

扶手安全試驗方法之研究

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 99 年 9 月

扶手安全試驗方法之研究

內政部建築研究所自行研究報告

99 年度

099301070000G2001

PG9903-0682

扶手安全試驗方法之研究

研究人員：趙庭佑

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 99 年 9 月

目次

表次	III
圖次	V
摘要	VII
第一章 緒論	1
第一節 前言	1
第二節 研究緣起	2
第三節 研究內容及流程	4
第二章 前期研究回顧	5
第一節 扶手設置功能與目的	5
第二節 扶手名稱及定義	7
第三節 扶手試驗方法說明書（草案）之強度準則	9
第三章 扶手安全試驗方法	17
第一節 扶手試驗方法說明書草案修正說明	17
第二節 扶手試驗方法說明書草案修正	20
第四章 試驗設備規劃	39
第一節 試驗設備規劃方針	39
第二節 反力構台之規劃	43
第三節 基材固定座之規劃	45
第四節 機電系統之規劃	51
第五節 扶手試驗方法說明書草案有關強度準則之 驗證	57
第五章 結論與建議	59
第一節 結論	59
第二節 建議	60
附錄一	63

附錄二	67
參考文獻	71

表次

表 2-1	扶手名稱及定義	7
表 2-2	扶手靜態載重試驗規範比較	10
表 2-3	各種行為動作之扶手荷重計測實驗結果一覽	13

圖次

圖 1-1	全人關懷建築科技計畫總體規劃圖	3
圖 1-2	研究流程圖	4
圖 2-1	使用扶手進行看護作業的情形	6
圖 2-2	扶手托架應預留行進時之手指空間避免干擾	6
圖 2-3	馬桶活動式動作輔助扶手靜態載重示意圖	10
圖 2-4	跌倒實驗裝置示意圖	11
圖 2-5	多軸向荷重計數據圖例	12
圖 2-6	跌倒實驗全部數據	12
圖 2-7	馬桶活動式動作輔助扶手疲勞試驗示意圖	14
圖 2-8	扶手疲勞試驗波形（理想狀態）	15
圖 3-1	扶手水平服務載重幾何圖解	19
圖 4-1	針對扶手本體之載重試驗設備	40
圖 4-2	左：鋼管反力構架及加載用氣壓缸 右：氣壓控制 器單元	40
圖 4-3	基材固定方式示意圖	42
圖 4-4	反力構台示意圖	43
圖 4-5	試驗之操作配置概念圖	44
圖 4-6	試驗 3D 模擬示意圖	44
圖 4-7	塊狀基材緊迫式固定座	46
圖 4-8	鋼材之破壞模式	46
圖 4-9(a)	混凝土拉力作用之突破破壞模式	47
圖 4-9(b)	混凝土剪力作用之突破破壞模式	47
圖 4-10	拉拔脫出破壞模式	48
圖 4-11	混凝土撬起破壞模式	48
圖 4-12	混凝土側面脹破破壞模式	48

圖 4-13	板狀基材緊迫式墊高固定座	49
圖 4-14	各式中空牆面固定結件	50
圖 4-15	重複單元體選取圖例 (虛線框處)	50
圖 4-16	試驗設備控制流程示意圖	51
圖 4-17	測試模組	52
圖 4-18	雙動式氣壓缸	53
圖 4-19	拉力、壓力兩用型荷重計	53
圖 4-20	磁感應式位置模組	54
圖 4-21	不鏽鋼儲氣瓶	55
圖 4-22	比例調壓閥 (含控制模組)	55
圖 4-23	可程式化電子控制器	56
圖 4-24	人機介面	56

摘要

關鍵詞：無障礙、動作輔助扶手、步行輔助扶手、力學試驗

一、研究緣起：

依據內政部統計處資料顯示，截至民國 98 年底國內列冊身心障礙人數達 107 萬 1,073 人，其中以肢體障礙者佔比 37.03%，達 39 萬 6,652 人為最多。扶手是建置整體無障礙環境之重要一環，對於部份肢體障礙之行動不便者可能必須支持其體重甚或加上照護者部份體重，故其安全性及耐久性應被詳細考量。

扶手設備以往在國內較不被重視，自本所全人關懷建築科技計畫開始，在有關建築介面之部份，規劃了各項介面之材料設備檢測認證制度的相關研究，其中即包含扶手設備乙項。且由於一些輪椅使用者反應無障礙廁所中設置之活動扶手，部份穩定性及耐久性不佳而常見損壞情況。本所 98 年收集扶手檢測標準相關文獻資料的過程中，亦發現國外先進國家對於扶手設備訂有頗為嚴謹的專屬試驗方法，然而在國內搜尋相關法規或標準時，此部份卻盡付闕如；另有設計者表示國內扶手施工品質良莠不一，故扶手完工後其牢靠度往往直接牽涉基材本身之特性與強度，故認為應有此部份之適當規範或補強建議，以為妥善。

為增進扶手設備之安全與耐久，提昇國內無障礙環境之品質，本研究規劃一套扶手試驗設備，能在模擬實際裝設於建築構件的情況下，對扶手進行整體性之試驗，以協助未來訂定扶手試驗標準時能提供相關建議。

二、研究內容及流程：

本研究係接續前期「扶手檢測標準之研究」，將其附錄之「扶手試驗方法說明書（草案）」所提出有關力學試驗準則之部份，設計及製作符合說明書草案之扶手試驗設備，並針對前期研究試驗方法說明書草案中未臻

妥適的部份進行部份修正，以作為未來驗證實驗依循。

三、重要發現：

本研究針對扶手試驗方法說明書草案進行了相關修正，並依其規定方式，擬定了初步驗證之相關實驗，以證明說明書草案中所述之模擬實際牆面的試驗方法是否可行，而現階段所規劃之試驗設備之操作性能應可符合試驗方法說明書草案之相關規定，並可為未來建立全人關懷建築實驗室的目標做一前置性之準備。

本研究囿於設備採購流程以及研究期程提前結案之限制，尚無法進行初步驗證之相關實驗，故建議應於後續研究中進行必要之驗證，並設計扶手、基材、與結件特定組合之破壞分析，擬定補強建議以供施工參考，以期提昇國內無障礙相關設備之品質標準。

由於本研究規劃製作之設備其可試驗對象並不侷限於單種設備特性而能擴及其他設備，故本設備建置完成後，對於其他人體力學尺度相關建築設備之研究，無論在準確性或便利性方面均能有所提昇。相信對其他建築相關設備規範之研擬亦能提供幫助，進而擴大國內有關人身安全設備試驗之範圍，以提昇民眾安全保障及居住品質。

四、主要建議事項：

建議一 扶手試驗方法說明書之驗證實驗：立即可行之建議

主辦機關：內政部建築研究所

扶手試驗方法說明書有關強度準則之驗證，初期可依據本研究第四章第五節所述之試驗項目及原則，進行驗證實驗，以確定試驗方法說明書之可行性，另有關步行輔助扶手之驗證，可洽詢材料供應商採跟隨訂單的方式取得相關試體進行驗證，使試驗方法說明書之強度準則得以完整驗證。

另有耐光耐候試驗以及鹽水噴霧試驗，雖有符合 CNS 儀器設備可供使用，惟建議仍須經實際之操作實驗後，方能確定其可行性。相關儀器設備的取得建議可由內政部建築研究所自行添置，以完備實驗能量。

建議二 扶手設備特定裝置情形下之補強實驗：立即可行之建議

主辦機關：內政部建築研究所

縱使破壞模式與影響分析 (Failure mode and effects analysis, FMEA) 以試驗方式進行為相當耗時，然而實際施工後其力學行為並無法全然以理論分析進行，建議除了可在基材、結件相關 FMEA 文獻加強收集外，另針對最為常見之基材與結件之組合，進行實驗分析，以提供相關施工標準手冊供業界依循。

建議三 ASTM F446 有關洗澡區域之相關設備檢測：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

ASTM F446 對於洗澡空間中特定區域內除扶手以外之設備，仍有相關強度之規定，建議未來在全人關懷建築科技計畫的後續計畫可納入相關規範之研究，亦即將全人關懷計畫進一步擴充涵蓋範圍，可利用本研究建構之力學試驗工具作為研擬相關規範之輔助。

ABSTRACT

Key Words: Accessibility, Grab bars, Handrails, Mechanical test

According to statistics data by Ministry of Interior, the number of physical disabilities was over 390 thousands in 2009. For handicapped people, the handrails and grab bars are provided with significant functions. Some wheelchair users also refer to that flip up grab bars in barrier-free toilets are lacking of durability. Therefore the safety and durability of handrails and grab bars must be considered. However, there are no domestic specifications about safety and durability for them. And construction methods of handrails or grab bars are uncertain; involve base materials, fasteners and reinforcement.

To enhance the quality of accessible environment, the case in this study we design an apparatus for mechanical testing grab bars or handrails which is simulated the actually installing conditions. Expect it can also promote laws and regulations to other facilities in accessible environment. In this study, we also revised the Instructions of Testing for Handrails and Grab bars in Chapter 3.

第一章 緒論

第一節 前言

我國已由高齡化社會 (Aging society) 逐步邁入高齡社會 (Aged society)，經建會更預估時程可能就落在民國 106 年，也就是說 7 年內我國 65 歲以上高齡人口佔比將達到總人口數之 14%。為增進高齡者之安全行動，並提供高齡者能獨立使用之都市與建築環境，常須透過扶手此一重要介面來達成。一般認為扶手在住宅內部可支援高齡者安全自在的家居生活，在外則可輔助其獨立之社會生活。世界衛生組織 (World Health Organization) 在加拿大哥倫比亞 Saanich 行政區進行之「全球高齡友善城市計畫 (Global Age-Friendly Cities Project)」中，除強調在戶外設置扶手對行動輔助的必要性外，在住宅部份亦明確指出：「高齡者在獨立生活時需要有更好的設施，例如比正常寬度大的門口，無階梯的通道，並設有加勁牆面提供設置動作輔助扶手 (Grab bars) 及步行輔助扶手 (Handrails)，以及裝設適當的開關和門把等…」，再次提示了設計者有關將扶手設置於堅固牆面，對於高齡者獨立生活在輔助行動及預防跌倒的重要性。

復依據內政部統計處資料顯示，截至 98 年底國內列冊身心障礙人數達 107 萬 1,073 人，其中以肢體障礙者佔比 37.03%，達 39 萬 6,652 人為最多。由於扶手是建置整體無障礙環境之重要一環，對於部份肢體障礙之行動不便者可能必須支持其體重甚或加上照護者部份體重，故其安全性及耐久性應被詳細考量。本研究係針對扶手安全試驗方法部份進行研究，以期增進扶手設備之安全與耐久，提昇國內無障礙環境之品質。

第二節 研究緣起

扶手設備以往在國內較不被重視，自本所全人關懷建築科技計畫開始，在有關建築介面之部份，規劃了各項介面之材料設備驗證及檢測制度的相關研究，其中即包含扶手設備乙項。

由於一些輪椅使用者反應無障礙廁所中設置之活動扶手，部份穩定性及耐久性不佳而常見損壞情況，本所於 98 年收集扶手檢測標準相關文獻資料的過程中，發現國外先進國家對於扶手設備訂有頗為嚴謹的專屬試驗方法，然而在國內搜尋相關法規或標準時，此部份卻盡付闕如；另有設計者表示國內扶手施工品質良莠不一，故扶手完工後其牢靠度往往直接牽涉基材本身之特性與強度，故認為應有此部份之適當規範或補強建議，以為妥善。然而此類問題亦存在於先進國家之中，日本適意生活協會（Association of Living Amenity）在 2007 年 7 月《ALIANEWS 100 號紀念特輯》「扶手的沿革與演變 - 由公共物件與 BL 基準制度共同領導的變革」中強調：『在現有牆壁上安裝，其安裝牆面之強度會左右安全性。因此，必須配合各種牆面狀況選擇適當的施工方法…制定現有牆面安裝扶手的規範乃是當務之急…』，這段文字亦顯示了即便在日本，對於扶手安裝規範的需求仍是急切。

所以，國內有關扶手試驗標準若採取直接套用國外規範的方式，恐有無法符合本土特性之疑慮，意即施工後整體性安全因素可能會大於設備本身的個別性安全因素。因此，本研究規劃一套扶手試驗設備，能在模擬實際裝設於建築構件的情況下，對扶手進行整體性之試驗，以協助未來訂定扶手試驗標準時能提供相關建議。

