

# 地面材料防滑性能基準之研究

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 96 年 12 月

096301070000G2036

# 地面材料防滑性能基準之研究

研究人員：何明錦、廖慧燕

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 96 年 12 月

MINISTRY OF THE INTERIOR  
RESEARCH PROJECT REPORT

A Research on Pedestrian Slip  
Resistance

BY  
Ming Chin Ho, Huey Yann Liao

December 30, 2007

地面材料防滑性能基準之研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 89127890

地址：台北縣新店市北新路三段 200 號 13 樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：何明錦、廖慧燕

出版年月：97 年 1 月

版(刷)次：第一刷

ISBN：978-986-01-3143-7

## 地面材料防滑性能基準之研究

## 目次

表次.....	IV
圖次.....	V
摘要.....	IX
英文摘要.....	XIII
<b>第壹章 緒論</b>	
第一節 緣起與目的 .....	01
第二節 相關文獻回顧 .....	03
第三節 研究範圍與預期成果 .....	11
第四節 相關名詞定義 .....	13
第五節 研究方法及流程 .....	15
<b>第貳章 國內法令規定及執行現況比較</b>	
第一節 國內相關法令規定 .....	17
第二節 現況檢討 .....	20
第三節 國外相關法令規定 .....	23
第四節 國內外相關法令比較 .....	28
<b>第參章 實驗規劃與執行</b>	
第一節 防滑性能量測原理探討 .....	31
第二節 檢測儀器比較與選擇 .....	35
第三節 地面材料試體選擇 .....	42
<b>第肆章 檢測執行與檢討</b>	
第一節 手拉式水平測力計法 .....	46
第二節 可變角度止滑試驗計法 .....	50
第三節 ASM 825 止滑計 .....	54

## 第五章 測試結果分析與比較

第一節 測試結果分析.....	57
第二節 不同止滑計之比較分析.....	66
第三節 地面材料止滑計一致性之比較.....	71
第四節 小結.....	75

## 第六章 結論與建議

第一節 結論與改善建議.....	77
第二節 後續研究建議.....	80

## 附 錄

### 附錄一 試驗結果

1.1.1 手拉式水平測力計乾燥狀態試驗結果一覽表.....	83
1.1.2 手拉式水平測力計潮濕狀態試驗結果一覽表.....	89
1.2.1 可變角度止滑計乾燥及潮濕狀態試驗結果一覽表(本研究-A)...	95
1.2.2 可變角度止滑計乾燥及潮濕狀態試驗結果一覽表(標檢局-B)...	99
1.2.3 可變角度止滑計乾燥及潮濕狀態試驗結果一覽表(本研究-C)...	103
1.3 ASM 止滑計乾燥及潮濕試驗結果一覽表.....	107
1.4 本研究與標檢局手拉式水平測力計試驗結果比較表....	111
1.5 本研究與標檢局可變角度止滑計試驗結果比較表.....	113

### 附錄二 檢測相關規定

2.1 商品檢驗法相關條文.....	115
2.2 地板滑動檢驗法相關條文.....	116
2.3 陶瓷面磚或類似材料表面摩擦係數試驗法相關條文.....	118
2.4 「止滑性試驗法—可變角度止滑計法」草案相關條文...	120

### 附錄三 國內外建築相關規定

3.1 我國建築法法令	
3.1.1 我國建築技術規則相關條文.....	122

3.1.2 我國建築物無障礙設施設計規範草案相關條文.....	123
3.2 美國障礙者可及與可用建築及設施設計標準相關條文...	124
3.3 英國無障礙設計規範 PART M 相關條文.....	125
3.4 香港設計手冊:暢通無阻的通道相關條文.....	126
3.5 新加坡可及建築物規範相關條文.....	127
<b>附錄四 會議記錄及意見回應</b>	
4.1 本研究期初座談會議紀錄.....	128
4.2 期初簡報意見回應處理方式一覽表.....	129
4.3 本研究期中座談會議紀錄 .....	130
4.4 期中簡報意見回應處理方式一覽表.....	134
4.5 「地面材料防滑性能基準之研究」期末簡報會議紀錄....	137
4.6 期末簡報意見回應處理方式一覽表 .....	141
<b>附錄五 磁磚樣品照片.....</b>	<b>145</b>
<b>參考文獻.....</b>	<b>153</b>
<b>謝誌.....</b>	<b>155</b>

## 表 次

表 1-2.1	國內地面材料止滑相關文獻回顧 .....	06
表 1-2.2	國內外地面材料防滑相關研究文獻回顧 .....	08
表 2-3.1	ANSI 依據 ASTM C1028 測試方法之建議表 .....	24
表 2-3.2	美國測試及材料協會承認之防滑測試方法 .....	25
表 2-3.3	英國無障礙設計規範依據(BS 7969)測試方法之建議表 .....	27
表 2-4.1	國內外建築法令有關地面防滑規定比較表 .....	28
表 3-1.1	防滑性能測量原理及儀器名稱與性能指標一覽表 .....	34
表 3-2.1	以擺錘測試器依據(BS 7969)測試值與滑倒風險性關係表 ....	38
表 3-2.2	使用斜坡測試器依 DIN51097 測試結果分級 .....	39
表 3-2.3	使用斜坡測試器依 DIN51130 測試結果分級 .....	40
表 3-2.4	常用之地板止滑量測之試驗標準及其適用範圍 .....	40
表 3-3.1	依據 CNS 標準地磚之性質規定一覽表 .....	42
表 3-3.2	本研究採用之試體計畫 .....	44
表 4-1.1	手拉式水平測力計不同施力方式之精確性比較 .....	49
表 4-3.1	ASM 825 止滑計不同施力方式之精確性比較 .....	56
表 5-1.1	手拉式水平測力計試驗石英磚四個方向最大力量讀數紀錄表 .	57
表 5-1.2	手拉式水平測力計試驗石英磚靜摩擦係數 10 次試驗結果表 ..	58
表 5-1.3	可變角度止滑計試驗石英磚防滑係數 10 次試驗結果表 .....	58
表 5-1.4	ASM 825 止滑計試驗石英磚防滑係數 10 次試驗結果表 .....	59
表 5-1.5	手拉式水平測力計測試結果一覽表 .....	61
表 5-1.6	可變角度測力計測試結果一覽表 .....	63
表 5-1.7	ASM825 試驗結果一覽表 .....	64
表 5-2.1	不同儀器乾燥狀態試驗結果比較 .....	67
表 5-2.2	不同儀器潮濕狀態試驗結果比較 .....	68
表 5-3.1	手拉式水平測力計乾燥狀態比較 .....	71



表 5-3.2	手拉式水平測力計潮濕狀態比較 .....	72
表 5-3.3	可變角度計乾燥狀態一致性比較 .....	72
表 5-3.4	可變角度計潮濕狀態一致性比較 .....	73
表 5-3.5	T 檢定測試本研究與標檢局試驗之差異性 .....	74

## 圖 次

圖 1-3.1	研究範圍 .....	11
圖 1-5.1	研究流程圖 .....	16
圖 3-1.1	表面靜摩擦係數量測方式之 1.....	32
圖 3-1.2	靜摩擦角量測方式之 2.....	32
圖 3-1.3	ASTM E303 英式擺錘試驗.....	33
圖 3-1.4	以絞接撐桿方式量測地板之防滑性 .....	33
圖 3-2.1	水平測力計 .....	35
圖 3-2.2	可變角度止滑計 .....	36
圖 3-2.3	詹姆士測試計 .....	37
圖 3-2.4	擺錘測試器 .....	38
圖 3-2.5	斜坡滑動測試器 .....	39
圖 3-2.6	坡道防滑係數測試 .....	39
圖 3-3.1	鞋底與地板間水膜之潤滑 .....	43
圖 3-3.2	表面粗造方式示意圖 .....	43
圖 4-1.1	手拉式水平測力計 .....	46
圖 4-1.2	本研究使用之手拉式水平測力計 .....	46
圖 4-1.3	美國 ASTM D2394 規定之水平測力計施力方式 .....	49
圖 4-1.4	以捲軸施力之水平拉力圖 .....	49
圖 4-1.5	手拉式水平測力計不同施力方式之精確性比較 .....	49
圖 4-2.1	可變角度計測試之理論依據 .....	50
圖 4-2.2	可變角度計圖解 .....	50
圖 4-2.3	本研究使用之可變角度止滑計 .....	51
圖 4-3.1	本研究使用之 ASM825 止滑計 .....	54
圖 4-3.2	本研究使用之施力馬達及試驗情形 .....	56
圖 4-3.3	ASM825 止滑計不同施力方式之精確性比較.....	56
圖 5-1.1	手拉式水平測力計試驗石英磚四個方向最大力量讀數紀錄 ...	57

圖 5-1.2	手拉式水平測力計試驗石英磚靜摩擦係數 10 次試驗結果	58
圖 5-1.3	可變角度止滑計試驗石英磚防滑擦係數 10 次試驗結果	58
圖 5-1.4	ASM 825 止滑計試驗石英磚防滑擦係數 10 次試驗結果	59
圖 5-1.5	手拉式水平測力計乾燥與潮溼狀態測試結果比較圖	61
圖 5-1.6	可變角度測力計乾燥與潮溼狀態測試結果比較圖	63
圖 5-1.7	ASM825 測力計乾燥與潮溼狀態試驗結果比較圖	64
圖 5-2.1	不同儀器乾燥狀態試驗結果比較圖	67
圖 5-2.2	不同儀器潮濕狀態試驗結果比較圖	68
圖 5-3.1	水平測力計乾燥狀態測試結果比較	71
圖 5-3.2	測力計潮濕狀態一致性比較	72
圖 5-3.3	可變角度計乾燥狀態一致性比較	72
圖 5-3.4	可變角度計乾燥狀態一致性比較	73



## 摘要

**關鍵詞：**地面防滑、防滑性能、防滑係數

### 一、緣起與目的

滑倒是常見的意外，所以一般人往往忽略其重要性，依據國民健康局調查，在民國 95 年我國約有 1/5 的老人曾在當年發生跌倒意外，而陳嘉基教授對國內所作之研究，亦顯示有超過五成的人曾在家裡發生跌倒或滑倒意外。這些意外雖多不致造成死亡，但卻可能造成嚴重的影響，尤其是對高齡者及糖尿病患者，除病患本身及家屬之痛苦與負擔外，每年因而造成的健保支付費用超過數十億元，面對國內高齡人口以每年 3% 增加之趨勢，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。

依據相關文獻指出，影響滑倒的因素相當多，包括個人及環境等，而其中建築環境中最能著力處，為選擇具較佳防滑性能之地面材料，所以各國多以訂定最低之地面材料防滑性能標準，以達到提升地面防滑性能，降低滑倒潛在風險之目的。國內目前建築技術規則及研訂中之「建築物無障礙設施設計規範草案」雖皆有地面材料應防滑之規定，惟對防滑缺乏明確定義，無法有效規範。

本研究引用性能法規之理念，期以法令規範合理之性能基準，並藉由標準之量測方法明確標示地面材料之防滑性能，以有效規範地面材料之使用，以達到提升地面防滑性能，降低滑倒潛在風險之目的。

### 二、研究方法與過程

本研究方法主要包括國內外文獻蒐集分析，並對國內常見之瓷磚產品進行防滑性能試驗。

1. 文獻蒐集分析：包括國內外建築相關法令對地面防滑規定之比較，及防滑性能檢測方法及基準等。

2. 瓷磚性能試驗：分別以手拉式水平測力計、可變角度止滑計及 ASM825 對國內瓷磚產品，包括石英磚、拋光瓷磚、窯燒花崗岩等產品進行防滑性能試驗。

### 三、重要發現

綜合本研究結果，發現：

#### (一) 法令規定及試驗方法檢討

1. 國內法令規定亟待檢討改善：國家檢驗標準雖有地面材料防滑係數試驗之規定，但並非應施檢驗項目，且因建築相關法令亦未訂定防滑地面應具之最低性能標準，相關規定極待改善加強。
2. 防滑性能基準：目前世界上計有 70 餘種地面防滑性能測試儀器，惟各儀器之輸出值，並非永遠一致，且尚無已知的方法，來計算各類磨擦計所得結果的相關性，所以各國皆未強制規定，惟美國相關法令建議在水平地面之最低防滑係數宜為 0.5 以上，在坡道上則宜提高為 0.7。
3. 防滑性能檢測儀器：良好測試儀器必須具備 1) 精確性 (Precision)：即同一試體在相同之操作程序下，得到相同之試驗結果；2) 有效性 (Validity)：試驗之結果可確實反映試驗之目的；及 3) 一致性 (Consistency)：同型之儀器對同一材料，可得到相同試驗結果。

#### (二) 試驗結果發現

1. 儀器之適用性：試驗結果發現，就儀器之精確性、有效性與一致性做比較，本研究所採用之三種儀器中，以可變角度止滑計最佳。
2. 潮濕狀態下防滑性能較差：本試驗就瓷磚與石材所進行之 16 件試體，在乾燥狀態下其防滑係數皆高於 0.5，但是在潮濕狀態下依據可變角度計之測試結果，僅有 5 件高於 0.5，證實潮濕狀態下材料防滑性能較差之理論。

3. 表面粗糙可提升防滑性能：相同材質之瓷磚，表面粗糙者，在潮濕狀態下，其防滑係數較表面平滑者高，證實相關文獻表面粗糙具較佳之防滑性能理論。

#### 四、主要建議事項

歸納研究結果，本研究針對地面材料防滑性能基準及檢測相關規定，提出下列短、中長期建議。

##### （一）立即可行之建議

主辦單位：內政部建築研究所、經濟部標準檢驗局

協辦單位：營建署、中華民國陶瓷公會、建築師公會等

研究結果顯示，國內對於地面材料防滑性能缺乏明確規範，必須儘速修訂相關法令，以提升地面防滑性能。

1. 建議以 0.5 作為地面材料最低防滑係數標準，並建議儘速修正建築相關法令，尤其室外坡道、浴室等易潮溼之地面，更需優先訂定。
2. 為有效提供地面材料之防滑係數供設計及施工者選用參考，建議將防滑性能納入瓷磚之應施檢驗項目。
3. 文獻及本研究試驗結果皆顯示手拉式水平測力計不適用於潮濕狀態，建議國家標準宜進行該檢驗方法之修正，並儘速完成可變角度計法之法制程序，以提供有效的試驗標準與方法。

##### （二）中期建議

主辦單位：內政部建築研究所、經濟部標準檢驗局

協辦單位：營建署、台灣區陶瓷公會、建築師公會等

對各種不同地面材料，進行全面性試驗，以建立完備之檢驗機制，並進行儀器效度之驗證，以全面性提升地面防滑性能。

1. 延續辦理各種不同地面材料適合之測試儀器進行研究，以建立完備之檢驗機制，全面性推動落實材料之防滑性能標示。

2. 可變角度止滑計雖可適用於乾燥及潮濕狀態，惟其係以小試體模擬人行走之情況，是否確能反映實際走路之情形，建議以斜坡測試計或其他方式作比對試驗。
3. 針對地面材料之材質、表面粗糙度等特性與防滑性能之關連性進行研究，以作為研發防滑材料之基礎。

### （三）長期建議

主辦單位：台灣區陶瓷公會

協辦單位：營建署、內政部建築研究所、建築師公會等

藉由產、學、研之合作，研發具防滑性能之地面材料，以確實達到提升地面防滑性能降低滑倒潛在風險之目標。

1. 延續對材料材質、粗糙度等與防滑性能之關聯研究，掌握提升地面材料防滑性能之關鍵技術，研發具防滑性能之材料。
2. 進而提出有效之材料防滑對策，提供廠商研製材料之參考。



## Abstract

**Keywords: Non-slip Surface, Non-slip Properties, Non-slip Coefficient**

### Origin and Purpose

Slipping is a common accident and people usually neglect its significance. According to a survey done in 2006 by the Bureau of Health Promotion, Department of Health in Taiwan, approximately 20% of elders suffered from accidental falls. In addition, a study by Professor Chen Chia-Chi revealed that over five percent of people had either fallen down or slipped at home. Though these accidents do not lead to death, they could have serious affects, especially to elderly people and diabetics. This includes not only suffering and a burden to patients and their families but also more than ten billion dollars in health insurance expenses every year. Faced with three percent annual growth in senior population in Taiwan, preventing slips is obviously a key measure, which would not only protect life quality but also decrease resource expenditures and increase public welfare.

According to the relevant literature, there are many reasons for slips, include personal and environmental factors in which architectural factors may play a key role, its effort is expended to select better non-slip surface materials. Therefore, many countries subscribe to the minimum standards for non-slip surface materials to increase non-slip surface properties and to decrease the potential risk of falling down. Though the Building Technique Regulation and the Protocol on Design Standards for Barrier-free Building Facilities stipulate rules on non-slip surface materials, there is no clear definition of what non-slip is, thus inhibiting effective standards from being set up.

We have cited the concept of functional regulations in this study and expect to set up reasonable legal standards along with standard measurements to clearly mark the non-slip surface material properties, so as to effectively regulate its uses, increase non-slip surface properties and decrease the potential risk of people slipping and falling down.

### I. Study Methods and Processes

The study methods include analysis of literature collected from local and overseas sources and non-slip properties tests of common domestic ceramic tiles.

1. Analysis of literature: includes the comparison between overseas and domestic building laws on non-slip surface regulation, examination methods, and standards for non-slip properties.
2. Trials on ceramic tiles properties: conduct non-slip properties' tests on domestic ceramic tiles such as quartz, polished ceramic tiles, and kiln-fired granite with manual level dynamometers, variable incidence tribometers, and ASM825.

## **II. Significant Discoveries**

We discovered the following after synthesizing the research results:

### **A. Review of decrees and test methods**

1. Urgent need to review and improve domestic statutes: though there are national inspection standards for non-slip coefficient on surface materials, it is not a required test item and the relevant building laws have not subscribed the basic standards for non-slip surfaces; this urgently needs to be improved.
2. Standards for non-slip properties: currently there are more than 70 instruments that can be used in testing non-slip surface properties; however, their output values are not always consistent. Besides, there are no known measures that can be used to calculate the outcome correlation among all tribometers. Therefore, no countries have enforced the regulations. Only the United States has suggested in relevant statutes that the minimum non-slip coefficient ought to be above 0.5 on level surfaces and 0.8 on slopes.
3. Testing instruments for non-slip properties: fine instruments must possess (1) precision: meaning same test sample has the same test results in repeated measures; (2) validity: meaning the test results can truly reflect the test purposes; and (3) consistency: meaning the same type of instruments can obtain the same test results with the same materials.

### **B. Discoveries from test results**

1. Suitability of instruments: we discovered that the variable incidence tribometer has the best suitability in precision, validity, and consistency of the three instruments compared in this study.
2. Decrease non-slip properties in wet state: we conducted tests on 16 ceramic tiles and rock materials for which the non-slip coefficient was all above 0.5 in dry state. But

according to the test results by variable incidence tribometers, only five test samples are above 0.5 in wet state. We have confirmed the theory that materials in wet condition have worse non-slip properties.

3. Rough surfaces can increase non-slip properties: having the same ceramic nature, ceramic tiles with rough surfaces have higher non-slip coefficient than those with smooth surfaces. This has proved that the theory espoused in the literature that rough surfaces possess better non-slip properties.

### III. Main Suggestions

We have proposed short-term, mid-range, and long-term suggestions from the synthesized test results aiming at the standards and examinations of non-slip properties on surface materials.

#### A. Immediately practicable suggestions

*Leading institutions:* Architecture and Building Research Institute of the Ministry of Interior; and Bureau of Standards, Metrology and Inspection of the Ministry of Economic Affairs

*Supporting institutions:* Construction and Planning Agency of the Ministry of Interior, Taiwan Ceramic Industries Association, and Architects Association

According to the study results, there are no clear and definite standards for non-slip properties on surface materials domestically, so the relevant statutes must be revised to increase non-slip surface properties as soon as possible.

1. Suggest the minimum standard for non-slip coefficient surface materials to be 0.5 and revise relevant building decrees as soon as possible especially for sloping outdoor walkways and bathrooms, where it's easy to slip.
2. Suggest bringing non-slip properties into required test items for ceramic tiles so as to provide non-slip coefficient surface reference data for designers and builders.
3. Both the literature and results of this study show that the manual level dynamometer is not suitable in wet state. We suggest the Bureau of Standards, Metrology and Inspection should revise this test method and complete the procedures for variable incidence tribometers so as to provide effective trial standards and methods.

## B. Mid-range suggestions

Leading institutions: Architecture and Building Research Institute of the Ministry of Interior; and Bureau of Standards, Metrology and Inspection of the Ministry of Economic Affairs

Supporting institutions: Construction and Planning Agency of the Ministry of Interior, Taiwan Ceramic Industries Association, and Architects Association

We suggest to establish a complete inspection system and to proceed with a deeper study so as to master critical techniques in increasing non-slip properties of surface materials.

1. Continue to conduct appropriate test instrument studies on various kinds of surface materials to build up a complete inspection system and to advance practical materials with non-slip properties.
2. Though variable incidence tribometer was suitable in both dry and wet states, through simulated walking in small test samples, whether it can accurately reflect reality is unknown. We suggest comparing it with slope testing methods or other methods.
3. Conduct an advanced study aimed at mastering effects of the characteristics of roughness on surface materials with non-slip properties, then to propose a valid non-slip materials strategy for developing reference materials for manufacturers.

## C. Long-term suggestion

Leading institutions: Bureau of Standards, Metrology and Inspection of the Ministry of Economic Affairs, Taiwan Ceramic Industries Association

Supporting institutions: Construction and Planning Agency of the Ministry of Interior, Architecture and Building Research Institute of the Ministry of Interior, and Architects Association

Our goal is to increase non-slip surface properties - decreasing the potential risk of falling down - by developing non-slip surface materials with relevant studies on non-slip properties such as surface materials, quality and roughness of surface.

## 第壹章 緒論

國內滑倒事故頻傳，不但造成生命傷亡亦為健保沉重之負擔，本研究主要為引用防滑性能法規之理念，除蒐集及比較分析國內外相關法令規定及檢測方法外，並對國內瓷磚進行檢測，以研擬適合我國之法令規定與檢測方式，期提昇地面材料防滑程度，以降低滑倒之潛在風險。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，國內外相關文獻回顧、及敘明研究方法及流程。

### 第一節 緣起與目的

#### 一、緣起

滑倒是常見的意外，所以一般人往往忽略其重要性，依據國民健康局統計，在民國 95 年我國約有 1/5 的老人曾發生跌倒意外<sup>註1</sup>（蔡益堅等，2007），而陳嘉基教授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，另外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，但研究（杜友蘭、陳嘉基，1998）指出，意外事故發生率往往是死亡率的 100-500 倍，部份意外雖不致造成死亡，但卻可能造成嚴重的影響，尤其是對高齡者及糖尿病患者<sup>註2</sup>，除病患本身及家屬之痛苦與負擔外，每年因而造成的健保支付費用超過數十億元<sup>註3</sup>，面對國內老年人口數量每年 3% 增加之趨勢<sup>註4</sup>，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。

<sup>註1</sup>：「1999 年與 2005 年台灣地區老人跌倒狀況之比較」，指出 2005 年國健調查完訪之 2,724 位 65 歲以上老人，自述過去一年有跌倒經驗者達到 20.5%。

<sup>註2</sup>：玉里醫院感染委員會，指出跌倒佔一般醫院意外事件中的 7-8 成，老人跌倒事件中以滑倒最常見，國內因跌倒造成髖骨骨折的平均住院天數為 8.9 天，費用為 97156 元。在國內 TQIP 統計跌倒發生率 0.03%，國際資料為 0.25%，可是國內跌倒傷害率 50.16%，國際資料為 32.58%

<sup>註3</sup>：資料來源同註 3。

<sup>註4</sup>：依據內政部統計，我國 65 歲以上老年人口，已從民國 79 年的 126 萬，急劇上升至民國 95 年的 228 萬，並且以每年約 3% 的比例持續增加中。

## 二、影響滑倒之因素

從力學原理來看，滑倒係因人與地面接觸時之水平力大於其摩擦力，因而造成人之水平滑動。所以要降低滑倒之潛在危險，自然就是降低其水平力，如避免腳與地面採水平方式接觸，所以走路作用於地面之水平力較跑步低，另外則是提高人與地面接觸之摩擦力，如提高鞋底與地面表面材料之摩擦係數等。

從實際情形來看，影響滑倒的因素相當多，除個人因素非設計者可控制外，在環境部份，應注意維護地面之乾燥與清潔外，最重要者為選擇具較佳防滑性能之地面材料，參考各國之作法，亦皆以此為建築相關法令之規範重點，藉訂定最低之地面材料防滑性能標準（以防滑係數衡量），並要求市售地面材料標示其防滑係數，藉由選用較佳之防滑材料，達到提升地面防滑性能，降低滑倒潛在風險之目的。

## 三、研究目的

國內目前建築技術規則及中華民國國家標準（CNS）雖皆有對地面防滑之相關規定，惟因未盡完備，所以未能具體規範地面材料。本研究擬蒐集國內外相關文獻資料及法令規定，進行比較分析，同時依據現有國家標準進行國內地面材料防滑係數檢測，以掌握試驗規定之執行可行性及了解國內產品現況，俾研擬適合本土特性之法令規定，及配合相關之檢驗機制，期共同發揮具體的規範效力，提升地面防滑性能，以降低滑倒潛在風險，達到維護生命安全及促進全民福祉之目標。

## 第二節 相關文獻回顧

目前一般通稱跌倒，通常有三種情況，依據國際疾病傷害及死因分類標準，定義如下：

1. 滑倒 (slip)：指同一平面上之跌倒。
2. 跌落 (fall)：從一個平面摔落到另一個平面。
3. 絆倒 (trip)：人行動時因突出水平面或牆面之突出物，所造成之同一平面之跌倒。

前述三種現象，雖然通稱為跌倒，都是國內常見之問題，也往往都導致嚴重的傷害，惟其基本之性質不盡相同，防制方式亦不同，本文主要是以滑倒為研究之範圍。

### 一、導致滑倒之原因

滑倒形成之主因乃係身體無法適當支撐其重量而失去平衡，一般而言，人之重量主要由髖關節所支撐，而這亦為人之重心所在，因此當人步行時，骨頭及肌肉承受力量，若重心能維持平衡狀態，其足部與所走地面間將有適當之交相作用，以協助維持身體平衡。事實上，地面完全不滑也不行，反而會造成行走困難與危險，地面有一點滑為順利行走所必須，尤其是對部分拖著腳前進的行動不便者。

若以力學來分析，當腳跟與地面接觸時，其在地面上分別產生了水平作用力 ( $F_H$ ) 及垂直作用力 ( $F_V$ )，地面則相對產生垂直之反力與水平之摩擦力，如摩擦力大於水平力則不會產生滑倒，反之則有滑倒之虞。

摩擦力分為靜摩擦力與動摩擦力，所謂靜摩擦力，其定義為當二接觸之物體間無相對運動，但是有相對運動之趨勢，此其二物體間之摩擦力稱為靜摩擦力，當靜摩擦力持續加大，直到物體由靜止開始啟動，啟動前之瞬間所受之摩擦力稱為最大靜摩擦力，而該力與正向力  $N$  (物體與滑動界面在法線方向之作用力) 之比即為靜摩擦係數  $\mu_s = F_s / N$ 。物體運動時所

受之摩擦力稱為動摩擦力，而該力與正向力 $N$ （物體與滑動界面在法線方向之作用力）之比即為動摩擦係數 $\mu_k = F_k/N$ ，通常 $\mu_s \geq \mu_k$ 。

事實上靜摩擦係數為一定值，而動摩擦係數為一可變值。Sherman, R. M. 對於行走安全性及摩擦力關係提出一重要概念：安全之步行乃基於摩擦係數值維持大於作用於地面水平力與垂直力之比值，Irvine 也指出靜摩擦係數是考量防滑時的主要設計參數，因此靜摩擦係數是影響腳在地面上是否會滑動的之主要項目，換言之，要避免步行時足底嚴重的滑動，維持良好的鞋底（腳）與地面之摩擦係數，是預防滑倒根本而且必須的措施。

## 二、影響滑倒之因素

前述文獻指出提昇鞋底（腳）與地面之摩擦係數為防止滑倒之關鍵，但從實際情形來看，影響鞋底（腳）與地面之摩擦係數的因素相當多，英國健康與安全實驗室（Health and Safety Laboratory），依研究結果提出「滑倒潛在危險模式」（slip potential model），其相關重要因素包括：地面、污染（contamination）、鞋子（footwear）、個人走路姿勢、步道相關因素（pedestrian factors）、乾淨度、環境等。

其中地面是否水平有重大影響，傾斜地面會影響人行走時的重心與步態，降低地面與鞋底間之摩擦係數，而增加滑倒之機率，且斜坡向行走滑倒之機率更大於向上行走滑倒之機率，主要是因為與地面平行之水平力（shear force）增加（ $5^\circ$  斜坡之水平力增加為 61%， $10^\circ$  時增加為 128%）。另外，個人走路情況亦為影響關鍵，依據美國無障礙委員會 1990 年<sup>註5</sup>指出步行有困難或不易維持平衡、或使用支撐、拐杖、助行器等人，特別容易發生滑倒及絆倒意外。

Jeff Green 指出影響滑倒之重要關鍵，主要包括下列因素：

---

<sup>註5</sup>：依據 1990 年美國無障礙委員會（The U.S. Architectural and Transportation Barriers Compliance Board, also known as the Access Board）委託賓州大學交通學院（the Pennsylvania Transportation Institute at The Pennsylvania State University）之研究，發現行動不便者（persons with mobility impairments）對坡道、走道、樓板之地面防滑程度，較一般人有更高的要求。



1. 環境因素：地面坡度、地面維護情況，表面材料是否有鬆動、突起、污染之程度及污染物質等。
2. 個人因素：個人走路情況，包括個人走路鞋底與地面之角度、鞋底材質、走路姿勢、速度等。
3. 地面材料：地面材料之防滑程度。

除個人因素外，在環境部份，應注意維護地面之乾燥與清潔、降低坡度等，另外提高地面材料防滑性能為可著力之因素，其他都無法掌握，因此為降低滑倒之潛在危險性，應提高地面之防滑性能。

### 三、防滑性能

防滑性能係指地面防滑之程度，目前有關防滑性能通常以防滑係數來做為衡量之係數。由於動態防滑係數變化極大非常複雜，缺乏一致性之測試方式，目前多採靜態防滑係數，做為材料防滑性能評估之係數。

所謂靜態防滑係數 (static coefficient of friction, SCOF)，為材料在靜止狀態所作之止滑測試。若在相對移動之狀態下測試，則稱為動態防滑係數 (dynamic coefficient of friction)。

紀錄物體產生滑動時所需之力量即為其靜態防滑係數，影響靜態防滑係數的因素包括物體重量、接觸面、或測試之儀器，而不同物體如皮革、橡膠、仿皮 (neolite) 等與地面接觸之摩擦力亦不同，自亦影響其防滑係數值。通常需要越大力量使物體滑動者，其防滑性能越佳，亦即其表面防滑係數越高。

### 四、國內相關文獻回顧

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如表 1-2.1。

表 1-2.1 國內地面材料止滑相關文獻回顧

文獻名稱	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	建築空間地坪滑倒意外研究 - 地坪止滑度試驗	室內常用地坪材料止滑度試驗	地面鞋材之摩擦效應	地面止滑性能之研究	工作場所滑倒事故以工程與管理方法預防之探討
作者	陳嘉基, 1996	陳嘉基, 1997	陳嘉基、張嘉祥, 1999	陳志勇、林彥輝等, 2003	謝孟傑、呂彥賓, 2006	陳志勇、盧士一, 2006
性質	研討會論文	研討會論文	期刊論文	期刊論文	研究報告	研究報告
研究動機	探討國內意外跌倒的死亡率、發生點及時間等, 以為建立地坪建材及構造止滑度之安全評量標準之基礎。	建立基礎數據, 以作為建立地坪滑倒危險度之整體評估表之依據。	就常用之地坪材料, 探討其不同狀態下之止滑度, 以作為擬客觀之地坪止滑安全評估基準資料。	研究不同地面、鞋底對摩擦效果之影響, 以作為安全鞋設計及傾斜地面設計維護之參考。	測試實驗儀器及方法, 對國內產品之適用性, 並藉以了解瓷磚在潮濕及乾燥狀態下, 對步行安全性之影響。	探討不同材質、地面、傾斜角度、及地面狀態對滑倒之影響, 以做為工作場所滑倒事故預防與管理之參考。
研究方法	蒐集國內外相關統計資料及研究文獻, 綜合比較分析後, 提出結論。	依據 ASTM E303 之方法, 針對常用之地坪材料, 分別就材料使用及構造狀態, 逐項檢驗其止滑度。	依據 ASTM E303 之方法, 針對石材、陶瓷面磚、磨石子、木材、聚合物類, 就材料使用及構造狀態, 逐項檢驗其止滑度。	以國內工作場所斜坡道常用之金屬材料及鞋子, 使用 Brungraber Mark II 進行摩擦係數測定, 比較其效果。	以 ASTM F1679-04 可變角度止滑計試驗方法量測其止滑性, 比較瓷磚在潮濕及乾燥狀態下之安全性。	由 10 位男性受測者於不同角度傾斜面上行走, 探討不同材質、地面、傾斜角度、步頻速度, 及地面狀態對滑倒之影響。
研究成果	1. 本研究從家庭醫學、老人醫學、公共衛生及護理、工業安全、日常家居安全等五個領域, 透過資料之比較分析, 提出國內目前地坪滑倒意外之現況問題。 2. 地面材料之止滑度缺乏適度規範為關鍵因素之一。	研究結論如下: 1. 相同材料附著物止滑度為水 > 肥皂 > 油。 2. 相同材質表面較粗糙者, 在表面附著水及肥皂水時, 其 BPN 值下降之速度較和緩。	研究結論如下: 1. 表面潔淨狀態下, 較硬之材料止滑度較佳。 2. 表面附著水或肥皂水時, 止滑度較佳者, 為聚合物, 最差者為陶瓷面磚。 3. 油對表面止滑度影響遠比肥皂水、水大。 4. 材料表面有凹凸紋理, 有助於提升止滑度。	研究發現: 1. 不同鞋底摩擦係數不同, 鞋底紋路設計佳者, 摩擦效果較佳。 2. 地面狀態影響其摩擦係數, 乾燥 > 含水 > 清潔劑 > 油污。 3. 不同地面摩擦係數不同, 五爪鋁板 > 單爪鐵板 > 單爪鋁板 > 光面白鐵 > 光面鐵板。	研究發現: 1. 乾燥狀態下, 所有瓷磚樣品止滑係數皆大於 0.75。 2. 潮濕狀態下, 具有光滑表面者, 防滑係數大幅下降, 以拋光瓷磚最為明顯。 3. 瓷磚具較尖銳紋路者, 在濕狀態下, 防滑係數較高。	研究發現: 1. 影響滑倒相關因素, 依序為塗油與否 > 地面傾斜角度 > 地面材質 > 步頻。 2. 地面應儘量維持清潔, 如無法避面油污應審選地面材料。
研究建議	建議生活空間應採無障礙環境設計, 且地面材料之止滑度應予適度規範。	表面材料之結構與使用狀態影響止滑度, 應建立完整之評估表作為選擇材料參考。	建議設計者應參考材料之止滑度及其使用之可能狀態, 慎選地坪材料。	使用有紋路的地面及抗滑性較佳的鞋底, 摩擦係數之差異可達 0.2 以上。	有潮濕之虞之地面, 建議採用表面具尖銳紋路之瓷磚。	地面應維持清, 如油污不易避免, 則應慎選地面材料。

表來源: 本研究整理

綜合相關研究文獻，簡要說明國內研究現況及主要論點如下：

(一) 國內研究現況

1. 名詞定義未統一：防止滑倒英文一般稱為 slip resistance，建築技術規則條文規定「地面需使用防滑材料」，惟部分研究稱為「地坪止滑」、「地面止滑」，而防滑性能評估之係數，有稱為「靜摩擦係數」(static coefficient of friction) 或防滑係數。
2. 防滑研究亟待加強：國內目前對地面材料進行防滑相關研究者，除勞工安全衛生研究所針對工作場所地面防滑所作之研究外，從防滑性能檢測之角度進行研究者，僅陳嘉基教授及標準檢驗局，且數量並不多。
3. 檢測方法歧異：目前國內相關研究文獻所使用之檢測儀器及方法皆不同，分別使用擺錘試驗計(陳嘉基, 1997; 陳嘉基、張嘉祥, 1999)、可變角度止滑計(謝孟傑、呂彥賓, 2006)及斜坡測試器(陳志勇、盧士一, 2006)。
4. 法令部份缺乏相關研究：研究皆尚著重於技術及檢測層面，對於法令規範部份缺乏相關研究。

(二) 國內研究主要論點

歸納國內現有研究，對地面材料防滑性能之主要論點如下：

1. 加強地面材料防滑性能規範，為防止滑倒重要關鍵因素之一。
2. 地面狀態影響其防滑性能，地面乾燥時防滑性能較佳，有污染時，防滑性能則會較低，其防滑性能依序為，乾燥 > 含水 > 清潔劑 > 油污。
3. 相同材質表面較粗糙者，在潮濕狀態時，具較佳之防滑性能。

