隨意放下，需輕放，不然以上兩種動作都會導致數據誤差。
7. 表面處理狀態才是真正影響防滑係數數值的關鍵。

圖 5.1 真空吸盤效應

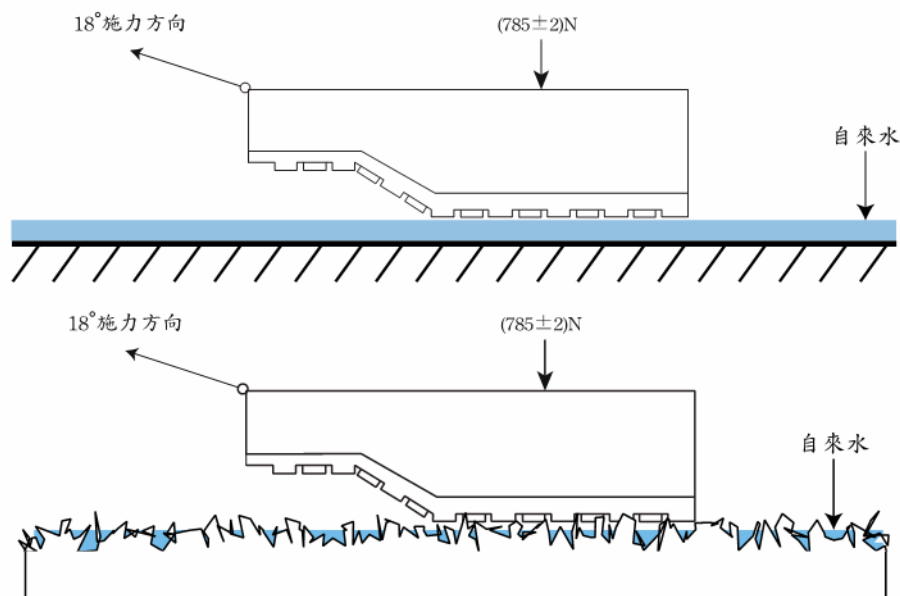


## 貳、實驗二-不同媒介物與地坪材料防滑係數關係之試驗

### 1.C.S.R

在十種室內外地坪材料試驗當中，影響防滑係數高低的主要因素在於表面粗糙度，其次為表面有無施釉，以細微來看，表面粗糙度會造成水分子無法於其表面懺聲完整之水膜，使水在影響摩擦力的效果聲產生一定影響，而施釉的表面意近於平整，越是平整的表面，越容易使水在試體表面形成水膜進而影響滑片與地坪材料之間的接觸面積。

圖 5.2 材料表面狀態與媒介物水示意圖

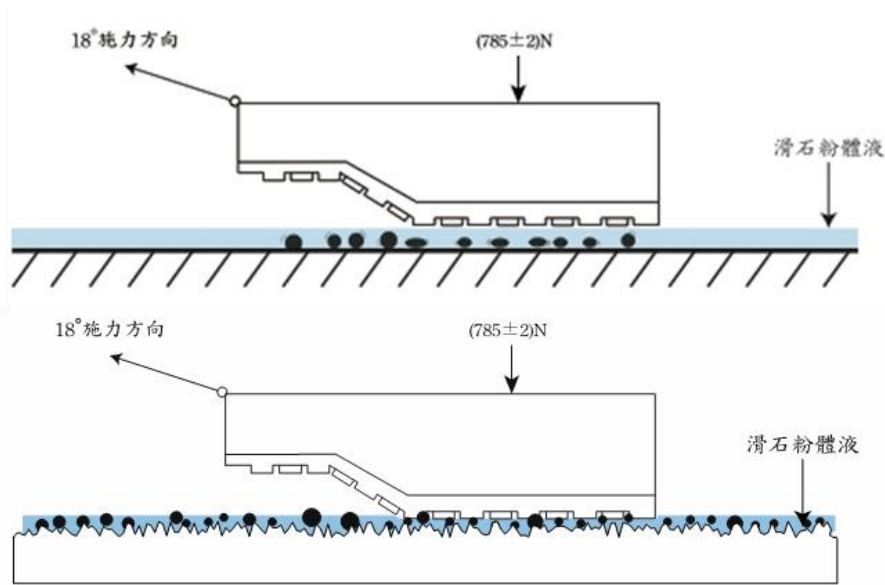


資料來源：室內外地坪材料防滑性質之研究，沈聖雯，2014

### 2.C.S.R • B

在十種室內外地坪材料試驗當中，影響防滑係數高低之主要因素為粗糙度以及是否還有尖銳的成分於表面，在 C.S.R•B 試驗當中乃是滑石粉與水之混和物，表面的粗糙度之起伏大小若小於或等於滑石粉之顆粒大小，則會產生滑石粉於地坪材料表面滾動或者是造成滑石粉顆粒填補地坪材料表面而造成平整，進而影響到防滑係數之高低。然若表面還有尖銳之成分，則尖銳部分可刺穿滑石粉與水構成之膜，使媒介物造成之影響降低。

圖 5.3 材料表面狀態與媒介物滑石粉體液示意圖

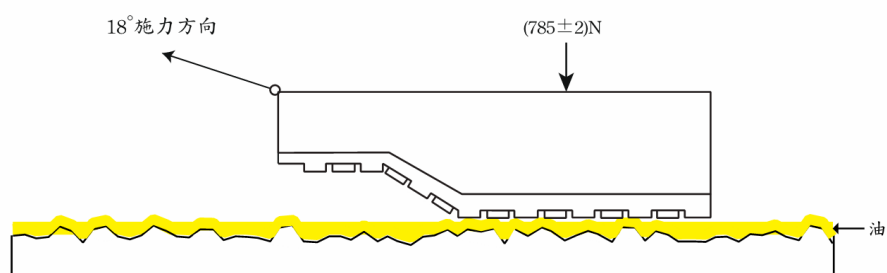


資料來源：室內外地坪材料防滑性質之研究，沈聖雯，2014

### 3.油

在十種室內外地坪材料試驗當中，所有防滑係數普遍低下，防滑係數平均數值介於 0.3~0.4 之間，其主要影響因素在於表面凹凸起伏，因油膜之厚度與分子間之作用力遠大於水，故地坪材料表面之尖銳度或是凹凸程度小於油膜厚度，則滑片與地坪材料之間之忽視被油膜所分隔，而使防滑係數普遍低下且相距不遠。