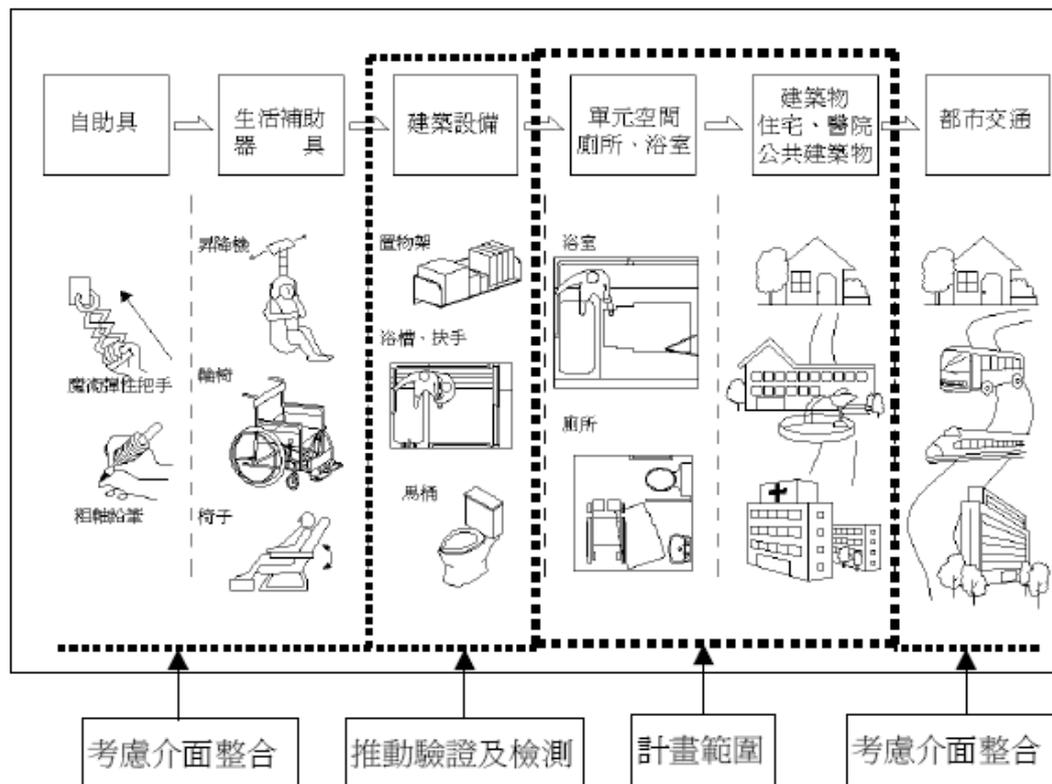


圖 1-1 全人關懷建築科技計畫總體規劃圖

資料來源：內政部建築研究所 99 年度全人關懷建築科技發展中程綱要計畫書

第三節 研究內容及流程

本研究之研究流程如圖 1-2 所示，係接續前期「扶手檢測標準之研究」，將其附錄之「扶手試驗方法說明書（草案）」所提出有關力學試驗準則之部份，設計及製作符合說明書草案之扶手試驗設備，並針對前期研究試驗方法說明書草案中未臻妥適的部份進行修正，以作為未來驗證實驗依循。

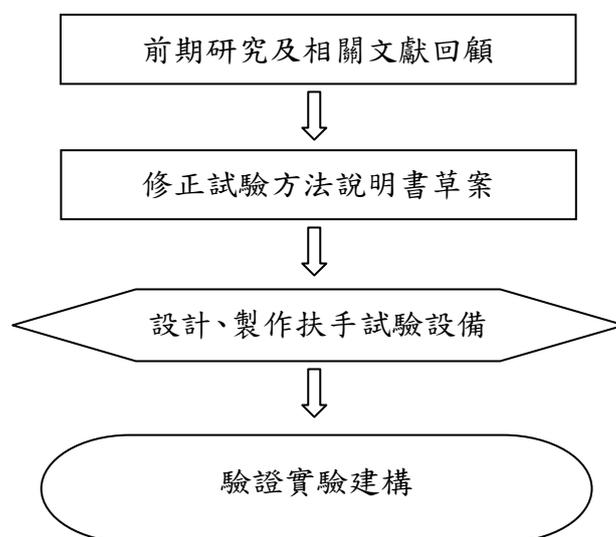


圖 1-2 研究流程圖

資料來源：本研究

第二章 前期研究回顧

本研究係前期「扶手檢測標準之研究」的後續研究，本章主要就前期研究相關之重點加以回顧，包含扶手設置功能目的、名稱定義，以及「扶手試驗方法說明書（草案）」有關力學試驗部份加以回顧，並另外補充一部分之文獻回顧。

第一節 扶手設置功能與目的

依據前期扶手檢測標準之研究歸納彙整，扶手其主要為輔助支持身體移動或變換姿勢、協助平衡、引導行進方向、提供心理安全感及防護等，並有預防跌倒發生及支援照護人員之作業（如圖 2-1 所示）的功能，扶手設備基本通則共可歸納為 3 項，分別為「可及」、「連續」及「穩固」，重點分述如下：

- 一、可及：係指可有效被使用的特性，包含扶手設置場所、高度、操作淨空間、握持性（含可握持尺寸及表面止滑性）等，此部份係為無障礙法令或通用設計之主要關注項目。
- 二、連續：扶手如係提供行動引導或防護，應以連續為原則、中斷為例外，且因扶手具有引導行進之功能，故其不得有妨礙手部滑動之突出物或握持表面不連續之狀況（如圖 2-2 所示）。
- 三、穩固：扶手於提供服務時，須穩固不晃動且橫軌不得旋轉，並能將力量傳遞至建築構材（基材）上，故穩固性須考量扶手及其配件與基材之整體結構強度。



圖 2-1 使用扶手進行看護作業的情形

資料來源：2001 年 9 月本建築學會大會學術演講概要集，演講編號 5411 「在宅廁所中使用看護用輪椅為下肢癱瘓患者進行照護的實驗—設有便於使用的扶手之場所」

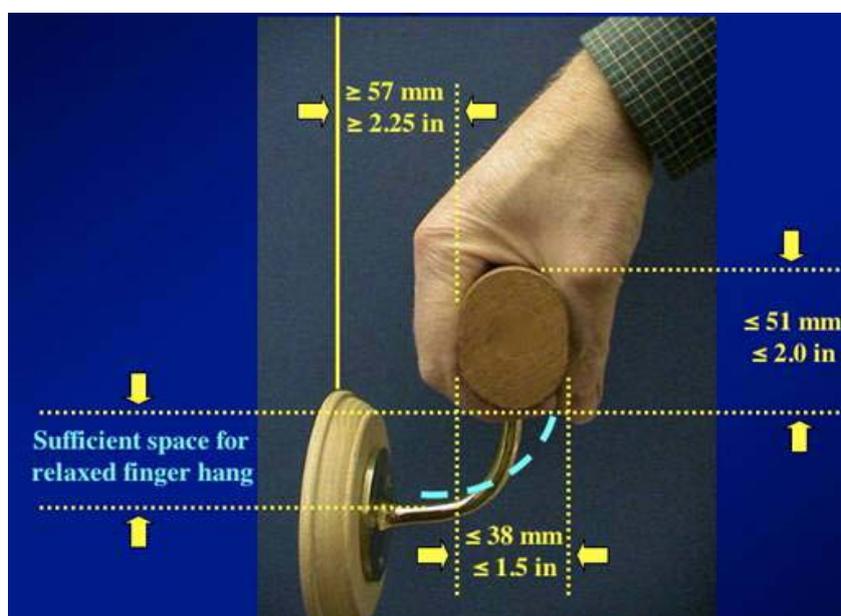


圖 2-2 扶手托架應預留行進時之手指空間避免干擾

資料來源：<http://www.universaldesign.com>

第二節 扶手名稱及定義

為使研究範疇明確界定，並釐清一般常被混淆之扶手名詞，必須將扶手設備相關名詞定義及其功能加以區分，僅分就扶手各部名稱定義及其功能說明如次：

一、扶手設備之總稱及定義：

表 2-1 為中、英、日文中常見與扶手有關之名稱及其定義。本研究所稱之『扶手』，如未特別指明，是指 Handrails 或 Grab bars 之通稱，必要時則依其定義及功能之不同，分別稱為『步行輔助扶手』或『動作輔助扶手』。

表 2-1 扶手名稱及定義

英文名稱	日文名稱	中文名稱	定義
Handrails	步行補助手 すり	扶手	1. 允許手不離開此設備而能移動至不同地方之設備。(ISO) 2. 引導或支持而設置供手握持的水平或斜向橫軌。(IBC)
Grab bars (Grabrail)	動作補助手 すり	扶手 (安全扶手)	提供支持人體體重之橫桿，量體較短，且通常須構成一組系統才能發揮功能。(IBC)
Guard (Guardrail)	墜落防止手 すり	護欄 (欄杆扶手)	設置在靠近開口或高低差通路旁以減少墜落發生機會之建築構件。(IBC)

資料來源：本研究

二、扶手設備之各部名稱及功能：

- (一) 橫軌 (rails)：扶手中提供使用者手部握持之桿件部份。
- (二) 支撐托架 (brackets)：扶手中支撐橫軌於適當位置之組件，含法蘭及接座等。
- (三) 錨座 (mounts)：扶手中以結件或焊接固著於建築物牆壁或結構體等基材上，為提供支撐托架結合之組件。
- (四) 結件 (fasteners)：鎖固或埋置於建築構建中之零件，如螺絲、扣件、錨栓等。
- (五) 輔助配件 (accessories)：含所有包含於扶手組件但非屬上述之零件，如連接件、繫件、端蓋等其他五金零件。

三、其他相關名詞及定義：

- (一) 基材 (base materials)：本研究係指供結件緊固之建築構件材料，如混凝土、磚材、氣泡混凝土、隔間板等。
- (二) 結件錨定深度 (efficient embedment depth)：結件有效作用長度扣除基材表面裝修厚度後，所剩餘之長度。

第三節 扶手試驗方法說明書（草案）之強度準則

前期研究於附錄提出之「扶手試驗方法說明書（草案）」，係區分為握持準則、強度準則、耐久準則等3大部份，共包含握持檢驗、強度試驗、耐光耐候試驗、鹽水噴霧試驗等4類型試驗。由於本研究係探討強度準則，本節僅就草案中有關強度準則試驗部份綜整如次。

一、靜態載重試驗：

如表 2-2 所示，經比較了 ASTM D7032、ASTM F446、BL 步行·動作補助扶手評價基準等扶手載重試驗規範，以及 CNS3220-3 洗面盆載重試驗方法後，將步行輔助及動作輔助扶手之水平及垂直測試載重均定為 1.1 kN，並為了強化對結件的測試條件，測試載重維持時間為較長之 10 分鐘。試驗過程中扶手之橫軌、支撐托架、錨座、結件及其他配件等不得有明顯可見之龜裂、離縫、斷裂、(扭轉) 挫曲或妨害使用之永久變形產生，所稱妨害使用之永久變形在步行輔助扶手訂為該跨距之 0.5%，在動作輔助扶手訂為該跨距之 0.5% 或 5 mm。另馬桶活動扶手（如圖 2-3 所示）由於附有活動機構，部份使用者反應使用時常有搖動之不安定感，在試驗過程中若即時變位量達到全跨距 0.75% 或 7.5mm 者，亦判定為失敗。

表 2-2 扶手靜態載重試驗規範比較

規範	測試載重	加載速率	維持時間	備註
ASTM D7032	2.22 kN	無規定	無規定	
ASTM F446	1.1 kN	30 分鐘內 達 1.1 kN	5 分鐘	
BL 步行補助扶手	1.15 kN	無規定	無規定	此係跨度 1.8 m 以下； 超過 1.8 m 者測試載重 以每公尺 0.54 kN 計算
BL 動作補助扶手	0.59 kN	無規定	無規定	
CNS3220-3	1.1 kN	徐徐施加	10 分鐘	係「衛生陶瓷器-洗面 盆」之安全性試驗