## 五、國外相關研究文獻

相對於國內研究，國外對地面材料防滑性能及相關試驗之研究則相當多，摘要與本研究相關之研究文獻重點整理如表 1-2.2。

表 1-2.2 國外地面材料防滑相關研究文獻回顧

文獻名稱	三種攜帶式地面止滑計之評估	表面粗糙度對測量地面防滑性之影響	防滑測試方法介紹及應用斜坡滑動測試器在羅馬洞石之研究
	Evaluation of three portable floor slipperiness tests	The Effect of surface roughness on the measurement of slip resistance	Description of slipping test methods and application study on travertine by ramp slip meter
作者	Raoul Gronqvist, Mikko Hirvonen, Asta Tohv, 1999	Wen-Ruey Chang, 1999	A. Sariisik, S. Gurcan, A. Senturk, 2007
性質	期刊論文	期刊論文	期刊論文
研究動機	探討攜帶式地面止滑計所測得的摩擦係數的效度、精密度（可重複性）與一致性進行評估。	本研究主要目的為探討表面粗糙度對防滑性能之影響。	本研究主要目的為探討表面粗糙度對防滑性能之影響。
研究方法	選擇代表三種常使用的操作原理，分別是拖曳雪橇(Gabbrielli SM型測量器)、擺錘(攜帶式抗滑測量器)、與具有同時施予正向力與剪力的鉸接式支柱(Brungraber Mark II型測量器)，並以經人體力學確認的滑度模擬器作為參考設備。	使用水平拉式止滑計(HPS)、James 止滑計、BM II 止滑計、Ergodyne 止滑計及 Sigler 止滑計等五種止滑計，於乾燥情況及含水當污染物的情況下，測量菱形石磁磚與 Neolite 間的防滑係數。菱形石磁磚的表面特徵，以砂石爆破產生系統性的改變。	1. 比較目前常用之防滑性能試驗方法及其原理。 2. 選擇以人行走之斜坡測試器，探討羅馬洞石(travertine)在不同表面處理下之防滑效果，
研究成果	1. 證實其他研究指出 PSRT 測量器具有相當好的精密度，其主要缺點為測試之靴子的移動速度不符事實的高，用於測量行人抗滑性的效度應加以改善。 2. Proctor 在 1993 年的研究中，指出擺錘測量器會低估受液體污染的地面，特別是潮濕表面時的抗滑程度，本研究完全佐證了此發現。 3. 依據與 FIOH 滑倒模擬器的比較，可判斷 BM II 測量器在測量行人抗滑性上，為比 PSRT 測量器更具效度的儀器。 4. 攜帶式抗滑測量器的精密度與一致性可以接受，但在較高摩擦係數下會降低，顯示設計更可信的攜帶式地面防滑測量器上有迫切需求。	1. 因測量特徵的不同，Ergodyne 止滑計、BM II 止滑計與 James 止滑計，比水平拉式止滑計及 Sigler 止滑計更能偵測表面粗糙度對防滑係數的影響。 2. 在本研究評估的 21 項表面粗糙度參數中，於潮濕表面上與測得的防滑係數有最高相關性的參數為 Rpk 與 Rpm；而於乾燥表面上與測得的防滑係數有最高相關性的參數為 Ra 與 R3g。 3. 較粗糙的表面通常有較高的防滑係數；但地面表面如有較尖的高峰，及最佳的尖峰密度，則有較高之防滑係數。	1. 防滑係數隨著表面材料之粗糙度增加而提高。實驗結果發現，表面粗糙程度與防滑係數有密切關係。 2. 表面形狀之改變與顯然與地面材料有密切關係，這種改變或許與磨損過程有關。

表來源：本研究整理

綜合前述研究文獻及 Health and Safety Executive、Ceramic Tile Institute of America、Steven Di Pilla, Keith Vidal 等技術報告，歸納其重點如下：

1. 適用潮濕狀態之止滑測試計：研究文獻（Steven Di Pilla & Keith Vidal；Raoul Gronqvist, 1999）指出，自三〇年代研發出第一種止滑性測量器材(Hunter止滑計)以來，至少以研發出 70 種以上不同的止滑計，然而目前只有兩種器材於潮濕表面測量時，獲得美國測試與材料學會(ASTM) F-13 技術委員會<sup>註6</sup>之認可，分別是攜帶式可傾斜鉸接式支柱摩擦計(Brungraber Mark II，BM II)，及可變角度止滑計(VIT 與English XL型)。
  2. 無標準止滑計：目前各國主要使用之止滑計不盡相同，英國以擺錘式止滑計為主、德國以斜坡測試器為主、美國使用之儀器種類則較多，包括擺錘式止滑計及多種測試儀器，惟各不同儀器間，其防滑係數尚無法找到規律之公式，且研究文獻指出，設計更可信的攜帶式地面防滑測量器上有迫切需求（Raoul Gronqvist, 1999）。
  3. 黏著作用（sticky）：拖橇式(drag sled)之止滑計在表面潮濕狀態時，會產生黏著作用，主要是因水被擠出測量腳與試體表面，而與表面形成暫時的連結，致產生不合事實的高防滑讀數，有時甚至會比在乾燥情況下更高（Steven Di Pilla 與 Keith Vidal）。
- 由於附著是駐留時間的副產品，而駐留時間主要是表面接觸與施予水平力間的任何延遲，鉸接式支柱摩擦計與可變角度止滑計因減少駐留時間，所以無附著現象。
4. 擺錘式止滑計：英國以此儀器作為防滑性能之主要量測儀器，惟研究指出此儀器會低估受液體污染的地面，特別是潮濕表面時的抗滑程度（Raoul Gronqvist, 1999）。
  5. 防滑性能：同樣材質之地面材料，表面粗糙者，在潮濕狀態時，防滑性能較佳（Wen-Ruey Chang, 1999）。

## 六、小結

經由國內外相關研究文獻回顧，歸納如下：

---

註6：F-13 為ASTM 的技術委員會之一，主要負責事項為：safety and traction for foot wear, walkway and practices related to the prevention of slip and falls.

1. 加強地面材料防滑性能規範，為防止滑倒重要關鍵因素之一，我國對於此部份之研究尚待加強。
2. 地面狀態影響其防滑性能，地面乾燥時防滑性能較佳，有污染時，防滑性能則會較低，其防滑性能依序為，乾燥 > 含水 > 清潔劑 > 油污。
3. 表面平滑程度影響防滑性能：表面粗糙者，尤其具尖銳狀態者，在潮濕狀態下，防滑性能較佳。
4. 防滑性能多以防滑係數或靜摩擦係數來衡量，惟各國對於量測地面材料之防滑係數或靜摩擦係數之止滑計，並未有一致之標準，英國以擺錘式止滑計為主、德國以斜坡測試器為主、美國使用之儀器種類則較多，各不同儀器間，其防滑係數尚無法找到規律之公式。
5. 目前量測防滑係之儀器有 70 餘種，僅有部分儀器可適用於潮濕狀態下之量測。

### 第三節 研究範圍及預期成果

影響地面滑倒潛在風險之因素極多，本節首先界定研究之範圍，再針對本年度之研究計畫，說明研究之預期成果。

#### 一、研究範圍

由前述相關研究文獻回顧，發現影響滑倒因素極多，除個人因素外，在環境部分也有許多控制因素，包括地面狀態等，如保持地面之乾燥及清潔為重要關鍵，惟此部份為使用維護之問題，而國內外研究亦皆指出，加強地面材料防滑性能，為防止滑倒重要關鍵因素之一，本研究即以地面材料防滑性能為研究之範圍。

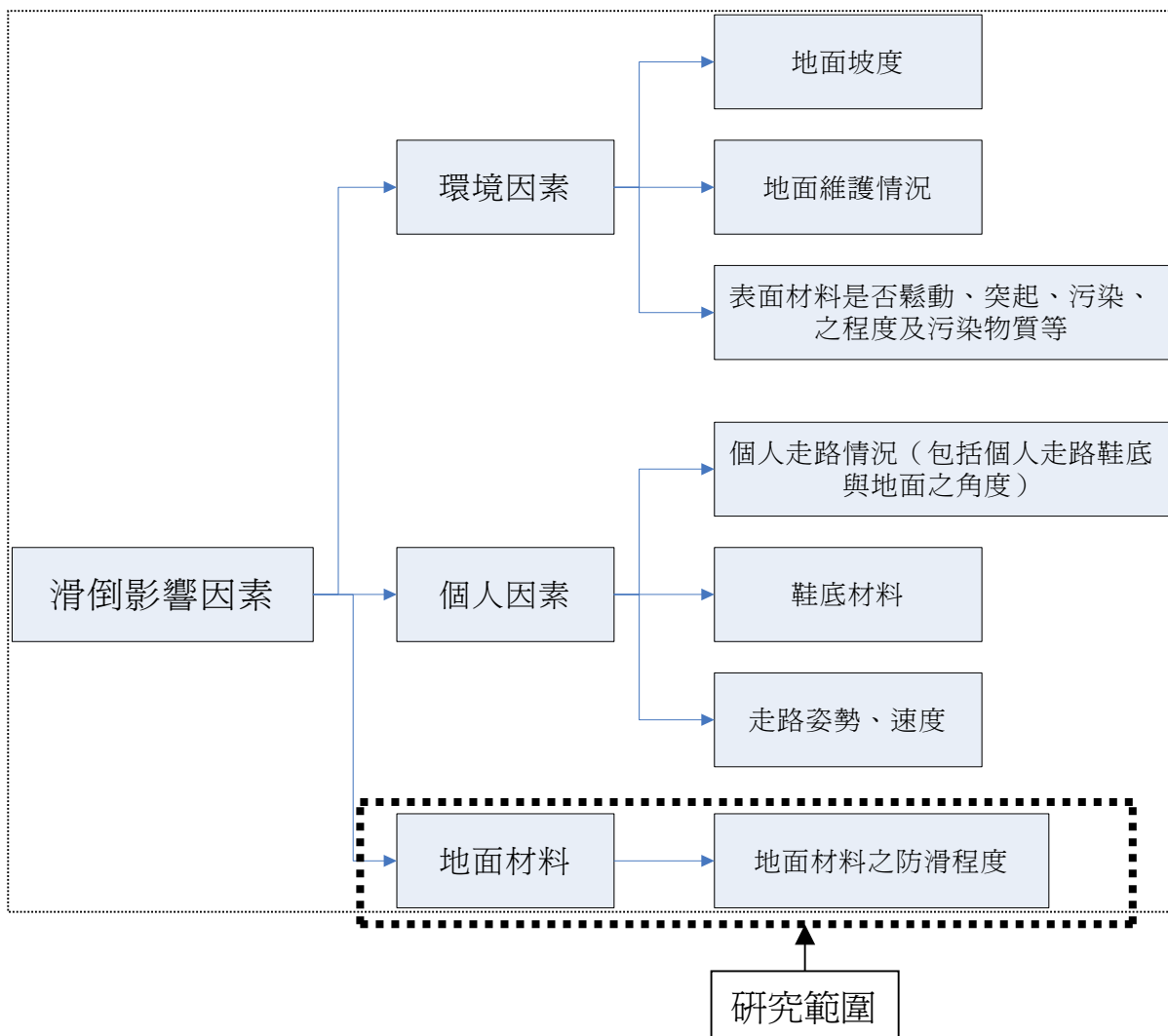


圖 1-3.1 研究範圍

本研究研擬

由國內外相關文獻回顧，發現部分止滑計有使用上之限制，本計畫主要以比較測試實驗儀器及方法，對國內產品之適用性，並藉以了解瓷磚在潮濕及乾燥狀態下之防滑性能，以作為法令訂定之基礎。

依據研究文獻（Raoul Gronqvist, 1999）指出，良好的測試儀器必須具備三個特性，分別是精確性（Precision）、有效性（Validity）及一致性（Consistency），其定義如下：

1. 精確性：指同一試體在相同之操作程序下，得到相同之試驗結果之可能性，試驗儀器可得到相同結果越多者，其精確性越高。
2. 有效性：指試驗之結果可確實反映試驗之目的。以止滑計而言，試驗結果越能反映真實行走狀況之地面防滑程度者，其有效性越高。
3. 一致性：指兩個以上同型之儀器對同一材料，得到相同試驗結果之可能性，試驗可得到相同結果越高者，其一致性越佳，部分儀器如手拉式水平測力計使用標準磚作為校正，以使檢測結果可更具一致性。

## 二、預期成果

本研究之預期成果為：

1. 文獻資料蒐集：國內外相關研究文獻資料蒐集及分析。
2. 法令比較：國內外相關建築法令規定及檢驗方法之比較分析。
3. 本土性探討：探討國內瓷磚之防滑性能，分別就乾燥與潮濕狀態進行檢驗，並與國內現有相關研究文獻進行比較，以了解國內材料之防滑性能。
4. 量測儀器比較：使用不同量測儀器，針對同樣材料進行測試，並比較其測試結果，以了解儀器之特性作為未來法令訂定之參考。
5. 研提改善建議：由於各種測試方式及儀器皆有其限制，針對常用之瓷磚訂定其適合之測試方式及基準。
6. 後續研究建議：提出後續進行之改善策略與研究方向，以作為後續研究之參考。



#### 第四節 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，各名詞定義臚列如下：

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，包括瓷磚、木板、石材等。
2. 滑倒 (slip)：指同一水平面上之跌倒<sup>註7</sup>。
3. 防滑：簡而言之，就是可讓人行走並避免滑倒。
4. 防滑性能：係指地面防滑之程度，目前有關防滑性能通常以防滑係數來做為衡量之係數。
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<sup>註8</sup>。
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<sup>註9</sup>。
7. 摩擦係數(coefficient of friction)：克服摩擦力所需之力與其正向力之比值<sup>註10</sup>。
8. 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<sup>註11</sup>。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。
9. 動態防滑係數 (dynamic coefficient of friction)：材料在相對移動之狀態下所作之測試值。
10. 精確性 (Precision)：指同一試體在相同之操作程序下，得到相同之

註7：依據「國際疾病傷害及死因分類標準」之定義。

註8：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。

註9：依據The assessment of pedestrian slip risk, "provides sufficient frictional counterforce to the forces exerted in walking to permit safe ambulation."

註10：同註8。

註11：同註8。

試驗結果之可能性，試驗儀器可得到相同結果越多者，其精確性越高<sup>註12</sup>。

11.有效性 (Validity)：指試驗之結果可確實反映試驗之目的。以止滑計而言，試驗結果越能反映真實行走狀況之地面防滑程度者，其有效性越高<sup>註13</sup>。

12.一致性 (Consistency)：指兩個以上同型之儀器對同一材料，得到相同試驗結果之可能性，試驗可得到相同結果越高者，其一致性越佳，部分儀器如手拉式水平測力計使用標準磚作為校正，以使檢測結果可更具一致性<sup>註14</sup>。

---

註12：參考「Wikipedia the free Encyclopedia」之定義。

註13：同註12。

註14：同註12。

## 第五節 研究方法與流程

本研究係以修正相關法令為重點，所以除須考慮法令之合理性、週延性外，亦須兼顧實際推動之可行性，所以本研究除蒐集國內外相關研究文獻，以參考修正防滑法令外，同時進行國內瓷磚之實際測試，以了解國內之材料現況，同時比較何種測試儀器具有較佳之量測性能，以作為未來檢測儀器與方法研訂修正之參考。

本計畫之研究方法，主要包括國內外研究文獻集法令規定蒐集及比較分析、實際之地面材料防滑性能試驗等，具體之研究方法及流程如下：

1. 文獻蒐集：國內外相關研究文獻及法令制度蒐集及比較分析。
2. 現況問題探討：檢討國內相關建築法令、檢測方法、執行現況等，以探討目前之問題癥結。
3. 材料測試：以國內目前常用之瓷磚為主要試驗對象，分別就乾燥與潮濕狀態，進行防滑性能試驗。
4. 進行不同測試儀器比較：以現有中國國家標準之兩種檢測方式（其中有一項為目前制定中之草案）及 ASM825 分別對相同材料進行測試，以比較儀器之性能，包括其精確性、有效性等；另外，為測試同類型之儀器對同一材料試驗之結果是否具一致性，本研究與經濟部標準檢驗局合作，就同樣之材料、相同之儀器與操作程序進行試驗，以測試儀器之一致性，俾做為未來法令訂定之參考。
5. 研提改善建議：依據試驗結果，提出國內未來法令修訂之方向建議，及後續改善之策略與研究方向。

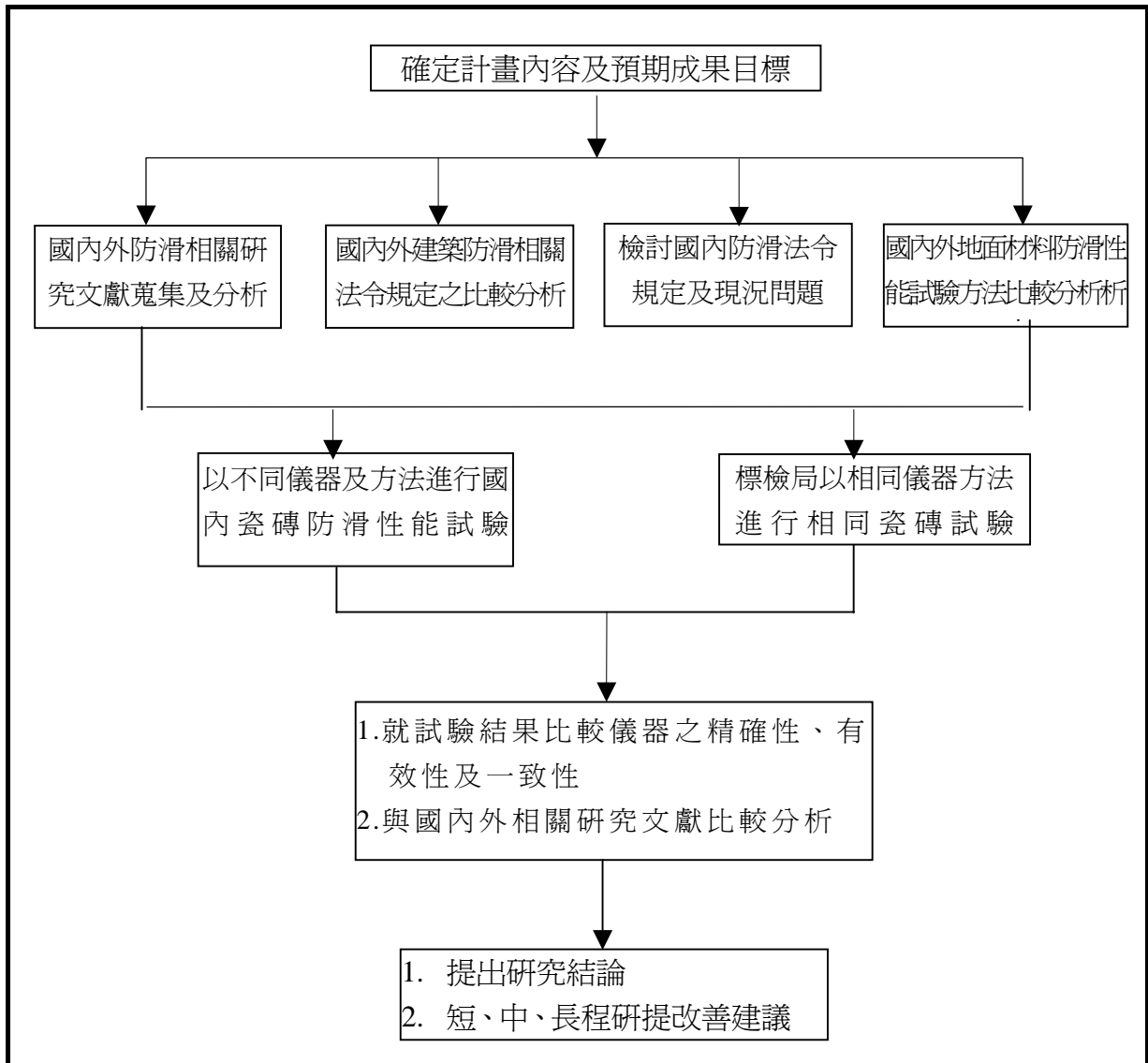


圖 1-5.1 研究流程圖

本研究研擬

## 第貳章 國內外法令規定及執行現況比較

本章探討國內有關地面防滑相關建築法令及檢測標準等規定，及檢討國內建築物因地面防滑性能不佳所引起之現況問題，綜合分析後，探討其問題癥結。

### 第一節 國內相關法令規定

國內目前有關地面防滑之規定，主要可分為兩部，一部分為設置規定，主要規定於建築相關法令，包括建築技術規則及建築物無障礙設施設計規範，另一部分為關於檢驗方法之規定，主要規定於中華民國國家標準（CNS），分別說明如下：

#### 一、建築相關法令

##### （一）建築技術規則

建築技術規則設計施工編中，規定地面防滑相關條文規定包括：

1. 第三十九條 坡道；建築物內規定應設置之樓梯可以坡道代替之，坡道之表面，應為粗面或用其他「防滑材料」處理之。
2. 第一百七十五條 供行動不便者使用之廁所及浴室：地面應使用「防滑材料」。

##### （二）建築物無障礙設施設計規範

包括室內走廊、室外通路、坡道、樓梯、廁所及浴室等，所有地面皆應平整、堅固、「防滑」。

建築技術規則及建築物無障礙設施設計規範，雖有地面應「防滑」之規定，惟皆未對防滑作明確之定義，僅係一模糊之觀念。

#### 二、中國國家標準

中國國家標準（CNS）對地面防滑相關規定，可分成兩部分，分別是材料標準及檢驗標準，首先檢討地面材料部分，是否要求針對防滑性能

進行檢驗或標示，另外在檢驗方法部份有哪些與防滑相關之檢驗規定。

### (一) 材料部分

在材料部分之規定，無論是瓷質地磚或窯燒花崗石面磚，其應施檢驗項目皆未包括「防滑性能」。

#### 1. 瓷質地磚：(總號 9740，類號 R 2164)

本標準第 7 項，規定檢驗項目包括：外觀、尺度、翹曲、尺度收縮不齊、吸水率、抗折試驗、摩耗試驗、耐酸鹼試驗。

另標準第 9 項第一款，規定每一包裝應標示事項包括：製造廠商名稱或其商標、製品之稱呼法、尺度、數量、製造年份，第二款規定產品應於胚底以型壓燒成方式標示生產國別或地區。

#### 2. 窯燒花崗石面磚：(總號 13431，類號 R 2199)

本標準第 6 項，規定檢驗項目包括：外觀、尺度、翹曲、尺度收縮不齊、吸水率、耐酸鹼性、背溝（外裝壁磚）、磚面耐磨性。

另標準第 8 項，規定每一包裝應標示事項包括：製造廠商名稱或其商標、品名、尺度、數量、等級。

### (二) 檢驗部分

有關防滑相關檢驗標準，目前有 2 項，另有一項草案正制定中，摘要說明檢驗標準如下：

#### 1. 地板滑動檢驗法：(總號 891，類號 A3159)

本標準規定以錘擺型地板滑動試驗機(以下簡稱試驗機)測定地板加工材料滑動抵抗係數之方法，該規定較適用於汽車使用之路面防滑性能測試。

#### 2. 陶瓷面磚或類似材料表面靜摩擦係數試驗法：(總號 13432，類號 R3178)

本標準規定以紐來特(Neolite)尾端裝置測量陶瓷磚面(以下簡稱面專)或類似材料於潮濕及乾狀態下之表面靜摩擦係數試驗方法，本法可於實驗室或現場進行。

依據「地面止滑性能之研究」(謝孟傑, 2006), 指出本方法目前有兩個問題, 包括無法取得校正之標準磚, 影響數據之正確性。另一個為近年來常遭受質疑之問題, 即部份研究指出, 此儀器在量測潮濕表面時, 會因粘著效應 (Sticktion) 問題導致量測數值偏高現象。

### 3. 止滑性能-可變角度止滑計法

本標準目前尚制定中, 係以可變角度止滑計測量陶瓷面磚或類似材料之靜摩擦係數, 本法最大之優點在於其可適用於乾燥及潮濕狀態之測試, 同時因其測試片滑動方式與人走路之方式類似, 且無粘著效應之問題, 為國外常用之檢驗方法。

## 三、小結

經由前述國內目前建築相關法令及中國國家檢驗標準之檢討, 發現國內目前法令規定之問題包括:

1. 防滑缺乏明確定義: 建築相關法令雖有地面應「防滑」之規定, 惟皆未對防滑作明確之定義。
2. 材料未規定標示防滑性能: 依據中國國家標準, 地面材料如瓷磚等, 並未規定應進行檢驗及標示「防滑性能」。
3. 防滑相關檢驗方法未盡完備: 目前之 2 種檢驗方法, 對地面材料之檢驗皆有其限制, 至於制定中之可變角度止滑計法, 是否確實適用於國內材料之檢驗, 由於尚未正式施行, 缺乏實際之驗證。

## 第二節 現況檢討

本節首先檢討國內室內外環境中，因地面防滑性能不足所引起之滑倒問題，及探討建築環境中，相關之地面材料應用及管理維護之問題，以整體性探討問題癥結。

### 一、國內建築環境中之滑倒問題現況

國內現有建築環境中之地面防滑性能如何，並無相關研究或調查數據，為從下列相關研究調查中，不難發現目前因地板防滑性能不足所造成問題之嚴重性：

1. 五分之一的老年人最近一年內曾跌倒：衛生署 94 年調查顯示，在完成的 2,724 位 65 歲以上老年人中，一年內曾發生跌倒者達到 20.5%<sup>註15</sup>（蔡益堅等，2007），而其中有四成發生在家裡，最常見的跌倒地點包括客廳、臥室、浴室或廁所，跌倒時都是在家走動中發生，而跌倒歸因於環境者，最主要原因為「地板太滑」。
2. 超過五成的人曾在家裡發生跌倒或滑倒意外：陳嘉基在民國 77 年對台灣民眾之調查中發現，在 1199 份有效問卷調查中，發現有五成的人曾在家裡發生跌倒或滑倒意外<sup>註16</sup>，且陳嘉基在後續研究中更指出「跌倒事故發生的原因非單一因素產生，往往是伴隨著多重因子交集而促成意外，而其中關鍵即是地板太滑所引起」<sup>註17</sup>。
3. 跌倒之醫療費用支出：花蓮玉里醫院感染委員會，指出跌倒佔一般醫院意外事件中的 7-8 成，老人跌倒事件中以滑倒最常見，國內因跌倒

<sup>註15</sup>：依據「1999 年與 2005 年台灣地區老人跌倒狀況之比較」，1999 年中老年調查完訪之 2,890 位 65 歲以上老人，以及 2005 年國健調查完訪之 2,724 位 65 歲以上老人資料，進行比較兩次調查資料所呈現老人自述過去一年跌倒經驗之盛行率從民國 88 年的 18.7% 增加到 94 年的 20.5%

<sup>註16</sup>：資料來源：「建築空間地坪滑倒意外研究-意外事故、墜落宇跌倒死亡率之統計分析」，民國 77 年對台灣民眾之調查中發現，在 1199 份有效問卷調查中，有 33% 的家人曾在浴廁裡滑倒、31% 在樓梯滑倒、17% 在廚房滑倒、13% 在臥室或客廳滑倒。

<sup>註17</sup>：資料來源：「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」，p.17。



造成髖骨骨折的平均住院天數為 8.9 天，費用為 97156 元。

依據衛生署統計，95 年因滑倒所造成之死亡約為 25 人<sup>註 18</sup>，雖然其所佔死因之比例極低，惟研究（杜友蘭、陳嘉基，1997）指出，意外事故發生率往往是死亡率的 100-500 倍，部份意外雖不致造成死亡，但卻可能造成嚴重的影響，尤其是對高齡者及糖尿病患者<sup>註 19</sup>，另外多數滑倒多為產生嚴重問題時才會上醫院或通報，所以若直接由住院率或死亡率來看，可能會被忽略，無法了解其真正嚴重性。

## 二、國內建築物地面材料應用及維護現況

國內目前地面材料之應用與地面維護現況問題，分別檢討如下：

### （一）地面材料未標示防滑性能

由於國內目前地面材料並未規定應標示防滑係數，所以市售材料並未清楚標示其防滑係數或相關之防滑性能，惟不少地面材料皆強調其具防滑特性，但依據國內目前研究顯示，部分標榜防滑之瓷磚，在潮濕狀態時，不但未能達到防滑最低門檻，同時還具有相當危險性。

### （二）地面潮濕問題

依據相關研究顯示，地面維護狀況對防滑性能有極大影響，當地面潮濕或有污染時，將影響其防滑性能，而國內由於下雨及濕度較高，除少部分建築物地面有污染之問題外，多數建築物地面常有潮濕之問題，尤其是公共建築物之廁所及走道等，常有因潮濕而導致滑倒之問題。

## 三、小結

歸納前述現況問題檢討，發現國內目前在地面防滑部分所面臨之現況問題包括：

---

<sup>註 18</sup>：意外墜落，依國際詳細死因分類，從 E880 到 E888 之編號，分別為 E880 為由樓梯上或階梯上跌落或跌倒、E881 由梯子或鷹架上跌倒、E882 由房屋或其他建築物上跌落、E883 為跌入洞穴或其他開口處、E884 其他由某一高度跌至另一高度、E885 於同一水平面上滑倒、摔倒或絆倒、E886 為因碰撞或推擠造成之跌倒、E887 為未明示原因之骨折、E888 其他及未明示之跌倒等。本研究所探討之滑倒意外應屬於 E885 之範疇。

<sup>註 19</sup>：玉里醫院感染委員會，指出在國內 TQIP 統計跌倒發生率 0.03%，國際資料為 0.25%，可是國內跌倒傷害率 50.16%，國際資料為 32.58%

1. 滑倒意外頻傳：國內滑倒意外發生之頻率極高，滑倒致死之比例雖低，但因滑倒引起之嚴重問題，包括個人及家屬之生活品質及健保支出等，都是非常嚴重的問題。
2. 地面潮濕：國內由於氣候較為潮濕，所地面易有潮濕問題，影響地面之防滑性能。
3. 地面材料未明確標示防滑性能：部分地面材料雖標示具防滑特性，但未明確標示防滑性能，設計者及消費者不但無法依需求選擇適當之地面材料，甚至常有誤導之問題。
4. 相關法令未盡完備：建築技術規則及中華民國國家標準雖皆有相關規定，惟因缺乏明確定義及具體規定，未能確實規範地面材料之防滑性能。

### 第三節 國外相關法令規定

世界各國，無論歐美或亞洲、紐西蘭等，滑倒意外皆為重要死因之一，至於因為滑到所造成的醫療支出及影響病患之生活則更為嚴重，所以各國都致力於降低地板滑倒之潛在風險，而主要之作法則多以提昇地板表面之防滑性能為主，簡要說明各國相關法令及檢測規定如下。

#### 一、美國

依據美國國家安全委員會（National Safety Council）統計，每年約有 900 萬行動不便者（每天約 25,000 人）發生滑倒或跌倒意外，每年約 1200 人因滑倒或跌倒而死亡，平均約 7 個小時即有一人因跌倒去世<sup>註 20</sup>，所以美國在無障礙相關規定中皆特別強調地面必須防滑，而且因供公眾使用之建築物，若因設置或維護不當，造成使用跌倒受傷，業主必須負責<sup>註 21</sup>，所以無論在法令規定或實際之執行層面，皆具良好成效。

##### （一）地面防滑規定

在美國通行最為廣泛的「可及與可用之建築物及設施設計標準」（American National Standard – Accessible and Usable Buildings and Facilities, 簡稱ANSI A117.1）中，在第三章基本規定中，有關地面部份，開宗明義即規定，所有設施之地面皆須平整、堅固、防滑<sup>註 22</sup>。另外，美國無障礙設計指引（The Americans with Disabilities Act Accessibility Guideline, 簡稱 ADAAG），第 4.5 有關地面及樓板表面之通則中，規定在無障礙房間、空間中，包括樓板、走道、坡道、樓梯及路緣坡道之表面同樣必須平整、堅固及防滑<sup>註 23</sup>。

##### （二）防滑標準

<sup>註 20</sup>：資料來源：Ceramic the Institute of America. Inc.