圖 5.4 材料表面狀態與媒介物油示意圖



資料來源：室內外地坪材料防滑性質之研究，沈聖雯，2014

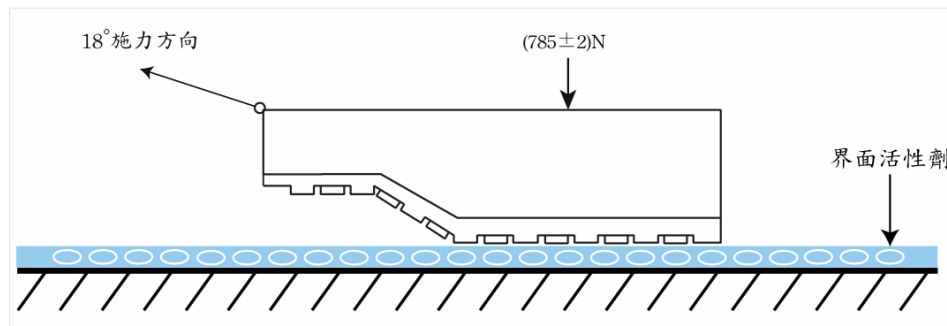
### 4.洗劑(室外)、肥皂水(室內)

在十種室內外地坪材料試驗當中，洗劑與肥皂影響之因素可以大致是做上述三種情況之總和，因此類清潔性質媒介物為混合物，再加上其含有介面活性(洗劑)、分解髒汙油脂使其平均散佈於表面之特性，故地坪材料表面粗糙度、凹凸、

## 內外常用地坪材料防滑係數之研究

施釉有無皆會成為影響其防滑係數高低之因素，而主要因素為表面粗糙度以及是否有尖銳成分可突破洗劑與肥皂水所形成之膜。

圖 5.5 材料表面狀態與媒介物洗劑示意圖



資料來源：室內外地坪材料防滑性質之研究，沈聖雯，2014

### 5. 針對同一物理性質之地坪材料於不同媒介物之防滑係數

以第四章第三節三張同一性質之地坪材料做於不同媒介物之防滑平均數值疊圖可以讀出，一材料之物理性質之防滑性質再以不做任何加工的情況下應為相似、相近甚至相同，但在經過施釉、混合金鋼砂、塗抹防滑塗料都會使同一材質之防滑係數數值產生不同之結果，故本研究後須將搭配表面粗度測試儀深入研究地坪材料原始未加工之物理性質與加工後之表面情況進行更進一步之分析解讀。

## 第二節 建議

### 建議一

個別針對陶質地磚(III類磚)、石質地磚(II類磚)、瓷質地磚(I類磚)三種不同之類別，就市面上現存之表面處理方法分別以兩台儀器 OY-PSM 與 ONO-PPSM 進行實驗室與現場之試驗，以建立三種地磚之於不同之表面處理方法之系統以及以更多實驗室數據更加確立兩台儀器之共通可行性：立即可行之建議

主辦單位：內政部建築研究所

協辦單位：中華民國陶瓷公會、建築師公會、營建署、經濟部標準檢驗局等

此案研究結果顯示兩個結果，一為兩台儀器之共通相似度高，二為地坪材料之防滑性能與其表面處理方式有極大之相關聯，然因國內目前法規部分

無針對攜帶式進行規範，但滑倒事件卻是發生在現實生活中而非在實驗室，此事時更加凸顯 ONO-PPSM 之必要性。另外也可針對現有之三種類之地坪材料進行有系統之歸類與設定。

#### 建議二

日本正在進行有關 ONO-PPSM 於 JIS 內之相關規範之訂定，可持續追蹤、關注：立即可行之建議

主辦機關：營建署、經濟部標準檢驗局

協辦單位：內政部建築研究所、中華民國陶瓷公會、建築師公會等

日本相關單位已建立起有關於 ONO-PPSM 之研究成果與地方規定，但還未完整訂立於 JIS 規範裡，關於訂立的進度需要進行不斷的追蹤。

#### 建議三

共同研訂 ONO-PPSM 之相關操作規範，並將其列入 CNS 國家規範裡，以實際推動現場之實際防滑數值：中長期之建議

主辦機關：營建署、經濟部標準檢驗局

協辦單位：內政部建築研究所、中華民國陶瓷公會、建築師公會等

由於目前國內 ONO-PPSM 此儀器之使用以及相關規範，但從日本研究文獻以及本次研究案之研究成果，在在顯示 ONO-PPSM 與國內 CNS 3299-12 裡所規範之 OY-PSM 之相通性，其托撬原理、測最大靜摩擦以及托撬角度和托撬時間都採相同方式，而在建立兩者實驗數值之迴歸後，R 值為 0.96。但兩者最大差異在於便利性，故須儘快研訂 ONO-PPSM 之相關規範，以利現場地坪材料之防滑性能，以提升我國人民於日常生活中步行時的安全。

#### 建議四

訂定各類場所適合之防滑係數數值之範圍：中長期之建議

主辦機關：營建署、經濟部標準檢驗局

協辦單位：內政部建築研究所、中華民國陶瓷公會、建築師公會等

心理量化之研究。以歷年之相關研究數據結果並搭配日本文獻和我國之

## 內外常用地坪材料防滑係數之研究

風土民情，將其以使用者使用之心理感覺數值量化，並佐以 OY-PSM 與 ONO-PPSM 量測各類防滑係數數值之地坪材料以及現場空間之地坪材料之防滑係數數值，藉以訂定各類場所適合之防滑係數數值範圍

## 附錄一 期初審查會議記錄及回應表

日期：103 年 2 月 21 日(星期五) 下午 2 時 30 分

地點：內政部建築研究所討論室(一)