資料來源：扶手檢測標準之研究

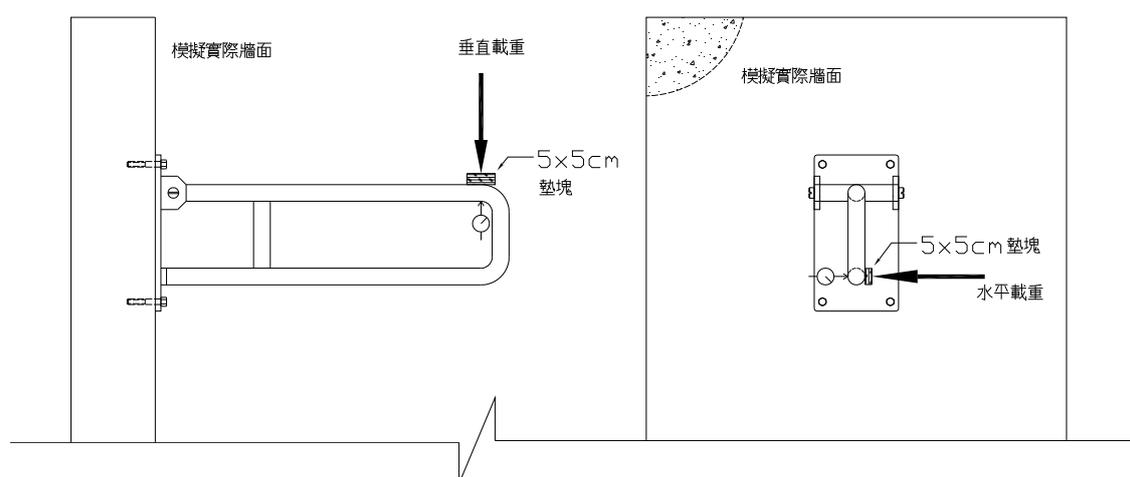


圖 2-3 馬桶活動式動作輔助扶手靜態載重示意圖

資料來源：扶手檢測標準之研究

二、衝擊載重試驗：

衝擊載重試驗原係考量使用者跌倒而緊急抓住扶手的情況，但因人體組織具有一定彈性，所以衝擊效應並不會完全反應出來，依據加藤正男等（2004）利用滑動平台所作有關跌倒時扶手受力計測之實驗（如圖 2-4、2-5 所示），其實驗結果顯示（如圖 2-6），在試驗者平均體重 65.7 ± 8.81 kg 的情況下，其扶手平均受力約在 24.2~33.6 kgf 之間，最大值則可達 63 kgf 左右。

惟考量非常態之外力作用時，例如攀爬、踩跳、撞擊等（如表 2-3 下半部 B1~B5 的使用情況），基於公共安全的立場，並考量扶手材質耐衝擊特性之差異，故要求此類非常態之使用行為下，應不至造成扶手突然斷裂之破壞。所以在試驗方法說明書草案中，本試驗不以衝擊槌進行，而以加載的方式，其測試載重值為靜態測試載重值加計 50%，其試驗結果判定之基準以不發生（斷裂）破壞為合格，且變形量並不納入判定。

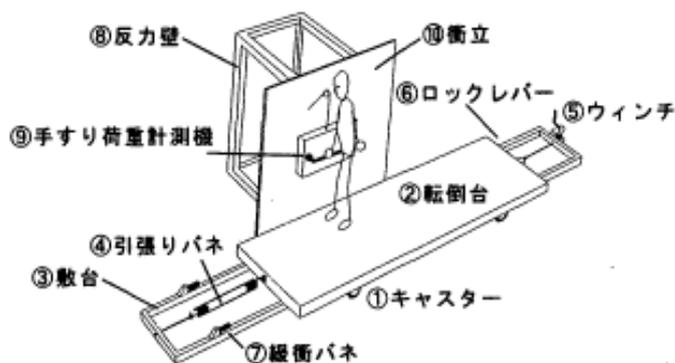


圖 2-4 跌倒實驗裝置示意圖（右圖為前傾跌倒之實驗照片）

資料來源：日本建築學會計畫系論文集（2004）第 584 號 27-33

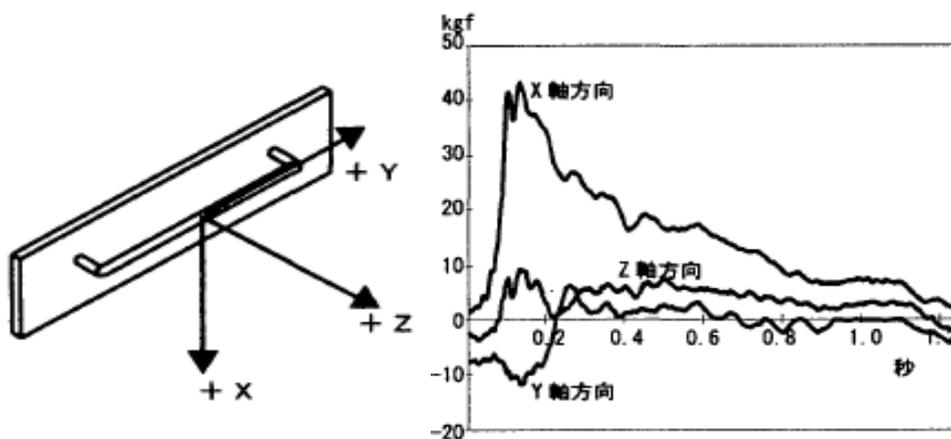


圖 2-5 多軸向荷重計數據圖例

資料來源：日本建築學會計畫系論文集（2004）第 584 號 27-33

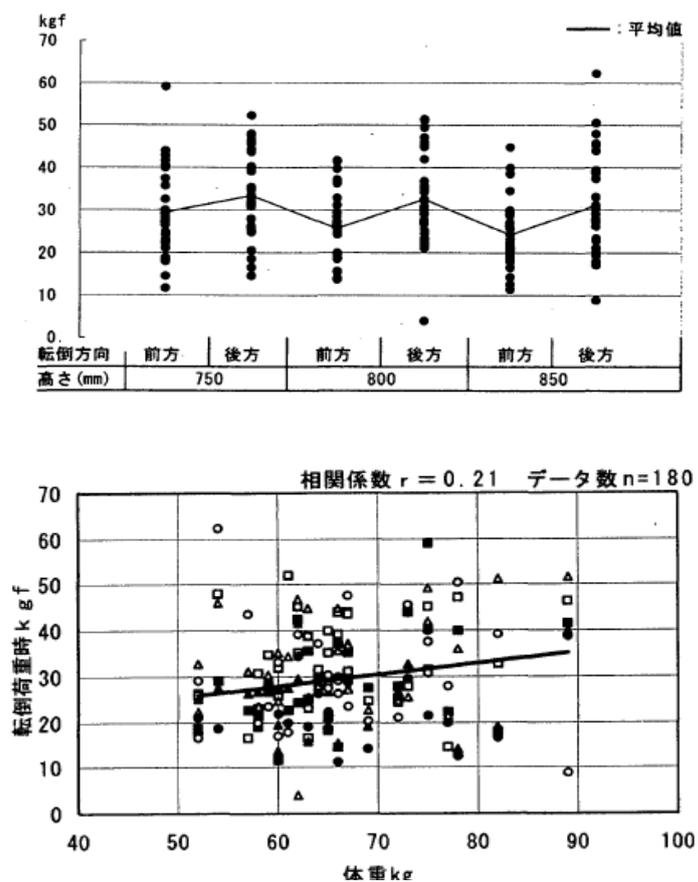
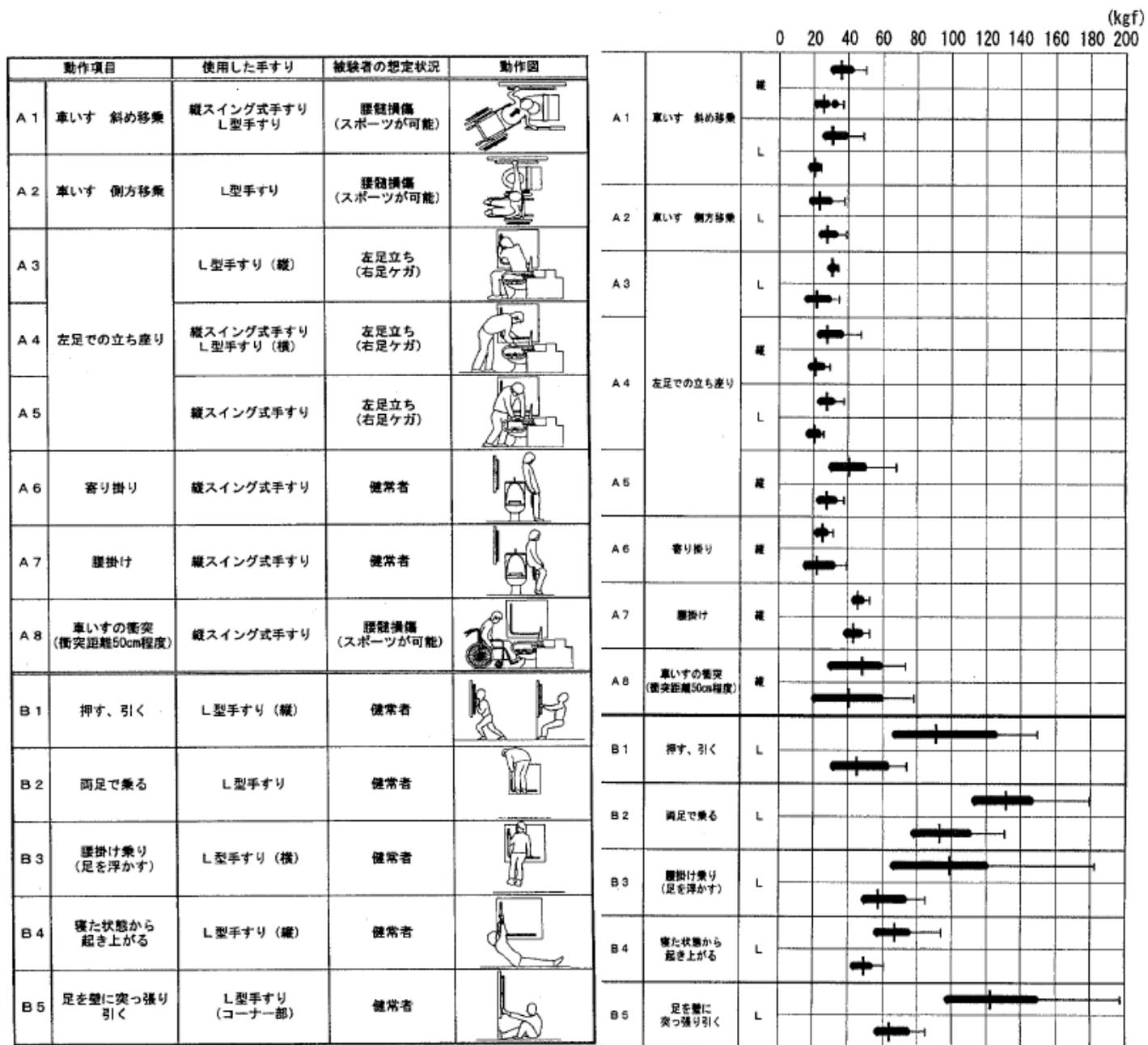


圖 2-6 跌倒實驗全部數據

資料來源：日本建築學會計畫系論文集（2004）第 584 號 27-33

表 2-3 各種行為動作之扶手荷重計測實驗結果一覽



▲ 図 5. 実験結果

平均値
計測値範囲
縦：縦スイング式手すり 上：男性
L：L型手すり 下：女性

資料來源：日本建築學會大會學術講演梗概集「各種行為・動作之扶手荷重計測
-於起立坐下使用不同型式輔助扶手之相關建築人因工程研究」

三、馬桶活動式動作輔助扶手疲勞試驗：

無論動作輔助或步行輔助扶手，在一般使用狀況下，其受力為低頻且強度不會太高，而認為疲勞破壞機率較低。但對於具有活動機構之馬桶活動扶手，則有必要探討其在反復載重作用下之安全性及耐久性。試驗方法說明書草案規劃之試驗係以加速耐久，施加較大之模擬垂直及水平之操作力量，作用力強度為 0.77 kN，且頻率為 0.5 Hz 之長方形波反復載重（如圖 2-7、2-8 所示），經過相對較短之 10,000 週期試驗後，扶手之橫軌、活動機構、錨座、結件及其他配件等不得有明顯可見之龜裂、離縫、斷裂、挫曲或妨害使用之永久變形產生（總變形量達總跨距之 0.2%），且不得有影響扶手活動部件動作之情形，以確保實際使用上其活動機構之耐久性。