<sup>註 21</sup>：由於因建築物設置不當，造成使用者意外受傷時，可據以要求賠償。

<sup>註 22</sup>：「可及與可用之建築物設計標準」，第三章 302.1 通則：樓地板或是地面的表面應穩定、堅固、防滑，條文規定詳附錄 3.2。

<sup>註 23</sup>：條文規定詳附錄 3.2。

依據 ANSI A117.1 之附錄指出 (Understanding Coefficient of Friction, 2006)，每個人走路不盡相同，一般而言，正常走路所需之防滑係數約為 0.25-0.3 即可，長程及走路速度較快時需較高的防滑係數。

對於地板防滑之情況，變化極大，可以有幾百萬種組合方式，包括數種鞋底材料及設計、地板材料、地面外觀、乾燥及清潔程度、污染之型態及數量、走路之方式及接觸地面之角度、體重、垂直重量、照明及表面認知、視野、是否有因喝酒或吃藥等產生之暈眩等，由於目前的測試方式都有其盲點，所以最好的方法就是提高防滑係數的標準，所以 ANSI 依據 ASTM C1028 之測試方式，提出建議如表 2-3.1。

表 2-3.1 ANSI 依據 ASTM C1028 測試方式之建議表

測試值	滑倒風險性
$0.6 \leq \mu$	非常好的防滑
$0.5 \leq \mu < 0.6$	適中
$\leq \mu < 0.4$	必須小心

表來源：ANSI A117.1 附錄

因目前美國對於防滑之檢測方式及標準，尚未取得共識，所以 ANSI A117.1 及 ADAAG 皆未將測試方式及標準訂定於內文，而暫定於附錄中提供參考。

### (三) 檢測方法

目前各國多以靜態防滑係數作為規範之參考資料，惟由於各界對量測方式及防滑標準尚未取得共識，所以即使在美國亦未指定標準之測試方式<sup>註 24</sup>，而目前美國測試及材料協會 (The American Society for Testing and Materials, ASTM) 所承認之檢測方式相當多，就目前較通行者整理如表 2-3.2。

<sup>註 24</sup>：1993 年 11 月美國無障礙委員會發布 4 號公報 (Bulletin #4, Surfaces)，指出由於缺乏比較性資料，靜態防滑係數並未指定測試方法。

表 2-3.2 美國測試及材料協會承認之防滑測試方法

名稱	測試方法及對象	適用場所	備註
C-1028-96	以水平拉力計量測陶瓷磚及類似材料之靜態防滑係數之測試標準。	乾燥地板使用類似於鞋跟之配件。	為目前常用於現場實際地板測試之方法。
D-2047-93	使用傑摩士儀器測試光滑地面材料之靜態防滑係數，僅適用於乾燥之地板，不適用潮濕、粗糙或有波紋之地板。	須在實驗室嚴謹的控制條件中進行，不適用於現場實際地面測試。	為目前多數人（含美國無障礙協會及 UL 協會等）認為最精確之測試方式。
E303-93	採用英國擺錘止滑測試計量測，為動態測試量測橡膠滑塊（slider）平行測試表面之能量損失。	適合於實驗室及現場，亦適合於拋光面在實驗室之區面上進行拋光滾輪（polish-wheel）測試之量測。	此種儀器量測之結果，與他種儀器或方法進行量測之結果未必有絕對之關係。
F-462-94	浴室設施止滑消費者安全說明項目。本測試包括浴缸、淋浴間構造及相關設施。	使用裝置於桿上之矽利康橡膠（silicon rubber）在肥皂水中進行測試。	
F-609-96	使用水平止滑計測試之方法。可測試地面與鞋底、鞋跟或相關材料之靜態防滑係數。		除 C-1028 外，此方式為最廣泛被接受之測試方法。
F-1679-96	使用可變角度計及 PIAST (Standard Test Method for Using a Portable Inclineable Articulated Strut Slip Tester) 計測試。本方法測試地面與鞋底、鞋跟或相關材料之防滑係數。	可在實驗室、現場測試，並可於乾燥、潮濕或有其他附著物之情況下進行。	

表來源：本研究整理

#### （四）執行現況

1. 材料標示：美國陶瓷協會要求 2003 年 1 月 1 日之後，所有在美國出售之堅硬或有彈性之地面材料，皆應標示利用水平拉力計測試防滑

性能之結果，廠商亦可使用替代性測試，惟需證明該測試相當於或較水平拉力計測試之結果更能符合人類穿鞋之摩擦行為<sup>註25</sup>。由於上述規定，美國目前多數市售地面材料皆已清楚標示該材料之防滑性能。

2. 實際執行：美國無障礙相關設計規範中，雖皆僅規定地面必需防滑，並未在內文中明確規定防滑之標準，惟因若有滑倒意外時，法院多以地面之防滑係數 0.5 作為業主有無責任之判定標準，所以設計者及業主多不敢對地面之防滑性能掉以輕心。

## 二、英國

依勞工部統計，英國工作場所中，每三件意外至少有一個是水平面的跌倒或滑倒，且其中大約有 1/5 的這類意外需住院三天以上（The assessment of pedestrian slip risk），每年至少有 35,000 件滑倒意外，換句話說，每 3 分鐘有一件嚴重的滑倒意外<sup>註26</sup>。

### （一）地面防滑規定

英國無障礙設計規範（Approved Part M），在室外通路、室內走廊、入口大廳等皆規定其地面必需防滑外<sup>註27</sup>，另外還特別規定：

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

### （二）防滑標準

英國無障礙設計規範中並未明確訂定防滑標準，參考附錄中提出以下建議如表 2-3.3。

---

<sup>註25</sup>：該測試儀器必須為市面上可容易購買，使別人可輕易購得進行實際測試。本部分之測試並不排除目前使用中或未來開發或改良之測試方式，如果該方法在 14 個以上實例，及不同的坡度測試中，顯示與人類穿鞋或赤腳之摩擦行為之R相關在 0.90 以上，則亦可使用。

<sup>註26</sup>：資料來源：Health and Safety Executive。

<sup>註27</sup>：「Approved Part M」相關條文詳附錄 3.3。

表 2-3.3 英國無障礙設計規範依據 (BS 7976) 測試方式之建議表

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

表來源：Approved Part M 附錄

另英國防滑協會 (United Kingdom Slip Resistance Group) 建議在潮濕但清潔的地面上，使用擺錘測試器，最小 BPN (British Pendulum Number) 值如下。

1. 使用 4S 橡膠滑塊 (Four S rubber slider) 測試，在可能會潮濕之水平地面 BPN 值最小為 35。
2. 使用 TRRL 橡膠滑塊測試，在淋浴間或泳池之平台，BPN 值最小為 35。

### (三) 檢測儀器及規定

英國在防滑性能檢測儀器部分，主要是使用擺錘測試器，依據 (BS 7976) 測試。此測試儀器為美國國家標準局率先提出，由英國進一步發展而成，美國 ASTM 將此種方式指定為 E 303-93 (1998)，目前此儀器為英國、美國及澳洲、紐西蘭等國家常見的測試方式。

1. 適用之對象及限制：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，應用此方式於有限側面之測試也非不可能，但此類測試仍以其他方式較佳。
2. 測試值與防滑性能關係：本測試量測結果以 BPN (British Pendulum Number) 表示，BPN 值愈大代表材料有較大的防滑效果，反之則愈小。

### (四) 實際執行

目前英國市售地面材料，多清楚標示其防滑性能，提供設計者及消費者做選擇之參考。

## 第四節 國內外相關法令比較

### 一、建築法令相關規定

由於行動不便者，是潛在滑倒風險較高之族群，所以各國多在無障礙設施設計規範中，明確規定相關地面必需防滑，比較國內外建築法令有關地面防滑規定如表 2-4.1。

表 2-4.1 國內外建築法令有關地面防滑規定比較表

設施項目	國別				我國	
	美國	英國	日本	新加坡	建築技術規則	設計規範
走廊	✓	✓	✓	✓		✓
坡道	✓	✓	✓	✓		✓
樓梯	✓	✓	✓	✓		✓
室外通路	✓	✓	✓	✓		✓
障礙者可到達之無障礙空間	✓	✓				✓
浴廁	✓	✓	✓	✓	✓	✓

註：英國特別規定在室外坡道及浴廁部分，乾濕狀態下皆須為防滑。

表來源：本研究整理

### 二、防滑標準

美國、英國及日本皆以防滑係數來作為地面防滑性能之指標，惟由於目前的測試，試體較小、測試方式亦未盡一致，所以法令上皆未明確規定，多僅列於附錄參考，其中較為清楚者，包括：

1. 美國：檢測儀器及方法極多，一般接受之防滑標準為：在水平狀態防滑係數大於 0.5，在坡道則應大於 0.7。
2. 英國：英國多使用擺錘測試器，一般接受之標準為 BPN 大於 35。
3. 日本：日本之檢測也多使用擺錘測試器，一般接受之標準為 BPN 大於 35。



### 三、小結

經由前述國內現況問題檢討，及國內外相關法令規定比較，歸納以下重點：

1. 我國地面防滑規範之範圍不足：比較美、英、日本及新加坡，發現各國在無障礙建築相關規定中多已將各空間及設施之地面材料應具防滑性能納入法令規定，相較於我國之建築技術規則，僅規定浴廁之地面材料應防滑，確有不足，所幸目前公布中之建築物無障礙設施設計規範草案已將各設施及空間之地面材料納入，俟規範實施後，應可解決法令規範未盡周延之問題。
2. 防滑缺乏明確定義：各國多以防滑係數作為防滑性能之指標，並訂有參考性之最低防滑係數，相較之下我國對於「防滑」並未明確定義。
3. 市售材料未標示防滑係數：美國、英國及日本之市售地面材料，多已清楚標示其防滑性能，提供設計興建者及消費者使用之參考。惟我國目前並未要求材料檢驗或標示其防滑性能，所以目前雖有部份地面材料強調具防滑功能，但並未以性能方式標示其防滑程度，無法確認是否確實具防滑性能。
4. 防滑係數之訂定須考慮使用狀態：由於多數材料提供之防滑係數都是產品出廠時之狀況，惟產品因為鋪設、使用及維護情況之差異，其防滑程度顯然會有很大不同。對於坡道或易有潮濕、油污之地面，研究文獻建議儘量採用較高防滑係數之地面材料，但是無論何種規定，皆強調堅固防滑的地面為防止滑倒之基本要求。



## 第叁章 實驗規劃與執行

本章首先探討防滑性能量測原理，再就目前國際間使用的防滑性能量測儀器做比較，並分析國內瓷磚性質後，選定測試之樣本，及考慮在現有的法令規定及可攜式試驗儀器為主，選定手拉式水平測力計、可變角度止滑計及 ASM 825 進行試驗，以比較三種試驗儀器之性能，同時並與標準檢驗局合作，以比較測試儀器之一致性。

### 第一節 防滑性能量測原理探討

依據美國國家安全委員會 1996 年的統計資料指出，自二零年代研發出第一種抗滑性測量器材(Hunter 滑度計)以來，至少以研發出七十種以上不同的滑度計。惟目前之測試儀器尚有以下問題：

1. 多數儀器無法適用於潮溼表面，目前為止，僅有兩種儀器證明可同時適用於乾燥及潮濕表面，獲得美國測試與材料學會(ASTM)F-13 技術委員會之認可，分別是攜帶式可傾斜鉸接式支柱摩擦計(PIAST, Brungraber Mark II 型)，及可變角度止滑計(VIT 與English XL型)<sup>註 28</sup>。
2. 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)。
3. 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。

依第一章之文獻回顧，防滑性能 (slip resistance) 係指地面可

<sup>註 28</sup>：依據「*Pedestrian Slip Resistance*」p.3 指出，由美國測試與材料學會(ASTM)於工作場所進行的力板分析與粗糙度測量結果，已證實前述兩種器材，可產生可重複及再現的結果。

抑制行人腳（鞋）底滑動之能力，主要與表面粗糙度有關，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<sup>註29</sup>：

### 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 3-1.1)。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

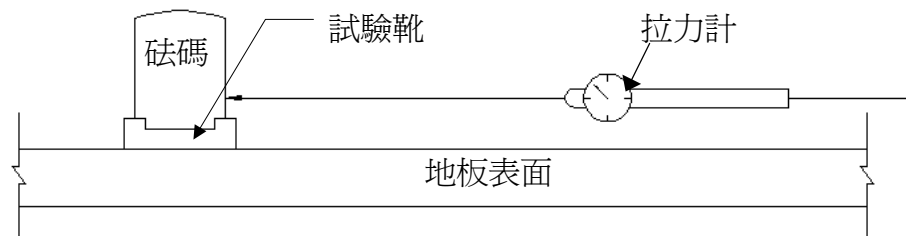


圖 3-1.1 表面靜摩擦係數量測方法之 1

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，系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 3-1.2）。

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

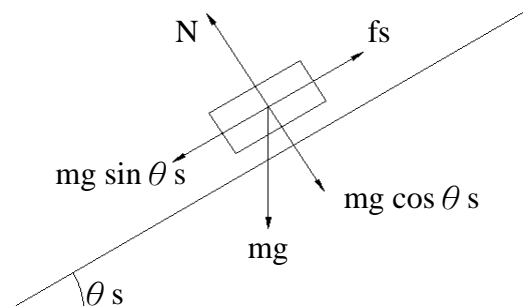


圖 3-1.2 靜摩擦角量測方式之 2

圖來源：「地板止滑性能之研究」 p. 4

<sup>註29</sup>：本段主要係參考「地板防滑性能之研究」 p.4 - 5。

本拖橈以及關節支柱 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 3-1.3)，此種儀器在我國之 CNS A3159 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。

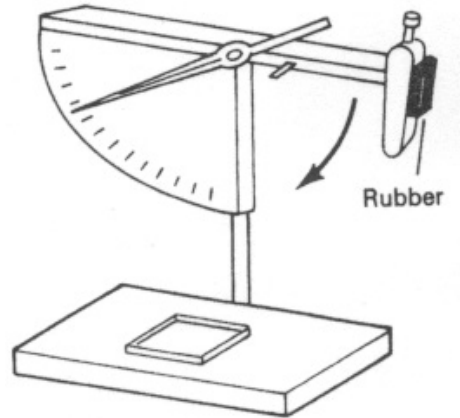


圖 3-1.3 :ASTM E303 英式擺錘試驗計

圖來源：ASTM 網站

惟英國及日本等國家，係以此儀器測試人行地面材料之防滑性能。

## 三. 利用傾斜之絞接撐桿(articulated strut)量側地板防滑性

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 3-1.4)。

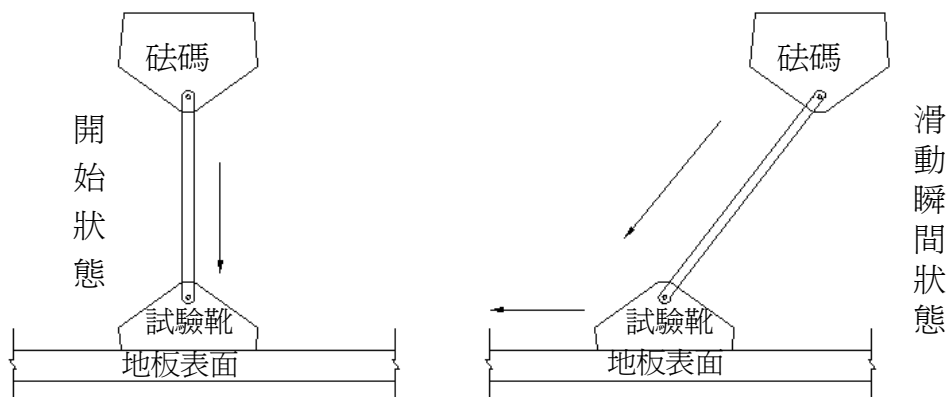


圖 3-1.4: 以絞接撐桿方式量測地板之防滑性能

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

#### 四、小結

綜合前述分析，可發現防滑性能主要係以防滑係數作為衡量其優劣之指標，而防滑係數之量測，所依據之原理除前述三種外，尚有利用煞車輪型測量器，參考 Raoul Gronqvist 在 199 年整理之儀器與依據之原理及測得之防滑性能整體如表 3-1.1。

表 3-1.1 防滑性能測量原理及儀器名稱與性能指標一覽表

操作原理 (輸出之值)	儀器名稱	防滑性能指標
拖橇式 Drag / Towed sled (Force)	1. Bigfoot 3. Schuster 2. Drag sled tester, PTI - DST 4. Model 80 5. Horizontal Pull Slipmeter, HPS 7. Floor slide Control 2000 6. Tortus	靜摩擦係數 (Static COF) : 1,2,3,4,5 穩定狀態之動摩擦係數 (Steady - state kinetic COF) : 3,4,5,6,7
擺錘式 Pendulum striker (Loss of energy)	8. British portable skid tester, BPST 9. RRL skid tester 10. Sigler	動摩擦係數 (Transitional kinetic COF) : 8,9,10
傾斜之絞接撐桿 Articulated strut/ Inclined leg (Angle of inclination)	11. Carlsoo - Mayr 12. Pangels 13. Brungraber Mark I 14. Brungraber Mark II 15. Ergodyne 16. English XL	靜摩擦係數 (Static COF) : 11,12,13,14,15,16 動摩擦係數 (Transitional kinetic COF) : 14,15,16
煞車輪式 Braked wheel/ Skiddometer (Axel torque from braked rolling wheel)	17. Portable friction Tester, PFT 18. FIDO (prototype of PFT)	穩定狀態之靜摩擦係數 (Steady - state kinetic COF) : 17,18

表來源：本研究參考 “Endorsement of Portable Test Methods and Slip Prevention Standards for Existing Flooring” p.2 整理。

## 第二節 檢測儀器比較與選擇

依據上一節介紹之量測原理，目前國際間有許多儀器可進行防滑測試，但是並沒有任何一種可提供絕對的參考數值<sup>註30</sup>（A. Sariisik, S. Gurcan, A Senturk, 2007），下面就目前較為通行的檢測儀器及測試對象與限制等，簡要介紹如下：

### 一、水平拉力測試方法（Horizontal pull-meter method）

主要係依據 ASTM C1028，本測試方法為量測靜態摩擦力，COF 係由水平力/垂直力計算而得，其中最受到質疑處為其拉力係以手施力，影響量測之精確性。國內 CNS 13432 陶瓷面磚或類似材料表面靜摩擦係數試驗法亦使用此種儀器。



圖 3-2.1 水平測力計

照片來源：本研究拍攝

#### （一）適用之對象及限制

本儀器為美國常用之檢測儀器之一，適合陶瓷等地面材料之測試，僅適用於乾燥地面，美國陶瓷協會要求 2003 年後，所有上市之瓷磚必須標示本項檢測之數據。

#### （二）建議值

本測試之結果係界於 0 至 1 之間，值越大則表示防滑程度越高。至於多大為適當之防滑係數值，參考美國目前多數研究及相關協會之建議，包括勞工安全及健康管理（Occupational Safety and Health Administration）、保險商實驗室（Underwriters Laboratories）、OCHA 及聯邦商業委員會（Federal Trade Commission）等，多以防滑係數應為 0.5 以上作為最低防滑係數之規定，美國法院亦以 0.5 作為最低防滑之判定標準。

註30 : no machine provide an absolute reference for the measurement of a given slip resistance.

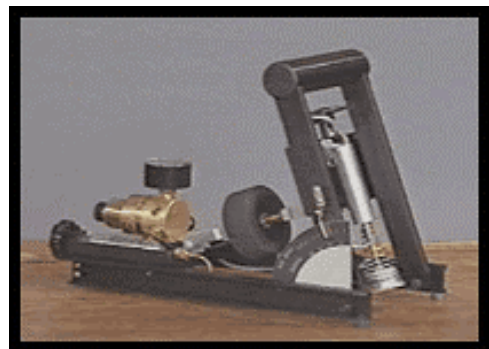
惟 1997 年由建築及交通無障礙委員會 (Architectural and Transportation barriers Compliance Board) 贊助賓州大學交通學院之研究顯示，對身體有障礙的人而言，其對防滑之要求較高，並建議在水平之地板面靜態防滑係數宜為 0.6，在坡道則宜為 0.8。但由於該數據之資料搜集係以非典型之測試片 (類似橡膠) 試驗之結果，而該測試儀器之數值通常較皮革或人造皮高，所以目前仍多以 0.5 作為最低防滑係數。

## 二、可變角度止滑計 (English XL Variable Incidence Tribometer)

大部分滑倒的意外都是來自於表面附著其他物質，例如像水，油漬，或其他不明物質，本儀器不但強調其設計係模擬人行走時之狀況，同時也適用於不同之地面狀態。

### (一) 適用之對象及限制

本儀器可適用於乾燥及潮濕之表面，應用極廣，目前 CNS 參考本檢測方法制定之「可變角度止滑計」檢驗方式草案中，惟美國之 ASTM 於上 (2006) 年將此方法自公告中撤消。



### (二) 建議值

本儀器測出之結果為滑動係數 (Slip Index)，設備的刻度從 0.0 到 1.0，越低代表越危險，越高代表越安全，本儀器亦建議以 0.5 以上作為最低防滑係數之規定值。



圖 3-2.2 可變角度止滑計

照片來源：本研究拍攝

## 三、詹姆士測試器 (James machine)

使用鉸鏈推動測試片摩擦地面材料，COF 係計算鉸鏈在滑動之曲線角



度中得到之數值。保險商實驗室服務的 Sindey James，於四〇年代研發出最早的滑度計，稱為 James 滑度計，屬於鉸接氏支柱型的摩擦計。此器材會施予定量的垂直力於測試墊片(皮革材質)，接著再施予逐漸增強的側力，直至發生滑倒為止 (Steven Di Pilla, 2001)。

本儀器為常用的測試儀器之一，且為目前多數人認為最正確之測試儀器，所以常引用此儀器做為他種儀器之驗證及校正誤差。美國國家標準 D-2047 即使用此種測試儀器之標準測試方法，美國目前有許多獨立之實驗室及材料協會等<sup>註 31</sup>皆贊成以 James Machine 測試地面材料之防滑性。

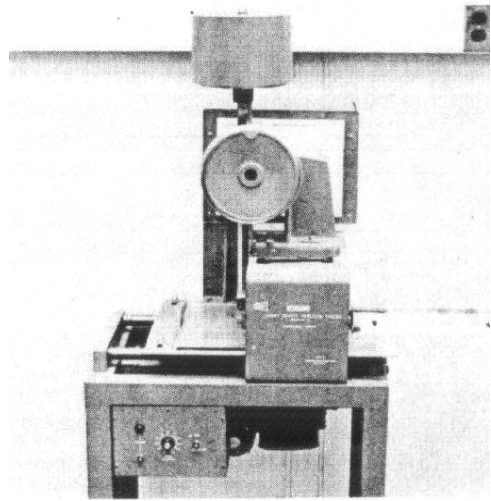


圖 3-2.3 詹姆士測試器

照片來源：ASTM 網站

#### (一) 適用之對象及限制

本測試必須在實驗室嚴謹的控制條件中進行，不適用於現場實際地面測試。且不能量測潮濕、粗糙的表面材料，所以較適合於一般使用室內乾燥且平滑之地面材料做產品測試。

#### (二) 建議值

本測試之結果同樣為靜態摩擦係數，與第一項之水平拉力測試方法相同，值係界於 0 至 1 之間，其建議值亦以 0.5 以上為最低防滑係數。

### 四、擺錘測試器 (Pendulum tester)

此測試為美國國家標準局率先提出，由英國作進一步發展而成 (R4)，美國 ASTM 將此種方式指定為 E 303-93 (1998)。為英國、澳洲及紐西蘭等國家常見的測試方式。

#### (一) 適用之對象及限制

<sup>註 31</sup>：採用及贊成 James Machine 測試方法者，包括 Underwriters Laboratories 採用作為磨光地面材料防滑之測試，化工產品協會 (Chemical Society Manufacturers Association) 其成員包括美國多家具領導地位之地面裝修材料廠商，OAHA 及聯邦商業委員會 (Federal Trade Commission) 等。

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。



圖 3-2.4 擺錘測試器

照片來源：本研究拍攝

## (二) 測試值與防滑性關係

本測試量測結果以 BPN (British Pendulum Number) 表示，BPN 值愈大代表材料有較大的防滑效果，反之則愈小。

英國健康與安全實驗室以擺錘測試器依據 (BS 7976) 測試之結果，提出測試值與防滑關係如表 3-2.1。

表 3-2.1 以擺錘測試器依據 (BS 7976) 測試值與滑倒風險性關係表

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

表來源：本研究依據「The assessment of pedestrian slip risk」p.3 資料整理

## 五、斜坡滑動測試器 (Ramp slip meter)

本測試器流行於德國等歐洲國家，常用於材料出售前之測試，通常其測試標準皆依據德國 DIN 51097 及 DIN 51130，本測試包括由測試人員在污染之待測地板材料上前進及後退，地板逐漸傾斜，直到測試人員滑倒。該跌倒之平均角度即可以推算出地板之摩擦係數 (coefficient friction)。

其中 DIN 51097 係赤腳走在潮濕的防滑地板上，地板可使受測者站立於其上，直至其傾倒之角度作為衡量其防滑程度。如角度係介於  $12^{\circ}$  至

18° 則歸為 A 等級，介於 18° 至 24° 則歸為 B 等級，24° 以上則歸為 C 等級。以防滑性能而言，C 級為最佳，A 級最差，地面通常規定須為 B 級以上。

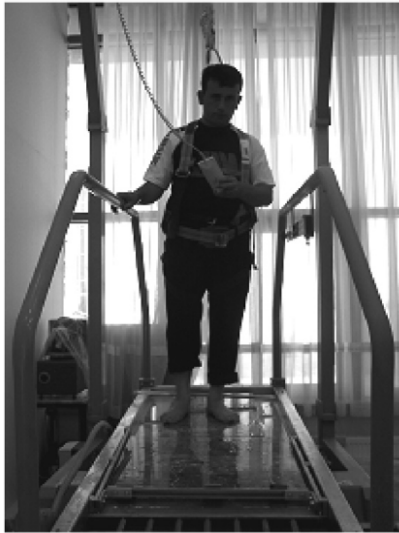





表 3-2.2 使用斜坡測試器依 DIN 51097 測試結果分級

	Classification	Angle (°)
	A	12.0-18.0
	B	18.1-24.0
	C	>24.0

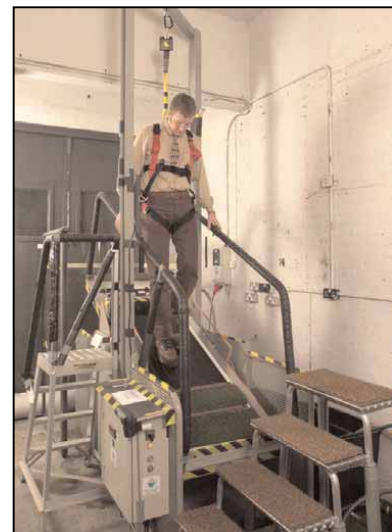
照片及表格來源：“Description of slipping test methods and application study on travertine by ramp slip meter”

圖 3-2.5 斜坡滑動測試器

至於 DIN 51130 係穿著 EN345 安全鞋走在機油污染之地板上，測試時，同樣在開始時，地板可使受測者站立於其上，直至其傾倒之角度作為衡量其防滑程度。






圖 3-2.6 坡道防滑係數測試

照片來源：The assessment of pedestrian slip risk



使用 DIN 51130 測試結果，當角度為 3.0° 至 10.0° 時為歸類為 R9，隨著滑倒之角度增加，分為 5 級 R9 至 R13，其中 R9 為最滑、R13 為最不滑，地板表面通常皆規定需為 R10 或以上。

表 3-2.3 使用斜坡測試器依 DIN 51130 測試結果分級

Classification		Angle (°)
	R9	3.0–10.0
	R10	10.1–19.0
	R11	19.1–27.0
	R12	27.1–35.0
	R13	>35.0

表來源

“Description of slipping test methods and application study on travertine by ramp slip meter”

## 五、小結

1. 依據前述比較簡要整理如表 3-2.4。

表 3-2.4 常用之地板止滑性量測之試驗標準及其適用範圍

使用儀器	試驗標準	適用條件	備註
可變角度止滑計 English XL, 簡稱 VIT	ASTM F1679	可適用乾燥、潮濕及已鋪設之現場。	標檢局已參考本標準研擬「止滑性能-可變角度止滑計法」草案
水平測力計 Horizontal pull-meter	ASTM C1028	瓷磚工廠品管測試，不適用潮濕及已鋪設之現場	類似 CNS「陶瓷面磚或類似材料表面靜摩擦係數試驗法」
詹姆士測試計 James Machine	ASTM D2047	拋光地板，不適用粗糙、潮濕之地面及已鋪設之現場	精確性受到高度推崇
擺錘試驗機 Sigler, 簡稱 BPSI	ASTM E303-03, BS 7976	適用於乾燥及潮濕狀態、亦適用於測量輪胎於道路鋪面之抗滑性	1. 英國多採此項試驗。 2. 本標準類似於 CNS「地板滑動檢驗法」
斜坡滑動測試器 (Ramp slip meter)	DIN 51097 及 DIN 51130	適用於乾燥、潮濕及油污之地面	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：本研究參考「地板止滑性能之研究」整理

2. 其中詹姆士測試計為普遍認為精確度最高者 (A. Sariisik, S. Gurcan, A Senturk, 2007)，而斜坡滑動測試器係以人行走於試體上，進行實

際之測試，所以似乎能更符合實際之狀況，惟國內目前並無該等檢測儀器及檢測標準規定。

3. 為考慮短期內實際之推動應用，本研究選擇國內已有檢測標準之手拉式水平測力計、可變角度止滑計，及簡便之可攜式儀器 ASM825 作為試驗之儀器，至於詹姆士測試計及斜坡滑動器，則可列為未來後續研究，進行研究比對或進一步研究之用。
4. 測量墊的材質，採用 Neolite 測量襯墊，美國固特異(Goodyear)輪胎與橡膠公司，於 1953 年將此材質註冊為鞋墊與腳後跟的彈性體與樹脂。
  - 在正常情況下，無論是磨損或含水時，其材質特徵不會改變。
  - 測量級(或科學級)的 Neolite，是在物理特徵的堅實度與一致性上做特殊品質管制下製造。
  - 其摩擦性質在常用的鞋底材質中屬中等範圍。
  - 多年來 Neolite 作為摩擦墊的材質，已證實具可信度及可重複性，且是水平動力拉式滑度計、水平拉式滑度計(HPS)、PIAST 滑度計與 VIT 滑度計所選用的材質。

### 第三節 地面材料試體選擇

由於地板在乾燥與清潔狀態時，其防滑係數多大於 0.5，防滑性能皆極佳（William English，2006；謝孟傑等，2006），一般會產生滑倒問題多因潮濕或髒污，所以室外、廁所、廚房、大廳、公共走道等較易有問題，因此本研究檢測國內這些空間常採用之瓷磚為主。

由於不同材質及表面處理，可能影響其防滑性能，所以本研究分別就磁磚材質與表面處理方式，選擇不同之之樣本，使研究結果可對瓷磚之全面作較佳之了解。

#### 一、不同材質

依據中華民國國家標準，國內瓷磚依其特質，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 3-3.1，本研究以瓷質地磚及窯燒花崗石面磚為主要研究對象。

表 3-3.1 依據 CNS 標準地磚之性質規定一覽表

性質項目 種類	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	200 kgf/cm <sup>2</sup> 以上	0.1g 以下
瓷質地磚	9740-R2164	1%以下	同上	300 kgf/cm <sup>2</sup> 以上	0.1g 以下
窯燒花崗石面磚	13431-R2199	0.5%以下	同上	180 kgf/cm <sup>2</sup> 以上	0.1g 以下

表來源：本研究參考「精工陶瓷股份有限公司」網站資料整理

#### 二、不同表面處理

研究證實摩擦力與表面之光滑程度有關，表面粗糙者尤其特殊的表面處理可以提升在潮濕狀態下之摩擦係數（Wen-Ruey Chang，2000；William English, 2003；A. Sariisik，2007）。

國內實驗也證明除表面粗糙外，其表面之形狀、處理方式，對潮溼狀態之防滑性能有極大之差異。謝孟傑及呂彥賓在「地板止滑性能之研究」中，發現表面製程凹突狀之瓷質地磚產品，則呈現規則凹凸變化並具有相

對呈現圓弧狀之顆粒或紋路。由於潮濕表面較易滑倒之作用機制，係因鞋底與地板間形成的一層水膜(如圖 3-3.1)產生之潤滑作用，使得地板表面之抗滑性大幅降低。

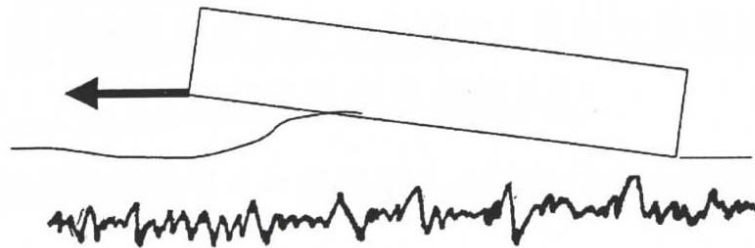


圖 3-3.1 鞋底與地板間水膜之潤滑作用

圖來源：「*Pedestrian Slip Resistance*」p.4

具有銳利型態顆粒或紋路之地面，因較易刺穿該層水膜，能與鞋底直接接觸，因此在潮濕狀態下仍具較高的止滑性，如圖 3-3.2 所示的四種表面狀態，A 表面具有最佳的止滑性能，B 表面因其凸起部分呈現圓弧狀，因此止滑性較 A 差，C 表面止滑性則具方向性，而 D 表面因其凹陷部分易為水膜所覆蓋，故其止滑性最差。

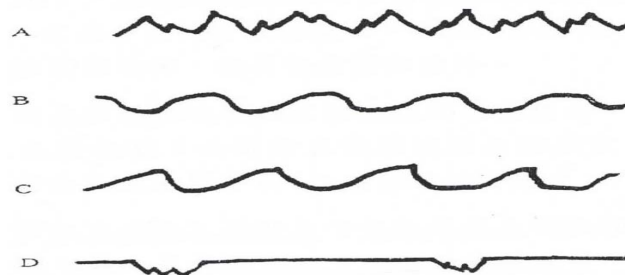


圖 3-3.2 表面粗糙方式示意圖

圖來源：「*Pedestrian Slip Resistance*」p.5

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。

### 三、試體選擇

依據前述分析，地面材料之變化相當多，為考慮人力、物力及時間限

地面材料防滑性能基準之研究

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，選用之試體如表 3-3.2，共計 16 件試體。

表 3-3.2 本研究採用之試體計畫

石材	
1	光面花崗岩（計 2 件）
瓷磚	
1	瓷磚（未做釉面處理）：光滑瓷磚、止滑瓷磚（計 8 件）
2	釉面瓷磚：光滑釉面磚、止滑釉面磚（計 5 件）
3	窯燒花崗岩（計 1 件）

表來源：本研究整理



## 第肆章 試驗執行及檢討

本研究依據上一章之研究後，採用三種儀器進行地面材料防滑係數量測，分別是手拉式水平測力計依 CNS「陶瓷面磚或類似材料表面靜摩擦係數試驗法」測試、可變角度止滑試驗計依 CNS 研訂中之「可變角度止滑試驗計法草案」及 ASM 825 止滑計依該計之量測方法測試。本章首先說明測試次數及數據採用之原則，並分節說明各試驗實際執行之過程及檢討。

除檢測儀器及方法外，試驗次數及數據之採用計算為關鍵要素，參考類似之試驗，比較如下：

1. 陳嘉基先生在「常用地坪材料止滑度試驗」中，其測試次數為每一試體進行 5 次，並扣除最大與最小數值後，取其平均數。
2. 謝孟傑先生在「地面止滑性能之研究」中，其測試方式為同一樣品在同一條件下進行 3 次試驗，並取其平均值，但對於部分表片具有凹凸紋路者，因其測試樣品具有方向性，而實際步行時行人並無固定移動方向，基於步行之安全考量，採取防滑係數最小之數值做為該樣品之試驗值。
3. A. Sariisik 在「Description of slipping test methods and application study on travertine by ramp slip mete」中，其測試方式為同一條件下進行 10 次試驗，並取其平均值。

由於試驗次數較多，其精確性應較高，所以本研究擬採用較高標準，在同一樣品在同一條件下進行 10 次試驗，並取其平均值，但對於部分表片具有凹凸紋路者，由於必須考慮行走者之最大安全，所以採取防滑係數最小之數值做為該樣品之試驗值。

## 第一節 手拉式水平測力計

本試驗採用手拉式水平測力計，依據國家標準CNS 13432 陶瓷面磚或類似材料表面靜摩擦係數試驗法<sup>註32</sup>（以下簡稱CNS 13432 試驗法）進行試驗。

### 一、手拉式水平測力計

主要檯座：W920×D438×H157mm

鈕來特尾端裝置：L203×W203×T24mm

22kg 法碼：L200×W200×H130mm

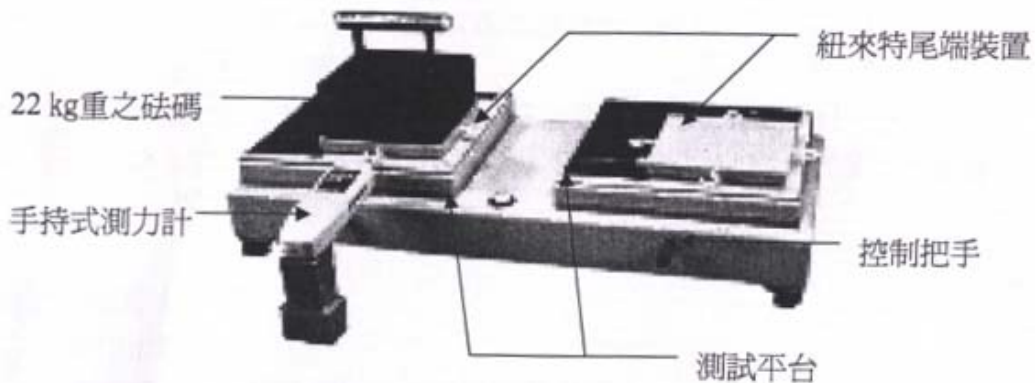


圖 4-1.1 手拉式水平測力計

圖來源：CT-119M 摩擦係數儀說明書 p.3



圖 4-1.2 本研究使用之手拉式水平測力計

圖來源：本研究攝

註32：CNS 13432 試驗法概要詳附錄 2.2。

## 二、試驗步驟

### (一) 測試前準備

1. 先放置一張粒度 400 號之乾或濕的碳化矽砂紙於一平坦表面上。
2. 將鈕來特尾端裝置置於砂紙上。
3. 移動裝置 102 mm，將裝置旋轉 90° 後再移動 102mm，此為一個循環。
4. 重複步驟 4-1-3 來回四次。

### (二) 試驗步驟

1. 將標準面磚放置於測試台上，並貼齊邊界。
2. 將鈕來特尾端裝置及 22kg 重之法碼放置於測試面上。
3. 將手拉式測力計裝上掛鉤，並將掛鉤連接於紐萊特尾端裝置圓環。
4. 打開保持(hold)，使測力計停留在最大讀數。
5. 沿法線方向移動測試組合，並記錄所需之最大讀數。
6. 重複 3-5 之測試共 10 次，且每次測試前應垂直前一次。拉出控制把手可將測試平台旋轉。
7. 考慮試體表面紋路可能具方向性，所以旋轉試體，進行另外三個方向重複步驟 3-6，共得 40 組最大讀數。

### (三) 靜摩擦係數計算方式

依據檢測儀器之說明，利用以下公式計算表面靜摩擦係數：

$$F=(R/NW)+X$$

式內，F：乾狀態之表面摩擦係數

R：測試值總和(kg)

N：拉試次數

W：紐特來尾端裝置加上 22 kg 重之法碼之質量(kg)

X：校正係數

## 三、檢測方法檢討

### (一) 校正係數

1. 校正規定：依據 CNS 13432 試驗法第 6 點「校正」，規定由於很多變數與試驗過程有關，因此每次試驗皆需利用標準面磚來校正鈕來特底端組合之表面，以標準磚進行測試後計算其校正係數  $X$ 。
2. 實際執行：目前國內並無標準磚，甚至連原產地美國都無法購得，所以本校正規定無法執行。
3. 檢討：缺乏標準磚校正，無法掌握試驗精密度。

#### (二) 試驗次數

1. 試驗次數規定：依據 CNS 13432 試驗法第 7.5 規定，每回合四次，前後各垂直之拉試需於三個不同之試體表面區域重複一回合，共需 12 組最大力量讀數。
2. 實際執行：考慮面磚表面紋路可能有方向性，及為提升試驗之精密度，本計畫採四個方向各做 10 次。  
至於在讀數之採用，則取 40 個最大讀數，但對於部分表片具有凹凸紋路者，採取防滑係數最小之一組（10 次）做為該樣品之試驗值。

#### (三) 潮濕狀態

潮濕狀態下的地面防滑性能是目前最大問題，所以如何檢測潮濕狀態下的摩擦係數是防滑性能檢測主要目的之一。

1. 潮濕狀態規定：依據 CNS 13432 試驗法第 9.1 規定，利用蒸餾水飽和測試表面，並保持飽和狀態。
2. 實際執行：將試體放入蒸餾水中浸泡 24 小時後，直接拿起後進行，使有水分布於試體表面。

#### (四) 水平拉力施力方式

1. 施力規定：依據 CNS 13432 試驗法第 7.4 規定，係以手拉式測力計移動試驗體並求取移動所需最大力量。

3. 實際執行:由於部分文獻指出手拉式測力計，因施力之大小、速度不同，造成極大之誤差，本研究經檢討後，參考 ASTM D2394 測試方式，改將拉力計連接於捲軸，利用捲軸緩慢施力，使施力之速度及力量較為穩定，實際執行方式如圖 4-1.4。

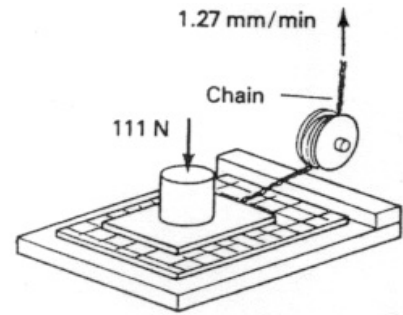


圖 4-1.3 美國 ASTM D2394

圖來源：美國 ASTM 網站



圖 4-1.4 以捲軸施力之水平拉力計

圖來源：本研究攝

4. 檢討：試驗結果顯示，以捲軸緩慢施力，對於試驗之精確度確有提升，手施力之標準差為 2.13 相對於輪軸方式之 1.23，若能以機器（馬達）控制速度，相信應可更提升測力計之「精確性」。