出席 人員	審查意見	執行單位回應
鐘委員  維力	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 大部分地坪材料在潮濕或因清潔劑、肥皂水等，均呈現易滑狀況，是否仍進行加入不同介質條件的檢測？介質的影響程度如何控制與制定？</li> <li>2. 若能集中於一般常用之地坪材料如石材、磁磚、木材為試驗材料或許較具實用性。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 如果依照東京工業大學介質條件的設定，是有兩種方式，一種為極限介質，極限介質為一單純介質而不做混雜的動作，肥皂就是肥皂、清潔劑就是清潔劑，而不加水及混合，但本次的實驗並不採用這樣方式，而採用另外一種方式，將洗劑或是肥皂加水並鋪在表面，東京工業大學在 2002 年有這樣的實驗並有數據產生。在濃度再低的洗劑，當他變成介質後，防滑係數便差很多，反而是極限介質與濃度非常低的不會差很多，關於這方面更詳細的問題，會在之後的建築條件裡做更確切的說明與設定。</li> <li>2. 102 年做了 23 種材料，主要為小口、有溝縫的磁磚，並分成有施釉及無施釉，材質又分成陶質、磁質、石質，就磁磚本身的防滑係數試驗，已在實驗室做了一個段落，今年會選用 5 種地坪材料，有 TPC 的地磚、磁磚等石材，實驗部分主要分為</li> </ol>

出席人員	審查意見	執行單位回應
		<p>3 個階段：在第 1 階段主要是將 5 種材料分別以 CNS3299-12 的磁磚防滑測試機與 ONO-PPSM 做測試，看其數據是否無相差許多，若無則進入第 2 階段。第 2 階段則以同樣為攜帶式的測試機-可變角度測試機(此機為歐美之測試標準)來做比較，但這階段所做之比較不在於數據的雷同，而是數據趨勢之走向是否吻合。第 3 階段，以第 2 階段之 2 種測試機，針對現場 20 種材料做測試。委員提到在取樣方面到底是以空間為主還是以材料為主，在我們的實驗 3 步驟裡面就會各個去探討。第 1、2 階段主要是在實驗室內以材料為主的試驗，到了第 3 階段就拉到現場的試驗，因此試驗的程度就不在只是材料的試驗，而是拉回到空間做試驗、驗證。【滑倒事件不會發生在實驗室，而是出現在現場】因此經過 1、2 階段的驗證，第 3 階段就是進行現場實驗，而第 3 階段的地點選擇，戶外初步選擇公共場合，例如捷運站出入口、公園，另外室內初步設在行政大樓之大廳或廁所</p>



附錄一期報告審查會議意見回應處理方式一覽表

<p>張委員 伯勳</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本研究計畫須使用儀器檢測及判讀，團隊成員是否有相關專長或另委託？</li> <li>2. 測試材料之選擇如何界定？種類分別是否僅限制磁磚？</li> </ol>	<p>如上述中回復</p>
<p>畢委員 光建</p>	<p>參選廠商宜提出具體之目標、結案之型式與內容，目前均較模糊。</p>	<p>如上述中回復</p>
<p>林委員 長勳</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 室內外材料預計使用 10 種以上，研究材料之防滑係數，研究值得進行。</li> </ol>	<p>感謝委員</p>
<p>王召集人 順治</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 介質條件應充分說明其內容，實驗背景條件亦同。</li> <li>2. 地坪材料應以常見或常用之材料為主。</li> </ol>	<p>如上述中回復</p>



## 附錄二 期中審查會議記錄及回應表

日期：103 年 7 月 4 日(星期五)下午 2 時 30 分

地點：內政部建築研究所簡報室

出席人員	審查意見	執行單位回應
王教授 敏順	<ol style="list-style-type: none"> <li>圖 6 至圖 13，缺對應圖文說明，如”圖 6 分析顯示：”，另文中有初步判定，亦可於圖 8 至圖 13 加強說明。</li> <li>加強圖 14 至圖 26 分析發現之判定說明。</li> <li>未見第 40 頁表 5 及表 6 的應用說明。</li> <li>本案過去研究延續成果足供實務應用。</li> <li>未來攜帶式防滑試驗機測試地點樣本宜慎選(如樣本材質、使用年限、使用率…)，以儘量減少偏誤現象。</li> </ol>	<p>已依審查意見修正。</p>
吳教授 可久	<ol style="list-style-type: none"> <li>本研究為兩種機器於油、水及材質等使用條件下之防滑調查，研究重要。</li> <li>研究成果可反應於建築設計實作案例、施作條件及擬定附加準則。</li> </ol>	<p>已依審查意見修正。</p>
王建築師 文楷	<ol style="list-style-type: none"> <li>實驗對象增加 4 種形式，計 6 種形式 10 種樣本，其中地毯類不論是滿鋪型或方塊地毯，是否有防滑之疑慮。</li> <li>建議期末報告階段，可考量選用常用的地坪材料，如馬賽克陶磚(單片面積 40 平方公分以下)、PU、磨石子地坪(磚)。</li> <li>期中階段僅作陶瓷地磚(報告書第 5 頁，惟市面上的陶瓷地磚一般分為陶瓷地磚、石質地磚、瓷質地磚等</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>地毯為室內常用地坪材料，故作為考量，並非有疑慮。</li> <li>列入考慮。</li> <li>已依審查意見修正。</li> </ol>