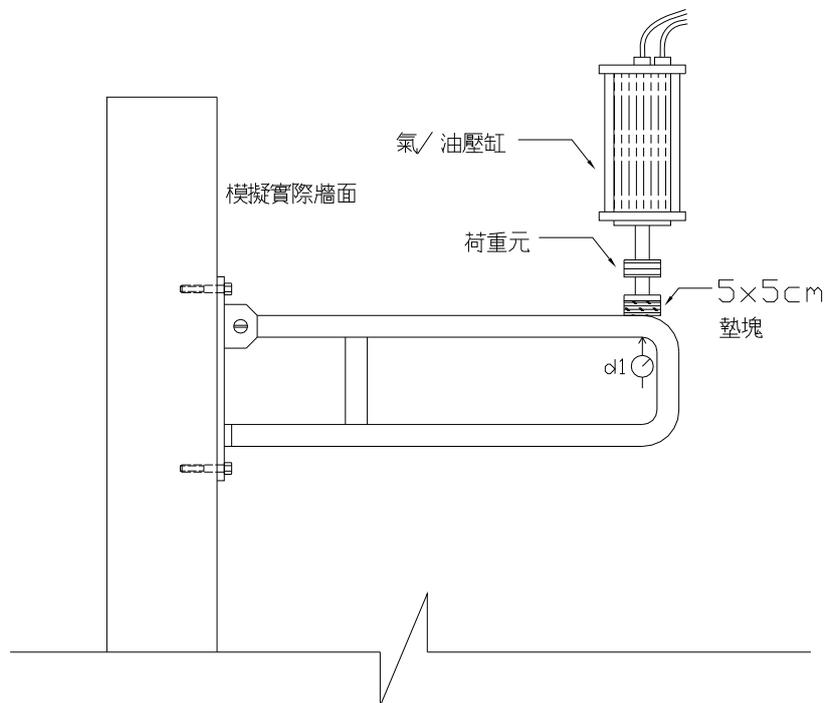


圖 2-7 馬桶活動式動作輔助扶手疲勞試驗示意圖

資料來源：扶手檢測標準之研究

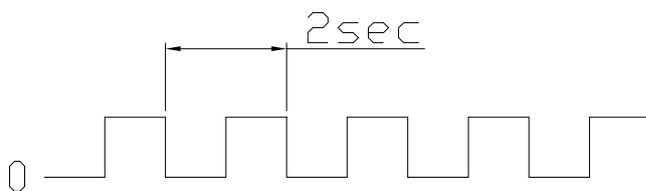


圖 2-8 扶手疲勞試驗波形 (理想狀態)

資料來源：扶手檢測標準之研究

第三章 扶手安全試驗方法

第一節 扶手試驗方法說明書草案修正說明

扶手試驗方法說明書草案中若干部份，經檢討評估後尚有修正之必要以避免誤導，除部份文字修正外，主要修正內容說明如下：

一、有關衝擊載重試驗的修正：

衝擊載重試驗一般均以衝擊槌以動力加載的方式進行，而與本研究考量情況不同，因本研究係考量非常態使用情形下之安全性，故仍以靜力加載的方式，目的為確保非常態使用情形下仍不至於使扶手產生斷裂，故名稱修正為「非常態使用情形之安全性試驗」。

二、有關疲勞試驗的修正：

經搜尋中華民國國家標準有關疲勞試驗之項目，其中以 CNS 11682 之家具垂直負載疲勞試驗法，以及 CNS 11683 家具水平負載疲勞試驗法最為適合作為扶手反復載重試驗參考，其 2 項國家標準均按家具性能等級區分為第 1 級至第 5 級，例如：第 1 級為通常僅供使用次數較少之輕質家庭用家具，第 3 級為通常較為頻繁使用之家庭家具及公共場所使用較少之家具，第 5 級則為通常頻繁使用於公共場所之家具。

若比較支撐使用者體重之 CNS 11682 之座椅垂直負載疲勞試驗，其於椅面以專用負載墊施加 950N，負載速度每分鐘不超過 40 次，按不同性能等級施加負載次數：第 1 級 12,500 次、第 2 級 25,000 次、第 3 級 50,000 次、第 4 級 100,000 次、第 5 級 200,000 次，於試驗終了時，檢查是否變形、鬆弛、脫落、破壞等使用上之障礙。

另參考 1994 年行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所委託清華大學建置之台灣地區勞工人體計測資料庫¹，發現國人 18-65 歲男性勞工體重之平均值為 67.32 公斤，標準差±8.62 公斤，第 95 百分位則為 81.51 公斤，若以此數據保守推估，也就是每次服務均為單支扶手支持全部體重的情況下，馬桶活動扶手的垂直服務載重可以考慮等同國人 18-65 歲男性體重第 95 百分位，以 0.8 kN 計算，測試週期參照 CNS11682 第 3 級性能等級，提高為 50,000 次，頻率則維持 0.5Hz。

水平服務載重部份，由前述資料庫查詢得知，18-65 歲含男女全部樣本之肩寬為 352.54±25.04 mm，橈骨莖突至左肩峰為 519.85±24.79 mm，建築物無障礙設施設計規範規定馬桶扶手外緣與馬桶中心線距離為 350 mm，由幾何關係及誤差傳播定律可推得肩窩至扶手水平距離為 173.73±12.52 mm，肩窩至扶手的垂直距離為 489.96±26.64mm，故手部與扶手水平連線角度約為 70°，得出水平載重約為 0.29 kN，採用 0.3 kN 為水平服務載重，此值亦接近 CNS 11683 家具水平負載疲勞測試載重（0.33 kN）。測試週期則參照 CNS11683 第 3 級性能等級，為 50,000 次週期，頻率則採 0.5Hz。

疲勞試驗由原本 0.77kN 之垂直及水平測試載重，修正為垂直 0.8kN、水平 0.3kN 測試載重，且測試週期由 10,000 次提高至 50,000 次，較符合預期使用之情況。

¹ 台灣地區勞工人體計測資料庫 (v2.0) 係國立清華大學張正教授設計，係依據行政院主計處人力資源統計資料男女性別比與年齡比，在新竹地區隨機抽樣 18-65 歲勞工，有效樣本男性 735 人、女性 465 人，總計 1200 位，進行 266 項靜態人體尺寸與 42 項動態肢體活動角度量測，版權係屬行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所所有。

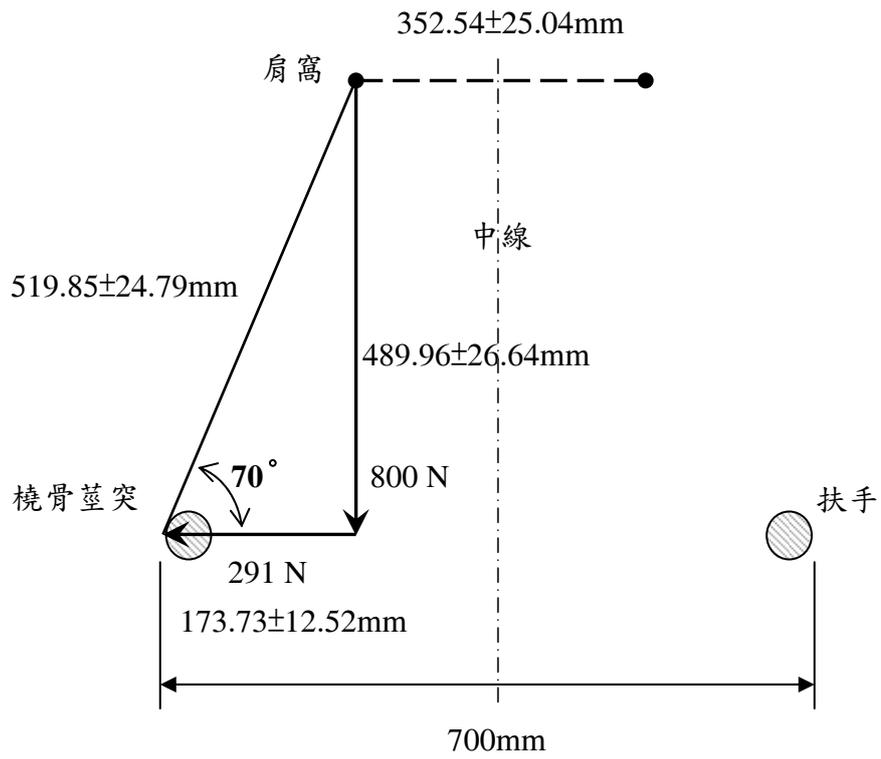


圖 3-1 扶手水平服務載重幾何圖解

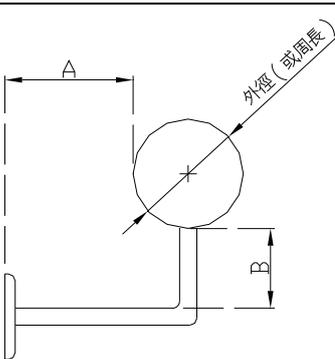
第二節 扶手試驗方法說明書草案修正

扶手試驗方法說明書經修正後，完整內容如次：

一、名稱及定義：

- (一) 扶手：包含步行及動作輔助扶手與其必要組件組合而成之提供使用者引導及支撐之設備統稱。
- (二) 步行輔助扶手 (handrails)：為引導或支持而設置供手握持的水平或斜向橫軌及其必要組件。
- (三) 動作輔助扶手 (grab bars)：提供變換姿勢或支持人體體重之橫桿及其必要組件。
- (四) 橫軌 (rails)：扶手中提供手部握持之桿件。
- (五) 支撐托架 (brackets)：扶手中支撐橫軌於適當位置之組件，含接合法蘭及接座等。一體成形之動作輔助扶手則為類同功能之法蘭等部份。
- (六) 錨座 (mounts)：扶手中以結件或焊接固著於建築物牆壁或結構體上，提供支撐托架結合之組件。
- (七) 結件 (fasteners)：鎖固或埋置於建築物牆壁及結構體上之零件，如螺絲、扣件、錨栓等零件。
- (八) 輔助配件 (accessories)：含所有包含於扶手組件但非屬上述之零件，如連接件、繫件、端蓋、五金等零件。
- (九) 室外設置：建築物接觸外氣之走廊、樓梯、陽台等或是其他受到日曬雨淋之類似場所。

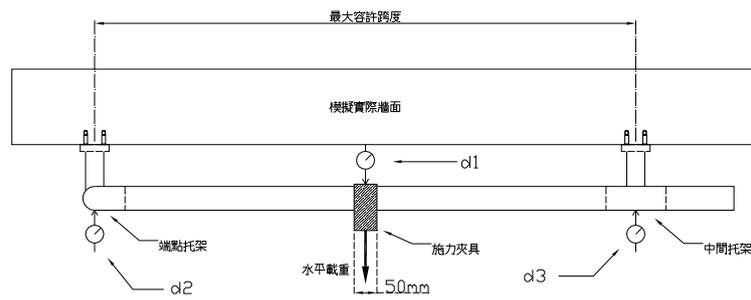
二、握持檢驗：

試驗名稱		扶手握持性檢驗	備註
試驗說明		為驗證扶手之握持特性，避免不當之尺寸造成可及性問題，或因橫軌旋轉或止滑度不佳造成安全顧慮，特別設置此檢測，確保產品裝置於現場前其產品尺寸合宜。	
取樣與試體		取樣：同一型式步行輔助扶手 200 m 內取樣 1 組，超出 200 m 部份每 300 m 加取 1 組。 同一型式動作輔助扶手 100 件內取樣 1 組，超出 100 件部份每 200 件加取 1 組。 試體：每組試體須含橫軌 1m 以上，各型式支撐托架及其他配件涉及握持性者各 1 組。	
試驗方法	設備	直角尺及皮尺，精度達 0.5 mm 以上。	
	試驗程序	將支撐托架及其他配件與橫軌相互接合： 1、扶手橫軌截面外緣週長量測：橫軌軸向正交截面之外緣週長，須符合建築無障礙設施設計規範之規定。 2、支撐托架尺寸量測：橫軌與支撐托架相互結合後，支撐托架尺寸須達到建築無障礙設施設計規範規定之操作淨空間規定。（如附圖 1 所示） 3、除一體成形者外，橫軌與托架間之固定介面檢查是否有防止其相對旋轉之機制。 4、檢視及觸摸扶手橫軌面材是否具防止滑動之高分子材料等或其他面材被覆、表面處理或其他措施。	註：橫軌圓形直徑約為 2.8~4cm，其他形狀者，外緣周邊長 9~13cm；與壁面距離(A)為 3~5cm。
測試結果表示		1、經量測後確認橫軌及支撐托架尺寸是否符合建築無障礙設施設計規範之規定範圍。 2、經檢視橫軌與托架間之固定介面是否有防止其相對旋轉之機制。 3、扶手橫軌與手部接觸部份之面材，應有防止滑動之面材被覆、表面處理或其他措施，其粗糙度以不得造成皮膚傷害為限。	
測試結果評定標準		扶手尺寸符合建築無障礙設施設計規範之規定且扶手橫軌具防止旋轉之設計。橫軌與手部接觸部份之面材有防止滑動之面材被覆、表面處理或其他措施，且粗糙度不致造成皮膚傷害，方為合格。	
附圖	1		