表 4-1.1 手拉式水平測力計不同施力方式之精確性比較（以石質磚為例）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	總和	平均數	標準差
手拉施力	16.22	20.41	17.12	16.15	18.42	20.56	21.25	16.27	18.64	21.35	186.39	18.64	2.13
以輪軸施力	17.72	20.2	20.36	20.25	21.61	20.49	18.43	21.13	20.29	21.36	201.84	20.18	1.23

表來源：本研究試驗及整理

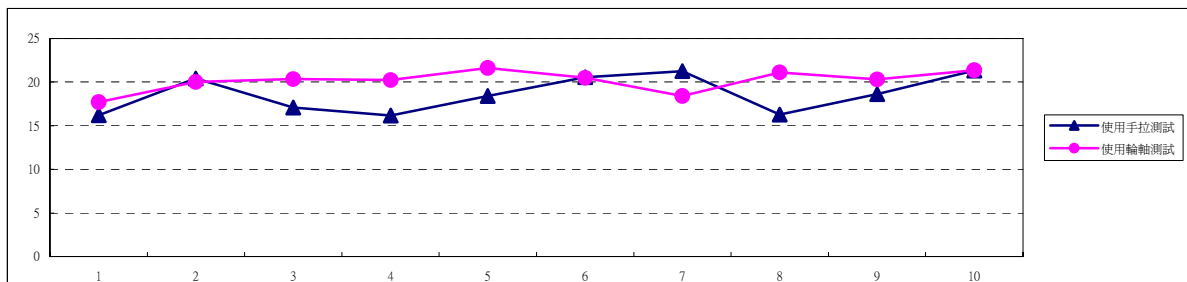


圖 4-1.5 手拉式水平測力計不同施力方式之精確性比較

圖來源：本研究繪製

## 第二節 可變角度止滑試驗計法

本試驗採用可變角度止滑試驗計，依據CNS制定中之草案進行<sup>註33</sup>，

### 一、可變角度止滑試驗計

William English 於九0年代初期研發出此儀器，操作原理與與 Mark II 型滑度計及 James 滑度計類似，是屬於鉸接式支柱型器材。但與這兩種器材的相異處，是此器材並不靠重力，而是以設定壓力的二氧化碳軟管提供能量。此特色可於每次測量時施予一致的力，而可確保一致的操作，且可對斜坡等傾斜表面作可信的測量。此器材可同時施予垂直力與水平力，而可避免駐留時間，並於潮濕情況下作可信的測量。

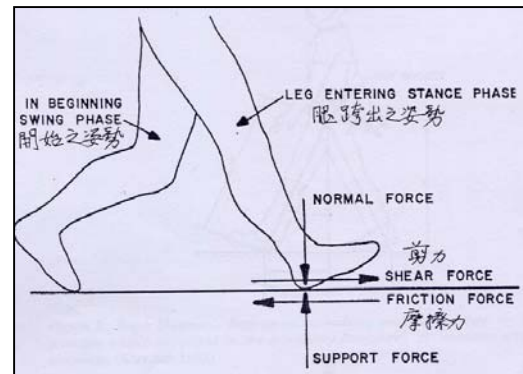


圖 4-2.1 可變角度計測試之理論依據

可變角度止滑試驗計主要之原理為模仿人行走時，其正向力、剪力與摩擦力之關係。

圖來源：William English p.22

依據可變角度止滑試驗計之說明，該測試儀的研發較其他的止滑測試儀引用了更多仿照人類行走中的特定動力學的參數（William English, 2003）：

1. 1 1/4 吋的小鞋規格(31.72 mm)較關節支柱測試儀中的 3 平方英吋的滑墊更為接近一般的鞋底接觸地面狀況。
2. 活塞速率定在大約每秒 15 吋(38 cm 多一點)是基於特定的閃光實驗所建議的人類行走確實速率範圍而定的。
3. 利用彈簧的裝置來使鞋部著地的動作，就像是一般人行走時一樣的動作，而當

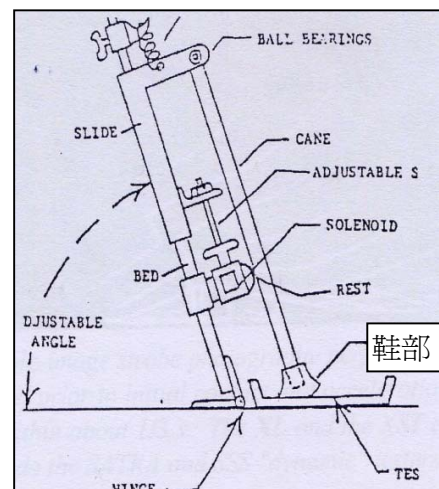


圖 4-2.2 可變角度計圖解

圖來源：Pedestrian Slip Resistance p.26

註33：可變角度止滑計試驗方法草案概要詳如附錄 2.3。

鞋部整個貼近地面時，就會在流體動力擠壓墊上造成類似正常人類行走的同等結果。

4. 因為 English XL 作業是完全機械式的，所以較不容易產生人為誤差。基於其移動性的操作特點不易受到地心引力的干擾，故可在不用重新校準或是使用附加設備之狀態下測量傾斜表面以及斜坡。



圖 4-2.3 本研究使用之可變角度止滑計

圖來源：本研究攝

## 二、試驗步驟

### (一) 測試前準備

1. 以鈕來特 (neolite) 試片做試驗腳裝置於活塞推桿。
2. 在測試乾表面時，在每次試驗腳產生滑動後均須重新進行研磨處理。
3. 確認試驗腳座無磨損、拋光或遭受污染，若有前述現象，則應於試體更換時重新研磨，並依照規定方式進行研磨處理。以除塵刷或壓縮空氣，或兩者，除去研磨之殘餘物，同時須與試樣保持足夠之距離，以確保研磨產生之殘餘物不致污染測試面。完成研磨後，旋緊試驗腳座於球行接頭之上，在回轉 1/4 圈，以保持正確之鬆緊度。
4. 將止滑試驗計至於試驗面上，試驗面必須與止滑試驗計之腳位於同一平面。

5. 調整工作壓力為  $172\pm 10\text{kPa}$  ( $25.0\pm 2\text{psi}$ )。
6. 調整測試桿呈較偏向垂直之位置，使得試驗時其試驗腳座在開始滑動前，能有三次以上之測試衝程。
- 7 確認氣壓缸是否垂放於測試桿衡量之橡膠止塊上。
8. 在測試濕狀態時，將水均勻塗布於測試面，使每一測試衝程進行前，測試面具有完整之水膜。

## (二) 試驗步驟

1. 保持試驗計基座固定不動，完全壓下作動閥約 1/2 秒，如果測試桿完成伸展時，試驗腳座未向前踢出，則旋轉手輪不超過 1/4 圈以增加止滑指數，並重新開始試驗。當測試桿完全伸展，試驗腳座向前踢出時，紀錄分度計上所指示之止滑指數，其精度須取至 0.01。
2. 依據規定，每一件試體，至少需測試兩個不同位置，並至少需有 4 次測試值，每一測試方向均需互呈 90 度，試驗結果報告其平均值及最小值。
2. 本測試計雖然以角度作為調整測試之依據，惟測試結果可由測試計之讀數直接得到防滑性能值。

## 三、檢測方法檢討

### (一) 校正係數

1. 規定：本儀器並無校正之規定。
2. 檢討：無校正規定，如何確保儀器測試之精確度為本儀器之關鍵問題。

### (二) 試驗次數

1. 試驗次數規定：依據 CNS 地板滑動檢驗法草案規定，每一件試樣，至少需測試兩個不同位置，並至少需有 4 次測試值，每一測試方向均需互呈 90 度，試驗結果報告其平均值及最小值。
2. 實際執行：考慮面磚表面紋路可能有方向性，及為提升試驗之精密



度，本計畫採四個方向各做 10 次。

至於在讀數之採用，則取 40 個讀數之平均數，但對於部分表片具有凹凸紋路者，採取防滑係數最小之一組（10 次）做為該樣品之試驗值。

### （三）潮濕狀態

潮濕狀態下的地面防滑性能是目前最大問題，所以如何檢測潮濕狀態下的摩擦係數是防滑性能檢測主要目的之一。

1. 潮濕狀態規定：依據 CNS 地板滑動檢驗法草案規定「在測試濕狀態時，將水均勻塗布於測試面，使每一測試衝程進行前，測試面具有完整之水膜。」
2. 實際執行：將試體放入蒸餾水中浸泡 24 小時後，直接拿起後進行，使水分布於試體表面，並確定具有完整之水膜。

### 第三節 ASM 825 止滑計

本儀器是拖曳雪橇型測量器材之一，與 Tortus 地板摩擦力測量器類似，主要係測量低速時的動摩擦係數，本儀器主要係由一個可提供與摩擦係數成比例之線性計量變換器所組成。

目前中華民國國家標準並無本儀器之測試方法規定，本研究係依據該儀器操作手冊之試驗步驟進行。

#### 一、ASM 825 止滑計

由於地面材料在乾燥、乾淨之狀況下，多無滑倒問題，而滑倒多肇因於地面潮濕或有粉塵、油污、肥皂水等污染，而造成地面防滑性能降低。所以本測試計在說明書中即強調，係特別為現場測試研發，所以其重點為儀器本身非常輕巧，適合於攜帶，同時可適合於乾淨及受污染之地面測試。

本儀器之測試結果為 0 至 1 之間，並以 0.5 為最低安全標準。



圖 4-3.1 本研究使用之 ASM 825 止滑計

照片來源：本研究攝

#### 二、試驗步驟

##### (一) 試驗前準備

1. 將新或乾淨的試片（本試驗採用鈕來特試片）固定於測試之位置上。
2. 在測試乾表面時，在每次試驗腳做產生滑動後均須重行進行研磨處理。

(二) 試驗步驟

1. 將測試儀器輕輕放置於待測試體上。
2. 將開關打開。
3. 將拉線套到儀器之掛鈎上。
4. 以手將線拉平（使線呈水平及並與儀器成直線）。
5. 用食指勾住線另端之套環，平穩而緩慢施力，至儀器滑動。
6. 讀出其開始滑動時之讀數。

三、檢測方法檢討

(一) 校正係數

1. 規定：本儀器並無校正之規定。
2. 檢討：無校正規定，如何確保儀器測試之精確度為本儀器之關鍵問題。

(二) 試驗次數

1. 試驗次數規定：依據儀器操作手冊規定，應於四個方向（每次做 90° 旋轉）分別進行測試，每回合四次，共計 16 組最大力量讀數。
2. 實際執行：為提升試驗之精密度，本計畫採四個方向各做 10 次。

(三) 潮濕狀態

儀器操作手冊規定，潮濕狀態容易產生粘結問題，其克服方式為於儀器放置後，立刻執行測試。

1. 潮濕狀態規定：本儀器未明確規定，僅說明應保持潮濕狀態。
2. 實際執行：將試體放入蒸餾水中浸泡 24 小時後，直接拿起後進行，使有水分布於試體表面。

(四) 水平拉力施力方式

1. 施力規定：依據規定，係以手拉式測力計移動試驗體並求取移動所需最大力量。
2. 實際執行：由於部分文獻指出手拉式測力計，因施力之大小、速

度不同，造成極大之誤差，本研究初步測試後，亦證實以手拉之方式，確實有極大之誤差。經由工研院協助，增設電動馬達以固定之速度施力。

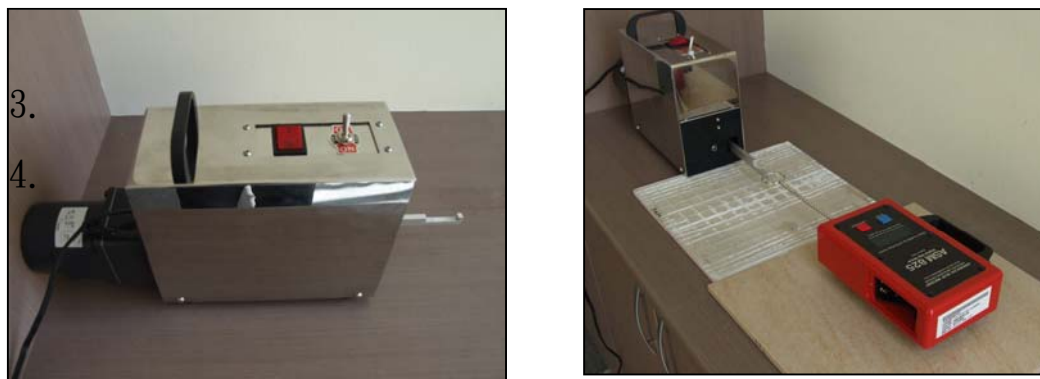


圖 4-3.2 本研究使用之施力馬達及試驗情形

照片來源：本研究攝

3. 檢討：試驗結果，以石質磚為例，平均防滑係數馬達施力略低於手施力之方式，為 0.88 相對於 1.06，而標準差馬達施力為 0.11 相對於手拉之 0.18，顯然馬達施力之精確度較高。

表 4-3.1 ASM 825 止滑計不同施力方式精確性比較（以石質磚為例）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	總和	平均數	標準差
手拉施力	1.01	1.28	0.89	1.12	0.86	0.78	1.13	0.92	0.83	1.27	10.59	1.06	0.18
馬達施力	0.73	0.81	0.76	0.79	0.86	0.94	0.97	1.01	1.04	0.92	8.83	0.88	0.11

表來源：本研究試驗及整理

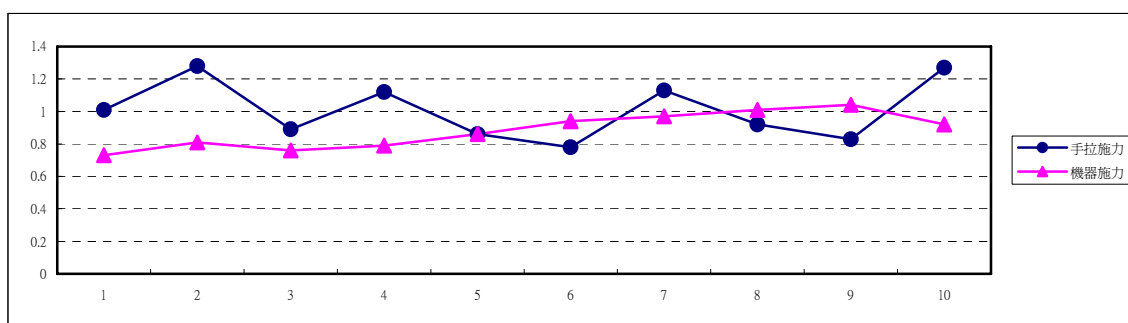


圖 4-3.3 ASM 825 止滑計不同施力方式精確性比較

圖來源：本研究繪製

## 第五章 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及表面處理對防滑性能之影響外，以了解國內瓷磚之防滑性能概況，同時檢討儀器之精確性、有效性與一致性，並與既有研究文獻進行比對，以了解何種試驗儀器及方法較符合需求。

### 第一節 試驗結果分析

經初步試驗結果，就目前已完成之部分，整理分析如下：

#### 一、試驗誤差檢討

##### (一) 手拉式水平測力計

本研究之試驗方式，係採用針對試體四個方向各進行 10 次試驗，並紀錄最大力量讀數，試驗結果發現誤差尚在合理範圍之內，以其中試驗紀錄之一舉例如表 5-1.1。

表 5-1.1 手拉式水平測力計試驗石英磚四個方向最大力量讀數紀錄表

方向	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次	總和	平均值	標準差
1	17.65	17.35	16.81	17.42	16.89	17.07	17.58	17.45	17.14	17.64	173	17.30	0.31
2	16.21	17.62	17.27	15.96	16.37	17.72	17.1	16.75	16.7	17.61	169.31	16.93	0.63
3	17.64	16.41	16.62	17.45	17.56	17.86	17.54	17.74	16.86	16.77	172.45	17.25	0.52
4	17.34	16.37	17.34	16.88	16.61	17.68	17.15	17.45	16.61	16.16	169.59	16.96	0.51

表來源：本研究整理

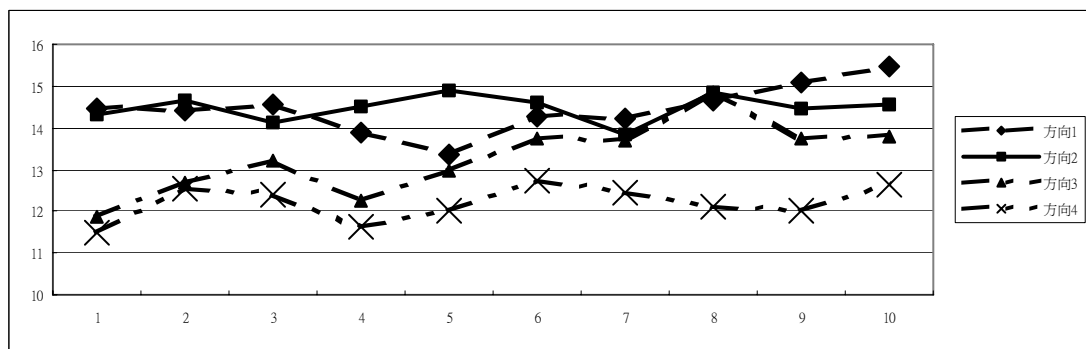


圖 5-1.1 手拉式水平測力計試驗石英磚四個方向最大力量讀數紀錄

圖來源：本研究繪製

延續前述測試結果，換算成靜擦係數，綜合所有試體在乾燥與潮溼狀態 10 次試驗之結果，標準差皆在 0.06 以下，顯示儀器具相當之精確性，以前述石英磚為例，試驗結果如表 5-1.2。

表 5-1.2 手拉式水平測力計試驗石英磚靜摩擦係數 10 次試驗結果表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	總和	平均數	標準差
乾燥狀態	0.78	0.77	0.77	0.77	0.77	0.80	0.79	0.79	0.76	0.77	7.78	0.78	0.01
潮濕狀態	0.60	0.53	0.54	0.56	0.54	0.55	0.54	0.56	0.55	0.57	5.54	0.55	0.02

表來源：本研究整理

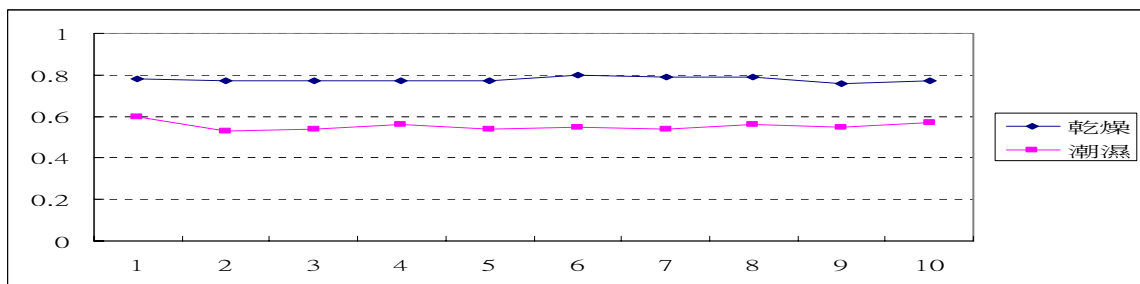


圖 5-1.2 手拉式水平測力計試驗石英磚靜摩擦係數 10 次試驗結果

圖來源：本研究繪製

(二) 可變角度止滑計

本儀器之試驗方式，依規定在不同方向計進行 10 次試驗，綜合所有試體在乾燥與潮溼狀態 10 次試驗之結果，標準差皆在 0.04 以下，顯示本儀器具良好之精確性，以前述石英磚為例，試驗結果如表 5-1.3。

表 5-1.3 可變角度止滑計試驗石英磚防滑係數 10 次試驗結果表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	總和	平均數	標準差
乾燥狀態	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	9.90	0.99	0.02
潮濕狀態	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.25	0.25	0.25	0.25	0.20	2.20	0.22	0.03

表來源：本研究整理

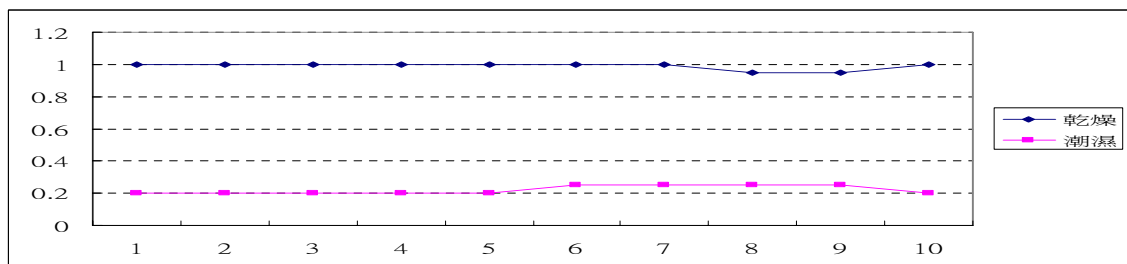


圖 5-1.3 可變角度止滑計試驗石英磚防滑係數 10 次試驗結果

圖來源：本研究繪製

### (三) ASM 825 止滑計

本儀器之試驗方式，依規定在不同方向計進行 10 次試驗，綜合所有試體在乾燥與潮溼狀態 10 次試驗之結果，標準差從最低的 0.01 到最高的 0.13，顯示本儀器之精確性較差，以前述石英磚為例，試驗結果如表 5-1.4。

表 5-1.4 ASM 825 止滑計試驗石英磚防滑係數 10 次試驗結果表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	總和	平均數	標準差
乾燥狀態	0.729	0.809	0.759	0.789	0.859	0.941	0.971	1.011	1.042	0.92	8.83	0.88	0.11
潮濕狀態	0.103	0.122	0.062	0.011	0.021	0.072	0.031	0.062	0.021	0.011	0.516	0.05	0.04

表來源：本研究整理

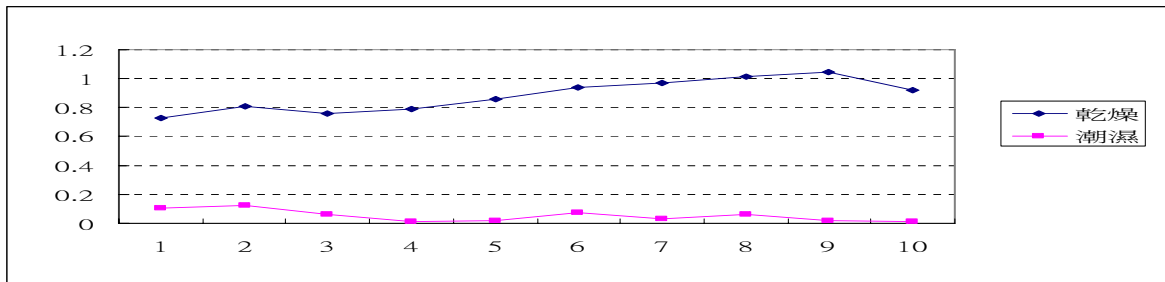


圖 5-1.4 ASM 825 止滑計試驗石英磚防滑係數 10 次試驗結果

圖來源：本研究繪製

## 二、材料表面處理方式分類

國內外相關文獻皆提出材料表面與防滑性能相關性極高，表面粗糙者，其防滑性能較表面光滑者佳（陳嘉基 1999、Wen-Ruey Chang, 1999）。惟究竟其所謂粗糙與光滑如何清楚界定，參考相關文獻（Wen-Ruey Chang, 1999）係以不同參數去訂定其粗糙程度與特性，包括如平均峰谷距離（Rtm）及粗糙度算術平均值（Ra）等，本研究因目前並無表面粗糙度測定儀，暫以目視及觸覺作表面處理方式之分類。

依材料特質分為四類，分別為石材、石英磚、釉面磁磚及窯燒花崗岩，其中石英磚及釉面磁磚再依表面處理方式分為光滑面及粗糙面，另石材之表面處理屬於光滑面、窯燒花崗岩為粗糙面。

### 三、測試結果分析

就不同儀器測試結果，分別整理說明如下。

#### (一) 手拉式水平測力計

依據 CNS 13432 試驗法，惟因缺乏標準磚，在無法進行係數校正下，試驗結果整理如表 5-1.5。

#### 1. 試驗結果發現

- (1) 利用手拉式水平測力計測試結果，顯示所有試體在乾燥狀態下靜態摩擦係數皆大於 0.5。
- (2) 在潮濕狀態下，除 3 個試體外，摩擦係數皆大於 0.5。
- (3) 潮濕與乾燥狀態之摩擦係數並無明顯差別，乾燥狀態下平均僅較潮濕狀態高 0.09。

#### 2. 檢討

- (1) 文獻及實際經驗皆指出潮濕狀態下，地面材料防滑性能會降低，惟本試驗結果顯示無明顯差別，甚至尚有部份試體在潮濕狀態之防滑係數反而較乾燥狀態高，本研究證實文獻中提到手拉式水平測力計在潮濕狀態下會產生黏合效應，致影響其試驗結果。
- (2) 本試驗結果各地面材料之防滑係數標準差皆極小，顯示儀器之精確性 (precision) 相當高，惟其在潮濕狀態下顯然無法有效測量材料之防滑性能，所以無法達到有效性 (validity) 之要求。



表 5-1.5 手拉式水平測力計測試結果一覽表

材料		乾燥狀態靜摩擦係數 (D)	潮濕狀態靜摩擦係數 (W)	乾燥與潮濕係數差 (D - W)	乾燥狀態靜摩擦係數	潮濕狀態靜摩擦係數	
石材	花崗岩-紅	0.87	0.67	0.20	0.89	0.65	
	花崗岩-黑	0.91	0.63	0.28			
一般瓷磚	光滑面	石英磚-1	0.78	0.55	0.23	0.74	0.55
		石英磚-2	0.68	0.44	0.24		
		結晶化瓷板-米白	0.73	0.63	0.10		
		多管透心瓷板-白	0.76	0.58	0.18		
	粗糙面	仿古石英磚	0.57	0.49	0.08	0.65	0.66
		石英板岩石	0.59	0.61	-0.02		
		石英磚板岩	0.63	0.67	-0.04		
多管透心瓷板-棕	0.80	0.88	-0.08				
釉面瓷磚	光滑面	石質釉面	0.58	0.54	0.04	0.62	0.52
		崗岩	0.61	0.62	-0.01		
		石質地磚	0.68	0.40	0.28		
	粗糙面	地磚	0.52	0.47	0.05	0.61	0.59
		地原石	0.69	0.71	-0.02		
窯燒花崗岩		0.71	0.71	0.00	0.71	0.71	
平均數		0.69	0.6	0.09			
標準差				0.12			

註：本試驗數據未使用標準磚進行係數校正。

表來源：本研究整理

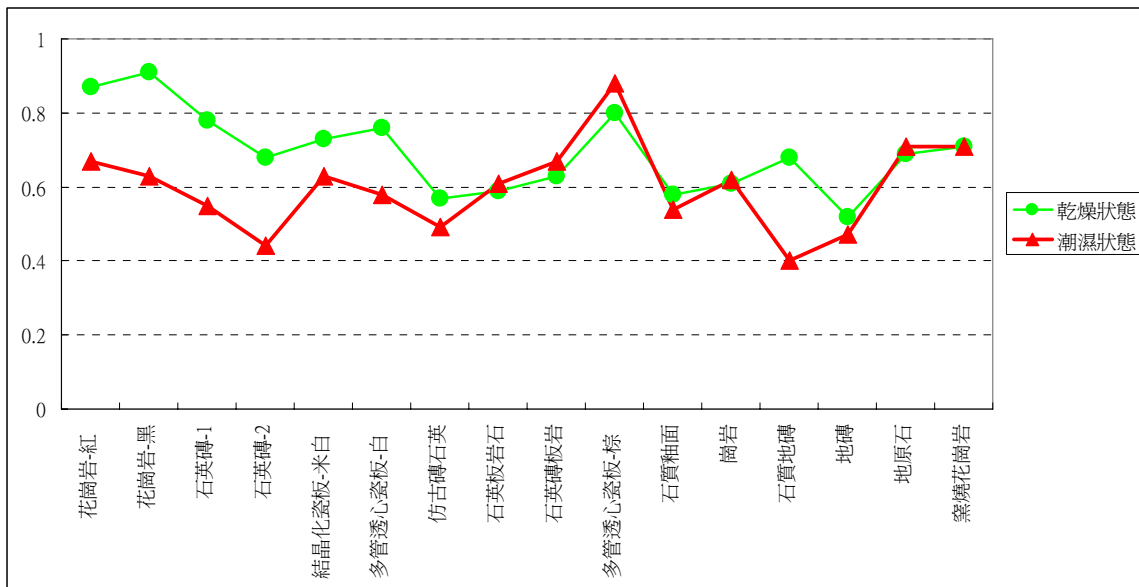


圖 5-1.5 手拉式水平測力計乾燥與潮溼狀態測試結果比較圖

圖來源：本研究繪製

## (二) 可變角度測力計

依據 CNS 13432 試驗法草案，試驗結果整理如表 5-1.6。

### 1. 試驗結果發現：

- (1) 所有試體在乾燥狀態下防滑係數皆大於 0.6，且各試體間之防滑係數差異不大。
- (2) 在潮濕狀態下，防滑係數之分布則呈現極大之差異，從 0.05 至 0.75，差異性極大，多數試體在乾燥狀態之防滑係數遠大於潮濕狀態。
- (3) 試體乾燥與潮濕狀態之防滑係數，並無規則可循，即部份試體如石英磚-2 乾燥狀態下防滑係數為 0.99，在潮濕狀態下防滑係數僅有 0.15，但窯燒石英磚在乾燥及潮濕狀態皆為 0.71。
- (4) 比較石英磚，表面光滑者其防滑係數平均為 0.19 相對於粗糙表面之 0.48；而釉面瓷磚，表面光滑者其防滑係數平均為 0.24 相對於粗糙表面之 0.62，窯燒花崗岩則更高為 0.70，顯示在潮溼狀態下，表面粗糙者其防滑係數明顯較表面光滑之材料大，佐證研究文獻指出表面粗糙度可提升防滑性能之論點。

### 2. 檢討

- (1) 本試驗結果證實國內外相關文獻對本止滑計之論點，本儀器可適用於乾燥及潮濕狀態下之測試。
- (2) 試驗結果顯示同一試體試驗結果之標準差均相當小，顯示儀器之精確性佳。
- (3) 本測試結果佐證國內外相關文獻，表面粗糙有利於提昇防滑性能。
- (4) 本研究採用之試體，標示為防滑石英磚，惟試驗結果顯示在潮濕狀態下石英磚未具防滑效果，尤其是光滑面石英磚更具潛在風險。

表 5-1.6 可變角度測力計測試結果一覽表

材料		乾燥狀態靜摩擦係數 (D)	潮濕狀態靜摩擦係數 (W)	乾燥與潮濕係數差 (D - W)	乾燥狀態靜摩擦係數	潮濕狀態靜摩擦係數	
石材	花崗岩-紅	0.73	0.12	0.61	0.68	0.10	
	花崗岩-黑	0.63	0.07	0.56			
一般瓷磚	光滑面	石英磚-1	0.99	0.22	0.77	0.86	0.23
		石英磚-2	0.99	0.15	0.84		
		結晶化瓷板-米白	0.62	0.10	0.52		
		多管透心瓷板-白	0.82	0.43	0.39		
	粗糙面	仿古石英磚	0.60	0.40	0.20	0.71	0.54
		石英板岩石	0.70	0.50	0.20		
		石英磚板岩	0.70	0.55	0.15		
釉面瓷磚	光滑面	石質釉面	0.82	0.20	0.62	0.88	0.22
		崗岩	0.82	0.24	0.58		
		石質地磚	1.00	0.22	0.78		
	粗糙面	地磚	0.70	0.40	0.30	0.75	0.58
		地原石	0.80	0.75	0.05		
窯燒花崗岩		0.75	0.70	0.05	0.75	0.7	
平均數		0.78	0.36	0.42			
標準差				0.27			

表來源：本研究整理

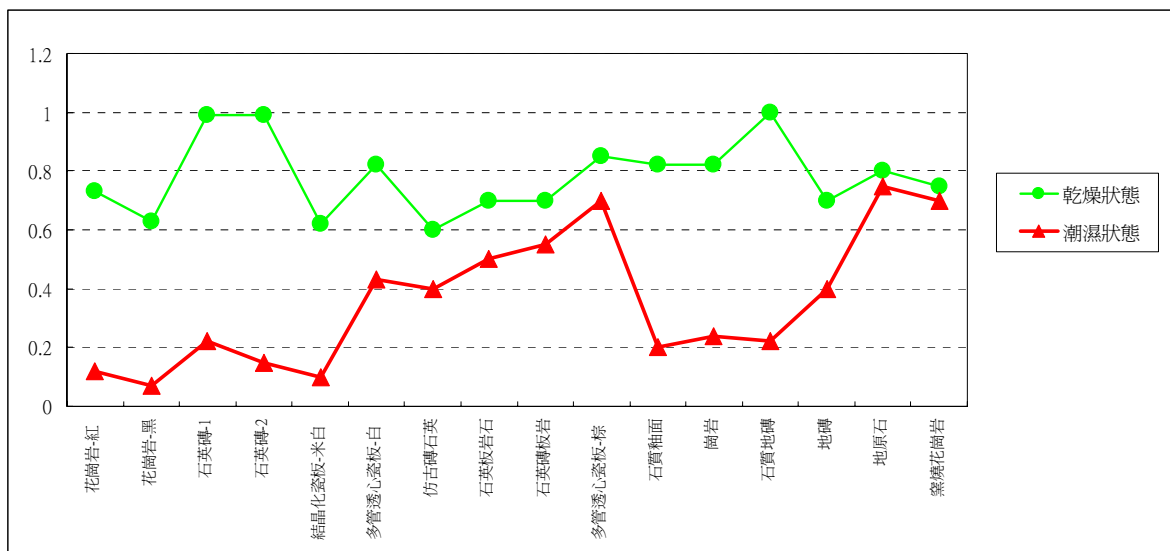


圖 5-1.6 可變角度測力計乾燥與潮溼狀態測試結果比較圖

圖來源：本研究繪製

(三) ASM825

依據本儀器操作手冊之試驗方法，試驗結果整理如表 5-1.7。

表 5-1.7 ASM825 試驗結果一覽表

材料		乾燥狀態靜摩擦係數 (D)	潮濕狀態靜摩擦係數 (W)	乾燥與潮濕係數差 (D - W)	乾燥狀態靜摩擦係數	潮濕狀態靜摩擦係數	
石材	花崗岩-紅	1.04	0.77	0.27	1.06	0.70	
	花崗岩-黑	1.08	0.62	0.46			
一般瓷磚	光滑面	石英磚-1	0.88	0.05	0.83	0.79	0.21
		石英磚-2	0.76	0.09	0.67		
		結晶化瓷板-米白	0.67	0.61	0.06		
		多管透心瓷板-白	0.85	0.08	0.77		
	粗糙面	仿古石英磚	0.86	0.8	0.06	0.84	0.71
		石英板岩石	0.84	0.55	0.29		
		石英磚板岩	0.83	0.76	0.07		
		多管透心瓷板-棕	0.82	0.74	0.08		
釉面瓷磚	光滑面	石質釉面	0.44	0.36	0.08	0.65	0.35
		崗岩	0.78	0.47	0.31		
		石質地磚	0.72	0.23	0.49		
	粗糙面	地磚	0.55	0.36	0.19	0.65	0.56
		地原石	0.75	0.76	-0.01		
	窯燒花崗岩		0.95	0.79	0.16	0.95	0.79
平均數		0.80	0.50	0.30			
標準差				0.27			

表來源：本研究整理

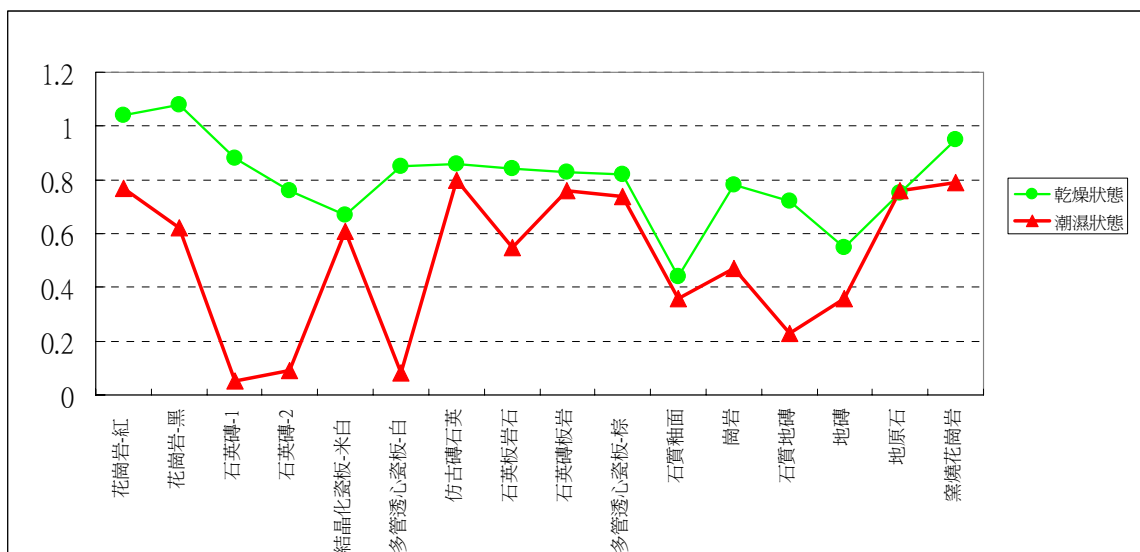


圖 5-1.7 ASM825 測力計乾燥與潮溼狀態試驗結果比較圖

圖來源：本研究繪製

### 1. 試驗結果發現

- (1) 除石質釉面磚外，所有試體在乾燥狀態下防滑係數皆大於 0.5。
- (2) 在潮濕狀態下，則差異性極大，從最低的 0.05 到最高的 0.8，乾燥比潮濕狀態之平均高 0.3，惟變異性極大，顯示乾燥與潮溼之關係並無一定關係。
- (3) 以 10 次測試結果計算其標準差，約介於