出席人員	審查意見	執行單位回應
	3種)與石材(大理石)，期末階段尚有多種材質未測試。	
陳教授 政雄	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本研究針對現場滑倒意外進行研究，值得肯定。</li> <li>2. 測試對象針對室內戶外 10 組樣本進行測量防滑係數，難以蓋全。</li> <li>3. 結果應考量有一完整測試程序及數據，以提供業界進行產品認證之用(如不同材質、表面、介質行為等)。</li> <li>4. 本研究案期中進度尚可。</li> </ol>	已依審查意見修正。
李教授 正庸	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 研究有意義，惟範圍過於廣泛，建議聚焦於常用材質。</li> <li>2. 請敘明國內外滑倒、受傷甚至死亡之數據引用來源。</li> <li>3. 赤腳或著鞋狀況(因底不同，應有說明)，第 5 頁與第 11 頁應就有效性與可信度，予以說明。</li> <li>4. 文獻資料豐富，但回顧涵蓋範圍較小，未來範圍增大時需予分類。</li> <li>5. 防滑係數與實用性之關聯，應予敘明。</li> </ol>	已依審查意見修正。
王建築師 武烈	誠如研究緣起所述，為防止老人滑倒，本研究案持續深入研究實有必要，期待測試結果之數據，能作為業界參考依據。	已依審查意見修正。
建築師公會 陳建築師 俊芳	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 得增加既有房屋地坪其鋪面材料止滑性不足之改善建議。</li> <li>2. 建議得依地坪之用途別、空間別提供防滑係數，供業界參考。</li> </ol>	已依審查意見修正。

附錄二期報告審查會議意見回應處理方式一覽表

<p>臺灣建築 學會 謝教授 秉銓</p>	<p>本研究針對地面材料防滑性能及量測方式進行研究，並選用三種量測儀器進行實驗，在滑倒意外事故中，尤其高齡者環境，是一個重要課題，故本研究對安全環境之貢獻相當重要。</p>	<p>已依審查意見修正。</p>
<p>財團法人 愛盲基金 會視障服 務處 謝處長 發財</p>	<p>有關施測材質之選擇，建議增加戶外環境(如人行道)邊緣較常使用之洗石子或抵石子。</p>	<p>列入後續研究參考。</p>
<p>王組長  順治</p>	<p>建議視研究範圍，考量不同傾斜地坪之影響，以納入研究比較。</p>	<p>列入後續研究參考。</p>

# 室內外常用地坪材料防滑係數之研究

## 附錄三 專家座談會會議記錄及回應表

日期：103年2月21日(星期五) 下午2時30分

地點：內政部建築研究所討論室(一)

出席人員	審查意見	執行單位回應
林委員 敏哲	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 台灣在防滑材料問題耽誤很久，文獻中提到法規規定防滑材料僅止，並沒有規定防滑材料要達到多少的係數，希望未來能幫助在法規上有係數的訂定。 法規影響到材料的製造，設計者採購合乎標準的材料以及施工者及使用者的層面。 例如：油水部分、油漬部分，故使用者在使用上複雜度就會出現，希望研究所可以給研究團隊繼續朝法規規定的東西邁進。</li> <li>2. 攜帶式的機器在做測試，希望能跟實驗室的機器做比對，分析其誤差等等問題。</li> <li>3. 單節應該呈現兩者機器的比較</li> <li>4. 以材料上來看，只有加金鋼沙的地坪材料其防滑係數比較達到標準，其他材料則不然。每次的實驗都應該比較有無媒介物之比較如此一來比較相對清楚。</li> <li>5. 文章中出現止滑、防滑、摩擦係數、防滑係數等術語，文獻中應該認定稱呼的方式，統一的名詞對往後官方使用上恰當。</li> <li>6. 訂立一定的基準，實驗的研究應該把實驗的設計過程，最正規的防滑的實驗明訂。過去很多文獻也並不嚴謹，利用嚴謹的方式，整個串聯起來可以有完整的報告書，資料可以對社會有所貢獻。</li> <li>7. 最後提議 報告書中的數字的間隔，要統一一致，較易看出弧度曲線。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 列入後續研究參考。</li> <li>2. 已依審查意見修正。</li> <li>3. 已依審查意見修正。</li> <li>4. 列入後續研究參考。</li> <li>5. 已依審查意見修正。</li> <li>6. 已依審查意見修正。</li> <li>7. 已依審查意見修正。</li> </ol>

出席人員	審查意見	執行單位回應
張委員 坤海	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 目前報告裡面第七十頁裡，有把物件做歸類，表達的 Y 軸大小不太依樣 選擇上面比較無法依照場所的特性，可以選擇貼近場域上使用。</li> <li>2. 有些材料工廠廠至製品比較容易比較，但是相對於天然材質如大理石等，各種做法有差異度，選擇實驗室上的內容，可以讓設計人有選擇。</li> <li>3. 理論上看起來十五種材料是比較常用的，如果未來有沒有辦法可以把實驗的結果將參考性較高的材料，某些特定的因素讓設計人在選材上有所參考，實驗室上的結果有所根據，公部門在確認明確選項的時候可以予以引用。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 已依審查意見修正。</li> <li>2. 列入後續研究參考。</li> <li>3. 列入後續研究參考。</li> </ol>
許建築 師國勝	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 建議做一個研究可以應用到實務上規範的建立，台北市今年七月對騎樓目前使用上應該提出地坪材料的防滑正名要在 0.55 以上</li> <li>2. 今天的實驗 有攜帶式的儀器 可以對於公部門的推廣上做驗證</li> <li>3. 台北市規定的 0.55 是不是有可能針對較斜面的測試 各種斜面高差大小範圍上不同的狀況。</li> <li>4. 目前材料種類繁多，建立起不同斜率是用何種防滑係數之材料才較完善。</li> <li>5. 目前做了許多材料，事實上戶外的材料較多為石材。</li> <li>6. 在高溫的時候測試會較不准，而我認為高溫才是最貼近實際的狀況下，真實上最多就是晴天與雨天，故高溫下做測試更能貼近真實。</li> <li>7. 大部分都會再踏階前端做止滑條，有時候每個踏階的狀況不太一樣，希望可以針對此情況多做研究。</li> </ol>	<p>關於斜面與踏階的試驗會列入後續研究考慮。</p>