三、強度試驗（一）步行輔助扶手靜態載重試驗：

試驗名稱		步行輔助扶手靜態載重試驗	備註
試驗說明		本試驗係針對步行輔助扶手進行力學強度之驗證試驗，以確保正常使用狀態之使用安全。	
取樣與試體		取樣：同一型式步行輔助扶手 200 m 內取樣 1 組，超出 200 m 部份每 300 m 加取 1 組。 試體：每組試體須含橫軌並依原廠說明書取其最大容許長度，及完整構成 1 跨度之支撐托架與其他配件。	若扶手容許懸臂，其橫軌容許懸臂長度部份應進行試驗
試驗方法	設備	油（氣）壓千斤頂或電動絞盤及其控制單元、荷重元、變位計（精度 0.05 mm 以上）、反力系統、硬質橡膠承壓板（50 mm x 50mm）或寬度 50 mm 之強力尼龍繩帶。	
	試體前置處理與條件	依據原廠安裝說明書，使用與實際施工相同方式，在模擬建築構造物或護欄上安裝試體。 模擬建築構造物，係指混凝土（輕質混凝土）、磚牆、隔間板、輕型鋼、玻璃、鋼板等或實際安裝之護欄等等。若實際裝置牆面有磁磚或類似裝修者，其結件錨定深度應扣除其裝修厚度；或如採錨定預埋於建築結構體者或直接焊接於建築結構體者，則以螺栓鎖固於反力台之方式進行。	若使用黏劑等，應確保養護時間足夠
	試驗程序	如附圖 1 及 2 所示，將步行輔助扶手試體組件依原廠安裝說明書裝設於模擬建築構件之平面上，考量單一集中載重對結構彎矩、剪力、扭力等作用採最不利狀況，分別在 50 mm 長度之接觸面上緩慢施加模擬水平及垂直操作力量至測試載重值 1.1 kN，維持測試載重值 10 分鐘後解除載重。	
測試結果表示		最大測試載重時扶手橫軌之變位（ d_R ）及托架平均變位（ d_B ） 卸除載重後扶手之永久變形（ d_P ）	
測試結果評定標準		扶手之橫軌、支撐托架、錨座、結件及其他配件等不得有明顯可見之龜裂、離縫、斷裂、（扭轉）挫曲或妨害使用之永久變形產生（總變形量 d_P 達該跨距之 0.5%）。	
附圖	1	<p>垂直載重正視圖</p> <p>$d_R = d1 - d_B$ $d_B = (d2 + d3) / 2$ $d_P =$ 卸載後 $d1$ 變位差值</p>	$d1$ 、 $d2$ 、 $d3$ 為變位讀數絕對值

2 水平載重試驗上視圖



$$d_R = d1 - d_B$$

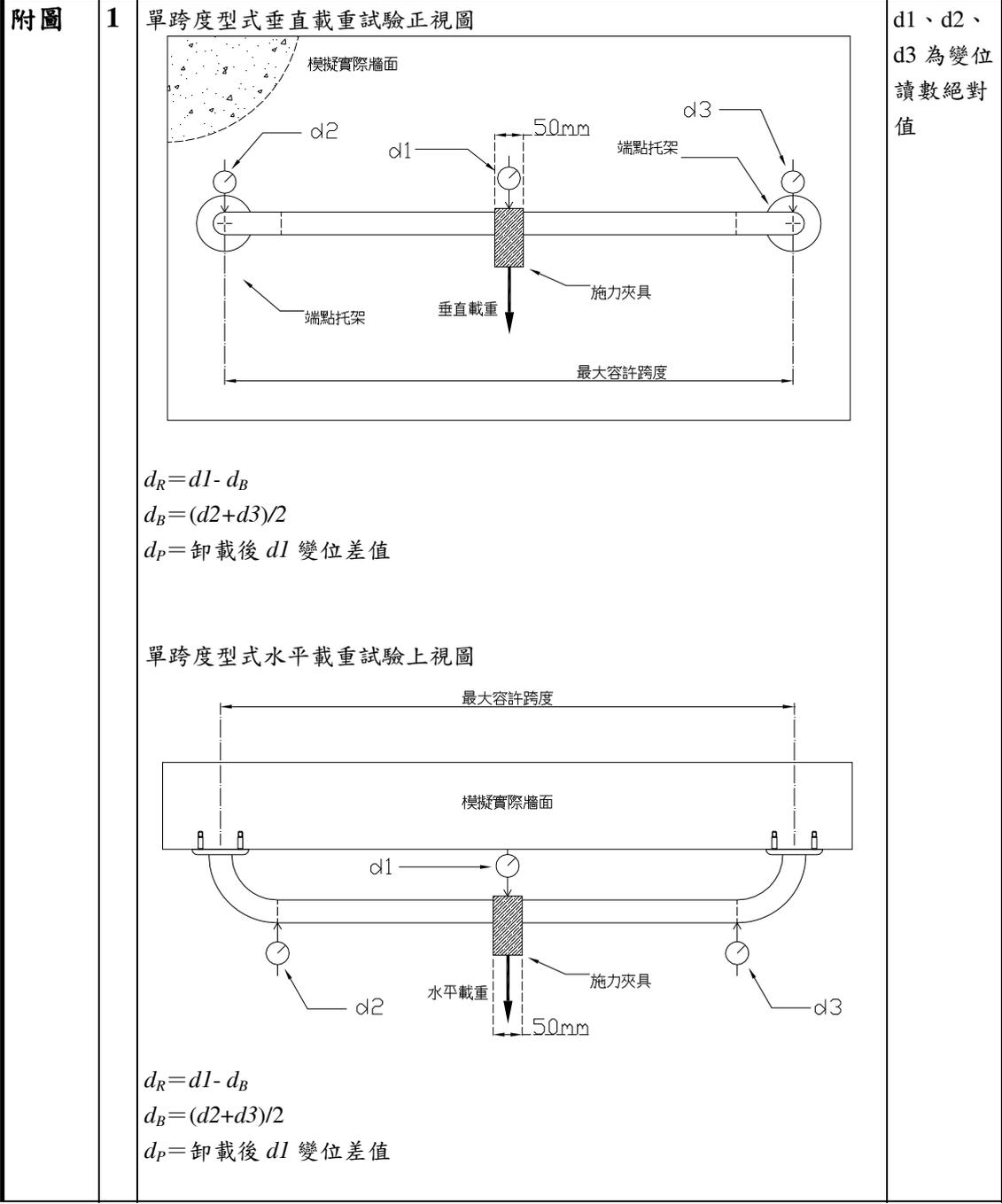
$$d_B = (d2 + d3) / 2$$

$$d_P = \text{卸載後 } d1 \text{ 變位差值}$$

d1、d2、
d3 為變位
讀數絕對
值

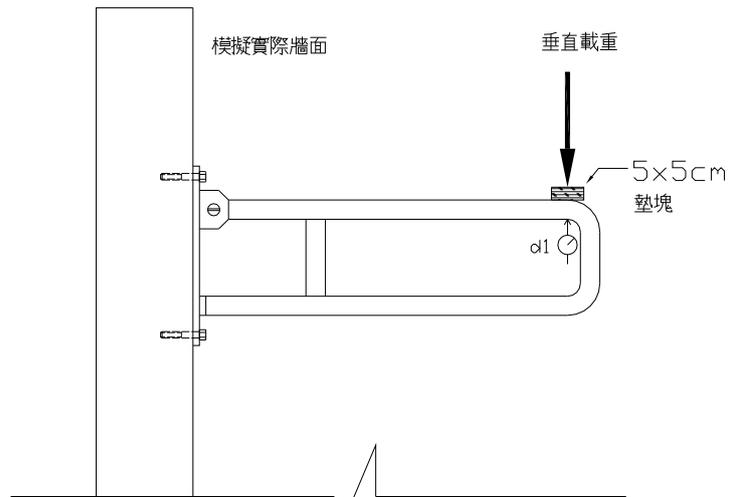
四、強度試驗（二）動作輔助扶手靜態載重試驗：

試驗名稱		動作輔助扶手靜態載重試驗	備註
試驗說明		本試驗係針對所有型式之動作輔助扶手（如 L 型、I 型、小便器、洗臉台、馬桶扶手等等）進行力學強度之驗證試驗，以確保正常狀態之使用安全。	
取樣與試體		取樣：同一型式動作輔助扶手 100 件內取樣 1 組，超出 100 件部份每 200 件加取 1 組。 試體：組合式動作輔助扶手每組試體須含橫軌並依原廠說明書取其最大容許長度，及完整構成扶手型態之支撐托架與其他配件。 一體成形式或馬桶活動式動作輔助扶手則包含本體及全部必須配件。	
試驗方法	設備	油（氣）壓千斤頂或電動絞盤及其控制單元、荷重元、變位計（精度 0.05 mm 以上）、反力系統、硬質橡膠承壓板（50 mm x 50mm）或寬度 50 mm 之強力尼龍繩帶。	
	試體前置處理與條件	依據原廠安裝說明書，使用與實際施工相同方式，在模擬建築構造物（及地面）上安裝試體。 模擬建築構造物，係指混凝土（輕質混凝土）、磚牆、隔間板、輕型鋼、玻璃、鋼板等或實際安裝之護欄等等。若實際裝置牆面有磁磚或類似裝修者，其結件錨定深度應扣除其裝修厚度；或如採錨定預埋於建築結構體者或直接焊接於建築結構體者，則以螺栓鎖固於反力台之方式進行。	若使用黏劑等，應確保養護時間足夠
	試驗程序	如附圖 1~4 所示，將動作輔助扶手試體組件依原廠安裝說明書裝設於模擬建築構件之平面上，考量單一集中載重對結構彎矩、剪力、扭力等作用採最不利狀況，分別緩慢施加模擬水平、垂直操作力量至測試載重值 1.1 kN，維持測試載重值 10 分鐘後解除載重。	
測試結果表示		測試載重時扶手橫軌之變位（ d_R ）及托架平均變位（ d_B ） 卸除載重後扶手之永久變形（ d_p ）	僅表示能簡易量測者
測試結果評定標準		一、扶手之橫軌、支撐托架、錨座、結件及其他配件等不得有明顯可見之龜裂、離縫、斷裂、(扭轉) 挫曲或妨害使用之永久變形產生（總變形量達該跨距之 0.5% 或 5 mm）。 二、馬桶活動式動作輔助扶手試驗過程中最大即時變位量達全跨距之 0.75% 或 7.5mm 者即判定失敗。	



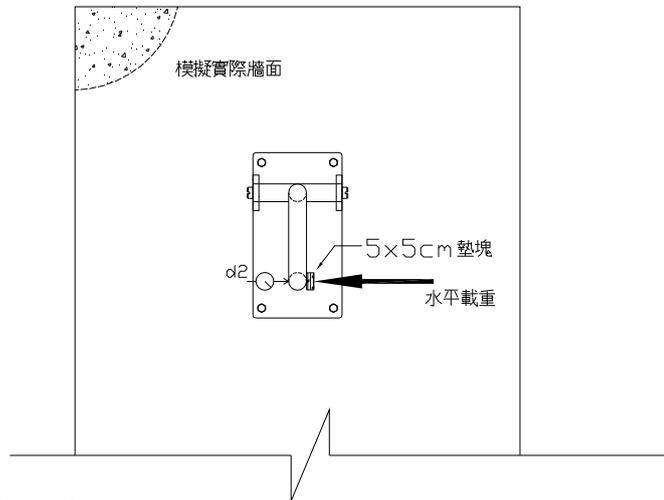
<p>2</p>	<p>垂直設置型式垂直載重試驗側視圖</p>	<p>d1、d2、 為變位讀 數絕對值</p>
<p>$d_B = \sqrt{d1^2 + d2^2}$</p> <p>$d_P =$ 卸載後 d_B 變位差值</p>		