### 2. 檢討

- (1) 依據國內外相關文獻，本儀器屬雪橇型，容易產生黏合效應，惟本儀器在表面粗糙部份之平均防滑係數分別為 0.79、0.70 及 0.62，光滑表面分別為 0.35、0.07 及 0.7。推測係由於本儀器之測試點極小，黏合效應較不明顯，所以在前二者會有明顯差別，至於在花崗岩石材部分則反常的高，可能因該材料表面特別光滑致產生明顯的黏合效應。
- (2) 本試驗結果顯示儀器之精確度雖佳，惟其在潮濕狀態下針對特別光滑之表面無法有效測量，所以無法達到效度之要求。

## 第二節 不同止滑計之比較分析

為了解三種止滑計之測試結果，首先針對三種止滑計之測試標準進行比較，再針對試驗結果，分別就乾燥與潮濕狀態下之結果進行比較，以了解不同儀器針對同樣之試體，是否具有規律可循之關係。

### 一、儀器之防滑性能標準

1. 手拉式水平測力計：國家標準 CNS 13432 試驗法，僅規定其試驗方法，由於本試驗標準係參考美國 ASTM C1028 制定，參考美國陶瓷公會依 C1028 試驗之最低防滑標準為 0.5。
2. 可變角度止滑計：依據該儀器提供之資料，建議防滑係數最低之安全標準為 0.5。
3. ASM825 止滑計：依據該儀器提供之資料，建議防滑係數最低之安全標準亦為 0.5。

### 二、乾燥狀態比較

三種測試儀器在乾燥狀態下試驗結果整理如表 5-2.1，比較其試驗結果發現：

1. 乾燥狀態下三儀器試驗結果，除石質釉面磚以 ASM825 止滑計試驗，防滑係數為 0.44 外，所有試驗結果皆高於 0.5，依據前述試驗標準，顯然國內瓷磚在乾燥狀態下，多能符合最低安全標準。
2. 針對三不同儀器試驗結果進行比較，發現所有試體之防滑係數平均，可變角度計為 0.78 及 ASM825 止滑計為 0.8，略高於手拉式水平測力計之 0.69，惟對照各試體之測試結果，並無固定之比例或大小關係，即無法斷定以任一儀器測試，若 A 試體大於 B 試體，以另一儀器測試仍有同樣結果。
3. 材料表面粗糙者，在三止滑計試驗結果，平均值皆未明顯高於光滑面，甚至多低於平均值，顯現乾燥狀態下，表面粗糙與否對防滑性能影響不大。

表 5-2.1 不同儀器乾燥狀態試驗結果比較表

材料		手拉式水平測力計	可變角度止滑計	ASM825 止滑計	手拉式水平測力計	可變角度止滑計	ASM825 止滑計	
石材	花崗岩-紅	0.87	0.73	1.04	0.89	0.68	1.06	
	花崗岩-黑	0.91	0.63	1.08				
一般瓷磚	光滑面	石英磚-1	0.78	0.99	0.88	0.74	0.8	0.79
		石英磚-2	0.68	0.99	0.76			
		結晶化瓷板-米白	0.73	0.62	0.67			
		多管透心瓷板-白	0.76	0.82	0.85			
	粗糙面	仿古石英磚	0.57	0.60	0.86	0.65	0.71	0.84
		石英板岩石	0.59	0.70	0.84			
		石英磚板岩	0.63	0.70	0.83			
		多管透心瓷板-棕	0.80	0.85	0.82			
釉面瓷磚	光滑面	石質釉面	0.58	0.82	0.44	0.62	0.88	0.65
		崗岩	0.61	0.82	0.78			
		石質地磚	0.68	1.00	0.72			
	粗糙面	地磚	0.52	0.70	0.55	0.61	0.75	0.65
		地原石	0.69	0.80	0.75			
窯燒花崗岩		0.71	0.75	0.95	0.71	0.75	0.95	
平均數		0.69	0.78	0.80	0.69	0.78	0.80	

註：本試驗數據未使用標準磚進行係數校正。

表來源：本研究整理

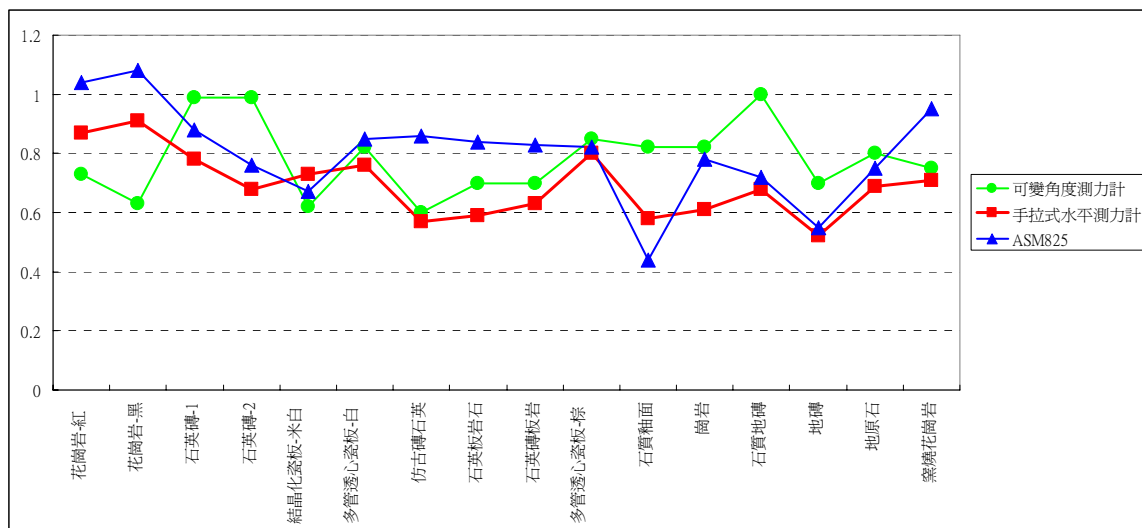


圖 5-2.1 不同儀器乾燥狀態試驗結果比較圖

圖來源：本研究繪製

### 三、潮濕狀態比較

比較三種測試儀器，在潮濕狀態下試驗結果整理如表 5-2.2。

表 5-2.2 不同儀器潮濕狀態試驗結果比較表

材料		手拉式水平測力計	可變角度止滑計	ASM825 止滑計	手拉式水平測力計	可變角度止滑計	ASM825 止滑計	
石材	花崗岩-紅	0.67	0.12	0.77	0.89	0.10	0.70	
	花崗岩-黑	0.63	0.07	0.62				
石英磚	光滑面	石英磚-1	0.55	0.22	0.05	0.74	0.23	0.21
		石英磚-2	0.44	0.15	0.09			
		結晶化瓷板-米白	0.63	0.10	0.61			
		多管透心瓷板-白	0.58	0.43	0.08			
	粗糙面	仿古石英磚	0.49	0.40	0.80	0.65	0.54	0.71
		石英板岩石	0.61	0.50	0.55			
		石英磚板岩	0.67	0.55	0.76			
多管透心瓷板-棕	0.88	0.70	0.74					
釉面瓷磚	光滑面	石質釉面	0.54	0.20	0.36	0.52	0.22	0.35
		崗岩	0.62	0.24	0.47			
		石質地磚	0.40	0.22	0.23			
	粗糙面	地磚	0.47	0.40	0.36	0.59	0.58	0.56
		地原石	0.71	0.75	0.76			
窯燒花崗岩		0.71	0.70	0.79	0.71	0.7	0.79	
平均數		0.60	0.36	0.50	0.60	0.36	0.50	

註：本試驗數據未使用標準磚進行係數校正。

表來源：本研究整理

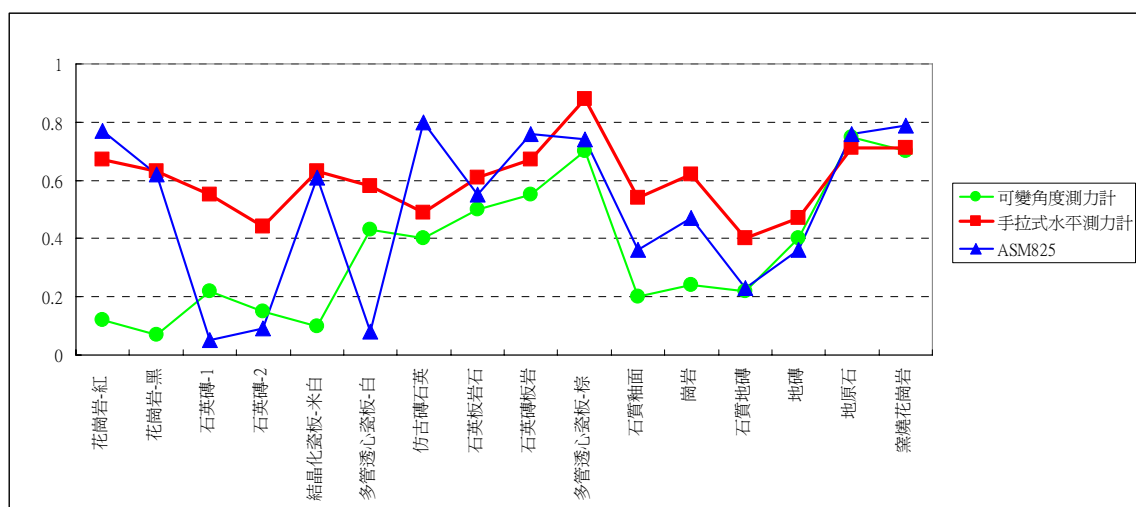


圖 5-2.2 不同儀器潮濕狀態下試驗結果比較圖

圖來源：本研究繪製



(一) 比較分析

1. 潮濕狀態下三儀器試驗結果，手拉式水平測力計之試驗結果皆高於 0.4，並以平均 0.6 居冠；ASM825 則從最低的石英磚 0.05 到最高的仿古石英磚 0.8，平均為 0.5 居次；至於可變角度止滑計，則從最低的 0.07 到最高的 0.75，平均為 0.36。
2. 由上一節分析，手拉式水平測力計因粘合效應之故，所以在潮濕狀態下，防滑係數並未明顯降低；而 ASM825 止滑計，雖然粘合效應較不明顯，惟在花崗岩石材部分，防滑係數高達 0.7，推測因該石材表面特別光滑，所以有明顯之黏合效應，顯示此二儀器並不適用於潮濕狀態下之試驗，僅可變角度止滑計可適用於潮濕狀態下之試驗。

(二) 可變角度止滑計

由上述分析，顯然手拉式水平測力計及 ASM825 止滑計，並不適用於潮濕狀態之試驗，以可變角度止滑計之測試結果分析如下：

1. 可變角度止滑計測試結果發現其防滑係數大小之變化，與試體表面粗糙度呈現合理之關係，顯示可適用於潮濕狀態，可作為相關文獻之佐證。
2. 同樣材質，不同表面處理，顯示粗糙表面之防滑性能較光滑表面佳，與相關文獻之研究結果一致。

四、小結

歸納前述比較結果，發現：

1. 三種儀器建議之最低防滑係數安全標準皆為 0.5，所以可以 0.5 作為基準值。
2. 試驗結果，顯示國內瓷磚在乾燥狀態下，多能符合最低安全標準。
3. 潮濕狀態下，手拉式水平測力計與 ASM825 止滑計，皆會有粘合效應影響不明顯，惟在花崗岩石材部分，防滑係數高達 0.7，推測因

該石材表面特別光滑，所以有明顯之黏合效應，顯示此二儀器並不適用於潮濕狀態下之試驗，僅可變角度止滑計可適用於潮濕狀態下之試驗。

## (二) 可變角度止滑計

由上述分析，顯然手拉式水平測力計及 ASM825 止滑計，並不適用於潮濕狀態之試驗，以可變角度止滑計之測試結果分析如下：

3. 可變角度止滑計測試結果發現其防滑係數大小之變化，與試體表面粗糙度呈現合理之關係，顯示可適用於潮濕狀態，可作為相關文獻之佐證。
4. 同樣材質，不同表面處理，顯示粗糙表面之防滑性能較光滑表面佳，與相關文獻之研究結果一致。

### 第三節 地面材料止滑計一致性之比較

本節針對手拉式水平測力計及可變角度止滑計之一致性測試結果進行檢討。本試驗特別感謝經濟部標準檢驗局（以下簡稱標檢局）合作辦理，其作法為將同樣之試體分別由本計畫與標檢局就同型之測試儀器，以同樣之操作程序進行試驗，惟本研究係為每一試體進行 10 次試驗，標檢局為進行 4 次試驗，另因試體運送問題，標檢局僅進行 13 種材料試驗，所以本一致性比較之試體為 13 件。。

至於試驗結果是否具一致性，本研究以統計配對 T 檢定兩母體成對分配方式進行檢定，該檢定方式之假設為：

1. 成對樣本：指受測者乃以成對抽取，因而每對中的各元素性質相近，而不同對的資料間性質不同。
2. 本研究僅 13 個樣本，所以屬於小樣本檢定，其檢定公式為
3. 在百分之五的誤差機率下，如檢定值介於 1.96 與 -1.96 間，則可以視為具一致性，即：

檢定：

1.  $H_0$  :  $-1.96 \leq t \leq 1.96$

2.  $H_1$  :  $t > 1.96$  或  $t < -1.96$

決策法則：

1.  $H_0$  : 在 5% 誤差水準下，二試驗無顯著差異。
2.  $H_1$  : 無法證明無顯著差異。

## 一、手拉式水平測力計

### (一) 乾燥狀態

本測力計依據其操作規定，其摩擦係數必須使用標準磚校正，惟因國內目前並無該標準磚，本研究與標檢局在未使用標準磚校正之情況下，測試結果整理如表 5-3.1。

比較兩試驗結果發現，本研究之試驗結果平均較標檢局高 0.11，標準差為 0.12。

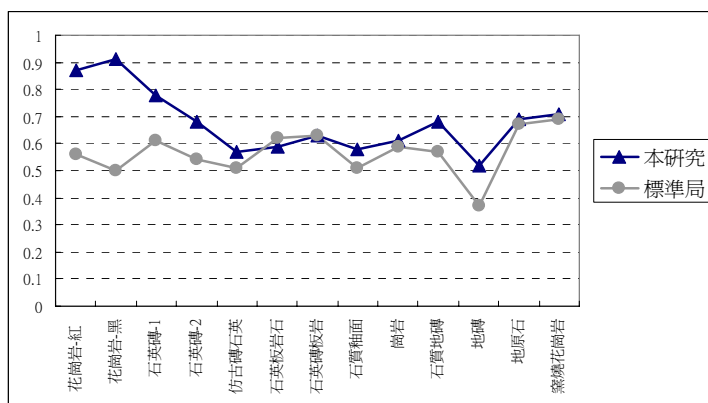


圖 5-3.1 水平測力計乾燥狀態測試結果比較

圖來源：本研究繪製

表 5-3.1 手拉式水平測力計乾燥狀態

材料名稱	本研究	標檢局	差異數
花崗岩-紅	0.87	0.56	0.31
花崗岩-黑	0.91	0.50	0.41
石英磚-1	0.78	0.61	0.17
石英磚-2	0.68	0.54	0.14
仿古磚-石英	0.57	0.51	0.06
石英板-岩石	0.59	0.62	-0.03
石英磚-板岩	0.63	0.63	0.00
石質-釉面	0.58	0.51	0.07
崗岩	0.61	0.59	0.02
石質地磚	0.68	0.57	0.11
地磚	0.52	0.37	0.15
地原石	0.69	0.67	0.02
窯燒花崗岩	0.71	0.69	0.02
平均值			0.11
標準差			0.12

表來源：本研究整理

經依前述 T 檢定兩母體成對分配方式進行檢定，

$$T = \frac{0.11 - 0}{0.12}$$

$$= 0.92 \quad H_0 : -1.96 \leq 0.92 \leq 1.96$$

所以接受兩母體間無明顯顯差異

檢定結果，本研究與標檢局在使用手拉式水平測力計，在乾燥狀態下之試驗結果，無明顯差異，即在 5% 誤差水準下，可視為具一致性。

(二) 潮濕狀態

使用手拉式水平測力計在潮濕狀態下，本研究與標檢局在未使用標準磚校正之情況，測試結果整理如表 5-3.2。比較兩試驗結果，發現差異極小，本研究之試驗值平均略高於標檢局 0.02，標準差為 0.07。

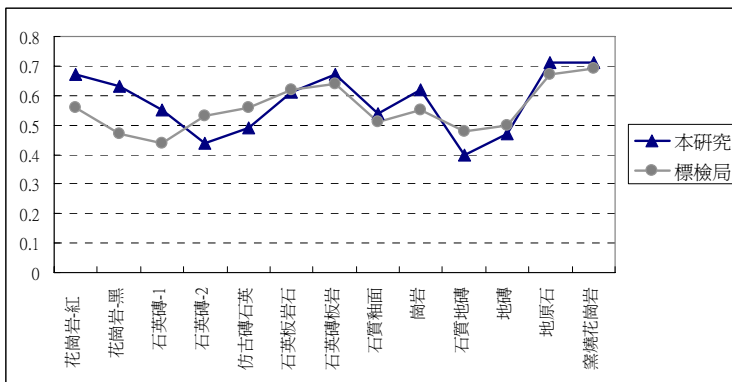


圖 5-3.2 水平測力計潮濕狀態一致性比較

圖來源：本研究繪製

表 5-3.2 水平測力計潮濕狀態比較

材料名稱	本研究	標檢局	差異數
花崗岩-紅	0.67	0.56	0.11
花崗岩-黑	0.63	0.47	0.16
石英磚-1	0.55	0.44	0.11
石英磚-2	0.44	0.53	-0.09
仿古磚石英	0.49	0.56	-0.07
石英板岩石	0.61	0.62	-0.01
石英磚板岩	0.67	0.64	0.03
石質釉面	0.54	0.51	0.03
崗岩	0.62	0.55	0.07
石質地磚	0.40	0.48	-0.08
地磚	0.47	0.50	-0.03
地原石	0.71	0.67	0.04
窯燒花崗岩	0.71	0.69	0.02
平均值			0.02
標準差			0.07

表來源：本研究整理

經依前述 T 檢定兩母體成對分配方式進行檢定，

$$T = \frac{0.02 - 0}{0.07} = 0.29 \quad H_0 : -1.96 \leq 0.29 \leq 1.96$$

所以接受兩母體間無明顯顯差異

檢定結果，本研究與標檢局在使用手拉式水平測力計，在潮濕狀態下之試驗結果，無明顯差異，即在 5% 誤差水準下，可視為具一致性。

(三) 比較分析

比較本研究與標檢局使用手拉式平測力計之試驗結果，發現試驗值雖未完全相同，惟利用統計方式檢定，在 5% 誤差水準下，無論就乾燥或潮濕狀態之試驗結果，皆具一致性。

## 二、可變角度計

本研究與標檢局使用可變角度計，  
測試結果整理如表 5-3.3。

比較結果，發現本研究之試驗結果平均值較標檢局略低 0.09，標準差為 0.16。

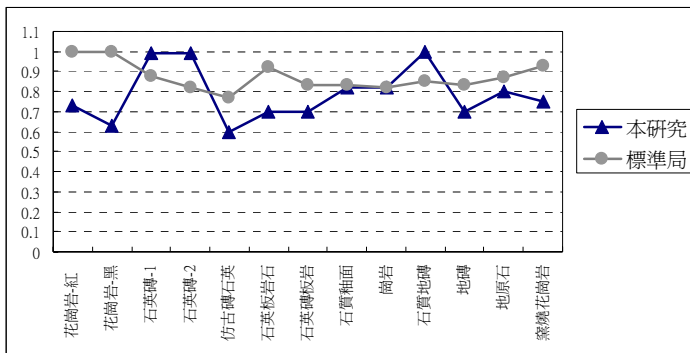


圖 5-3.3 可變角度計乾燥狀態一致性比較

圖來源：本研究繪製

表 5-3.3 可變角度計乾燥狀態一致性比較

材料名稱	本研究	標檢局	差異數
花崗岩-紅	0.73	1.00	-0.27
花崗岩-黑	0.63	1.00	-0.37
石英磚-1	0.99	0.88	0.11
石英磚-2	0.99	0.82	0.17
仿古磚石英	0.60	0.77	-0.17
石英板岩石	0.70	0.92	-0.22
石英磚板岩	0.70	0.83	-0.13
石質釉面	0.82	0.83	-0.01
崗岩	0.82	0.82	0.00
石質地磚	1.00	0.85	0.15
地磚	0.70	0.83	-0.13
地原石	0.80	0.87	-0.07
窯燒花崗岩	0.75	0.93	-0.18
平均值			-0.09
標準差			0.16

表來源：本研究整理

經依前述 T 檢定兩母體成對分配方式進行檢定，

$$T = \frac{-0.09 - 0}{0.16}$$

$$= -0.56 \quad H_0 : -1.96 \leq -0.56 \leq 1.96$$

所以接受兩母體間無明顯顯差異

檢定結果，本研究與標檢局在使用可變角度止滑計，在乾燥狀態下之試驗結果，無明顯差異，即在 5% 誤差水準下，可視為具一致性。

(二) 潮濕狀態

使用可變角度計在潮濕狀態下，本研究與標檢局試驗結果整理如表 5-3.4。

比較兩試驗結果，發現差異極小，本研究之試驗值平均略低於標檢局 0.07，標準差為 0.08。

表 5-3.4 可變角度計潮濕狀態一致性比較

材料名稱	本研究	標檢局	差異數
花崗岩-紅	0.12	0.21	-0.09
花崗岩-黑	0.07	0.16	-0.09
石英磚-1	0.22	0.23	-0.01
石英磚-2	0.15	0.25	-0.10
仿古磚石英	0.40	0.57	-0.17
石英板岩石	0.50	0.64	-0.14
石英磚板岩	0.55	0.72	-0.17
石質釉面	0.20	0.22	-0.02
崗岩	0.24	0.33	-0.09
石質地磚	0.22	0.36	-0.14
地磚	0.40	0.48	-0.08
地原石	0.75	0.68	0.07
窯燒花崗岩	0.70	0.58	0.12
平均值			-0.07
標準差			0.08

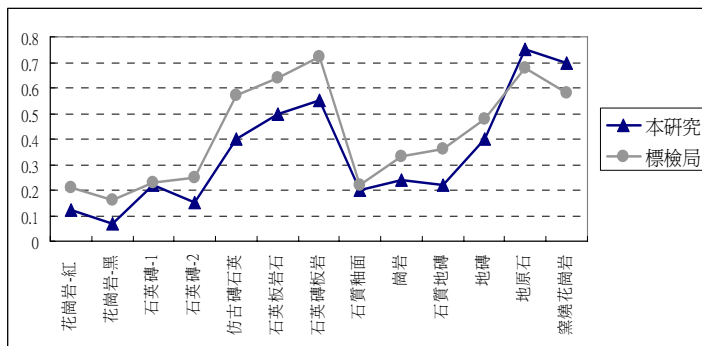


圖 5-3.4 可變角度計潮濕狀態一致性比較

圖來源：本研究繪製

表來源：本研究整理

經依前述 T 檢定兩母體成對分配方式進行檢定，

$$T = \frac{-0.07 - 0}{0.08} = -0.88 \quad H_0 : -1.96 \leq -0.88 \leq 1.96$$

所以接受兩母體間無明顯顯差異

檢定結果，本研究與標檢局在使用可變角度止滑計，在潮濕狀態下之試驗結果，無明顯差異，即在 5% 誤差水準下，可視為具一致性。

(三) 比較分析

比較本研究與標檢局使用可變角度止滑計之試驗結果，發現試驗值雖未完全相同，惟利用統計方式檢定，在 5% 誤差水準下，無論就乾燥或潮濕狀態之試驗結果，皆具一致性。

### 三、小結

經由本研究標檢局使用同型止滑計及操作程序之試驗結果比較，發現本研究與標檢局之試驗結果，雖所有試體之試驗值並未完全相同，惟若以統計方式檢定，則皆具一致性。

1. 手拉式水平測力計，在無標準磚校正下，本研究之試驗結果皆較高，在乾燥狀態下，平均較標檢局高 0.11，標準差為 0.12，潮濕狀態下，平均較高 0.02，標準差 0.07。
2. 可變角度計部分，標檢局試驗結果略高於本研究，在乾燥狀態下高 0.09，標準差 0.16，潮濕狀態下，高 0.07，標準差 0.08。
3. 本研究與標檢局之試驗結果數值稍有差異，可能因本研究進行 10 次試驗，而標檢局則進行 4 次、或因操作之差異、或因儀器本身之誤差，有待後續進一步研究。
4. 以統計方法「T 配對檢定」進行本研究與標檢局之試驗結果進行一致性檢定，則手拉式水平測力計及可變角度計無論在乾燥或濕狀態下，在 5% 誤差水準下，所有測試結果皆具一致性。



## 4. 第四節 小 結

### 一、儀器之適用性比較

1. 精確性 (precision): 係指同一試體在同一儀器試驗結果之重複性，經由前述試驗結果分析比較，發現採用之三種儀器標準差皆極小，顯示其精確性皆佳。
2. 有效性 (Validity): 在潮濕狀態下，手拉式水平測力計及 ASM825 止滑計因粘合效應之問題，顯示其不適用於潮濕狀態，而可變角度止滑計可適用於潮濕狀態，與既有研究文獻之論點一致。
3. 一致性: 指兩個以上同型之儀器對同一材料，得到相同試驗結果之可能性，由本研究與標檢局對可變角度止滑計與手拉式水平測力計進行之試驗結果，發現略有差異。

### 二、國內瓷磚之防滑性能

1. 試驗結果發現，在乾燥狀態下，所有試體的防滑係數都在 0.5 以上，達到 0.5 的最低安全標準。
2. 依據可變角度止滑計之試驗結果，在試驗的 16 件試體中僅有 5 件防滑係數達到最低安全標準的 0.5。
3. 國內石英磚常標稱為「防滑石英磚」，惟試驗結果顯示在潮濕狀態下石英磚未具防滑效果，尤其是光滑面石英磚更具潛在風險。

### 三、與相關文獻比較

1. 手拉式水平測力計及 ASM825 會因粘合效應，使防滑係數提高，影響試驗之效度，所以並不適用於潮濕狀態下之量測，本部份與 Steven Di Pilla、Raoul Gronqvist 等人之研究結果一致。
2. 表面粗糙可提升材料之防滑性能，佐證謝孟傑、A. Sariisik、Wen-Ruey Chang 等人提出之論點，而 William English 提出表面紋路銳利型態顆粒或紋路之地面，因較易刺穿該層水膜，在潮濕狀態下具較高止滑性，也得倒佐證。

#### 四、研究建議

1. 國家檢驗標準 CNS 13432 試驗法，規定手拉式水平測力計可適用於潮濕狀態，建議應儘速修正。
2. 研究顯示在乾燥狀態下，所有試體的防滑係數都可達到最低安全標準，而潮濕狀態下則僅有少部分可達到 0.5 以上，顯示潮濕狀態下之防滑性能測試才是規範之重點。
  1. 基於國內為多雨氣候，超過一半以上的都市年下雨日超過  $1/3$ <sup>註 33</sup>，加上衛浴等空間地面潮濕之特性，建議應儘速訂定適當之防滑係數標準，及試驗之方法。
  2. 可變角度止滑計可適用於乾燥及潮濕狀態之試驗，試驗結果亦顯示其具相當良好之精確性、有效性，至於一致性部分初步比較結果尚在合理之誤差範圍，且本儀器之試驗標準草案已制定中，建議可就本儀器之適用性做進一步研究。

---

<sup>註 33</sup>：依據中央氣象局 95 年統計資料，台北當年下雨日為超過  $1/3$  有，宜蘭 204 日、基隆 195 日、台北 167 日、花蓮 161 日、台中 132 日等，即時較少的也都在  $1/5$  以上，如台東 121 日、新竹 121 日、嘉義 115 日、台南 86 日、高雄 81 日。資料來源：中央氣象局網站。



## 第陸章 結論與建議

本研究經由文獻蒐集分析及試驗結果，歸納出結論及敘明研究限制，並提出短、中、長期改善建議。

### 第一節 結論與改善建議

綜合比較國內外相關文獻及法令規定，及採用三種防滑性能測試儀器，包括手拉式水平測力計、可變角度止滑計、ASM 825 止滑計，並與標準檢驗局合作對國內瓷磚試驗結果，本研究獲致以下結論：

#### 一、法令規定及試驗方法檢討

1. 國內法令規定亟待檢討改善：國家檢驗標準雖有地面材料防滑係數試驗之規定，但並非應施檢驗項目，且因建築相關法令亦未訂定防滑地面應具之最低性能標準，相關規定極待改善加強。
2. 防滑性能基準：目前世界上計有 70 餘種地面防滑性能測試儀器，惟各儀器之輸出值，並非永遠一致，且尚無已知的方法，來計算各類磨擦計所得結果的相關性，所以各國皆未強制規定，惟美國相關法令建議在水平地面之最低防滑係數宜為 0.5 以上，在坡道上則宜提高為 0.7。
3. 防滑性能檢測儀器：良好測試儀器必須具備 1) 精確性 (Precision)：即同一試體在相同之操作程序下，得到相同之試驗結果；2) 有效性 (Validity)：試驗之結果可確實反映試驗之目的；及 3) 一致性 (Consistency)：同型之儀器對同一材料，可得到相同試驗結果。

#### 二、試驗結果發現

##### (一) 儀器之適用性

1. 儀器之精確性：試驗結果發現，手拉式水平測力計（施力方式改良後）、可變角度止滑計、ASM 825 止滑計（施力方式改良後）之精確性皆相當高。

2. 儀器之有效性：可變角度止滑計最佳，手拉式水平測力計及 ASM 825 止滑計在潮濕狀態下，防滑係數偏高，參考美國 ASTM 雖未限制水平拉力計（ASTM 1028）在潮濕狀態下之限制，但是文獻指出（謝孟傑, 2006；Stoven, 2001）其在潮濕狀態下會產生黏著效應（Sticktion），本研究佐證此論點。
3. 儀器之一致性：本研究與標檢局合作進行手拉式水平測力計與可變角度止滑計之一致性比較，試驗結果發現各試體之防滑係數值雖略有差異，惟以統計 T 檢定進行兩母體差異性檢定，在 5% 誤差水準下，無論在乾燥或潮濕狀態下，皆具一致性。

## （二）測試結果

1. 國內瓷磚乾燥狀態下符合安全標準：在乾淨、乾燥之狀態下，本試驗之 16 種地面材料之測試結果，無論使用水平拉力計、可變角度計或 ASM 825 止滑計測試，防滑係數皆高於 0.5。
2. 潮濕狀態下防滑性能較差：本試驗就瓷磚與石材所進行之 16 件試體，在潮濕狀態下依據可變角度計之測試結果，僅有 5 件高於 0.5，證實潮濕狀態下材料防滑性能較差之理論。
3. 磁磚在乾燥與潮濕狀態之防滑係數無規律關係：在潮濕狀態下，瓷磚之防滑係數差異性極大，且與瓷磚在乾燥狀態下之防滑係數高低無關者，在乾燥狀態下防滑係數極高者，在潮濕狀態下，其防滑係數可能非常低，由此可推論，在可能潮濕之地面，如戶外通道或廁所等，僅提高地面材料之防滑係數（乾燥狀態下），並無法提升地面之防滑性能。
4. 表面粗糙可提升防滑性能：依據研究文獻顯示，材料表面粗糙對防滑性能可有相當之效益，惟其表面凹凸形狀不同將影響其防滑性能，粗糙表面且其顆粒或紋路呈現較銳利型態之瓷磚，在潮濕時防滑性能較佳（謝孟傑, 2006；William, 2003），本研究試驗結果，在所有瓷磚中，潮濕狀態下，以窯燒花崗岩之防滑係數最高，證實前述理論。

### 三、研究限制

本研究在時間及人力有限之情況下，受到以下限制：

1. 無法做全面性詮釋：國內瓷磚樣式繁多瓷磚千變萬化，各種瓷磚除標檢局規定之應施檢驗項目有一致性之標準化，其餘無論在外表、材料（成分）等都有很大差異，因此對實驗樣本而言，不易以分類抽樣方式，就代表性之磁磚進行試驗，對國內瓷磚之防滑性能有全面性之了解。
2. 表面粗糙度無法精確分類：本試驗依試體表面處理方式，概分為光滑面與粗糙面，試驗結果亦顯示粗糙面之滑性能較佳，惟本研就並未使用表面粗糙度測定儀器，所以無法精確分別粗糙與光滑表面，亦無法比較不同之表面粗糙處理對防滑性能之影響。
3. 缺乏標準磚：依據測試規定，手拉式水平拉力計之靜態防滑係數計算，必須以標準磚進行校正，惟因國內並無標準磚，所以本研究及標準檢驗局針對本項試驗，均未使用標準磚校正。
4. 一致性比較試驗次數不同：本研究試驗結果，發現可變角度止滑計不但可適用於乾燥及潮濕狀態，且試驗結果標準差皆極小，顯示儀器之精確性極高，惟因該試驗並未規定標準磚供校正，本研究特別與標檢局合作進行一致性之比較，惟因本研究係進行 10 次，而標檢局則進行 4 次試驗，稍有差異，未來必須針對一致性部分再做進一步之比對確認。

## 第二節 後續研究建議

本研究經蒐集國內外相關研究文獻發現提升地面材料防滑性能為降低滑倒潛在風險之要素之一，而本研究以瓷磚為主要對象進行防滑性能試驗，並比較三種不同儀器之測試結果，發現僅有可變角度止滑計可適用於潮濕狀態之測試，而國內瓷磚在潮濕狀態下多無法達到最低安全標準，所以本研究研提短、中、長期改善建議如下。

### （一）立即可行之建議

主辦機關：內政部建築研究所、經濟部標準檢驗局

協辦單位：營建署、中華民國陶瓷公會、建築師公會等

研究結果顯示，國內對於地面材料防滑性能缺乏明確規範，必須儘速修訂相關法令，以提升地面防滑性能。

1. 研訂防滑係數最低標準：建議以 0.5 作為地面材料最低防滑係數標準，並儘速修正建築相關法令，尤其室外坡道、浴室等易潮溼之地面，更需優先訂定。
2. 市售地面材料應標示防滑係數：為有效提供地面材料之防滑係數供設計及施工者選用參考，建議將防滑性能納入瓷磚之應施檢驗項目，並規定磁磚應標示防滑係數。
3. 檢驗標準修正：文獻及本研究試驗結果皆顯示手拉式水平測力計不適用於潮濕狀態，國家標準宜速進行該檢驗方法之修正，並儘速完成可變角度止滑計試驗方法之法制程序，以提供有效的試驗標準與方法。

### （二）中期建議

主辦機關：內政部建築研究所、經濟部標準檢驗局

協辦單位：營建署、台灣區陶瓷工業同業公會、建築師公會等

進行更廣泛及深入之研究，並建立完備之檢驗機制，以全面規範地面材料之防滑性能。

1. 建立完備之檢驗機制：廣泛而深入進行研究及試驗，包括各種不同地面材料，在不同之汙染狀態下（潮濕、肥皂水、油污等）之防滑性能，及適合之測試儀器，以建立完備之檢驗機制，全面性推動落實材料之防滑性能標示。
2. 有效性驗證：可變角度止滑計雖可適用於乾燥及潮濕狀態，惟其係以小試體模擬人行走之情況，是否確能反映實際走路之情形，建議以斜坡測試計或其他方式作比對試驗，以驗證其有效性。
3. 表面粗糙度研究：針對地面材料表面粗糙度與防滑性能之關連性進行研究，以掌握其與防滑性能之關係，進而提出有效之材料防滑對策。

### （三）長期建議

主辦機關：經濟部標準檢驗局、台灣區陶瓷公會

協辦單位：營建署、內政部建築研究所、建築師公會等

藉由產、學、研之合作，研發具防滑性能且可耐久之地面材料，以確實達到提升地面防滑性能降低滑倒潛在風險之目標。

1. 藉由材料材質、粗糙度等與防滑性能之關聯研究，掌握提升地面材料防滑性能之關鍵技術，並結合產、學、研各界，研發具防滑性能之材料。
2. 表面粗糙之地面材料在使用磨損後會影響其防滑性能，研究如何增加材料之耐久性以確保其防滑性能。