附錄三專家座談會會議意見回應處理方式一覽表

<p>陳委員 馨</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 石材部分加工處理，對實際上的防滑效果影響很多，但實際上實作較少用大理石在地面，而花崗石為較多可建議參考。</li> <li>2. 材料中有添加物，選擇性上，設計者會考量到表面清潔感較重就不會選擇透性地磚。</li> <li>3. 通常在做磁磚計畫的時候，就會就材料分割大小，也會影響到完成面的效果，室外使用的部分都會採取小塊磚拼貼，可以提升一些止滑的效果。</li> </ol>	<p>列入後續研究參考。</p>
<p>游委員 德二</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 研究團隊將以往的資料分類可以做個比對，表面的粗糙度、有釉無釉、對止滑、防滑影響度很多，其中實驗的分類以各類磁磚表面來測試，縱向橫向交錯做比較，找出什麼東西比較適合，讓廠商或是消費者比較容易選擇</li> <li>2. 時間經費允許下兩台儀器都要做。</li> </ol>	<p>列入後續研究參考。</p>
<p>呂委員 理荃</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. CNS 測試標準不夠嚴謹，台製滑片與日製滑片就有已經有差異，如彈簧係數、拉力的時間又會有差，建議可以規定得更完整，不然會產生在不同實驗室條件不一樣之下，就擔心有誤差</li> <li>2. 現場實驗和實驗室實驗有些差距，許多環境因素，如現場表面材料、行人使用上有些磨損的狀態因素許多可以加入實驗設計參考。</li> <li>3. 表面的加工處理對摩擦係數影響非常大，對防滑相同性能之石材上就不太一樣 建議可以做一些研究。</li> </ol>	<p>列入後續研究參考。</p>

<p>昌達陶 瓷</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 統一名詞我很認同，常常有些消費者要檢驗報告，各種名詞造成混淆，可以研究統一名詞</li> <li>2. 目前 CNS 改成廢除 11 項，統稱 CNS9737 陶瓷面磚 目前也是需要統一 目前分為四大類。</li> <li>3. 建議要分類可分為室外有無雨遮以及室內、室外的止滑係數還要再提升，目前係數做到很高但是不好清洗。為了安全訂立標準，也要考慮到清洗的問題。</li> <li>4. 二類止滑係數特別的高？耐磨度在哪裡？使用的壽命有多長？止滑就是靠表面的處理，相對的就是比較不止滑，用在室外地基本上就是一類磚，建議以這方向進行。</li> <li>5. 對於實驗機器每個人的動作和力道有所不同，是否可以確定標準？</li> </ol>	<p>關於 ONO-PPSM 之操作，除了要先人員的測試以外，也建議在操作還不熟練的初期，可以以兩組人馬或是兩人互換的方式進行機具操作，而關於每個人的動的與力道不同這點，以日本文獻來看，個人施力與動作並不會影響到實驗數值，會影響實驗數值的是在於轉動的速率以及是否有在華面完全接觸到試體表面的 0~0.25 秒內進行操作，當然這點的討論我們也會列入後續研究參考。</p>
<p>李委員 美慧</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 請問有分室內外的磁磚不同來區別做試驗</li> <li>2. 滑片的種類眾多 這邊的滑片是不是等同於皮膚可以接受範圍的程度？是不是摩擦係數容許範圍程度也要做一個鑑定？因室內外所選用的材質不同。</li> </ol>	<p>有的。 關於滑片是不是等同於皮膚可以接受範圍的程度這點會列入後續研究參考。</p>
<p>蔡委員 淑瑩</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 機械和動力可以結合自動化，可以改善人力，未來台灣地區要引用的話，這些人的誤差減少都可能是貢獻。</li> <li>2. 儀器規範都是日本來的，是不是有機會和別國做比較，找出盲點視野可以更寬廣。</li> <li>3. 高友善都市，夜市的地板很滑 夜市本身油的汙染，加上新的材料柏油本身也有透水性的瀝青，新材料也是可以加入。</li> <li>4. 時間性可以考量，室內室外同時做。</li> <li>5. 金鋼沙防滑係數高但是如真的跌倒後，人體受傷更是嚴重，必須考慮</li> </ol>	<p>列入後續研究參考。</p>

附錄三專家座談會會議意見回應處理方式一覽表

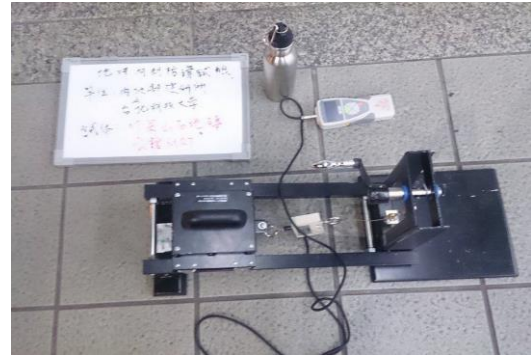
<p>吳委員 可久</p>	<p>在現地和實驗室表達的方式比較 不用統計分析 利用單一值來分 析</p>	<p>已依審查意見修正。</p>
<p>劉委員 高育</p>	<p>手動的人為誤差的確比較大 可 以考慮自動化</p>	<p>列入後續研究參考。</p>