3 馬桶活動式動作輔助扶手（上掀式）垂直載重試驗側視圖



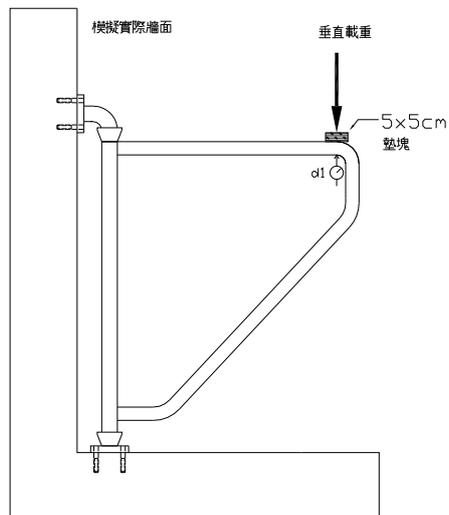
d_p = 卸載後 $d1$ 變位差值

馬桶活動式動作輔助扶手（上掀式）水平載重試驗正視圖



d_p = 卸載後 $d2$ 變位差值

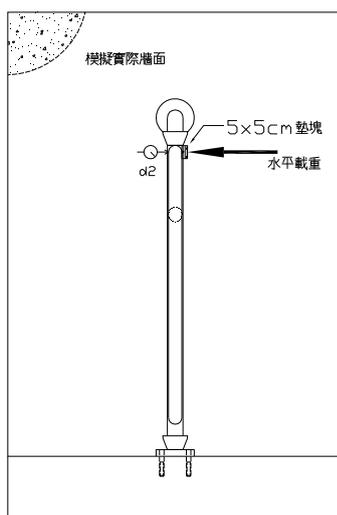
馬桶活動式動作輔助扶手（橫移式）垂直載重試驗側視圖



d_p = 卸載後 $d1$ 變位差值

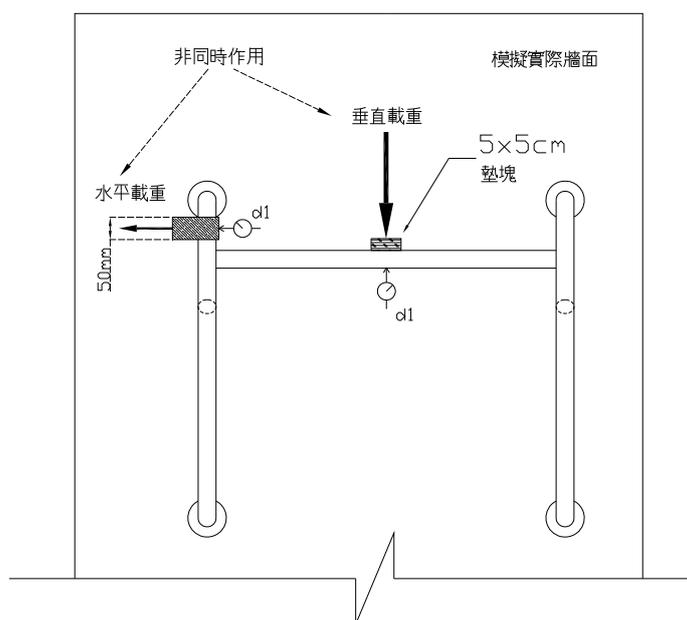
馬桶活動式動作輔助扶手由於型式眾多，且構件變位計算量測複雜，故僅量測施加載重方向之絕對變位。

馬桶活動式動作輔助扶手（橫移式）水平載重試驗正視圖



d_p = 卸載後 $d2$ 變位差值

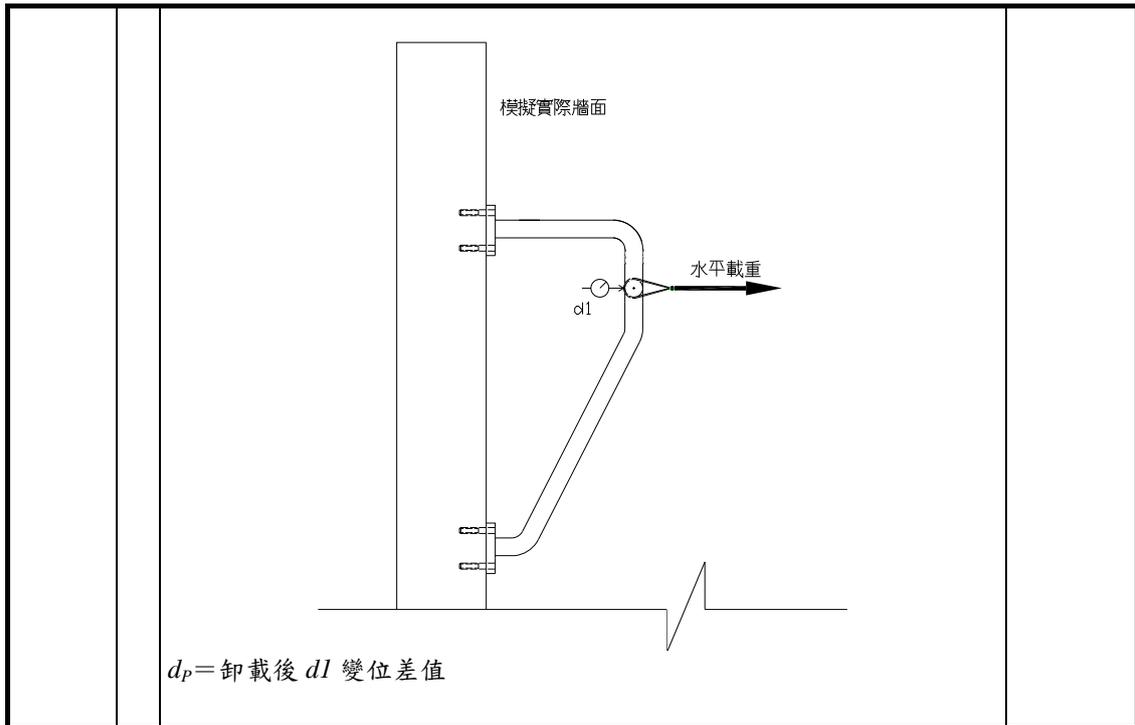
4 其他型式動作輔助扶手試驗正視圖
(此係小便器扶手例)



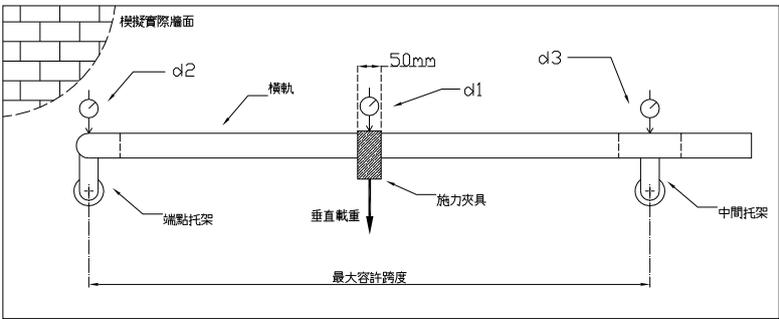
d_p = 卸載後 $d1$ 變位差值

其他型式動作輔助扶手側視圖
(此係小便器扶手例)

其他型式動作輔助扶手由於型式眾多，且構件變位計算量測複雜，故僅量測施加載重方向之絕對變位。

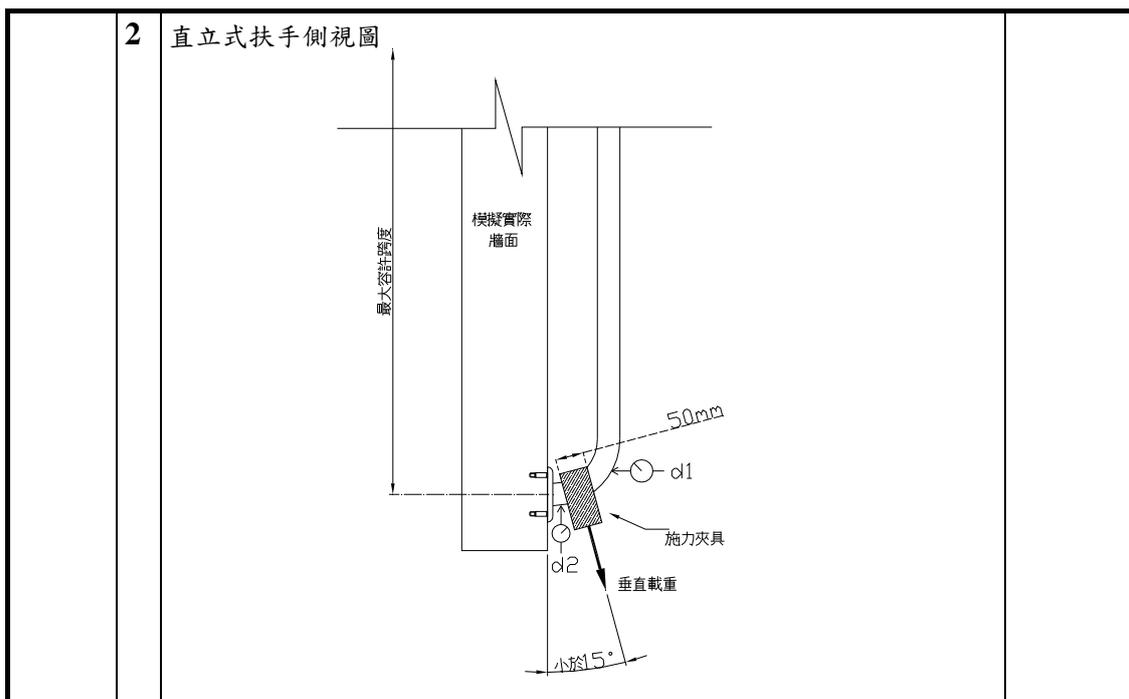


五、強度試驗（三）步行輔助扶手非常態使用情形之安全性試驗：

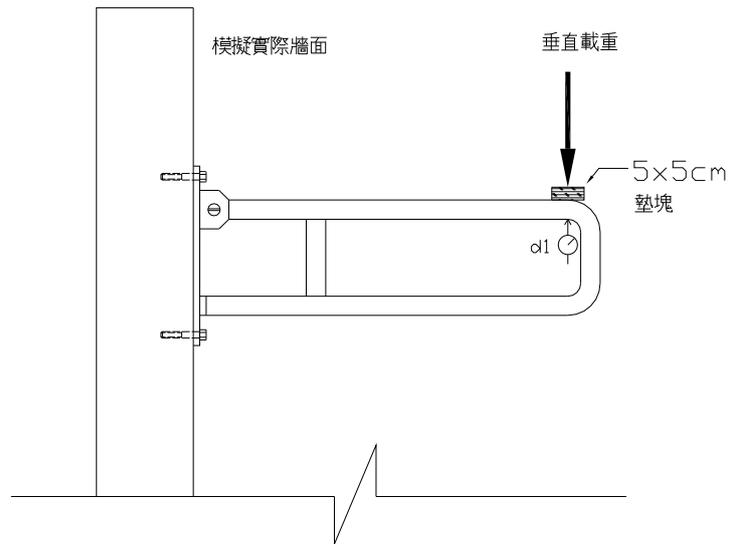
試驗名稱	步行輔助扶手非常態使用情形之安全性試驗	備註
試驗說明	本試驗係針對步行輔助扶手進行模擬垂直方向衝擊之驗證試驗，以確保極端狀態之使用安全。	靜態載重試驗合格後之接續試驗
取樣與試體	將未判定失敗之步行輔助扶手靜態載重試驗所設置之試體，進行再次試驗。	
試驗方法	設備	同步行輔助扶手靜態載重試驗。
	試體前置處理與條件	如附圖 1 所示，將未判定失敗之步行輔助扶手靜態載重試驗設置之試體，維持其試驗設定型態進行之，意即完成判定程序且合格者進行接續試驗。
	試驗程序	與靜態載重試驗施力位置相同，施加模擬水平及垂直操作力量至測試載重值 1.65 kN，達到此值即解除載重。
測試結果表示	扶手之橫軌、支撐托架、錨座、結件及其他配件等是否產生明顯可見之龜裂、離縫、斷裂等破壞。	
測試結果評定標準	扶手之橫軌、支撐托架、錨座、結件及其他配件等不得有喪失支撐能力的情形發生，方為合格。	
附圖	<p>1</p> 	

六、強度試驗（四）動作輔助扶手非常態使用情形之安全性試驗：

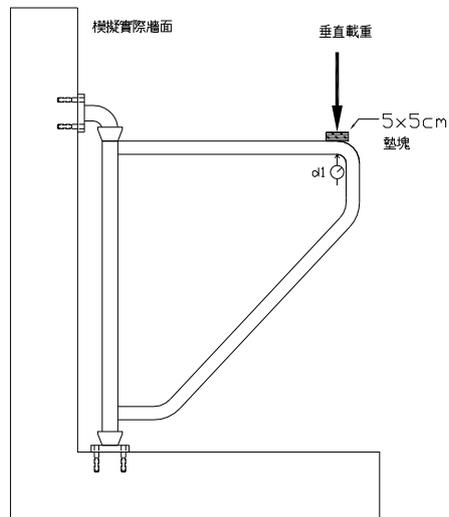
試驗名稱		動作輔助扶手非常態使用情形之安全性試驗	備註
試驗說明		本試驗係針對動作輔助扶手進行模擬垂直方向衝擊之驗證試驗，以確保極端狀態之使用安全。	靜態載重試驗合格後之接續試驗
取樣與試體		將未判定失敗之動作輔助扶手靜態載重試驗所設置之試體，進行再次試驗。	
試驗方法	設備	同動作輔助扶手靜態載重試驗。	
	試體前置處理與條件	如附圖 1 所示，將未判定失敗之步行輔助扶手靜態載重試驗設置之試體，維持其試驗設定型態進行之，意即完成判定程序且合格者進行接續試驗。	
	試驗程序	與靜態載重試驗施力位置相同，施加模擬水平及垂直操作力量至測試載重值 1.65 kN，達到此值即解除載重。	
測試結果表示		扶手之橫軌、支撐托架、錨座、結件及其他配件等是否產生明顯可見之龜裂、離縫、斷裂等破壞。	
測試結果評定標準		扶手之橫軌、支撐托架、錨座、結件及其他配件等不得有喪失支撐能力的情形發生，方為合格。	
附圖	1	<p>單跨度型式正視圖</p>	