附錄 1.1.1 手拉式水平測力計乾燥狀態試驗結果一覽表

	花崗岩(紅)				花崗岩(黑)				石英磚-1			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	17.72	16.62	15.54	15.56	19.84	17.58	16.79	16.16	17.65	16.21	17.64	17.34
2	20.00	18.05	18.14	17.62	20.16	19.22	18.31	19.18	17.35	17.62	16.41	16.37
3	20.36	17.92	18.86	17.24	20.84	19.39	19.46	18.95	16.81	17.27	16.62	17.34
4	20.25	18.47	19.15	18.22	20.43	19.46	19.97	20.41	17.42	15.96	17.45	16.88
5	21.61	19.67	19.64	18.93	19.21	20.5	20.39	21.38	16.89	16.37	17.56	16.61
6	20.49	18.43	18.85	19.76	20.08	20.25	20.37	21.07	17.07	17.72	17.86	17.68
7	18.40	19.33	19.63	20.09	20.73	21.82	20.16	21.03	17.58	17.10	17.54	17.15
8	21.13	18.81	20.83	19.93	20.32	20.33	20.68	22.51	17.45	16.75	17.74	17.45
9	20.29	19.12	19.30	19.58	20.64	20.87	20.93	22.59	17.14	16.70	16.86	16.61
10	21.36	19.13	19.34	19.20	20.40	19.97	20.48	22.23	17.64	17.61	16.77	16.16
總和	201.61	185.55	189.28	186.13	202.65	199.39	197.54	205.51	173	169.31	172.45	169.59
平均值	20.16	18.56	18.93	18.61	20.27	19.94	19.75	20.55	17.30	16.93	17.25	16.96
標準差	1.24	0.88	1.38	1.45	0.48	1.13	1.28	1.99	0.31	0.63	0.52	0.51
靜摩擦係數	<b>0.87</b>				<b>0.91</b>				<b>0.78</b>			
摩擦係數標準差	<b>0.06</b>				<b>0.06</b>				<b>0.02</b>			
備註												

手拉式水平測力計乾燥狀態試驗結果一覽表(續 1)

	石英磚-2				結晶化瓷板-米白				多管透心瓷板-白			
	A	A	B	C	D	A	B	C	D	B	C	D
1	13.37	14.99	13.75	15.86	17.98	13.92	15.24	14.73	16.24	17.27	16.69	16.82
2	15.58	15.52	13.63	16.07	15.32	14.99	16.27	16.03	15.97	16.89	17.45	17.66
3	14.70	16.00	13.85	15.79	15.3	15.12	15.94	16.62	16.8	16.74	16.91	16.42
4	15.61	15.49	13.70	15.21	15.04	15.43	16.72	16.63	16.56	17.14	16.46	16.20
5	15.49	15.82	14.85	16.68	15.07	14.96	16.12	16.96	16.47	17.20	17.44	16.09
6	14.87	15.22	14.59	16.78	15.67	16.12	16.13	17.98	15.89	17.64	17.37	16.58
7	14.14	14.38	15.19	16.03	16.16	16.93	16.20	17.86	15.55	17.20	16.56	16.54
8	15.12	13.82	15.81	16.53	16.56	16.10	16.27	17.78	16.02	17.21	17.16	17.16
9	15.09	13.62	14.95	15.71	15.56	17.17	15.61	17.03	15.84	16.90	17.25	16.22
10	15.01	14.56	13.35	15.17	15.65	16.95	16.39	16.96	14.57	16.96	17.98	16.64
總和	148.98	149.42	143.67	159.83	158.31	157.69	160.89	168.58	159.91	171.15	171.27	166.33
平均值	14.90	14.94	14.37	15.98	15.83	15.77	16.09	16.86	15.99	17.12	17.13	16.63
標準差	0.70	0.82	0.82	0.56	0.89	1.06	0.41	0.97	0.63	0.26	0.47	0.48
靜摩擦係數	<b>0.68</b>				<b>0.73</b>				<b>0.76</b>			
摩擦係數標準差	<b>0.03</b>				<b>0.04</b>				<b>0.02</b>			
備註												

手拉式水平測力計乾燥狀態試驗結果一覽表(續 2)

	仿古石英磚				石英板岩石				石英磚板岩			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	13.15	13.58	12.42	12.60	12.06	13.80	13.84	13.44	13.33	14.11	16.70	16.40
2	12.86	14.10	13.81	12.40	13.73	12.08	12.63	13.09	13.19	13.39	16.59	16.13
3	12.82	13.69	12.93	12.97	13.23	12.11	12.52	12.90	13.10	14.19	16.29	16.07
4	12.87	13.27	12.65	11.51	13.45	12.42	12.56	12.89	13.25	14.05	17.01	15.67
5	12.58	13.86	13.27	13.33	12.99	13.09	13.34	13.63	12.58	14.76	16.37	15.79
6	12.25	14.29	12.87	12.85	14.17	13.49	12.57	14.58	12.45	15.24	16.59	15.01
7	12.43	13.80	12.13	12.95	13.91	12.28	13.55	15.23	12.51	15.75	16.69	15.57
8	12.51	14.33	13.21	12.92	13.94	14.04	12.36	14.47	12.16	15.12	16.86	16.20
9	12.57	13.92	13.54	12.47	14.00	14.16	12.59	14.80	13.15	15.96	17.10	16.14
10	12.51	14.22	13.19	11.45	12.42	12.40	12.47	14.98	13.21	16.55	17.68	15.19
總和	126.56	139.06	130.02	125.45	133.9	129.87	128.43	140.01	128.93	149.12	167.88	158.17
平均值	12.66	13.91	13.00	12.55	13.39	12.99	12.84	14.00	12.89	14.91	16.79	15.82
標準差	0.26	0.34	0.51	0.62	0.71	0.83	0.53	0.91	0.42	0.99	0.40	0.46
靜摩擦係數	<b>0.57</b>				<b>0.59</b>				<b>0.63</b>			
摩擦係數標準差	<b>0.02</b>				<b>0.03</b>				<b>0.03</b>			
備註	試體表面有花紋，故取最小值。				試體表面有花紋，故取最小值。				試體表面有花紋，故取最小值。			

手拉式水平測力計乾燥狀態試驗結果一覽表(續 3)

	多管透心瓷板-棕				石質釉面				崗岩			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	18.86	20.56	20.09	17.79	12.87	12.40	13.48	11.94	13.77	13.87	13.49	13.55
2	18.22	20.46	20.04	17.99	13.26	12.61	12.57	10.73	13.27	13.57	13.75	14.40
3	18.36	20.01	19.91	17.31	13.15	12.93	12.03	11.09	12.98	13.6	13.02	13.40
4	17.86	19.87	19.47	17.57	13.06	13.28	11.71	12.05	13.14	13.98	12.93	13.39
5	17.89	19.67	19.27	17.62	13.20	14.34	11.06	11.92	13.25	13.82	12.31	14.02
6	17.79	19.06	18.57	17.27	12.72	13.92	12.46	12.46	13.37	13.57	12.25	14.37
7	16.80	19.55	18.99	17.38	12.92	14.13	11.63	12.54	13.9	13.01	13.17	14.07
8	16.94	19.44	19.25	16.84	13.89	13.89	11.88	12.77	12.96	13.00	12.95	14.50
9	16.98	19.83	19.21	16.59	13.23	14.23	12.17	12.77	12.95	13.1	13.48	15.16
10	17.61	19.89	18.57	16.89	12.89	14.30	12.51	11.74	13.36	13.69	13.06	14.18
總和	177.31	198.34	193.37	173.43	131.19	136.03	121.5	120.01	132.95	135.21	130.41	141.04
平均值	17.73	19.83	19.34	17.34	13.12	13.60	12.15	12.00	13.30	13.52	13.40	14.10
標準差	0.67	0.45	0.55	0.47	0.33	0.74	0.66	0.68	0.33	0.36	0.48	0.55
靜摩擦係數	<b>0.80</b>				<b>0.58</b>				<b>0.61</b>			
摩擦係數標準差	<b>0.03</b>				<b>0.03</b>				<b>0.02</b>			
備註	試體表面有方向性之紋路，故取最小值。											

手拉式水平測力計乾燥狀態試驗結果一覽表(續 4)

	石質地磚				地磚				地原石			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	16.49	14.62	13.24	13.85	11.51	11.62	11.64	11.35	14.52	16.11	16.19	15.82
2	16.13	14.7	13.52	14.57	11.02	11.24	10.97	10.3	14.81	14.8	14.39	15.17
3	15.88	15.68	13.89	14.96	10.66	11.05	10.72	11.28	14.77	15.32	14.21	15.44
4	15.56	15.89	14.1	15.83	11.15	11.43	10.86	11.37	15.51	14.15	14.65	15.12
5	15.32	14.49	13.94	16.2	11.22	11.35	9.98	11.57	15.01	15.45	16.11	15.74
6	16.21	15.17	13.77	15.81	12.22	11.62	10.4	11.23	14.66	15.37	14.51	15.14
7	15.32	14.19	13.58	15.65	11.31	12.48	11.32	10.73	15.34	15.24	15.36	15.51
8	15.15	15.43	14.11	16.64	11.81	12.35	11.37	11.59	15.21	15.33	15.68	15.4
9	14.67	15.55	13.84	16.28	12.49	13.05	11.62	11.37	15.11	15.00	15.84	15.24
10	15.41	14.64	13.74	16.46	11.64	12.99	11.70	10.63	15.63	16.27	16.19	15.67
總和	156.14	150.36	137.73	156.25	115.03	119.18	110.58	111.42	150.57	153.04	153.13	154.25
平均值	15.61	15.04	13.77	15.63	11.5	11.92	11.06	11.14	15.06	15.30	15.31	15.43
標準差	0.56	0.58	0.27	0.90	0.56	0.74	0.58	0.43	0.37	0.60	0.80	0.26
靜摩擦係數	<b>0.68</b>				<b>0.52</b>				<b>0.69</b>			
摩擦係數標準差	<b>0.03</b>				<b>0.02</b>				<b>0.02</b>			
備註					試體表面有花紋，故取最小值。				試體表面有花紋，故取最小值。			

手拉式水平測力計乾燥狀態試驗結果一覽表(續 5)

	窯燒花崗岩											
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	15.73	15.92	16.69	17.39								
2	16.10	16.81	16.48	17.21								
3	16.40	15.11	14.31	15.56								
4	15.93	15.67	15.47	15.54								
5	15.47	15.79	15.49	15.38								
6	15.62	14.68	16.68	16.16								
7	15.52	15.10	15.29	16.02								
8	15.29	15.50	15.13	16.85								
9	15.23	16.38	14.90	17.09								
10	16.41	15.00	15.40	15.50								
總和	157.7	155.96	155.84	162.7								
平均值	15.70	15.60	15.58	16.27								
標準差	0.43	0.66	0.79	0.79								
靜摩擦係數	<b>0.71</b>											
摩擦係數標準差	<b>0.03</b>											
備註	試體表面有花紋，故取最小值。											

附錄 1.1.2 手拉式水平測力計潮濕狀態試驗結果一覽表

	花崗岩(紅)				花崗岩(黑)				石英磚-1			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	12.69	14.32	13.46	13.85	13.77	13.18	12.20	12.75	12.36	12.77	13.69	11.65
2	14.23	13.67	15.75	15.03	14.40	13.58	12.67	12.77	12.77	11.63	11.67	11.40
3	16.03	15.10	12.46	15.02	14.30	14.37	12.10	13.76	12.12	12.09	11.55	11.87
4	15.02	15.62	13.41	13.41	14.34	14.76	12.98	14.97	12.72	12.43	12.06	11.93
5	14.59	15.55	14.15	13.55	14.67	12.48	12.31	14.87	12.86	11.65	12.17	11.92
6	15.56	15.88	14.46	14.77	14.93	13.22	13.62	13.15	12.39	12.26	12.07	11.56
7	14.83	15.42	13.51	14.86	15.3	14.58	13.47	13.93	11.64	11.41	12.43	12.14
8	15.85	14.78	14.88	14.80	13.58	15.49	13.67	14.44	12.54	12.46	11.97	12.49
9	13.97	14.98	13.96	14.68	12.02	14.53	12.74	15.69	12.2	11.4	12.94	11.96
10	15.51	15.66	15.64	14.48	15.00	15.25	12.67	14.89	12.76	12.07	12.85	11.80
總和	148.28	150.98	141.65	144.45	142.41	141.44	128.43	141.22	124.36	120.17	123.40	118.72
平均值	14.83	15.10	14.17	14.45	14.24	14.14	12.84	14.12	12.44	12.02	12.34	11.87
標準差	1.01	0.69	1.04	0.61	0.95	0.98	0.58	1.01	0.38	0.48	0.65	0.31
靜摩擦係數	<b>0.67</b>				<b>0.63</b>				<b>0.55</b>			
摩擦係數標準差	<b>0.04</b>				<b>0.04</b>				<b>0.02</b>			
備註												



手拉式水平測力計潮濕狀態試驗結果一覽表(續 1)

	石英磚-2				結晶化瓷板-米白				多管透心瓷板-白			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	7.55	8.66	9.11	9.67	12.46	13.21	13.79	13.88	12.92	12.36	12.83	13.29
2	8.5	8.32	9.52	10.57	12.69	13.08	13.05	13.07	12.55	12.96	12.80	11.70
3	9.84	9.05	9.69	10.55	13.67	13.22	12.93	13.78	12.21	13.45	12.92	12.44
4	9.30	9.84	10.02	10.6	13.32	14.15	13.37	13.96	12.44	13.58	12.83	12.25
5	8.73	9.88	10.77	11.05	13.48	12.69	13.46	12.48	12.70	13.01	12.65	11.95
6	7.81	10.28	10.73	11.24	13.27	13.97	13.12	14.59	13.14	12.59	13.68	12.19
7	7.63	10.03	10.68	11.14	14.02	14.73	14.62	15.41	13.65	12.40	13.16	11.23
8	7.57	10.08	10.47	10.97	13.13	13.69	14.98	15.17	13.41	12.53	13.06	11.34
9	7.91	10.72	10.48	10.86	14.64	14.02	14.62	14.94	13.39	13.40	13.07	11.30
10	7.82	10.62	9.86	11.69	15.17	14.16	15.03	15.53	13.91	12.62	12.14	11.56
總和	82.39	97.48	101.33	108.34	135.85	136.92	138.97	142.81	130.32	128.90	129.14	119.25
平均值	8.24	9.75	10.13	10.83	13.59	13.69	13.9	14.28	13.03	12.89	12.91	11.93
標準差	0.76	0.81	0.58	0.54	0.84	0.63	0.83	1.02	0.56	0.46	0.39	0.64
靜摩擦係數	<b>0.44</b>				<b>0.63</b>				<b>0.58</b>			
摩擦係數標準差	<b>0.03</b>				<b>0.04</b>				<b>0.02</b>			
備註												

手拉式水平測力計潮濕狀態試驗結果一覽表(續 2)

	仿古磚石英				石英板岩石				石英磚板岩			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	8.44	10.51	12.95	13.67	13.90	13.55	12.5	12.92	14.03	14.59	14.35	12.93
2	9.17	11.99	12.37	12.27	13.46	13.08	12.27	13.77	14.81	15.28	15.28	12.98
3	8.14	11.71	13.56	11.70	13.00	13.75	13.56	13.12	15.01	14.06	14.06	13.35
4	8.91	11.81	12.67	12.80	13.44	13.55	13.74	13.13	15.02	15.32	15.32	13.93
5	8.36	11.56	13.05	13.04	13.17	13.43	14.05	11.7	14.41	14.63	14.63	11.84
6	9.48	12.37	13.36	13.19	13.87	12.65	14.15	12.98	14.37	13.49	13.49	13.14
7	8.76	12.28	13.18	12.95	13.16	13.45	13.62	12.32	14.15	14.47	14.47	12.32
8	8.87	12.56	13.91	13.35	13.26	13.10	13.51	13.24	14.51	14.96	14.96	12.86
9	8.37	12.94	13.12	12.77	14.05	14.52	13.37	12.67	14.73	15.43	15.43	13.64
10	8.98	11.48	13.63	12.47	13.97	14.03	13.30	12.81	14.76	14.70	14.70	13.66
總和	87.48	119.21	131.80	128.21	135.27	135.11	134.07	128.68	145.80	146.93	133.17	130.65
平均值	8.75	11.92	13.18	12.82	13.53	13.51	13.41	12.87	14.58	14.69	13.32	13.07
標準差	0.42	0.68	0.46	0.57	0.39	0.52	0.60	0.56	0.34	0.60	0.70	0.64
靜摩擦係數	<b>0.49</b>				<b>0.61</b>				<b>0.67</b>			
摩擦係數標準差	<b>0.03</b>				<b>0.03</b>				<b>0.03</b>			
備註	試體表面有花紋，故取最小值。				試體表面有花紋，故取最小值。				試體表面有花紋，故取最小值。			

手拉式水平測力計潮濕狀態試驗結果一覽表(續 3)

	多管透心瓷板-棕				石質釉面				崗岩			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	17.67	16.77	21.37	20.37	12.83	12.80	11.15	10.87	14.46	14.30	11.88	11.50
2	18.35	19.02	20.97	20.22	13.46	12.06	11.66	10.51	14.43	14.66	12.71	12.55
3	19.45	18.04	20.92	19.44	12.64	11.70	11.12	10.52	14.55	14.14	13.21	12.42
4	18.37	18.27	19.02	18.77	12.69	11.92	11.23	10.67	13.88	14.52	12.24	11.65
5	18.46	17.61	21.37	19.62	13.04	12.22	10.66	10.28	13.38	14.91	12.98	12.00
6	18.15	17.00	20.46	19.99	13.87	12.96	10.87	11.71	14.29	14.59	13.72	12.74
7	19.02	16.71	20.80	18.67	13.33	12.07	10.51	11.64	14.21	13.82	13.68	12.43
8	19.34	17.68	21.56	19.49	13.71	12.37	11.69	10.81	14.64	14.82	14.84	12.12
9	19.97	18.81	21.78	20.37	13.23	11.91	11.6	11.63	15.09	14.46	13.72	12.04
10	19.7	18.45	21.00	20.33	13.92	12.39	12.42	10.21	15.46	14.54	13.8	12.64
總和	188.48	178.36	209.25	197.27	132.72	122.47	112.91	108.85	144.39	144.79	132.78	122.09
平均值	18.85	17.84	20.93	19.73	13.27	12.25	11.29	10.89	13.04	14.48	13.28	12.21
標準差	0.75	0.83	0.77	0.64	0.47	0.39	0.57	0.57	0.58	0.33	0.86	0.42
靜摩擦係數	<b>0.88</b>				<b>0.54</b>				<b>0.62</b>			
摩擦係數標準差	<b>0.04</b>				<b>0.02</b>				<b>0.02</b>			
備註	試體表面有花紋，故取最小值。											

手拉式水平測力計潮濕狀態試驗結果一覽表(續 4)

	石質地磚				地磚				地原石			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	9.18	8.16	9.85	9.85	9.43	11.17	11.20	11.45	15.75	15.88	15.49	14.54
2	8.39	8.14	9.24	8.24	12.27	10.85	10.14	10.52	16.69	16.18	14.24	15.67
3	8.13	8.00	8.93	8.56	9.97	9.71	10.20	10.53	16.3	15.74	15.47	16.04
4	8.79	9.29	8.98	8.49	9.57	9.56	9.93	10.38	16.04	14.78	14.93	16.16
5	9.13	8.55	8.87	8.55	11.04	10.46	11.41	10.69	16.56	15.47	15.91	16.63
6	8.99	8.88	8.49	8.82	9.86	10.61	10.88	9.86	16.93	15.32	15.49	16.52
7	8.53	8.30	8.88	8.90	8.93	11.32	8.70	11.01	16.91	15.15	15.78	16.04
8	8.25	9.45	8.89	9.20	9.56	12.00	9.54	11.13	17.19	15.93	15.72	16.00
9	90.6	10.07	8.59	9.41	10.12	10.92	8.58	11.01	17.09	16.31	14.95	16.12
10	8.97	9.34	9.85	9.37	9.53	10.27	9.44	10.69	16.15	16.61	15.15	16.06
總和	87.42	88.18	89.27	89.39	99.02	106.87	100.02	107.27	165.61	157.37	153.13	159.78
平均值	8.74	8.82	8.93	8.94	9.9	10.69	10.00	10.73	16.56	15.74	15.31	15.98
標準差	0.39	0.7	0.39	0.51	0.73	0.74	0.97	0.45	0.48	0.56	0.50	0.57
靜摩擦係數	<b>0.4</b>				<b>0.47</b>				<b>0.71</b>			
摩擦係數標準差	<b>0.02</b>				<b>0.04</b>				<b>0.02</b>			
備註					試體表面有花紋，故取最小值。				試體表面有花紋，故取最小值。			

手拉式水平測力計潮濕狀態試驗結果一覽表(續 5)

	窯燒花崗岩											
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	17.56	16.42	15.04	15.01								
2	15.38	16.02	16.79	16.24								
3	15.92	15.62	17.63	16.34								
4	16.36	16.99	16.95	15.25								
5	17.37	14.57	14.97	16.77								
6	17.46	16.61	15.50	16.66								
7	16.24	15.73	14.67	13.43								
8	18.41	15.53	14.68	16.12								
9	16.48	16.17	14.94	15.62								
10	17.08	15.86	13.65	16.00								
總和	168.26	159.52	154.82	157.31								
平均值	16.83	15.95	15.48	15.73								
標準差	0.91	0.67	1.24	1.01								
靜摩擦係數	<b>0.71</b>											
摩擦係數標準差	<b>0.05</b>											
備註	試體表面有花紋，故取最小值。											

附錄 1.2.1 可變角度止滑計乾燥及潮濕狀態試驗結果一覽表

	花崗岩(紅)		花崗岩(黑)		石英磚-1		石英磚-2	
	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕
1	0.75	0.10	0.60	0.05	1.00	0.20	1.00	0.15
2	0.70	0.10	0.65	0.05	1.00	0.20	1.00	0.15
3	0.70	0.10	0.60	0.05	1.00	0.20	1.00	0.15
4	0.70	0.10	0.60	0.05	1.00	0.20	1.00	0.15
5	0.75	0.10	0.65	0.10	1.00	0.20	0.95	0.15
6	0.75	0.10	0.65	0.10	1.00	0.25	0.95	0.15
7	0.75	0.10	0.65	0.05	1.00	0.25	0.95	0.15
8	0.70	0.20	0.65	0.10	0.95	0.25	1.00	0.15
9	0.75	0.20	0.65	0.10	0.95	0.25	1.00	0.15
10	0.70	0.10	0.60	0.05	1.00	0.20	1.00	0.15
總和	7.25	1.20	6.30	0.70	9.90	2.20	9.85	1.50
平均值	0.73	0.12	0.63	0.07	0.99	0.22	0.99	0.15
標準差	0.03	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.00
靜摩擦係數	<b>0.73</b>	<b>0.12</b>	<b>0.63</b>	<b>0.70</b>	<b>0.99</b>	<b>0.22</b>	<b>0.99</b>	<b>0.15</b>
備註								

可變角度止滑計乾燥及潮濕狀態試驗結果一覽表(續 1)

	結晶化瓷板-米白		多管透心瓷板-白		仿古磚石英		石英板岩石	
	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕
1	0.60	0.10	0.80	0.45	0.60	0.45	0.75	0.50
2	0.60	0.10	0.80	0.45	0.65	0.45	0.75	0.50
3	0.60	0.10	0.80	0.40	0.65	0.45	0.75	0.55
4	0.60	0.10	0.80	0.40	0.65	0.4	0.75	0.50
5	0.65	0.10	0.85	0.45	0.65	0.45	0.75	0.55
6	0.65	0.10	0.85	0.45	0.65	0.45	0.80	0.55
7	0.60	0.10	0.85	0.45	0.65	0.45	0.80	0.50
8	0.60	0.10	0.80	0.40	0.65	0.40	0.80	0.50
9	0.65	0.10	0.85	0.40	0.65	0.40	0.80	0.50
10	0.60	0.10	0.80	0.40	0.65	0.40	0.70	0.55
總和	6.15	1.00	8.20	4.25	6.45	4.30	7.65	5.20
平均值	0.62	0.10	0.82	0.43	0.65	0.43	0.77	0.52
標準差	0.02	0.00	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03
靜摩擦係數	<b>0.62</b>	<b>0.10</b>	<b>0.82</b>	<b>0.43</b>	<b>0.60</b>	<b>0.40</b>	<b>0.70</b>	<b>0.50</b>
備註					試體表面有花紋，故取最小值		試體表面有花紋，故取最小值	

可變角度止滑計乾燥及潮濕狀態檢測結果一覽表(續 2)

	石英磚板岩		多管透心瓷板-棕		石質釉面		崗岩	
	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕
1	0.75	0.60	0.85	0.70	0.80	0.20	0.80	0.25
2	0.70	0.60	0.85	0.70	0.80	0.20	0.80	0.25
3	0.75	0.60	0.85	0.70	0.80	0.20	0.80	0.25
4	0.75	0.55	0.85	0.70	0.80	0.20	0.80	0.25
5	0.75	0.60	0.90	0.75	0.8	0.20	0.85	0.25
6	0.75	0.60	0.90	0.75	0.85	0.20	0.85	0.25
7	0.75	0.60	0.90	0.75	0.85	0.20	0.85	0.20
8	0.80	0.55	0.90	0.75	0.85	0.20	0.80	0.20
9	0.80	0.55	0.85	0.75	0.80	0.20	0.80	0.20
10	0.70	0.60	0.85	0.70	0.80	0.20	0.80	0.25
總和	7.50	5.85	8.70	7.25	8.15	2.00	8.15	2.35
平均值	0.75	0.59	0.87	0.73	0.82	0.20	0.82	0.24
標準差	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.00	0.02	0.02
靜摩擦係數	<b>0.70</b>	<b>0.55</b>	<b>0.85</b>	<b>0.70</b>	<b>0.82</b>	<b>0.20</b>	<b>0.82</b>	<b>0.24</b>
備註	試體表面有花紋，故取最小值		試體表面有花紋，故取最小值					



可變角度止滑計乾燥及潮濕狀態檢測結果一覽表(續 3)

	石質地磚		地磚		地原石		窯燒花崗岩	
	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕
1	1.00	0.20	0.75	0.40	0.85	0.75	0.75	0.70
2	1.00	0.20	0.70	0.40	0.85	0.75	0.80	0.70
3	1.00	0.20	0.70	0.40	0.85	0.80	0.75	0.70
4	1.00	0.20	0.70	0.40	0.80	0.80	0.75	0.75
5	1.00	0.20	0.75	0.40	0.85	0.75	0.80	0.70
6	1.00	0.20	0.75	0.45	0.85	0.80	0.80	0.70
7	1.00	0.25	0.70	0.45	0.80	0.75	0.80	0.75
8	1.00	0.25	0.70	0.45	0.80	0.80	0.80	0.75
9	1.00	0.25	0.75	0.45	0.85	0.75	0.80	0.75
10	1.00	0.20	0.70	0.40	0.80	0.75	0.80	0.75
總和	10.00	2.15	7.20	4.20	8.30	7.70	7.85	7.25
平均值	1.00	0.22	0.72	0.42	0.83	0.77	0.79	0.73
標準差	0.00	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03
靜摩擦係數	<b>1.00</b>	<b>0.22</b>	<b>0.70</b>	<b>0.40</b>	<b>0.80</b>	<b>0.75</b>	<b>0.75</b>	<b>0.70</b>
備註			試體表面有花紋，故取最小值		試體表面有花紋，故取最小值		試體表面有花紋，故取最小值	

附錄 1.2.2 可變角度止滑計乾燥及潮濕狀態試驗結果一覽表

	花崗岩(紅)		花崗岩(黑)		石英磚-1		石英磚-2	
	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕
1	1.00	0.22	1.00	0.15	0.89	0.24	0.82	0.25
2	1.00	0.20	1.00	0.16	0.88	0.22	0.82	0.25
3	1.00	0.20	1.00	0.15	0.86	0.22	0.81	0.24
4	1.00	0.20	1.00	0.18	0.87	0.22	0.82	0.25
總和	4.00	0.82	4.00	0.64	3.50	0.90	3.27	0.99
平均值	1.00	0.21	1.00	0.16	0.88	0.23	0.82	0.25
標準差	<b>0.00</b>	<b>0.01</b>	<b>0.00</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.00</b>	<b>0.01</b>
備註								

可變角度止滑計乾燥及潮濕狀態試驗結果一覽表 (續 1)

	仿古石英磚		石英板岩石		石英磚板岩		石質釉面	
	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕
1	0.77	0.56	0.84	0.71	0.91	0.68	0.83	0.23
2	0.77	0.58	0.83	0.72	0.94	0.64	0.84	0.22
3	0.77	0.57	0.82	0.72	0.91	0.63	0.84	0.21
4	0.78	0.57	0.81	0.74	0.92	0.61	0.82	0.23
總和	3.09	2.28	3.30	2.89	3.68	2.56	3.33	0.89
平均值	0.77	0.57	0.83	0.72	0.92	0.64	0.83	0.22
標準差	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.03</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>
備註	試體表面有花紋，故取最小值		試體表面有花紋，故取最小值		試體表面有花紋，故取最小值			

可變角度止滑計乾燥及潮濕狀態檢測結果一覽表(續 2)

	崗岩		石質地磚		地磚		地原石	
	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕
1	0.82	0.34	0.84	0.34	0.83	0.48	0.85	0.67
2	0.82	0.32	0.88	0.38	0.82	0.48	0.87	0.67
3	0.83	0.33	0.86	0.38	0.82	0.47	0.87	0.68
4	0.82	0.33	0.82	0.34	0.84	0.47	0.88	0.68
總和	3.29	1.32	3.40	1.44	3.31	1.90	3.47	2.70
平均值	0.82	0.33	0.85	0.36	0.83	0.48	0.87	0.68
標準差	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.03</b>	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>
備註					試體表面有花紋，故取最小值		試體表面有花紋，故取最小值	

可變角度止滑計乾燥及潮濕狀態檢測結果一覽表(續 3)

	窯燒花崗岩							
	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕
1	0.94	0.57						
2	0.91	0.58						
3	0.92	0.57						
4	0.94	0.58						
總和	3.71	2.30						
平均值	0.93	0.58						
標準差	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>						
備註	試體表面有花紋，故取最小值							

附錄 1.2.3 可變角度止滑計乾燥及潮濕狀態試驗結果一覽表

	花崗岩(紅)		花崗岩(黑)		石英磚-1		石英磚-2	
	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕
1	0.80	0.15	0.80	0.15	1.00	0.15	0.85	0.20
2	0.80	0.15	0.80	0.15	1.00	0.15	0.85	0.20
3	0.80	0.15	0.80	0.15	1.00	0.15	0.85	0.20
4	0.80	0.15	0.80	0.15	1.00	0.15	0.85	0.20
5	0.80	0.15	0.80	0.15	1.00	0.15	0.85	0.20
6	0.80	0.15	0.80	0.15	1.00	0.15	0.85	0.20
7	0.80	0.15	0.80	0.1	1.00	0.15	0.85	0.20
8	0.80	0.15	0.80	0.1	1.00	0.15	0.85	0.20
9	0.80	0.15	0.80	0.15	1.00	0.15	0.85	0.20
10	0.80	0.15	0.80	0.1	1.00	0.15	0.85	0.20
總和	8.00	1.50	8.00	1.35	10	1.50	8.50	2.00
平均值	0.80	0.15	0.80	0.14	1.00	0.15	0.85	0.20
標準差	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.02</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
備註								

可變角度止滑計乾燥及潮濕狀態試驗結果一覽表 (續 1)

	仿古石英磚		石英板岩石		石英磚板岩		石質釉面	
	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕
1	0.75	0.40	0.80	0.50	0.75	0.70	0.70	0.15
2	0.75	0.40	0.80	0.50	0.75	0.70	0.70	0.15
3	0.75	0.40	0.80	0.50	0.75	0.70	0.70	0.15
4	0.70	0.40	0.80	0.50	0.75	0.70	0.70	0.15
5	0.70	0.40	0.80	0.45	0.75	0.70	0.70	0.20
6	0.70	0.40	0.80	0.45	0.75	0.65	0.70	0.20
7	0.70	0.40	0.80	0.45	0.75	0.65	0.70	0.20
8	0.70	0.40	0.80	0.50	0.70	0.65	0.70	0.20
9	0.70	0.40	0.80	0.45	0.70	0.65	0.70	0.20
10	0.70	0.40	0.80	0.50	0.70	0.65	0.70	0.20
總和	7.15	4.00	8.00	4.80	7.35	6.75	7.00	1.80
平均值	0.72	0.40	0.80	0.48	0.74	0.68	0.70	0.18
標準差	<b>0.02</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.03</b>	<b>0.02</b>	<b>0.03</b>	<b>0.00</b>	<b>0.03</b>
備註	試體表面有花紋，故取最小值		試體表面有花紋，故取最小值		試體表面有花紋，故取最小值			

可變角度止滑計乾燥及潮濕狀態檢測結果一覽表(續 2)

	崗岩		石質地磚		地磚		地原石	
	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕
1	0.80	0.25	0.95	0.30	0.75	0.25	0.80	0.65
2	0.80	0.25	0.95	0.30	0.75	0.25	0.80	0.65
3	0.80	0.25	0.95	0.30	0.75	0.25	0.80	0.65
4	0.75	0.25	0.95	0.25	0.70	0.25	0.80	0.65
5	0.75	0.25	0.95	0.30	0.70	0.25	0.80	0.65
6	0.80	0.25	0.95	0.25	0.70	0.25	0.85	0.65
7	0.75	0.25	0.95	0.25	0.70	0.25	0.85	0.65
8	0.75	0.25	0.95	0.25	0.70	0.25	0.80	0.60
9	0.80	0.25	0.95	0.30	0.70	0.25	0.80	0.60
10	0.80	0.25	0.95	0.25	0.70	0.25	0.80	0.60
總和	7.80	2.50	9.50	2.75	7.15	2.50	8.10	6.35
平均值	0.78	0.25	0.95	0.28	0.72	0.25	0.81	0.64
標準差	<b>0.03</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.03</b>	<b>0.02</b>	<b>0.00</b>	<b>0.02</b>	<b>0.02</b>
備註					試體表面有花紋，故取最小值		試體表面有花紋，故取最小值	



可變角度止滑計乾燥及潮濕狀態檢測結果一覽表(續 3)

	窯燒花崗岩							
	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕
1	0.80	0.65						
2	0.80	0.60						
3	0.80	0.65						
4	0.80	0.60						
5	0.80	0.65						
6	0.80	0.65						
7	0.80	0.60						
8	0.80	0.60						
9	0.80	0.60						
10	0.80	0.60						
總和	8.00	6.20						
平均值	0.80	0.62						
標準差	<b>0.00</b>	<b>0.03</b>						
備註	試體表面有花紋，故取最小值							

附錄 1.3 ASM 止滑計乾燥及潮濕試驗結果一覽表

	花崗岩(紅)		花崗岩(黑)		石英磚-1		石英磚-2	
	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕
1	1.00	0.95	0.90	0.55	0.72	0.10	0.72	0.18
2	1.05	0.87	0.99	0.58	0.80	0.12	0.76	0.14
3	1.08	0.83	1.06	0.63	0.75	0.06	0.76	0.10
4	1.06	0.75	1.05	0.62	0.78	0.01	0.78	0.09
5	1.05	0.87	1.07	0.65	0.85	0.02	0.78	0.09
6	1.07	0.63	1.08	0.66	0.94	0.07	0.77	0.07
7	1.01	0.62	1.11	0.63	0.97	0.03	0.76	0.07
8	1.03	0.61	1.12	0.62	1.01	0.06	0.75	0.05
9	1.02	0.88	1.18	0.63	1.04	0.02	0.74	0.06
10	1.06	0.60	1.21	0.61	0.92	0.01	0.72	0.07
總和	10.44	7.67	10.78	6.24	8.83	0.51	7.62	0.94
平均值	1.04	0.77	1.08	0.62	0.88	0.05	0.76	0.09
標準差	0.03	0.13	0.09	0.03	0.11	0.04	0.02	0.04
防滑係數	<b>1.04</b>	<b>0.77</b>	<b>1.08</b>	<b>0.62</b>	<b>0.88</b>	<b>0.05</b>	<b>0.76</b>	<b>0.09</b>
備註								

ASM 止滑計乾燥及潮濕試驗結果一覽表(續 1)

	結晶化瓷板-米白		多管透心瓷板-白		仿古磚石英		石英板岩石	
	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕
1	0.62	0.50	1.00	0.11	0.77	0.73	0.84	0.50
2	0.65	0.53	0.95	0.07	0.84	0.78	0.85	0.52
3	0.64	0.57	0.90	0.06	0.80	0.83	0.83	0.53
4	0.70	0.57	0.87	0.07	0.86	0.76	0.87	0.55
5	0.66	0.57	0.81	0.08	0.84	0.79	0.88	0.51
6	0.65	0.59	0.78	0.09	0.85	0.75	0.84	0.53
7	0.66	0.64	0.77	0.04	0.86	0.82	0.81	0.58
8	0.66	0.72	0.86	0.05	0.92	0.82	0.82	0.56
9	0.67	0.66	0.79	0.07	0.90	0.80	0.78	0.56
10	0.68	0.69	0.76	0.09	0.88	0.79	0.81	0.58
總和	6.66	6.11	8.54	0.75	8.57	7.95	8.40	5.48
平均值	0.67	0.61	0.85	0.08	0.86	0.80	0.84	0.55
標準差	0.02	0.07	0.08	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03
防滑係數	<b>0.67</b>	<b>0.61</b>	<b>0.85</b>	<b>0.08</b>	<b>0.86</b>	<b>0.80</b>	<b>0.84</b>	<b>0.55</b>
備註					試體表面有花紋，故取最小值		試體表面有花紋，故取最小值	