# 內外常用地坪材料防滑係數之研究

# 附錄四 現地實驗照片



# 內外常用地坪材料防滑係數之研究



## 附錄五 實驗總數據

20140923 C.S.R(N) 轉速：兩秒一圈		test01	test02	test03	test04	test05	test06	test07	test08	test09	test10	T01	T02	T03	T04	T05	T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T09	T10	0923 AVER		
01細面磚		79.8	72.5	72.5	74	76.2						0.41	0.37	0.37	0.38	0.39												0.37	
02細面黃克磚		71.3	73.8	72.9	73.9	74.5						0.36	0.38	0.37	0.38	0.38												0.38	
03細面磚		158.2	156.8	153	154.9	156.3	145.6	147.3	144	144.1	143.2	0.81	0.80	0.78	0.79	0.80	0.74	0.75	0.73	0.74	0.73	0.74	0.73	0.74	0.73	0.73	0.74	0.74	
04粗面磚		146	142	146.9	149.8	150.8						0.74	0.72	0.75	0.76	0.77	0.74	0.75	0.73	0.74	0.73	0.74	0.73	0.74	0.73	0.73	0.74	0.75	
05石質磚		107.8	107.6	109.2	102.1	102.1	103.2	102.7	101.2	101.2		0.55	0.55	0.56	0.52	0.52	0.53	0.52	0.53	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.53	0.53	
06石質磚		105.1	99	99.5	97.9	102.9	103.1	98.7	104.5	102.7	104.5	0.54	0.51	0.51	0.50	0.53	0.53	0.53	0.50	0.53	0.53	0.50	0.53	0.53	0.52	0.53	0.53	0.53	
07梁山石地磚		114.4	101.6	99.8	101.8	103.3	104	106.6	104.5			0.58	0.52	0.51	0.52	0.53	0.53	0.54	0.53	0.54	0.53	0.54	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	
08觀音岩地磚		125.3	110.1	107.5	105.6	109						0.64	0.56	0.55	0.54	0.56	0.64	0.56	0.55	0.54	0.56	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.60	
09花崗石地磚		119.5	114.5	115.7	116.8	119.8	116.9	125.1				0.61	0.58	0.59	0.60	0.61	0.60	0.58	0.59	0.60	0.61	0.60	0.64	0.64	0.64	0.64	0.60	0.60	
10石灰地磚		116.4	116	115.6	115.1	116.6						0.59	0.59	0.59	0.59	0.60	0.59	0.59	0.59	0.60	0.60	0.60	0.64	0.64	0.64	0.64	0.59	0.59	
11磨石子		171.7	174.4	177.7	171.4	181.1	157.9	187.8	174.9	161.1	174.6	0.88	0.89	0.91	0.87	0.92	0.81	0.81	0.89	0.82	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	
12采晶石質地磚		75.4	87.4	77.5	75.8	79.8	83.3	77.3	74	77.5	75.3	0.38	0.45	0.40	0.39	0.41	0.43	0.39	0.38	0.40	0.38	0.40	0.38	0.38	0.38	0.38	0.40	0.40	
13大理石		136.5	147.3	143.9	138.2	147	141.2					0.70	0.75	0.73	0.71	0.75	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
20140925 C.S.R(N) 轉速：四秒一圈		test01	test02	test03	test04	test05						T01	T02	T03	T04	T05													
03粗面磚		148.9	150	170.5	172.7	171.7						0.76	0.77	0.87	0.88	0.88													
04粗面磚		142.3	139.2	142.4	140.7	140.2						0.73	0.71	0.73	0.71	0.72													
05石質磚		105.7	108.5	112.8	111	113.6						0.54	0.55	0.58	0.55	0.58													
06石質磚		107.7	108.9	107.3	107.9	108.5						0.55	0.56	0.55	0.56	0.55													
07梁山石地磚		120.6	122.3	121.7	120.6	119.4						0.62	0.62	0.62	0.62	0.61													
08觀音岩地磚		110.3	115.6	113.1	113.1	114.3						0.56	0.59	0.58	0.58	0.58													
09花崗石地磚		124.1	117.4	119.2	117.8	116.8						0.63	0.60	0.61	0.60	0.60													
10石灰地磚		125.2	126.2	121.6	123.8	121.7						0.64	0.64	0.62	0.63	0.62													
11磨石子		110.4	107.3	106.1	106.7	104.1						0.56	0.55	0.54	0.54	0.53													
12采晶石質地磚		75.2	72.1	73.1	74.1	74.9						0.38	0.37	0.37	0.38	0.38													
13大理石		78.9	90.9	93.3	95.2	94.2						0.40	0.46	0.48	0.49	0.48													

0923與0925實驗數據差異之原因：

1.托盤速度快慢與否，

【0923平均為四秒一圈、0925平均為兩秒一圈】

2.表面平滑者於有水情況下易產生粘著，真空效應而使數值誤差

內外常用地坪材料防滑係數之研究

比對用		01釉面陶磚	
乾燥	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	
1.	1.07	0.72	
2.	1.05	0.74	
3.	1.06	0.72	
4.	1.06	0.74	
5.	1.09	0.75	
Average	1.07	0.73	

比對用		02釉面馬賽克陶磚	
乾燥	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	
1.	1.08	0.56	
2.	1.10	0.6	
3.	1.15	0.6	
4.	1.13	0.55	
5.	1.14	0.6	
Average	1.14	0.58	

安東市場		03細金鋼砂陶磚	
乾燥	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	
1.	0.74	0.65	0.7
2.	0.74	0.66	0.7
3.	0.78	0.65	0.71
4.	0.76	0.65	0.7
5.	0.77	0.66	0.71
Average	0.76	0.65	0.70

安東市場		04粗金鋼砂陶磚	
乾燥	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	
1.	0.72	0.69	0.71
2.	0.69	0.66	0.71
3.	0.68	0.68	0.71
4.	0.68	0.68	0.7
5.	0.68	0.66	0.7
Average	0.69	0.67	0.71

比對用		01釉面陶磚	
濕潤	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	
1.	0.41	0.47	
2.	0.37	0.48	
3.	0.37	0.47	
4.	0.38	0.47	
5.	0.39	0.48	
Average	0.38	0.47	

比對用		02釉面馬賽克陶磚	
濕潤	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	
1.	0.36	0.46	
2.	0.38	0.49	
3.	0.37	0.44	
4.	0.38	0.51	
5.	0.37	0.46	
Average	0.37	0.47	

安東市場		03細金鋼砂陶磚	
濕潤	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	
1.	0.77	0.78	0.67
2.	0.78	0.74	0.67
3.	0.78	0.72	0.69
4.	0.78	0.71	0.68
5.	0.79	0.70	0.68
Average	0.78	0.73	0.68

安東市場		04粗金鋼砂陶磚	
濕潤	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	
1.	0.76	0.65	0.69
2.	0.75	0.66	0.67
3.	0.75	0.65	0.68
4.	0.74	0.65	0.66
5.	0.75	0.66	0.68
Average	0.75	0.65	0.68

市政府捷運站出口		05石質地磚	
乾燥	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	
1.	0.73	0.72	0.66
2.	0.72	0.72	0.68
3.	0.73	0.72	0.68
4.	0.72	0.72	0.67
5.	0.73	0.71	0.68
Average	0.73	0.72	0.67