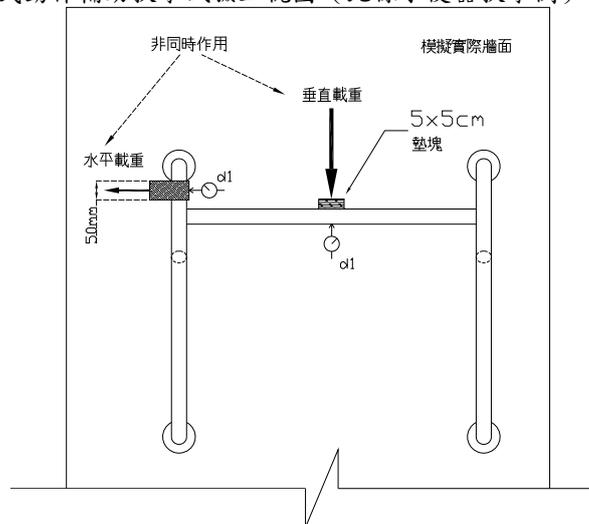
3 馬桶活動式動作輔助扶手（上掀式）垂直載重試驗側視圖



馬桶活動式動作輔助扶手（橫移式）垂直載重試驗側視圖

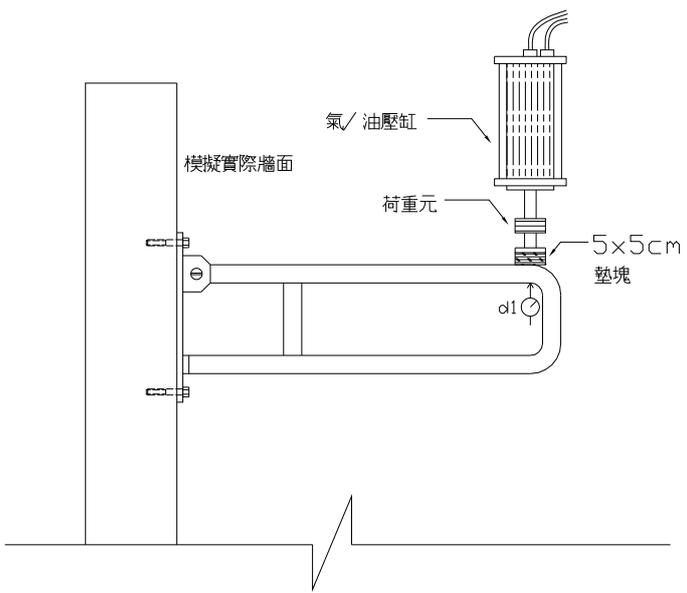
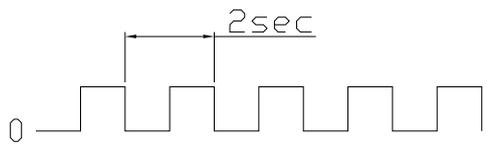


4 其他型式動作輔助扶手試驗正視圖（此係小便器扶手例）



七、強度試驗（五）馬桶活動式動作輔助扶手疲勞試驗：

試驗名稱		馬桶活動式動作輔助扶手疲勞試驗	備註
試驗說明		針對具有活動機構之馬桶活動扶手進行疲勞試驗，以瞭解在反覆動態載重作用下之結構安全性。	
取樣與試體		取樣：同一型式之馬桶活動式動作輔助扶手 50 件內取樣 1 組，超出 50 件部份每 50 件加取 1 組。 試體：每組試體須包含本體及全部必須配件。	
試驗方法	設備	油（氣）壓千斤頂或電動絞盤及其控制單元（須可進行力控制及反覆載重）、荷重元、變位計（精度 0.05 mm 以上）、反力系統、硬質橡膠承壓板（50 mm x 50mm）或寬度 50 mm 之強力尼龍繩帶。	
	試體前置處理與條件	依據原廠安裝說明書，使用與實際施工相同方式，在模擬建築構造物上安裝試體。 模擬建築構造物，係指混凝土（輕質混凝土）、磚牆、隔間板、輕型鋼、玻璃、銅板等或實際安裝之護欄等等。若實際裝置牆面有磁磚或類似裝修者，其結件錨定深度應扣除其裝修厚度；或如採錨定且預埋於建築結構體者或直接焊接於建築結構體者，則以螺栓鎖固於反力台之方式進行。	若使用黏劑等，應確保養護時間足夠
	試驗程序	如附圖 1 所示，將馬桶活動式動作輔助扶手試體組件依原廠安裝說明書裝設於模擬建築構件之平面（及地面）上，考量單一集中載重對結構彎矩、剪力、扭力等作用採最不利狀況： 一、施加模擬垂直操作力量 0.8kN，頻率 0.5 Hz 之長方波形動態集中載重於扶手上（如附圖 2 所示），經 50,000 週期之後停止並檢查。 二、施加模擬水平操作力量 0.3 kN，頻率 0.5 Hz 之長方波形動態集中載重於扶手上（如附圖 2 所示），經 50,000 週期之後停止並檢查。	
測試結果表示		1、經 50,000 週期反覆載重作用後之扶手之永久變形（ d_p ）。 2、是否有明顯可見之龜裂、離縫、斷裂、挫曲或妨害使用之永久變形產生（總變形量達該總跨距之 0.2%）或有影響扶手活動部件動作之情形。	
測試結果評定標準		扶手之橫軌、活動機構、錨座、結件及其他配件等不得有明顯可見之龜裂、離縫、斷裂、挫曲或妨害使用之永久變形產生（總變形量達總跨距之 0.2%），且不得有影響扶手活動部件動作之情形，方為合格。	

<p>附圖</p>	<p>1 試驗示意圖</p>  <p>d_p = 卸載後 d_l 變位差絕對值</p>	
	<p>2 反覆載重波形</p> 	

八、耐光耐候試驗：

試驗名稱		扶手表面耐光耐候試驗	備註
試驗說明		本試驗係針對室外設置之扶手，且具高分子面材或高分子基材暴露者，或室外設置之扶手且以木質製作者，其耐久性受日照及氣候影響甚鉅亦會影響安全及美觀，故以耐光耐候試驗機加以驗證。	
取樣與試體		取樣：同一型式室外設置步行輔助扶手 200 m 內取樣 1 組，超出 200 m 部份每 300 m 加取 1 組。 同一型式室外設置動作輔助扶手 100 件內取樣 1 組，超出 100 件部份每 200 件加取 1 組。 試體：每組試體取其高分子材料部份（5 cm 寬 × 15 cm 長 × 原始厚度）試片共 2 只。或室外設置之扶手且以木質製作者，取其 15 cm 橫軌（含塗層）試體共 2 只。	
試驗方法	設備	1、符合 CNS 11231 之日光碳弧燈式耐候性試驗器 2、色差計（可表示 CIE L*a*b*） 3、鏡面光澤度計（須能以檢測角 60° 測定之型式）	
	試驗程序	1、將 2 只試片同一顏色表面隨機各取 3 點，使用色差計及鏡面光澤度計進行測量及紀錄。 2、將扶手試片使用日光碳弧燈式耐候性試驗器進行試驗，經 1,000 小時照射且合併每 120 分鐘含 18 分鐘之循環噴霧後，取出試體使其自然乾燥後加以檢視。	
測試結果表示		1、檢視試片是否有翹曲或表面龜裂情形。 2、以色差計檢驗，2 張試片共 6 個取樣點之總色差值（以 CIE L*a*b* 色差公式計算） ΔE^* 平均值。 3、以 60° 檢測角之鏡面光澤度計檢驗之，2 張試片 6 個取樣點之光澤度。	
測試結果評定標準		試片不得有翹曲或表面龜裂情形；2 張試片共 6 個取樣點之總色差值（以 CIE L*a*b* 色差公式計算） ΔE^* 平均值必須在 5.0 NBS 以下；且以 60° 檢測角之鏡面光澤度計檢驗之，2 張試片 6 個取樣點之光澤維持率平均須在 80% 以上，方為合格。	

九、鹽水噴霧試驗：

試驗名稱		扶手組件鹽水噴霧試驗	備註
試驗說明		本試驗係針對室外設置之步行輔助扶手因常時暴露於大氣之中，以及浴室廁所設置之動作輔助扶手（含馬桶活動式動作輔助扶手）因潮濕或洗劑酸性所造成之腐蝕，為驗證其耐蝕性能及提高安全性所作之試驗。	
取樣與試體		取樣：同一型式之室外設置步行輔助扶手 200 m 內取樣 1 組，超出 200 m 部份每 300 m 加取 1 組。 同一型式之浴室設置動作輔助扶手 100 件內取樣 1 組，超出 100 件部份每 200 件加取 1 組。 試體：每組試體包含其所有金屬製之扶手組件除結件各取 3 件外，其餘各取 1 件（橫軌長度至少 30 cm）作為試體。	
試驗方法	設備	符合 CNS 8886 鹽水噴霧試驗法之鹽水噴霧試驗機	
	試驗程序	1、室外設置之步行輔助扶手： 將金屬零件試體置入試驗機後，採用 CNS 8886 中性鹽水噴霧（Neutral Salt Spray Test, NSS）程序及標準溶液進行試驗，經 48 小時試驗後取出試體，待其自然乾燥後進行檢視。 所有試體經肉眼檢視不得有鏽蝕現象。 2、浴廁設置之動作輔助扶手： 將金屬零件試體置入試驗機後，採用 CNS 8886 醋酸鹽水噴霧（Acetic Acid Salt Spray Test, AASS）程序及標準溶液進行試驗，經 24 小時試驗後，取出試體，待其自然乾燥後進行檢視。	
測試結果表示		1、室外設置之步行輔助扶手：經中性鹽水噴霧 48 小時試驗是否有任何構件出現鏽蝕現象。 2、浴廁設置之動作輔助扶手：經醋酸鹽水噴霧 24 小時試驗是否有任何構件出現鏽蝕現象。	
測試結果評定標準		1、室外設置之步行輔助扶手：經中性鹽水噴霧 48 小時試驗後，任何構件不得有出現鏽蝕現象，方為合格。 2、浴廁設置之動作輔助扶手：經醋酸鹽水噴霧 24 小時試驗後，任何構件不得有出現鏽蝕現象，方為合格。	

第四章 試驗設備規劃

前期研究「扶手試驗方法說明書（草案）」共包含握持檢驗、強度試驗、耐光耐候試驗、鹽水噴霧試驗等 4 類型試驗，其中握持檢驗，係量度扶手直徑及觀察表面材質，屬外觀尺寸之檢驗¹，使用簡易工具即可進行，另耐光耐候及鹽水噴霧試驗均有符合中華民國國家標準（CNS）之特定檢驗設備或方法可供依循，分別為 CNS 11231「日光碳弧燈式耐候性試驗器」以及 CNS 8886「鹽水噴霧試驗法」，且存在量產之實驗設備可直接取得，但扶手之整體強度試驗目前尚無專用標準可茲依循，相關分項材質試驗方法、標準則散見於 CNS 各種基本材質相關規範中（例如 CNS6485、CNS 2608、CNS4234、CNS5802...等），其完整度不足以表現扶手整體力學特性及扶手材質及型態多樣的特性，故有必要規劃專用試驗設備來進行相關試驗。

第一節 試驗設備規劃方針

若針對扶手本體進行強度試驗（如圖 4-1 所示），在預設扶手與基材之間的界面不發生破壞的情況下，可使用特定試驗機台進行試驗，以受試扶手直接緊固於鋼板的方式，進行扶手受到垂直或水平力量作用之強度試驗。惟考量國內扶手裝設之施工層面一直存有疑慮，因此扶手固定基材（如混凝土牆面、磚牆、輕質隔間、水箱箱體等，或是裝置於欄杆的情況），以及選用的結件（如機械膨脹錨栓、化學錨栓、自攻螺絲、預埋錨定等）須一併納入試驗，而成為包含基材、結件、托架、配件、橫軌等之「整體」