ASM 止滑計乾燥及潮濕試驗結果一覽表(續 2)

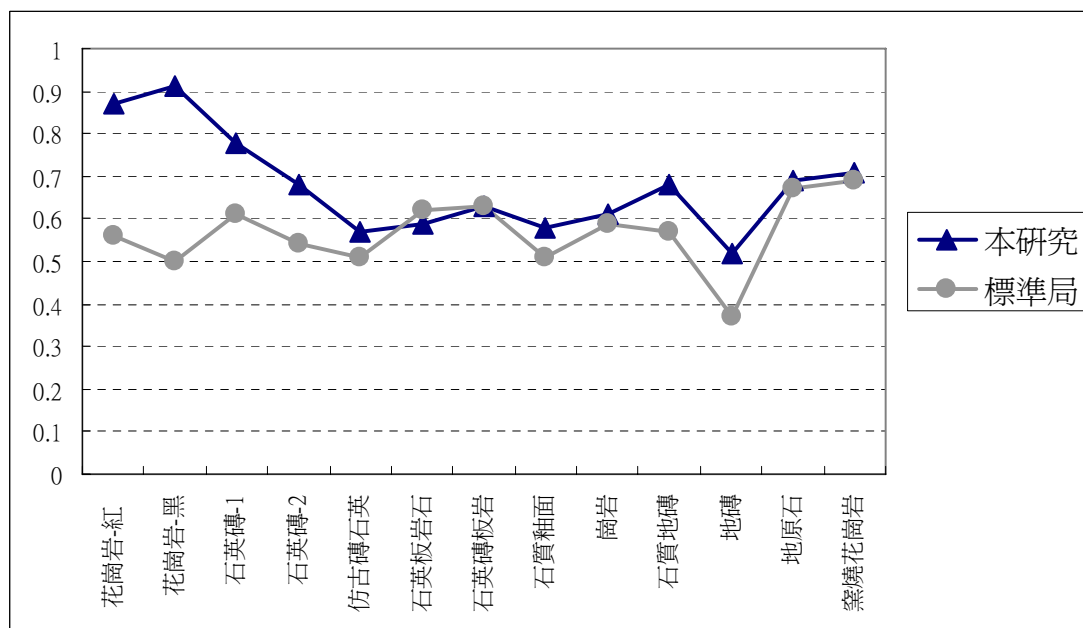
	石英磚板岩		多管透心瓷板-棕		石質釉面		崗岩	
	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕
1	0.78	0.72	0.83	0.63	0.41	0.43	0.74	0.42
2	0.85	0.71	0.82	0.66	0.45	0.42	0.76	0.47
3	0.80	0.72	0.84	0.66	0.44	0.42	0.75	0.47
4	0.87	0.75	0.85	0.72	0.45	0.41	0.77	0.48
5	0.83	0.76	0.86	0.76	0.44	0.38	0.78	0.46
6	0.83	0.76	0.80	0.77	0.45	0.35	0.77	0.46
7	0.81	0.77	0.76	0.78	0.38	0.33	0.77	0.44
8	0.81	0.77	0.78	0.80	0.40	0.30	0.77	0.46
9	0.83	0.78	0.77	0.78	0.42	0.26	0.78	0.48
10	0.84	0.73	0.84	0.75	0.46	0.25	0.78	0.49
總和	8.34	7.55	8.24	7.39	4.35	3.59	7.76	4.68
平均值	0.83	0.76	0.82	0.74	0.44	0.36	0.78	0.47
標準差	0.03	0.03	0.04	0.06	0.03	0.07	0.01	0.02
防滑係數	<b>0.83</b>	<b>0.76</b>	<b>0.82</b>	<b>0.74</b>	<b>0.44</b>	<b>0.36</b>	<b>0.78</b>	<b>0.47</b>
備註	試體表面有花紋，故取最小值		試體表面有花紋，故取最小值					

ASM 止滑計乾燥及潮濕試驗結果一覽表(續 3)

	石質地磚		地磚		地原石		窯燒花崗岩	
	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕	乾燥	潮濕
1	0.63	0.26	0.49	0.35	0.78	0.75	1.01	0.68
2	0.71	0.26	0.53	0.36	0.76	0.75	0.99	0.81
3	0.71	0.24	0.55	0.34	0.76	0.74	1.01	0.72
4	0.70	0.26	0.54	0.35	0.77	0.75	0.97	0.72
5	0.72	0.26	0.54	0.35	0.76	0.74	1.00	0.88
6	0.71	0.20	0.54	0.37	0.74	0.76	0.98	0.74
7	0.73	0.23	0.57	0.39	0.72	0.76	0.94	0.89
8	0.72	0.20	0.55	0.33	0.73	0.76	0.85	0.80
9	0.73	0.20	0.54	0.35	0.71	0.76	0.89	0.74
10	0.73	0.15	0.55	0.38	0.71	0.78	0.86	0.83
總和	7.17	2.29	5.46	3.62	7.52	7.62	9.52	7.89
平均值	0.72	0.23	0.55	0.36	0.75	0.76	0.95	0.79
標準差	0.03	0.04	0.02	0.02	0.03	0.01	0.06	0.07
防滑係數	<b>0.72</b>	<b>0.23</b>	<b>0.55</b>	<b>0.36</b>	<b>0.75</b>	<b>0.76</b>	<b>0.95</b>	<b>0.79</b>
備註			試體表面有花紋，故取最小值		試體表面有花紋，故取最小值		試體表面有花紋，故取最小值	

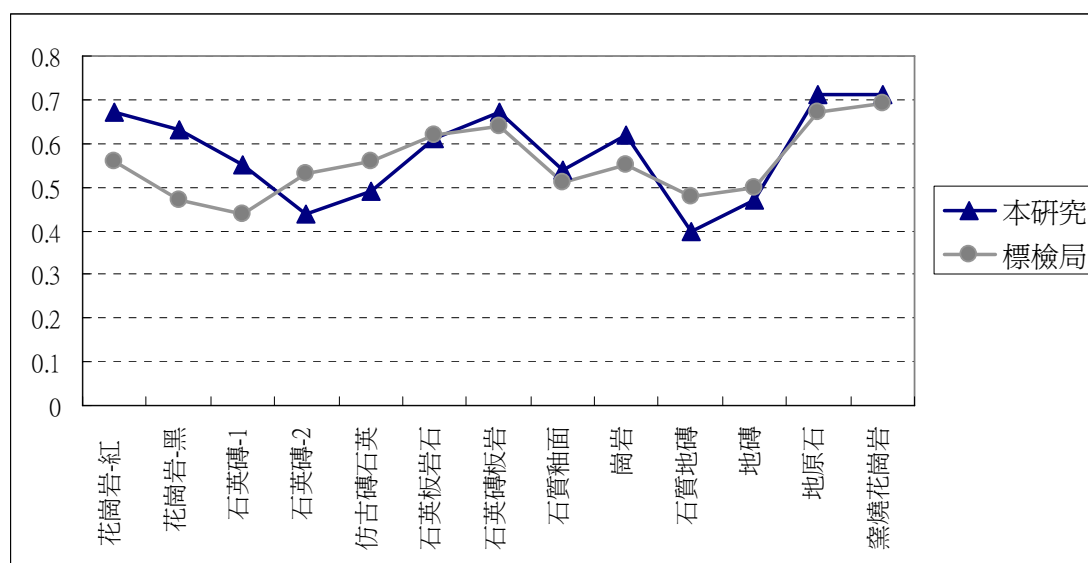
附錄 1.4 手拉式水平測力計乾燥狀態本研究與標準局試驗結果比較表

材料名稱	本研究	標檢局	差異數
花崗岩-紅	0.87	0.56	0.31
花崗岩-黑	0.91	0.50	0.41
石英磚-1	0.78	0.61	0.17
石英磚-2	0.68	0.54	0.14
仿古磚石英	0.57	0.51	0.06
石英板岩石	0.59	0.62	-0.03
石英磚板岩	0.63	0.63	0.00
石質釉面	0.58	0.51	0.07
崗岩	0.61	0.59	0.02
石質地磚	0.68	0.57	0.11
地磚	0.52	0.37	0.15
地原石	0.69	0.67	0.02
窯燒花崗岩	0.71	0.69	0.02
平均值			0.11
標準差			0.12



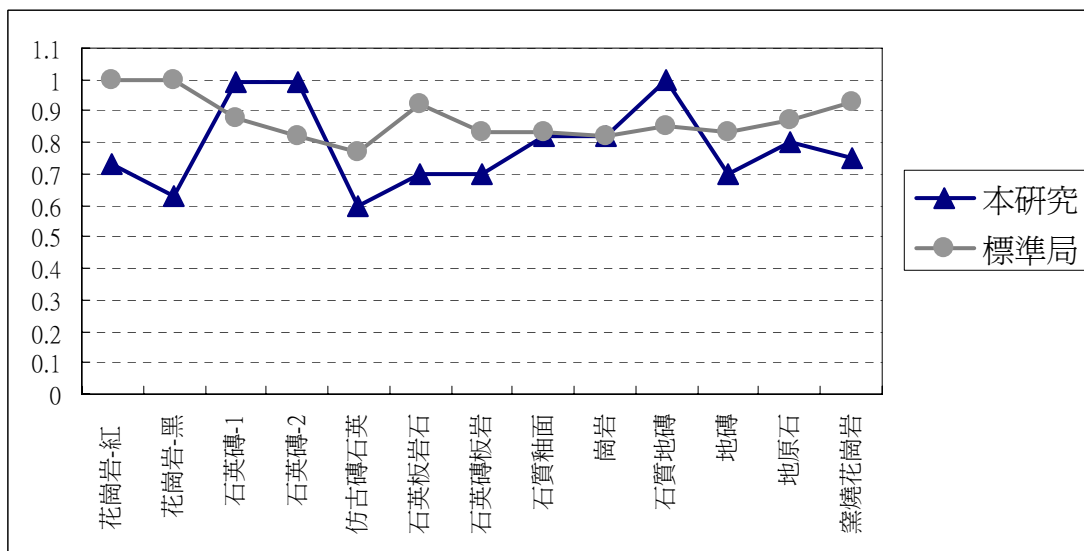
手拉式水平測力計潮濕狀態本研究與標準局試驗結果比較(續 1)

材料名稱	本研究	標檢局	差異數
花崗岩-紅	0.67	0.56	0.11
花崗岩-黑	0.63	0.47	0.16
石英磚-1	0.55	0.44	0.11
石英磚-2	0.44	0.53	-0.09
仿古磚石英	0.49	0.56	-0.07
石英板岩石	0.61	0.62	-0.01
石英磚板岩	0.67	0.64	0.03
石質釉面	0.54	0.51	0.03
崗岩	0.62	0.55	0.07
石質地磚	0.4	0.48	-0.08
地磚	0.47	0.50	-0.03
地原石	0.71	0.67	0.04
窯燒花崗岩	0.71	0.69	0.02
平均值			0.02
標準差			0.07



附錄 1.5 可變角度測力計乾燥狀態本研究與標準局試驗結果比較表

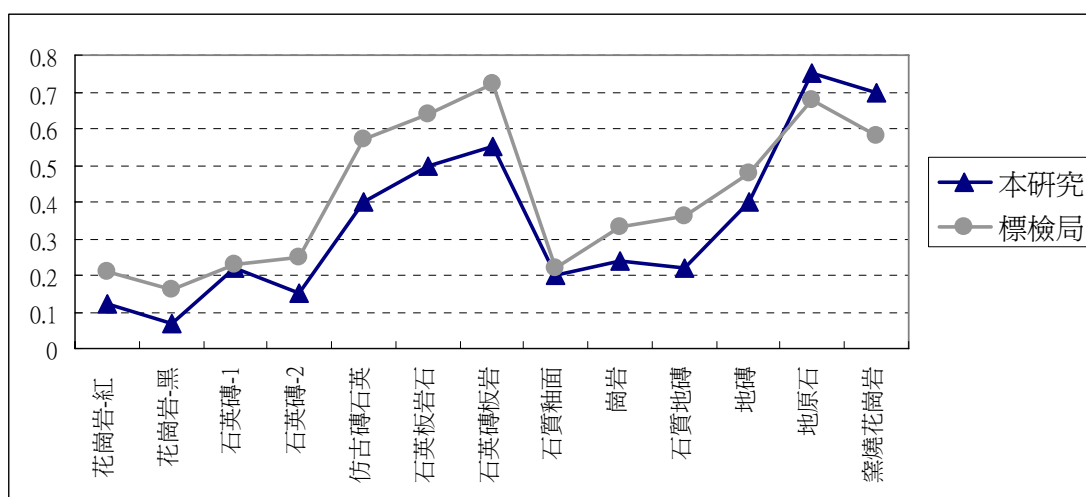
材料名稱	本研究	標檢局	差異數
花崗岩-紅	0.73	1.00	-0.27
花崗岩-黑	0.63	1.00	-0.37
石英磚-1	0.99	0.88	0.11
石英磚-2	0.99	0.82	0.17
仿古磚石英	0.60	0.77	-0.17
石英板岩石	0.70	0.92	-0.22
石英磚板岩	0.70	0.83	-0.13
石質釉面	0.82	0.83	-0.01
崗岩	0.82	0.82	0.00
石質地磚	1.00	0.85	0.15
地磚	0.70	0.83	-0.13
地原石	0.80	0.87	-0.07
窯燒花崗岩	0.75	0.93	-0.18
平均值			-0.09
標準差			0.16





可變角度測力計潮濕狀態本研究與標準局試驗結果比較表(續 1)

材料名稱	本研究	標檢局	差異數
花崗岩-紅	0.12	0.21	-0.09
花崗岩-黑	0.07	0.16	-0.09
石英磚-1	0.22	0.23	-0.01
石英磚-2	0.15	0.25	-0.10
仿古磚石英	0.40	0.57	-0.17
石英板岩石	0.50	0.64	-0.14
石英磚板岩	0.55	0.72	-0.17
石質釉面	0.20	0.22	-0.02
崗岩	0.24	0.33	-0.09
石質地磚	0.22	0.36	-0.14
地磚	0.40	0.48	-0.08
地原石	0.75	0.68	0.07
窯燒花崗岩	0.70	0.58	0.12
平均值			-0.07
標準差			0.08



## 附錄 2.1

## 商品檢驗法

中華民國 21 年 12 月 14 日國民政府制定公布  
中華民國 54 年 05 月 25 日總統令修正公布  
中華民國 59 年 09 月 03 日總統令修正公布  
中華民國 65 年 11 月 02 日總統令修正公布  
中華民國 86 年 05 月 07 日總統令修正公布  
中華民國 90 年 10 月 24 日總統令修正公布

### 第一章 總則

- 第 1 條 為促使商品符合安全、衛生、環保及其他技術法規或標準，保護消費者權益，促進經濟正常發展，特制定本法。
- 第 2 條 本法之主管機關為經濟部。  
商品檢驗由經濟部設標準檢驗局辦理。
- 第 3 條 下列商品，經主管機關指定公告種類、品目或輸往地區者，應依本法執行檢驗：  
一、在國內生產、製造或加工之農工礦商品。  
二、向國外輸出之農工礦商品。  
三、向國內輸入之農工礦商品。
- 第 10 條 **商品之檢驗項目及檢驗標準，由主管機關指定公告之。**  
前項檢驗標準，由主管機關依國際公約所負義務，參酌國家標準、國際標準或其他技術法規指定之；無國家標準、國際標準或其他技術法規可供參酌指定者，由主管機關訂定檢驗規範執行之。  
輸出商品，其規格與檢驗標準不同者，經貿易主管機關核准後，得依買賣雙方約定之標準檢驗。  
輸入或國內產製之商品如因特殊原因，其規格與檢驗標準不同者，應先經標準檢驗局核准。

## 附錄 2.2

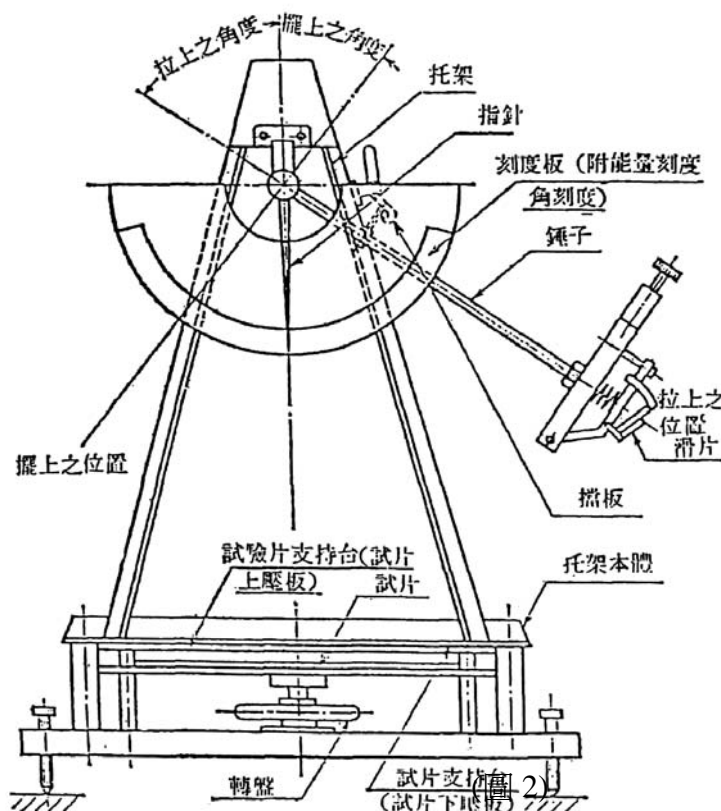
## 地板滑動檢驗法

(部分條文)

總號 8911

類號 A3159

1. 適用範圍：本標準規定以錘擺型地板滑動試驗機(以下簡稱試驗機)測定地板加工材料滑動抵抗細數之方法。
2. 試驗機：本試驗機所使用之試驗機，應如圖 2 所示之構造。



3. 試驗步驟：
  - 3.2.1 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。
  - 3.2.2 確定使滑動片與試片是否正確成線接觸。
  - 3.2.3 在滑動片可正確成線接觸狀態，由所定拉上位置將錘子擺下，於其時應無滑動抵抗。
  - 3.2.4 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。
  - 3.2.5 不得再使用接觸部份之表面有明顯傷痕之滑動片。
  - 3.2.6 試驗應在溫度  $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$  之室內進行。
4. 地板滑動抵抗係數計算：地板滑動抵抗係數依下列公式計算。

$$U = \frac{E}{P \cdot D}$$

- 上式中，
- U：地板滑動抵抗係數
  - P：彈簧力(kg) =  $\frac{1.5\text{kg} + 4.5\text{kg}}{2}$  = 3kg (3.2.7)
  - D：滑動片之接觸距離(cm) (3.2.5)
  - E：錘子擺上位置之刻度(kg·cm) (4.2.4)

## 附錄 2.3 陶瓷面磚或類似材料表面磨擦係數試驗法

總號 13432

(部分條文)

類號 R3178

1. 適用範圍：本標準規定以紐來特(Neolite)尾端裝置測量陶瓷磚面(以下簡稱面專)或類似材料於是及乾狀態下之表面靜摩擦係數試驗方法，本法可於實驗室或現場進行。

2. 用語釋義

(1) 摩擦係數(coefficient of friction)：克服磨擦力所需知與其正向力之比值。

(2) 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。

(3) 靜摩擦係數(static coefficient of friction)：正好能克服磨擦力所需之力與其正向力之比值。

3. 試驗程序(乾狀態)

3.1 測試下述表面

3.1.1 測試面積或個別試體不得小於 102×102mm，為符合上述需求，可將 25×25mm 或 51×51mm 之面磚砌在一起。

3.1.2 以試體接受時之表面狀況進行測試。

3.2 於加上 22kg 重隻砝碼前，在一平面上，以力度 400 號之濕或乾碳化矽砂只重新摩擦尾端組合表面一個循環。

3.3 每次面磚測試皆需重新摩擦尾端組合表面。

3.4 將 22kg 重之砝碼結合紐來特材料置於測試面上，然後利用手拉式測力計求取移動試驗裝置所需最大力量。

3.5 每回合四次，前後各垂直之拉試需於三個不同之試體表面區域重覆一回合，共需 12 組最大力量讀數計算表面靜摩擦係數。

3.6 紀錄所有讀數。

4. 試驗程序(濕狀態)

4.1 利用蒸餾水飽和測試表面，並保持飽和狀態，重複第 3.2 至 3.5 節之試驗程

序。

4.2 紀錄所有讀數。

5. 計算：依下列計算表面靜摩擦係數。

6.1 乾狀態  $F_D = (R_D/NW) + X_D$

6.2 濕狀態  $F_W = (R_W/NW) + X_W$

式內， $F_D$ ：乾表面之靜摩擦係數

$F_W$ ：濕表面之靜摩擦係數

$R_D$ ：12 次乾狀態測試拉力讀數之飽和

$R_W$ ：12 次濕狀態測試拉力讀數之飽和

$N$ ：拉試次數(12 次)

$X_D$ ：乾狀態校正係數

$X_W$ ：濕狀態校正係數

$W$ ：尾端組合裝置加上 22kg 砝碼之質量，(kg)

## 附錄 2.4 止滑性試驗法—可變角度止滑計法」標準草案 (部分條文)

1. 適用範圍：本標準適用於以可變角度止滑試驗計(variable incidence tribometer)測定平面走道及其替代物於乾、濕或受污染狀態下表面之止滑性 (slip resistance)，亦可用於鞋類底材及其替代物之量測，本法可於實驗室或現場進行。本法並未涵蓋所有與試驗有關之方法或試驗程序(例如測試面及試驗腳做材料之選擇、試驗設計等)。
2. 意義及應用
  - 2.1 可變角度止滑試驗計被設計用於測定平面走道、鞋類底材及其替代物於實驗室或現場試驗條件下之止滑性，可藉以評估被測材料之止滑特性。
  - 2.2 利用此裝置測得之數據與止滑性有關，其他影響因子如環境條件等，均能影響地板材料之止滑性，當本法用於現場量測時，必須詳細敘述相關影響因子。
8. 試驗程序
  - 8.1 詳細的試驗程序取決於試驗腳座材質、表面狀況、污染物等情況而可能有所變化。
  - 8.2 將已適當進行前處理之試驗腳做裝置於活塞推桿。
  - 8.3 在測試乾表面時，在每次試驗腳做產生滑動後均須重行進行研磨處理。測試條件為濕或污染狀態時，則在確認試驗腳座已呈現磨損、拋光或遭受污染狀況時，則應於式樣更換時重新研磨，並依照 4.2 及 4.3 節方式進行研磨處理。以除塵刷或壓縮空氣，或兩者，除去研磨之殘餘物，同時須與試樣保持足夠之距離，以確表研磨產生之殘餘物不致污染測試面。完成研磨後，旋緊試驗腳座於球行接頭之上，在回轉 1/4 圈，以保持正確之鬆緊度。
  - 8.4 將止滑試驗計至於試驗面上，試驗面必須與止滑試驗計之腳位於同一平面。
  - 8.5 調整工作壓力為  $172\pm 10\text{kPa}$ ( $25.0\pm 2\text{psi}$ )。
  - 8.6 調整測試桿呈較偏向垂直之位置，使得試驗時其試驗腳座在開始滑動前，能有三次以上之測試衝程。
  - 8.7 確認氣壓缸是否垂放於測試桿衡量之橡膠止塊上。
  - 8.8 在測試濕狀態時，將水均勻塗布於測試面，使每一測試衝程進行前，測試面具

有完整之水膜。

- 8.9 保持試驗計基座固定不動，完全壓下作動閥約 1/2 秒，如果測試桿完成伸展時，試驗腳座未向前踢出，則旋轉手輪不超過 1/4 圈以增加止滑指數，並重新開始試驗。當測試桿完全伸展，試驗腳座向前踢出時，紀錄分度計上所指示之止滑指數，其精度須取至 0.01。
- 8.10 每一件試樣，至少需測試兩個不同位置，並至少需有 4 次測試值，每一測試方向均需互呈 90 度，試驗結果報告其平均值及最小值。
- 8.11 測試階梯與斜面
  - 8.11.1 斜面：傾斜之表面，例如斜坡道，其測試方法與水平表面相同，進行下坡方向時測試，試驗前氣壓缸必須是否垂放於測試桿衡量之橡膠止塊上。如果斜坡的是如此陡峭，致使氣壓缸偏離橡膠止塊，則會產生錯誤的試驗結果。
  - 8.11.2 階梯測試：進行階梯測試時，將止滑試驗計前端支腳放至於階梯踏板突沿上，階梯固定配件則固定於基座下方，調整固定配件升降器之高度，使止滑試驗計與階梯踏板位於同一平面高度，如此止滑試驗計將成頭朝前之姿態，使其作動之推力平行於行人於階梯上移動之方向。



## 附錄 3.1 我國建築相關法令

### 附錄 3.1.1 建築技術規則

中華民國 90 年 9 月 25 日修正公布

#### 建築設計施工編

#### 第十章 公共建築物行動不便者使用設施

第一百七十五條 供行動不便者使用之廁所及浴室，所設置之門應可使行動不便者自由進出及使用，內部並應設置固定扶轉扶手，地面應使用防滑材料。

## 附錄 3.1.2 「建築物無障礙設施設計規範」草案

### 第二章 無障礙通路

202.3 地面：通路地面應平整、堅固、防滑。

### 第三章 樓梯

301.2 地板表面：樓梯平台及梯級表面應採用防滑材料。

### 第五章 廁所盥洗室

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。

### 第六章 浴室

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。

### 第七章 輪椅觀眾席位

702.1 地面：輪椅觀眾席位的地面應堅硬平整、防滑，且坡度不可大於 1/50。

### 第八章 停車空間

803.4 停車位地面：地面應堅硬、平整、防滑，表面不可使用鬆散性質的砂或石礫，高低差不得大於 0.5 公分，坡度不得大於 1/50。

## 附錄 3.2 美國障礙者可及與可用建築及設施設計標準

### American National Standard - Accessible and Usable Buildings and Facilities, 2003, ANSI A117.1

美國國家標準訂定歷史最為悠久，應用最為廣泛，且自 1998 年起該標準之研修工作，由國際建築法規委員會負責，因此除配合國際建築法規修正外，2003 年版已與美國身心障礙法可及性指引（The Americans with Disabilities Act Accessibility Guidelines, 1994）及公平住宅法可及性指引（The Fair Housing Accessibility Guidelines, 1992）亦已整合，為美國目前最常用之技術標準。

#### 第三章 建築基本規定

##### 301 通則

301.1 範圍：本章適用於主管機關訂定之適用範圍及本標準第四章到第十章之規定。

##### 302 樓版表面或地面

302.1 通則：樓地板或是地面的表面應穩定、堅固、防滑。

#### The Americans with Disabilities Act Accessibility Guideline

4.5.1 General. Ground and floor surfaces along accessible routes and in accessible rooms and spaces including floors, walks, ramps, stairs, and curb ramps, shall be stable, firm, slip-resistant, and shall comply with 4.5

## 附錄 3.3 英國無障礙設計規範 Part M

### Approved Part M (2004)

#### 第 1 章：非住宅建築物之進出通道

1.13 關於「水平的進出通道」（從基地邊界或從劃定為障礙者用之停車處至主要入口，或至一個替代性可進出之入口），若有下列情形，則符合 M1 或 M2 的規定：

d. 表面堅實、耐久、防滑。

基地上之停車處與上下車處 (setting down)

1.18 停車處與上下車處，若有下列情形，則符合 M1 或 M2 的規定：

c. 表面堅實、耐久、防滑。

#### 坡道

1.26 斜坡式進出通道若有下列情形，則符合 M1 或 M2 的規定：

f. 斜坡道表面防滑，尤其是濕的時候。

#### 階梯

1.29 階面之材料不可有滑跤之危險，尤其是表面濕的時候。

#### 走廊與通道

k. 地板裝修為防滑的；

輪椅容易進出的浴室

浴室的地板為水平，且無論乾濕都能防滑；

**附錄 3.4**                      **香港設計手冊：暢通無阻的通道**                      1997

**斜道（坡道）**

**斜道設計規定**

d. 斜道（坡道）的表面須防滑，但卻不可飲用突起的牽引線（導盲磚）。

## 附錄 3.5 新加坡可及建築物規範

1995 年公布

最後修正：2002 年

### 3.2 地板表面

#### 3.2.1 通則

##### 3.2.1.1 地板表面應

- (a) 穩定、堅固、平整及防滑。
- (b) 無任何突出、凹洞或非預期之高度變化
- (c) 顏色與牆壁應有明顯之差別，或牆壁之踢腳應明顯區分牆壁與地面之界線

## Code on Barrier-Free Accessibility in Buildings 2002

### 3.2 FLOOR SURFACES

#### 3.2.1 General

##### 3.2.1.1 Floor surfaces shall –

- (a) be stable, firm, level and slip-resistant;
- (b) not have any projection, drop or unexpected variation in level; and
- (c) have colour and tone that are contrasting with the walls, otherwise the skirting must provide a clear distinction between the floor and wall.

#### 附錄 4.1 「地面材料防滑性能基準之研究」期初簡報會議紀錄

一、開會時間:96年4月23日上午9時0分

二、開會地點:本所簡報室

三、主持人:何所長明錦

記錄:廖慧燕

四、出席人員:詳如簽到表

五、簡報:略

六、討論:略

七、會議結論:

1. 本研究計畫之緣起宜從其必要性著手，從全人關懷之角度探討其必要性應更具說服力。
2. 研究計畫中之用語應一致，並作明確之定義。
3. 本計畫在材料檢測方法部分，雖已蒐集美、日、英等國家之檢測方式，惟目前 ISO 為國際主要潮流，建議應將其相關資料一併納入。
4. 由於國人在部分空間之使用特性，與國外不盡相同，宜針對此部進行深入之調查與研究，以確實掌握本土特性，並提昇研究之深度與價值。
5. 有關維護管理及耐久性等，雖然重要，但是在人力及時間之限制下，不易針對所有問題進行研究，可考慮暫不列入本次研究之範圍。

八、散會(上午11點05分)

附錄 4.2 期初簡報意見回應處理方式一覽表

審查意見	回應處理方式
本研究計畫之緣起宜從其必要性著手，從全人關懷之角度探討其必要性應更具說服力。	已依審查意見修正。
研究計畫中之用語應一致，並作明確之定義。	已依審查意見修正。
本計畫在材料檢測方法部分，雖已蒐集美、日、英等國家之檢測方式，惟目前 ISO 為國際主要潮流，建議應將其相關資料一併納入。	搜尋結果發現目前 ISO 並無妨華性能相關檢測規定。
由於國人在部分空間之使用特性，與國外不盡相同，宜針對此部進行深入之調查與研究，以確實掌握本土特性，並提昇研究之深度與價值。	國人在各空間之使用特性，確實將影響各空間必面最低防滑性能要求，惟本研究本年先以性能之量測與基準為研究主題，將於後續研究中針對國內法令規定部分時，作進一步之研究。



### 附錄 4.3 「地面材料防滑性能基準之研究」期中簡報會議紀錄

一、開會時間:96年8月29日上午9時00分

二、開會地點:本所簡報室

三、主持人:何所長明錦

記錄:廖慧燕

四、出席人員:如出席簽到單

五、主席致詞:略

六、簡報:略

七、發言重點:(依發言序)

許建築師俊美:

1. 滑倒原定義為「同一個水平面上滑倒」,建議刪除「水」字,修正為「同一個平面上滑倒」。
2. 「磁磚」之與「瓷磚」究竟有何差異,建議應做說明以利區別。
3. 目前法令對「防滑」缺乏明確定義,所以一般對於「防滑」多為勸導下執行,本研究若可提出具體之法令修正建議,對於降低滑倒之潛在風險,應具有實質之助益。

陳研究員志勇:

1. 在報告附錄之研究紀錄中已明列試驗值之標準差,若將摩擦係數之標準差一併列入,將使資料更為清楚完整。
2. 潮濕狀態測試,可考慮在測試表面加固定之水量。
3. 可變角度計對於潮濕狀態之測試,應該會較水平拉力計精確。
4. 文獻中由於測試材料差異,較不易做比對,若能針對同樣材料進行不同儀器之測試結果比對將更有意義。

呂技正彥賓:

1. 可變角度測試計,對於潮濕狀態之測試效果較水平拉力計佳,
2. 水平拉力計之施力方式確實會影響試驗結果,標準檢驗局目前正進行該測試計之改善工作,預定以萬能試驗機作為施力之設備,並以一定速度拖拉前進,應可改善目前手施力造成誤差之問題。

3. 依據國家標準，「磁磚」通常是泛指所有燒製成之各材質磁磚，而「瓷磚」則指吸水率、硬度等達到國家標準所定之「瓷質磚」。

**劉委員金鐘：**

1. 地面防滑確實是目前公共建築物中常常忽略之問題，亟待做明確的規範。
2. 本研究中選用之試體以瓷磚及石材為主，但目前一般建築物之地面材料往往會使用洗石子、木板或磨石子等，建議應一併納入試驗。

**郭組長志成：**

1. 對於潮濕狀態之測試，面乾內飽和及表面殘留水量應該多少較為適當，確實是試驗上重要關鍵，建議可採固定水量，進行測試。
2. 除水分以外，油汙及肥皂水對防滑性能之影響更大，是否應一併納入考慮。
3. 材料表面處理將影響摩擦係數，對於表面之粗糙度可做更精確之描述，若未來可將防滑性能與材料表面處理做精確之聯結，可作為廠商作為生產之參考。
4. 在試體選用部分，報告中將燒烤面大理石列入預定測試之試體之一，因大理石無法做燒烤處理，建議修正。

**毛組長華：**

地面防滑與維護性能是互相矛盾的，例如光滑材料防滑性能雖較差，但是卻較易清理，所以法令規定如何就防滑與維護性能間取得適當之平衡為研究關鍵。

**徐教授堯山（書面意見）：**

1. 本人首先對本研究持肯定之態度，例如報告第 42 頁，檢測執行之進行，研究人員願意採高標準進行 10 次試驗，其研究精神與態度乃相當值得肯定。
2. 本報告需稍補強處為在研究取樣上，應描述一下其取樣的統計代表性。例如報告第 49 頁表 5-1.3 所選用的花崗岩、石英磚、釉面瓷磚及窯燒花崗岩等，應描述一下其在製程、原料及加工設備上，若不同廠商有其相

似性，則在實驗設計上便有其統計取樣代表性，因而可減少取樣及實驗之數量。

3. 報告第 41 頁表 4-3.1 所採用之試體，期望在石材中能加入蛇紋石。國內有些人將大理石與蛇紋石相混淆，然大理石主要為碳酸鈣，摩式硬度 3，蛇紋石為矽酸鹽的一種，摩式硬度可到 6。
4. 報告第 51 及 52 頁的參考文獻做的不錯，惟期望能仿效工程科技論文，將參考文獻之編號以上標方式適當的安插在報告本文中。還有報告第 3 頁提到一些人名，如 Myung et. al、Irvine、Ekkubus…等，似乎未將其參考文獻列出，敬請補正。
5. 本研究之試體不知是否考慮進行表面粗糙度與硬度之試驗？此兩者基本上皆屬非破壞性之試驗。硬度牽涉到耐磨性，表面粗糙度則如報告第 39 及 40 頁所言，與材料之摩擦係數有密切關係。

#### 宋技士志堅：

1. 手拉式水平測力計法（CNS 13432）無論就乾狀態或者濕狀態，因缺乏標準磚校正，靜摩擦係數計算式中校正係數無法獲得，且測試時會有產生接觸面黏合情況，是以所測得值有相當的疑慮；本次報告所採該試驗方法是否妥適，實值商榷。
2. P. 47 中表 5-1.1 之 1、2、3、4 應標成方向 1、方向 2、方向 3、方向 4，同時應加註該些數據所採的單位；另下表曲線圖缺漏 X 軸和 Y 軸之代表說明。
3. P. 48 中表 5-1.2 所列之數據係於無校正係數下獲得的，該點應於表下加註說明；另下表同樣也欠缺 X 軸和 Y 軸之代表說明。
4. 手拉式水平測力計法在試驗時絕對要求水平施力，否則會有分力產生，改變法線方向的力，亦即測試結果會有誤差。
5. 已知銳利型態顆粒或紋路較易刺穿水膜，能有較佳的止滑性，個人建議是否可利用表面粗度儀檢測待測面之波峰（谷），以進一步了解濕狀態下，表面粗糙度高低與止滑性二者間有否正相關性，如果有的話，不防可從此一點切入進行摩擦止滑的探討。