世貿廣場		06石質地磚	
乾燥	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	
1.	0.78	0.78	0.73
2.	0.78	0.79	0.73
3.	0.78	0.78	0.72
4.	0.78	0.77	0.73
5.	0.78	0.78	0.71
Average	0.78	0.78	0.72

公館捷運站出口		07梁山石地磚	
乾燥	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	
1.	0.77	0.71	0.68
2.	0.76	0.7	0.68
3.	0.77	0.7	0.7
4.	0.76	0.7	0.69
5.	0.77	0.69	0.7
Average	0.77	0.70	0.69

騎樓整平計畫用磚		08戰車岩地磚	
乾燥	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	
1.	0.77	0.79	0.78
2.	0.77	0.79	0.77
3.	0.75	0.80	0.78
4.	0.75	0.78	0.78
5.	0.76	0.79	0.76
Average	0.76	0.79	0.77



附錄四現地實驗照片

城市舞台廣場		09窯燒花崗岩	
乾燥	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	ONO-PPSM
1.	0.75	0.77	0.72
2.	0.75	0.76	0.73
3.	0.75	0.77	0.71
4.	0.75	0.77	0.71
5.	0.75	0.76	0.73
Average	0.75	0.77	0.72

新生捷運站		10窯燒花崗岩	
乾燥	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	ONO-PPSM
1.	0.74	0.77	0.66
2.	0.73	0.77	0.66
3.	0.74	0.76	0.68
4.	0.74	0.77	0.68
5.	0.74	0.75	0.69
Average	0.74	0.76	0.67

台北車站東三門		11石紋地磚	
乾燥	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	ONO-PPSM
1.	0.77	0.77	0.73
2.	0.77	0.76	0.74
3.	0.77	0.77	0.74
4.	0.78	0.76	0.74
5.	0.77	0.76	0.72
Average	0.77	0.76	0.73

私人住宅		13采晶石質地磚	
乾燥	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	ONO-PPSM
1.	0.85	0.72	0.77
2.	0.85	0.71	0.76
3.	0.86	0.72	0.76
4.	0.84	0.71	0.75
5.	0.84	0.71	0.76
Average	0.85	0.72	0.76

市政府捷運站出口		05石質地磚	
濕潤	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	ONO-PPSM
1.	0.53	0.56	0.61
2.	0.55	0.56	0.62
3.	0.53	0.55	0.6
4.	0.54	0.55	0.6
5.	0.53	0.55	0.6
Average	0.54	0.55	0.61

世貿廣場		06石質地磚	
濕潤	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	ONO-PPSM
1.	0.55	0.63	0.56
2.	0.58	0.65	0.55
3.	0.56	0.61	0.55
4.	0.56	0.62	0.56
5.	0.54	0.61	0.55
Average	0.56	0.62	0.55

公館捷運站二號出口		07梁山石地磚	
濕潤	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	ONO-PPSM
1.	0.53	0.57	0.57
2.	0.56	0.55	0.57
3.	0.56	0.55	0.58
4.	0.55	0.56	0.58
5.	0.55	0.55	0.57
Average	0.55	0.56	0.57

騎樓整平計畫用磚		08戰車岩地磚	
濕潤	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	ONO-PPSM
1.	0.53	0.49	0.53
2.	0.50	0.47	0.51
3.	0.52	0.47	0.53
4.	0.50	0.45	0.53
5.	0.50	0.47	0.52
Average	0.51	0.47	0.52

城市舞台廣場		09窯燒花崗岩	
濕潤	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	ONO-PPSM
1.	0.65	0.67	0.57
2.	0.63	0.66	0.58
3.	0.65	0.67	0.56
4.	0.65	0.66	0.56
5.	0.66	0.66	0.57
Average	0.65	0.66	0.57

新生捷運站		10窯燒花崗岩	
濕潤	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	ONO-PPSM
1.	0.71	0.73	0.56
2.	0.71	0.74	0.56
3.	0.71	0.72	0.57
4.	0.73	0.72	0.55
5.	0.72	0.73	0.57
Average	0.72	0.73	0.56

火車站東三門		11石紋地磚	
濕潤	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	ONO-PPSM
1.	0.65	0.66	0.48
2.	0.67	0.66	0.49
3.	0.65	0.64	0.48
4.	0.65	0.64	0.49
5.	0.66	0.64	0.49
Average	0.65	0.65	0.49

私人住宅		13采晶石質地磚	
濕潤	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	ONO-PPSM
1.	0.37	0.36	0.41
2.	0.38	0.36	0.4
3.	0.38	0.35	0.41
4.	0.38	0.36	0.42
5.	0.39	0.34	0.41
Average	0.38	0.35	0.41

校園		12磨石子	
乾燥	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	ONO-PPSM
1.	0.75	0.69	0.8
2.	0.76	0.68	0.78
3.	0.75	0.67	0.81
4.	0.74	0.66	0.8
5.	0.74	0.69	0.8
Average	0.75	0.68	0.80

校園		12磨石子	
濕潤	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	ONO-PPSM
1.	0.81	0.68	0.73
2.	0.85	0.69	0.73
3.	0.83	0.67	0.72
4.	0.85	0.68	0.73
5.	0.86	0.69	0.74
Average		0.68	0.73

內外常用地坪材料防滑係數之研究

私人住宅		14大理石		私人住宅		14大理石	
乾燥	實驗室		現場	濕潤	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	ONO-PPSM		ONO-PPSM	OY-PSM	ONO-PPSM
1.	0.81	0.78	0.92	1.	0.37	0.66	0.47
2.	0.82	0.77	0.93	2.	0.38	0.65	0.48
3.	0.82	0.78	0.93	3.	0.38	0.64	0.46
4.	0.82	0.78	0.93	4.	0.38	0.65	0.45
5.	0.81	0.79	0.92	5.	0.39	0.66	0.45
Average	0.82	0.78	0.93	Average	0.38	0.65	0.46