**陳教授嘉基（書面意見）**

1. 如 P. 37 所言「水平測力計」不適用於粗糙、潮濕狀態，本研究卻採用水平拉力施力方式實驗，彼此不合，為何採用此法未加說明。
2. 45「實際執行:將試體放入水中浸泡 24 小時後已抹布擦拭後進行檢測，另一種情形為在加水，使”有”水分布於試體表面」語意不明，表面附著水量必須定量且均勻塗抹，彼此才能比較及參考的價值。
3. 材料乾燥清潔條件下之止滑係數，並非本研究之目的；依本人實驗的經驗，表面乾燥之止滑係數越高者，潮濕時之止滑數值反而越小，若是材料商只提供乾燥之止滑性能，會有誤導與誤用的後果。
4. p. 50 光滑面石英磚比粗糙面的摩擦係數高, 亦證明本檢測法，無法有效反應材料表面的止滑性能。
5. p. 3， $\mu_d$  為摩擦係數(無單位)，非摩擦力；FH、FV 之彼此關係需有示意圖說明。
6. p. 3 正文中提到 5 個文獻，參考文獻中皆須列出；其他章節亦同。

**八、主席結論：**

1. 不同儀器測試結果之比較，對材料之防滑性能及儀器之精確度瞭解等確皆有助益，未來可再利用統計方法進一步分析比較。
2. 水平拉力計之施力方法具備一致性，為提昇試驗精準度之重要關鍵，可參考相關試驗再做改善。
3. 材料表面之粗糙度，宜採用量化之標準作明確之界定。
4. 本研究有關名詞定義，基本上仍應以建築技術規則為主要依據。
5. 地面油污、肥皂水等確實影響防滑性能至劇，惟本研究限於時間及人力，可針對潮溼狀態先進行測試，至於肥皂水等對防滑性能之影響可做為後續研究。
6. 與會人員所提寶貴意見，本所將納入參考修正。

**九、散會：上午 10 時 20 分。**

## 附錄 4.4 期中簡報意見回應處理方式一覽表

委員審查意見	回應處理方式
<b>許建築師俊美</b>	
1. 滑倒原定義為「同一個水平面上滑倒」，建議刪除「水」字，修正為「同一個平面上滑倒」。	已參採修正。
2. 「磁磚」之與「瓷磚」究竟有何差異，建議應做說明以利區別。	「磁磚」為通稱，至於瓷磚則特別為磁磚中符合國家「瓷磚」標準者。
<b>陳研究員志勇</b>	
1. 在報告附錄之研究紀錄中已明列試驗值之標準差，若將摩擦係數之標準差一併列入，將使資料更為清楚完整。	已依審查意見修正。
2. 潮濕狀態測試，可考慮在測試表面加固定之水量。	已依建議進行試驗。
3. 可變角度計對於潮濕狀態之測試，應該會較水平拉力計精確。	研究結果證實委員意見。
4. 文獻中由於測試材料差異，較不易做比對，若能針對同樣材料進行不同儀器之測試結果比對將更有意義。	已依委員建議進行三種儀器測試結果比對。
<b>呂技正彥賓</b>	
1. 可變角度測試計，對於潮濕狀態之測試效果較水平拉力計佳，	研究結果證實委員意見。
2. 依據國家標準，「磁磚」通常是泛指所有燒製成之各材質磁磚，而「瓷磚」則指吸水率、硬度等達到國家標準所定之「瓷質磚」。	已依委員意見修正報告，使更為明確。
<b>劉委員金鐘</b>	
本研究中選用之試體以瓷磚及石材為主，但目前一般建築物之地面材料往往會使用洗石子、木板或磨石子等，建議應一併納入試驗。	限於研究時間，將列入後續研究。
<b>郭組長志成</b>	
1. 對於潮濕狀態之測試，面乾內飽和及表面殘留水量應該多少較為適當，確實是試驗上重要關鍵，建議可採固定水量，進行測試。	已依建議進行試驗。
2. 除水分以外，油污及肥皂水對防滑性能之影響更	限於研究時間，將列入後續研究。

大，是否應一併納入考慮。	
3. 材料表面處理將影響摩擦係數，對於表面之粗糙度可做更精確之描述，若未來可將防滑性能與材料表面處理做精確之聯結，可作為廠商作為生產之參考。	已購置表面粗度量測儀器中，將列入後續研究。
4. 在試體選用部分，報告中將燒烤面大理石列入預定測試之試體之一，因大理石無法做燒烤處理，建議修正。	已依建議修正。
<b>毛組長華</b>	
地面防滑與維護性能是互相矛盾的，例如光滑材料防滑性能雖較差，但是卻較易清理，所以法令規定如何就防滑與維護性能間取得適當之平衡為研究關鍵。	已納入法令研訂考慮。
<b>徐教授堯山</b>	
1. 在研究取樣上，應描述一下其取樣的統計代表性。例如報告第 49 頁表 5-1.3 所選用的花崗岩、石英磚、釉面瓷磚及窯燒花崗岩等，應描述一下其在製程、原料及加工設備上，若不同廠商有其相似性，則在實驗設計上便有其統計取樣代表性，因而可減少取樣及實驗之數量。	針對取樣之原料、製程及加工設備等進行研究，以探討其代表性，確有必要，惟本年度限於研究時間及人力，擬於後續（97 年）研究中進行。
2. 報告第 41 頁表 4-3.1 所採用之試體，期望在石材中能加入蛇紋石。國內有些人將大理石與蛇紋石相混淆，然大理石主要為碳酸鈣，摩式硬度 3，蛇紋石為矽酸鹽的一種，摩式硬度可到 6。	石材部分擬於後續（97 年）研究中進行。
3. 報告第 51 及 52 頁的參考文獻做的不錯，惟期望能仿效工程科技論文，將參考文獻之編號以上標方式適當的安插在報告本文中。還有報告第 3 頁提到一些人名，如 Myung et. al、Irvine、Ekkubus... 等，似乎未將其參考文獻列出，敬請補正。	已依據委員意見修正。
4. 本研究之試體不知是否考慮進行表面粗糙度與硬度之試驗？此兩者基本上皆屬非破壞性之試驗。硬度牽涉到耐磨性，表面粗糙度則如報告第 39 及 40 頁所言，與材料之摩擦係數有密切關係。	表面粗糙度確實與防滑性能有極密切關係，擬於後續（97 年）研究中進行，至於硬度部份牽涉到耐磨性，擬列為後續研究。
<b>陳教授嘉基</b>	
1. 如 P. 37 所言「水平測力計」不適用於粗糙、潮濕狀態，本研究卻採用水平拉力施力方式實驗，彼此	水平測力計依 CNS 規定可適用於潮濕及乾燥狀態，本研究主要為驗證

<p>不合，為何採用此法未加說明。</p>	<p>該規定之合理性，已於試驗規劃中說明。</p>
<p>2. 45「實際執行:將試體放入水中浸泡 24 小時後已抹布擦拭後進行檢測，另一種情形為在加水，使”有”水分布於試體表面」語意不明，表面附著水量必須定量且均勻塗抹，彼此才能比較及參考的價值。</p>	<p>已依據委員意見修正進行試驗。</p>
<p>3. 材料乾燥清潔條件下之止滑係數，並非本研究之目的；依本人實驗的經驗，表面乾燥之止滑係數越高者，潮濕時之止滑數值反而越小，若是材料商只提供乾燥之止滑性能，會有誤導與誤用的後果。</p>	<p>本研究已進行乾燥及潮濕狀態之試驗。</p>
<p>4. p. 3, <math>\mu d</math> 為摩擦係數(無單位)，非摩擦力；FH、FV 之彼此關係需有示意圖說明。</p>	<p>已依據委員意見修正。</p>
<p>5. p. 3 正文中提到 5 個文獻，參考文獻中皆須列出；其他章節亦同。</p>	<p>已依據委員意見修正。</p>
<p><b>主席結論</b></p>	
<p>1. 不同儀器測試結果之比較，對材料之防滑性能及儀器之精確度瞭解等確皆有助益，未來可再利用統計方法進一步分析比較。</p>	<p>已依據主席結論修正。</p>
<p>2. 材料表面之粗糙度，宜採用量化之標準作明確之界定。</p>	<p>有關表面粗糙度部分，擬於後續(97年)研究中進行。</p>
<p>3. 本研究有關名詞定義，基本上仍應以建築技術規則為主要依據。</p>	<p>已依據主席結論修正。</p>

## 附錄 4.5 「地面材料防滑性能基準之研究」期末簡報會議紀錄

一、開會時間:96年12月7日下午2時30分

二、開會地點:本所會議室

三、主持人:何所長明錦

記錄:廖慧燕

四、出席人員:詳如簽到表

五、簡報:略

六、發言重點:(依發言序)

經濟部標準局蘇技正宏修:

1. CNS 為「中華民國國家標準」本研究報告中多處使用「中國國家標準」請修正。
2. 摘要第 X 頁中,長期建議採應研發具防滑性能之地面材料,其主辦機關為經濟部標準檢驗局,惟本局並非產品或材料研發之機關,建請再審酌適當之主辦機關。
3. 第 38 頁中述及「可變角度防滑計」檢驗方式草案正公告中,惟經查核草案尚在國家標準技術委員會討論中,尚未通過審查,建議修正。

財團法人石材暨資源產業研究發展中心郭組長志成:

1. 為避免實驗室測得摩擦係數與現場測得者有較大差距,可考慮測試較大面積的地面材料,如 60CM\*60CM 以上者。
2. 有意義的防滑應是針對地面材料潮濕狀態,故應將上述測得資料詳細整理後,建議標準檢驗局未來制定相關標準時,摒棄手拉式水平測力計法和 ASM825 數位測計法。
3. 廚房和餐廳是使用地面材料普通之處,然而去除水影響摩擦係數外,油是另一種重要因素,建議未來若提供相關數據供標準檢驗局研提標準參考時,應納入油的因素,避免測得和所訂的標準值無法確實反映實際使用況。

台灣區陶瓷工業同業公會游總幹事德二:

1. 研究報告中長期建議之主辦機關,如係指本公會,名稱請修正為「台灣區陶瓷工業同業公會」。



2. 居於廠商及公會立場，如法令修正規定材料須進行防滑性能檢測，自當依法辦理。

**台灣物業管理產業協會王文楷：**

1. 本報告的主題相當前瞻，且其影響面問題相當宏觀，更足徵建築材料對福利國家所影響的程度，本報告的成果應予肯定。
2. 地面材料的種類相當多，本研究報告雖僅止於市售的瓷磚，但其研究成果與研究方法，測試方法的提出相信會引起後續更多的討論，惟在研究報告中建議補充說明：
  - a. 所指瓷磚包含那些種類的市售瓷磚？
  - b. 地面材料中，選定瓷磚為研究對象的理由？
  - c. 所指瓷磚與 CNS 之「陶質面質」、「瓷質面磚」、「石質面磚」是否有認知上的不同或交集，如係以「吸水率」界定，則應予補充說明其標準。
3. 基於消費者對產品標稱的「信賴保護」建立一致性標準的防滑係數，是有必要的。
4. 達成防滑功能的材料與方法或工法很多，故若將來要對使用材料的防滑做要求，則應相當謹慎。

**吳教授可久：**

1. 不同儀器、不同乾溼狀況之比較，宜考慮取樣之樣本涵蓋範圍及相關價錢適用環境，大面積等因素來挑選代表樣本分類表。
2. 系數比較除了平均值外，對於 T 檢定及卡方檢定可以用來檢定其差異是否達到統計顯著性。

**宋技士志堅：**

1. P. 71 圖 5-3.2 (測力計潮溼狀態一致性比較) 明顯有誤，此圖應該為乾燥狀況下之圖，應配合表 5-3.2 另為製圖修正。
2. 報告內分別就建研所與標準局針對水平測力計及可變角度計，在各種不同材質地磚之乾溼狀態下測試和相互比較；從圖中可發現除圖 5-3.4 外(可變角度計乾燥一致性)尚稱吻合外，其它圖型二單位測試結果都有相當落差，該落差原因在本報告中並未有所說明；另檢附標準局測試結果如當作參考值時，二者間差異突顯出測試結果有相當的誤差，若以此列於報告

上，似乎不甚恰當。

3. P. 75 的建議研究：

- (1) 可否直截了當的將防滑係數乾、濕狀態皆訂於 0.5 以上；地磚防滑係數測定則明確表示可變角度計為日後發展的重點設備。
- (2) 第 1 點 CNS 13432...建議儘速修正，應改為「建議發函標準局修正」。

徐教授堯山：

1. 資料之蒐集相當完整。
2. 本研究試樣之取樣，在瓷質地磚方面，種類已臻完備，然陶質地磚、天然石材（如蛇紋石）、木質地板等，則尚須進一步之研究。
3. 若有後續研究，可考慮藉「接觸角量測表面張力法」量測各類地磚的黏合效應。
4. 本研究之成果可提供給中央標準局，供修訂國家標準參考。

陳研究員志勇：

1. 實驗測試方法非常嚴謹，同時有兩單位共同測試比較，很有參考價值。
2. 測試結果如 P72 有差異，針對這些差異建議進行統計比較，同時檢討造成差異可能的原因，因為參與實驗的兩單位都是政府機關，數字具有代表性。另可參考國外文獻。
3. 不同測試器結果差異明顯，此一結果值得作為訂定測試標準之參考。
4. 係數乾狀態幾乎 0.5 以上，結果很明確。濕的狀況差異比較大，值得後續探討。
5. 未來粗糙度與防滑性能研究對材料研製之有幫助。

謝技正孟傑：

1. 依據 Irvin 等專家研究的結果，步行與表面靜摩擦有關，故報告中 P4:第 4 行「其值隨步行速度改變」建議刪除「步行」兩字。P15:動態防滑係數一節內之論點與 Irvin 等人之論點相異，有進一步討論之必要。
2. P12 第 13~16 行應納入「2.有效性」章節內。
3. P28、P37 有關美國地面材料產品標示之測試，敘述不一致，請再查證其正確性。
4. P4 倒數第 3 行「主要是因為水平力(shear force)」建議水平力修改為「平行地面

之力”或”剪力”。

5. P8 第 7 行”ASTM 之 F-13 標準”建議修訂為”經 ASTM 之 F-13 技術委員會認可。
6. P36 四小結第 3 點”利用鉸接撐桿量測動態摩擦係數原理”因鉸接撐桿原理廣義上較接近靜摩擦係數量測方法，建議納入第一點內或刪除動態摩擦係數等文字。
7. P46 倒數第 1~4 行建議移至 P42 頁中。

**陳教授嘉基：(書面意見)**

1. 本報告之研究方法與執行嚴謹，成果豐碩非常的肯定。
2. 第 62 頁第 10 行「窯燒石英磚」應為「窯燒花崗岩」。
3. 第 61 頁起之檢測材料名稱「崗岩」，實務界一般稱為「崗石」，即人造石的一種，容易與花崗石混淆。
4. 第 71 頁圖 5-3.2 與表之數據不符合，應是錯置。
5. 建議檢測材料應附彩色照片。

**七、主席決議：**

1. 研究報告中有關研究範圍及限制條件，宜於緒論中清楚說明，使研究重點及範圍更為明確。
2. 地面材料防滑性能研究案，建議作以下修正：
  - (1) 針對止滑計之信度及效度等性能，宜引用統計學之檢定方式驗證，以更具說服力。
  - (2) 儀器性能之比較為本研究重點之一，目前研究計畫名稱未能顯出該重點，可考慮酌予修正計畫名稱。
  - (3) 儀器量測之不確定度為試驗中必須考慮之重要因素之一，未來可再針對本部份進行研究修正。
3. 綜合審查委員及機關代表意見，本次研究計畫期末報告審查同意通過，惟與會人員所提意見請研究團隊納入參考修正。

**八、散會 (下午 16 點 50 分)**

## 附錄 4.6 期末簡報意見回應處理方式一覽表

委員審查意見	回應處理方式
<b>蘇技正宏修</b>	
1. CNS 為「中華民國國家標準」本研究報告中多處使用「中國國家標準」請修正。	已參採修正。
2. 長期建議採應研發具防滑性能之地面材料，其主辦機關為經濟部標準檢驗局，惟本局並非產品或材料研發之機關，建請再審酌適當之主辦機關。	已修正為台灣區陶瓷工業同業公會。
3. 第 38 頁中述及「可變角度止滑計」檢驗方式草案正公告中，惟經查核草案尚未通過審查，建議修正。	已參採修正為「制定中之可變角度止滑計」。
<b>郭組長志成</b>	
1. 為避免實驗室測得摩擦係數與現場測得者有較大差距，可考慮測試較大面積的地面材料，如 60CM*60CM 以上者。	將作為後續研究試驗計畫參考。
2. 防滑應是針對地面材料潮濕狀態，故應將上述測得資料詳細整理後，建議標準檢驗局未來制定相關標準時，摒棄手拉式水平測力計法和 ASM825 數位測計法。	已參採修正，於研究建議中提出具體之修正建議。
3. 廚房和餐廳是使用地面材料普通之處，然而去除水影響摩擦係數外，油是另一種重要因素，建議未來若提供相關數據供標準檢驗局研提標準參考時，應納入油的因素，避免測得和所訂的標準值無法確實反映實際使用況。	將作為後續研究試驗計畫參考。
<b>游總幹事德二</b>	
1. 研究報告中長期建議之主辦機關，如係指本公會，名稱請修正為「台灣區陶瓷工業同業公會」。	已參採修正。
<b>王文楷</b>	
1. 地面材料的種類相當多，在研究報告中建議補充說明： a. 所指瓷磚包含那些種類的市售瓷磚？ b. 地面材料中，選定瓷磚為研究對象的理由？ c. 所指瓷磚與 CNS 之「陶質面質」、「瓷質面磚」、「石質面磚」是否有認知上的不同或交集，應予補充說明其標準。	已參採修正，於報中補充說明各項資料。
<b>吳教授可久</b>	
1. 不同儀器、不同乾溼狀況之比較，宜考慮取樣之樣本涵蓋	將作為後續研究試驗計畫參

範圍及相關價錢適用環境，大面積等因素來挑選代表樣本分類表。	考。
2. 系數比較除了平均值外，對於 T 檢定及卡方檢定可以用來檢定其差異是否達到統計顯著性。	已參採使用 T 檢定方式，判別差異是否達到統計顯著性。
<b>宋技士志堅</b>	
1. P. 71 圖 5-3. 2(測力計潮溼狀態一致性比較)明顯有誤，此圖應該為乾燥狀況下之圖。	已參採修正。
2. 報告內分別就建研所與標準局針對水平測力計及可變角度計，在各種不同材質地磚之乾溼狀態下測試和相互比較；從圖中可發現除圖 5-3. 4 外(可變角度計乾燥一致性)尚稱吻合外，其它圖型二單位測試結果都有相當落差，該落差原因在本報告中並未有所說明；另檢附標準局測試結果如當作參考值時，二者間差異突顯出測試結果有相當的誤差，若以此列於報告上，似乎不甚恰當。	已參採修正，於報告中說明產生誤差之可能原因。
3. P. 75 的建議研究： (1) 可否直截了當的將防滑係數乾、濕狀態皆訂於 0.5 以上；地磚防滑係數測定則明確表示可變角度計為日後發展的重點設備。 (2) 第 1 點 CNS 13432...建議儘速修正，應改為「建議發函標準局修正」。	已參採修正，提出具體之建議。
<b>徐教授堯山</b>	
1. 本研究試樣之取樣，在瓷質地磚方面，種類已臻完備，然陶質地磚、天然石材(如蛇紋石)、木質地板等，則尚須進一步之研究。	將作為後續研究試驗計畫參考。
2. 若有後續研究，可考慮藉”接觸角量測表面張力法”量測各類地磚的黏合效應。	將作為後續研究參考。
3. 本研究之成果可提供給中央標準局，供修訂國家標準參考。	已參採修正，提出具體建議。
<b>陳研究員志勇</b>	
1. 測試結果如 P72 有差異，針對這些差異建議進行統計比較，同時檢討造成差異可能的原因，因為參與實驗的兩單位都是政府機關，數字具有代表性，另可參考國外文獻。	已參採修正，於報告中說明產生誤差之可能原因。
2. 係數乾狀態幾乎 0.5 以上，結果很明確。濕的狀況差異比較大，值得後續探討。	將作為後續研究參考。

3. 未來粗糙度與防滑性能研究對材料研製之有幫助。	將作為後續研究參考。
<b>謝技正孟傑</b>	
1. 依據 Irvin 等專家研究的結果，步行與表面靜摩擦有關，故報告中 P4: 第 4 行”其值隨步行速度改變”建議刪除”步行”兩字。P15: 動態防滑係數一節內之論點與 Irvin 等人之論點相異，有進一步討論之必要。	已參採修正。
2. P12 第 13~16 行應納入” 2. 有效性” 章節內。	已參採修正。
3. P28、P37 有關美國地面材料產品標示之測試，敘述不一致，請再查證其正確性。	原報告撰寫有誤，已參採修正。
4. P4 倒數第 3 行” 主要是因為水平力(shear force)”建議水平力修改為” 平行地面之力” 或” 剪力”。	已參採修正。
5. P8 第 7 行” ASTM 之 F-13 標準”建議修訂為” 經 ASTM 之 F-13 技術委員會認可。	已參採修正。
6. P36 四小結第 3 點” 利用鉸接撐桿量測動態摩擦係數原理” 因鉸接撐桿原理廣義上較接近靜摩擦係數量測方法，建議納入第一點內或刪除動態摩擦係數等文字。	已參採修正。
7. P46 倒數第 1~4 行建議移至 P42 頁中。	已參採修正。
<b>陳教授嘉基</b>	
1. 第 62 頁第 10 行「窯燒石英磚」應為「窯燒花崗岩」。	已參採修正。
2. 第 61 頁起之檢測材料名稱「崗岩」，實務界一般稱為「崗石」，即人造石的一種，容易與花崗石混淆。	已參採修正。
3. 第 71 頁圖 5-3.2 與表之數據不符合，應是錯置。	已參採修正。
4. 建議檢測材料應附彩色照片。	已參採修正。
<b>主席結論</b>	
1. 研究報告中有關研究範圍及限制條件，宜於緒論中清楚說明，使研究重點及範圍更為明確。	已參採修正，說明研究範圍與限制條件。
2. 針對止滑計之信度及效度等性能，宜引用統計學之檢定方式驗證，以更具說服力。	已參採修正。
3. 儀器性能之比較為本研究重點之一，目前研究計畫名稱未能顯出該重點，可考慮酌予修正計畫名稱。	限於本部研究計畫之管考限制，暫無法修正。
4. 儀器量測之不確定度為試驗中必須考慮之重要因素之一，未來可再針對本部份進行研究修正。	將作為後續研究參考。



## 附錄 5 磁磚樣品照片

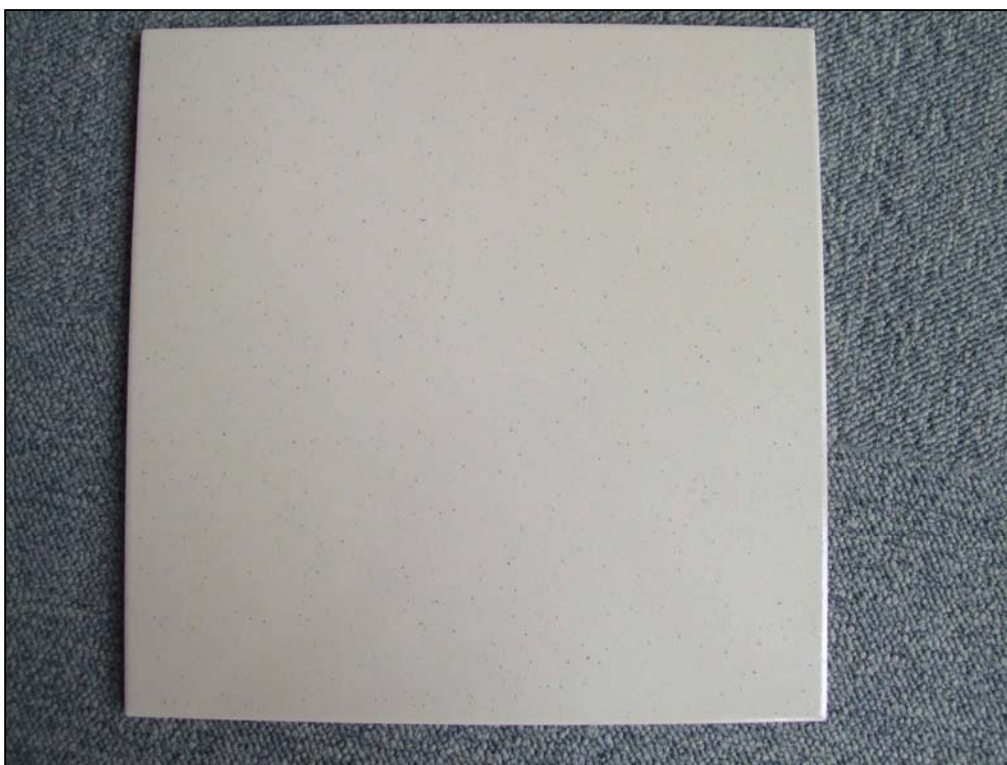


30x30 花崗岩-紅

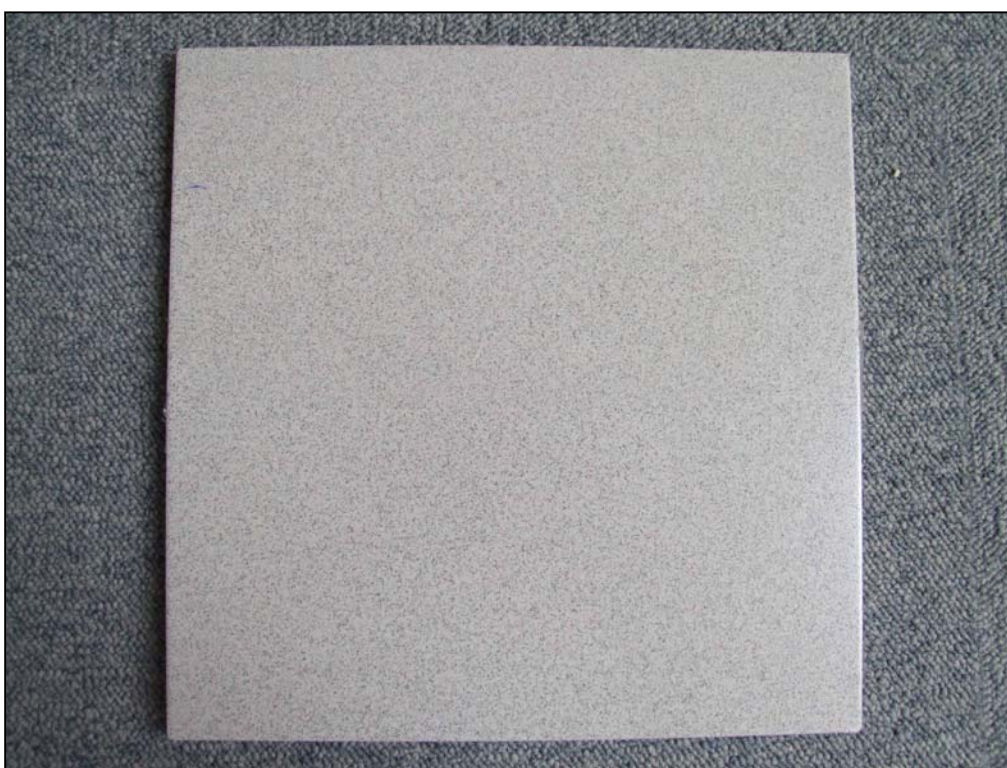


30x30 花崗岩-黑





30x30 石英磚-1



30x30 石英磚-2



25x25 仿古石英磚



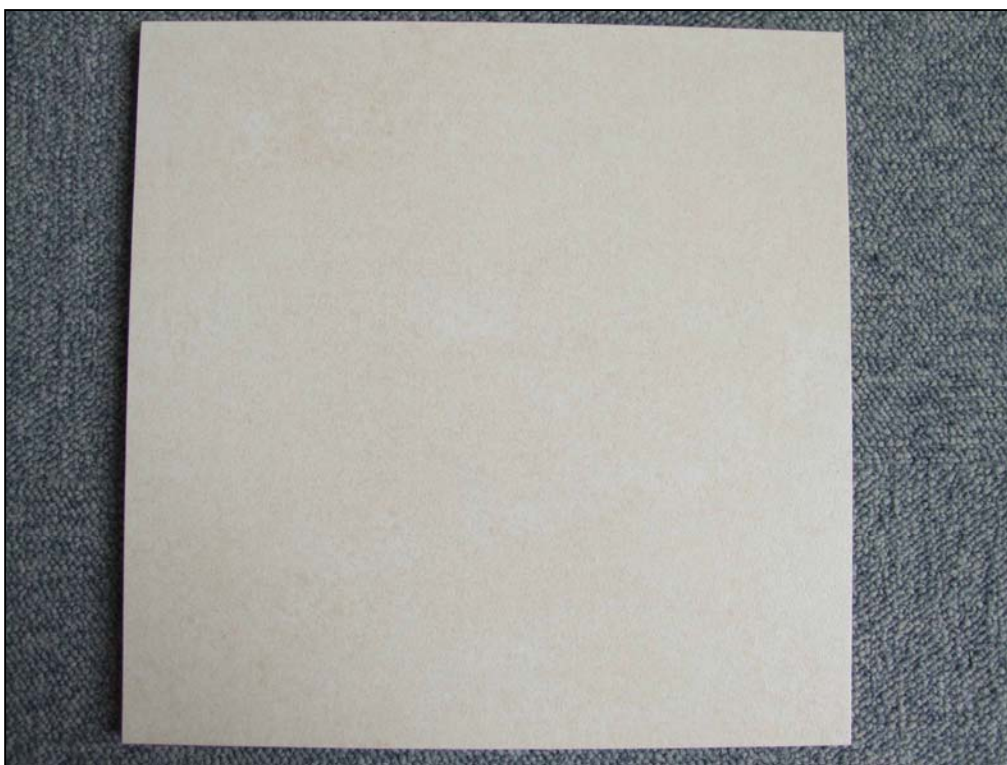
30x30 石英板岩石



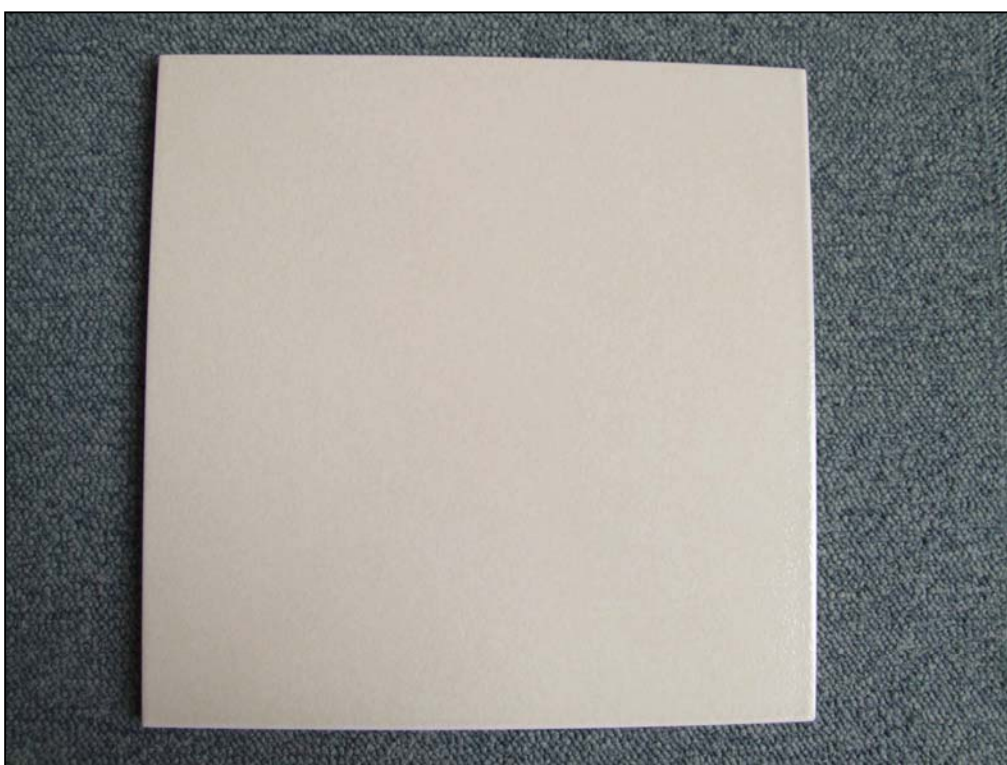
45x45 石英磚板岩



30x30 石質釉面



30×30 崗岩



30×30 石質地磚



30×30 地磚



30×30 地原石



14x14 窯燒花崗岩

## 參考文獻

1. 中央氣象局，2007，“全年雨日及日照時數”，台灣 95 年氣象統計資料，中央氣象局網站，資料來源：<http://www.cwb.gov.tw/>。
2. 玉里醫院感染委員會，“滑倒意外”，2006，行政院衛生署玉里醫院，資料來源：<http://www.ttyl.doh.gov.tw/>。
3. 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。
4. 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。
5. 陳嘉基、張嘉祥，1996，“建築空間地坪滑倒意外研究-意外事故、墜落宇跌倒死亡之統計分析”，第9屆建築研究論文發表會，台北。
6. 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。
7. 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。
8. 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。
9. 勞工衛生研究所，2006，“鞋底防滑”，勞工衛生研究相關技術資料彙編，資料來源：  
<http://www.iosh.gov.tw/netbook/te4-6.htm>
10. 營建雜誌社編，2006，〈建築技術規則〉，台北。
11. 蔡益堅、葉純志、藍祚運、張文瓊、曾德運，2007，〈1999年與2005年台灣地區老人跌倒狀況之比較〉，國民健康局研究報告，台北。
12. 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。
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. Americans with Disabilities Act, 1988, “Part 38 : Accessibility Specifications”,  
[http://a257.g.a.kamaitech.net/7/257/2422/12feb20041500/edocket.access.gpo.gov/cfr\\_2004/octqtr/49cfr38.179.htm](http://a257.g.a.kamaitech.net/7/257/2422/12feb20041500/edocket.access.gpo.gov/cfr_2004/octqtr/49cfr38.179.htm)
15. 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>。

16. 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.
17. Health and Safety Executive, 2006, "Assessing the slip resistance of flooring", <http://www.VaugardOnline.com>
18. Health and Safety Executive, 2006, "The assessment of pedestrian slip risk", <http://www.VaugardOnline.com>
19. Irvine, C.H., 1984, "Measurement of Pedestrian Slip Resistance" *Professional Safety* **21** 30-33.
20. Jeff Green, 2007, "What Stone Specifiers Should Know About Slip Resistance and the ADA", <http://www.stonesource.com/slip.html>.
21. Raoul Gronqvist, Mikko Hirvonen, Asta Tohv, 1999, "Evaluation of three portable floor slipperiness tests", *International Journal of Industrial Ergonomics* **25** 85-95.
22. Sherman, R. M. 1992, "Preventing Slips that Result in Falls," *Professional Safety* **37** 23-25.
23. Steven Di Pilla , 2002, "Get A Grip: Methods For Measuring Slip Resistance", *Sanitary Maintenance* **57** 63-70.
24. Steven Di Pilla, Keith Vidal, 2001, "Slip-Resistance Measurement : The Current State of the Art", *Engineering specialty Newsletter* **1** ( 1 ) 1-5.
25. United States Access Board, 2007, "Technical Bulletin : Ground and Floor Surfaces", <http://www.access-board.gov/Adaag/about/bulletins/surfaces.htm>
26. Wen-Ruey Chang, 1999, "The Effect of surface roughness on the measurement of slip resistance", *International Journal of Industrial Ergonomics* **24** 299-313.
27. William English, 2003, *Pedestrian Slip Resistance*, second edition, Rose Printing Company Inc., New York.

#### 網站資料

1. SIDC 財團法人石材工業發展中心 ,  
<http://www.sidc.org.tw/query8db/main.php?PHPSESSID=29f1aa707e0e9566ec1699d35a46fae8>
2. Understanding Coefficient Of Friction ,  
[http://www.globalsafe.biz/info-coeff\\_friction.htm](http://www.globalsafe.biz/info-coeff_friction.htm)
3. ASTM International Standards,  
<http://www.astm.org/cgi-bin/SoftCart.exe/index.shtml?E+mystore>



## 謝 誌

本研究計畫之執行，首先要感謝江昌霖先生協助進行試驗及數據之整理，研究期間所內同仁之意見交流及毛組長榮之指教，林教授秋瑾及邱博士瓊瑩在統計分析方法之協助，台灣陶瓷工業同業公會、石材公會協助提供試體等，皆是研究得以順利完成之基礎。

研究計畫期中、期末簡報會議中，承蒙經濟部標準檢驗局宋技士志堅、呂技正彥賓、謝技正孟傑、蘇技正宏修、吳教授可久、徐教授堯山、陳教授嘉基、許建築師俊美、劉委員金鐘、勞工安全衛生研究所陳研究員志勇、台灣物業管理產業協會王理事長文楷、台灣陶瓷工業同業公會游總幹事德二、財團法人石材暨資源產業研究發展中心郭組長志成等專家學者，熱忱參與會議，並提供許多寶貴意見，使計畫之執行及研究報告得以較為完備周延。

最後，特別要感謝經濟部標準檢驗局之協助，包括研究試驗計畫研擬、儀器之相關資訊提供等，尤其感謝謝技正孟傑協助於該局進行相同試體之試驗，以進行儀器一致性之比對，使本研究成果更具參考價值與意義。

何明錦、廖慧燕 敬上 97.2.20