北科大		15金檀木		北科大		15金檀木	
乾燥	實驗室		現場	濕潤	實驗室		現場
	ONO-PPSM	OY-PSM	ONO-PPSM		ONO-PPSM	OY-PSM	ONO-PPSM
1.	0.7	0.69	0.67	1.	0.82	0.63	0.87
2.	0.70	0.71	0.66	2.	0.84	0.65	0.85
3.	0.70	0.7	0.67	3.	0.82	0.66	0.85
4.	0.71	0.7	0.66	4.	0.83	0.66	0.86
5.	0.70	0.69	0.66	5.	0.89	0.66	0.89
Average	0.70	0.70	0.66	Average	0.85	0.65	0.86

20140925 C.S.R	test1	test2	test3	test4	test5	test6	Aver
05石質地磚	0.56	0.56	0.55	0.55	0.55		0.554
06石質地磚	0.63	0.65	0.61	0.62	0.61		0.612
07梁山石地磚	0.57	0.55	0.55	0.56	0.55		0.552
08戰車岩地磚	0.49	0.47	0.47	0.45	0.47		0.463
09花崗岩地磚	0.67	0.66	0.67	0.66	0.66		0.662
10石紋地磚	0.66	0.66	0.64	0.64	0.64		0.646
11磨石子地磚	0.73	0.76	0.75	0.75	0.74		0.748
12采晶石質地磚	0.36	0.36	0.35	0.36	0.35		0.357
13大理石	0.66	0.65	0.64	0.65	0.66		0.650
03緬金鋼砂陶磚	0.78	0.74	0.72	0.71	0.70		0.711
04粗金鋼砂陶磚	0.65	0.66	0.65	0.65	0.66		0.653
01釉面陶磚	0.50	0.44	0.44	0.46	0.45		0.446



內外常用地坪材料防滑係數之研究

現址實驗	私人住宅	12系晶石磨地磚																																										
		乾濕	147.3	148.4	148	148.5	149.2	146.1	146.9	147.7	148.5	149.7	150.5	148.9	148.5	147.6	148.5																											
現址實驗	私人住宅	13系理石																																										
		乾濕	170.4	172.6	182.8	188.5	180.5	182.8	181.6	182.1	181.3																																	
現址實驗	私人住宅	10系改地磚																																										
		乾濕	140.3	143.5	145	141.1	143	140.8	135.4	137.6	144.3	148.2	144.6	140.1	138.4	140	138.4	145.4	145.3	145	143.9	141.7	142.6	143.9	145.7	145.7	145.4	141.3																
現址實驗	私人住宅	火車站東三門																																										
		乾濕	0.87	0.88	0.93	0.96	0.92	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	
現址實驗	私人住宅	公園遊樂站																																										
		乾濕	136.6	138.25	127.8	149	148.6	146.6	143.3	133.5	140.3	136.4	137.3	135.4	135	134.2	137	133.9	132.9	136.5	135.7	137.5																						
現址實驗	私人住宅	07系山石地磚																																										
		乾濕	108.1	111.1	110.1	109.7	111.9	111.5	111.2	112.7	113.7	112.3	0.70	0.69	0.68	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
現址實驗	私人住宅	安東市場																																										
		乾濕	0.55	0.57	0.56	0.56	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.58	0.58	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57																						
現址實驗	私人住宅	04粗面磚砂地磚																																										
		乾濕	154.9	150.8	146.8	144.8	141.3	138.2	138.7	138.8	137.5	137.5																																
現址實驗	私人住宅	03細面磚砂地磚																																										
		乾濕	132	131.2	134.7	137.1	134.1	136.4	137.1	138.5	137.6	140.1																																
現址實驗	私人住宅	北科大																																										
		乾濕	140.8	135.2	135.2	138.8	131.4	131.3	131	135.9	134.2	133																																
現址實驗	私人住宅	12號石子																																										
		乾濕	154.7	156.2	152.8	158.5	156.1	156.8	157.1	158.5	157.6	140.1																																
現址實驗	私人住宅	12號石子																																										
		乾濕	140.5	146.9	143.2	142.5	140.5	142.9	145.1																																			
現址實驗	私人住宅	12號石子																																										
		乾濕	0.72	0.75	0.73	0.73	0.72	0.73	0.74																																			

## 參考文獻

### 國內文獻：

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

## 內外常用地坪材料防滑係數之研究

16. 謝孟傑、呂彥賓，2006，地板止滑性能之研究，經濟部標準檢驗局研究報告，台北
17. 顏志凌，2006，觸針式表面粗度儀與 AFM 表面粗糙度量測分析比較，正修科技大學機電工程研究所

### 國外文獻：

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

29. Wen-Ruey Chang, 1999, The Effect of surface roughness on the measurement of slip resistance, International Journal of Industrial Ergonomics 24, 299-313.
30. JIS B 601, 2001, 輪廓曲線方式用語 定義與表面性質和狀態參數
31. Steven Di Pilla, Keith Vidal, 2001, Slip-Resistance Measurement: The Current State of the Art, Engineering specialty Newsletter 1(1)1-5.
32. Steven Di Pilla, 2002, Get A Grip: Methods For Measuring Slip Resistance, Sanitary Maintenance 57, 63-70.
33. William English, 2003, Pedestrian Slip Resistance, second edition, Rose Printing Company Inc., New York.
34. William English, 2003, Pedestrian Slip Resistance, second edition, Rose Printing Company Inc., New York.
35. William English, 2004, Ten Myths Concerning Slip-Resistance Measurement, Risk Management Consultant, Box 985, 20500, North River Road, Alva, FL33920 USA
36. Health and Safety Executive, 2006, Accessing the slip resistance of flooring, <http://www.VaugardOnline.com>
37. Health and Safety Executive, 2006, The assessment of pedestrian slip risk, <http://www.VaugardOnline.com>
38. 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.
39. Ceramic Tile Institute of America, Inc., 2007, Endorsement of Portable Test Methods and Slip Prevention Standards for Existing Flooring, <http://www.stonesource.com/slip.html>
40. Jeff Green, 2007, What Stone Specifiers Should Know About Slip Resistance and the ADA, <http://www.stonesource.com/slip.html>.