¹ 扶手橫軌表面材質的止滑性確實受到關注，但由於尚未有標準試驗方法，因此握持檢驗中對於止滑性只有描述性的規定，係為定性規定而非定量試驗。此部份仍有待進一步研究其定量試驗方法，惟本研究範圍並未涵括此部份之力學試驗規劃。

試驗，這將牽涉到基材種類繁多、固定結件多樣、扶手型式多變等問題，因此規劃扶手檢測設備時，以能簡易快速變換基材並維持基材力學特性，並能對應扶手型式任意變換各種施力位置為設計方針。一般情況下，對於不特定尺寸或形狀的物體進行力學試驗，通常會視案件情況定製反力座，或使用可組拆之反力結構系統來進行試驗，如圖 4-2 所示，此例係以可拆組之鋼管反力構架以及氣壓驅動元件來進行人體力學尺度試驗之設備。



圖 4-1 針對扶手本體之載重試驗設備

資料來源：日本白熊株式會社



圖 4-2 左：鋼管反力構架及加載用氣壓缸 右：氣壓控制器單元

資料來源：扶手檢測標準之研究

綜合上述試驗設備規劃方向，以及依據扶手試驗方法說明書（草案），本試驗設備至少須滿足以下條件：

一、須能任意施以三維軸向之作用力於受測扶手，並能進行反復載重試驗：

縱然扶手種類多樣，但扶手設置方向亦多與空間具有正交或平行之關係，且空間中任意方向之線性力量均能分解為三維正交軸向之力量，故設備無須要求能夠施加空間中任一方向之力量，僅須沿三維軸向產生力量即可。

在參考美國身心障礙者法案 ADA、美國土木工程師協會 ASCE 7-02 4.4.2 節、美國材料試驗協會訂定之 ASTM F446 及 ASTM D7032、日本優良住宅部品步行・動作補助扶手評價基準等相關規定後，並考慮衝擊的作用下，將最大試驗強度定為 1.65 kN (168.3 kgf) 左右，但考量到將來此試驗設備並不一定僅針對扶手進行試驗，且試驗強度亦可能提高，故將設備額定輸出能力需求定為 300 kgf，以保持適當之擴充性並兼顧準確性。

二、基材須能簡易拆換及更新，且不同基材型式及厚薄度須設計相應之固定座：

由於基材種類繁多，且基材經鑽孔或使用過結件後須更新以避免試驗誤差，均使拆換頻率增加，所以拆換基材的動作須能被簡易地操作，故設計基材固定座使基材能鎖固於試驗設備上，且能滿足多數之基材型式及不同厚薄之基材，其概念如圖 4-3 所示。

另外，若基材具有整體性或一定之單元特性（例如 UT 箱體），或可切割為單元試體之基材（例如具有一定跨距之兩支 C 型鋼及隔間面板與填充物的輕質隔間牆體），則將此類基材直接藉由螺絲等結件鎖固於反力系統上，而不透過基材固定座鎖固，以求符合基材特性並確保實驗結果的合理性，惟其裝設過程相對繁複。

三、反力系統在力控制試驗過程中，不得有過大之變形導致施力點或施力方向發生不可接受的偏移：

由於試驗設定為力量控制，理論上反力系統結構的變位與實驗數據無關，但是過大變形可能導致施力點或方向發生變化，所以要求整體反力系統仍須提供必要的的勁度避免過大之幾何偏移，導致額外實驗誤差的發生。

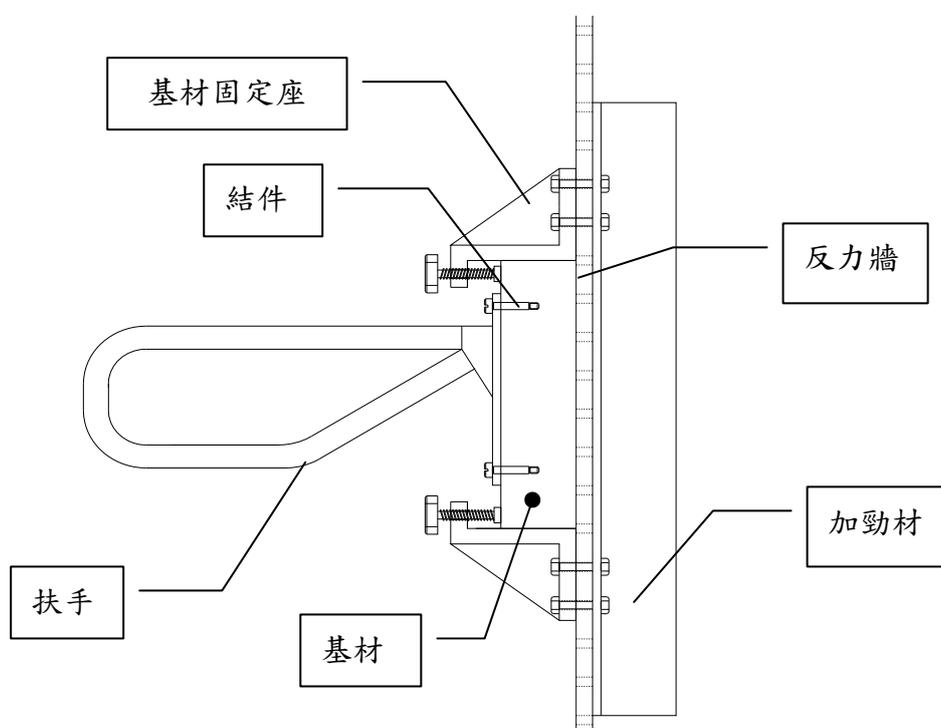


圖 4-3 基材固定方式示意圖

資料來源：本研究

第二節 反力構台之規劃

本試驗設備之反力系統採用大型力學實驗室反力牆及強化地板之概念，設計小型反力系統，此稱為反力構台，其結構框架以型鋼組立而成，並使用厚度 15mm 之鋼板，以 CNC (Computer Numerical Control) 加工機具，於鋼板車製橫距縱距均為 100mm 之圓形孔，各孔徑大小為 12mm，以方便緊固基材固定座及測試模組 (如圖 4-4 所示)。藉由左、右、背牆等 3 面反力牆及反力地板之空間關係，改變測試模組及受測扶手之相對位置，可產生三維度之作用力，達到扶手試驗之目的 (如圖 4-5 及 4-6 所示)。反力構台尺寸為 3,000 mm 寬×1,500 mm 高×1,500 mm 深，故所有動作輔助扶手及絕大多數之步行輔助扶手皆能進行三維度作用力試驗。

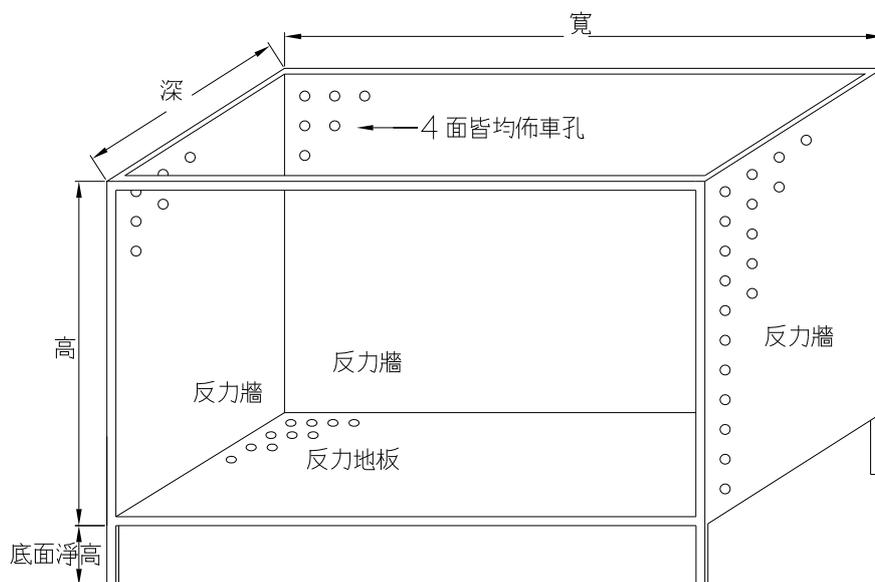


圖 4-4 反力構台示意圖

資料來源：本研究

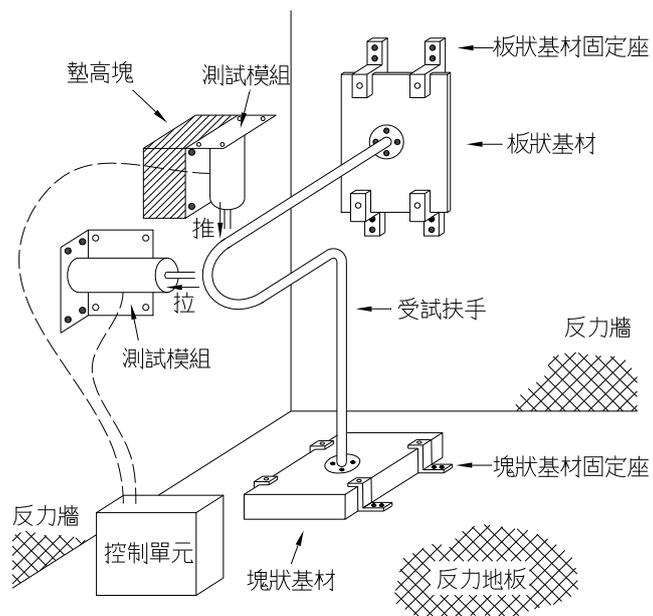


圖 4-5 試驗之操作配置概念圖

資料來源：本研究

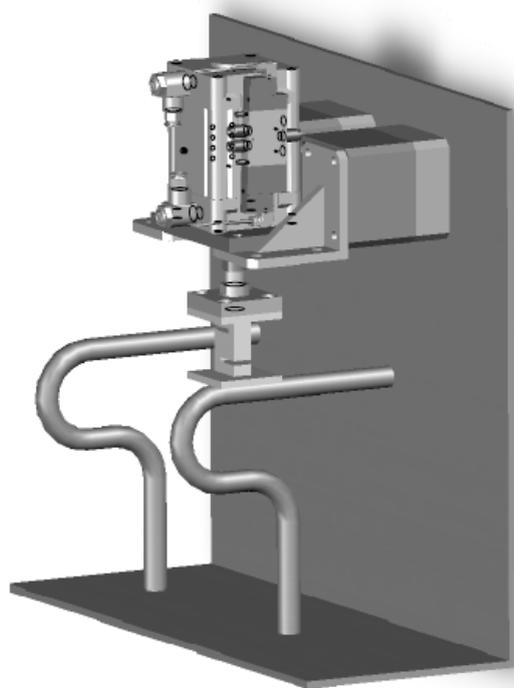


圖 4-6 試驗 3D 模擬示意圖

資料來源：本研究

第三節 基材固定座之規劃

為了可以模擬實際建築狀況，本試驗台使用之基材固定座有兩種，為塊狀基材緊迫式固定座，以及板狀基材緊迫式墊高固定座，分別說明如次：

第一種固定座(如圖 4-7 所示)之固定對象為塊狀基材如混凝土模塊、磚石材等，塊狀基材主要使用預埋式 (Cast-In-Place, CIP) 之錨定結件或後置式 (Post-Installed, PI) 錨定結件來緊固受測扶手。此類基材剛度較高，且因幾何構形使得基材挫曲行為不會成為主要控制因素，故塊狀基材緊迫式固定座在使用上應較無疑慮，惟須考慮結件與基材邊距及錨定深度影響破壞發展而造成試驗誤差，故結件之緊固位置應與基材邊緣保持適當距離，僅簡略說明如下：

依據美國混凝土學會 (American Concrete Institute) 編訂之 ACI 318-08 附錄 D 規範，對於混凝土錨定之規定，在拉力部份須檢核 5 種破壞模式，分別為鋼材強度 (Steel capacity, 含拉、剪力檢核，破壞模式如圖 4-8)、混凝土突破強度 (Concrete breakout capacity, 含拉、剪力檢核，破壞模式如圖 4-9)、拉拔脫出強度 (Pullout/Pull-through capacity, 僅作拉力檢核，破壞模式如圖 4-10)、混凝土撬起 (Concrete Pry-out, 僅作剪力檢核，破壞模式如圖 4-11)、混凝土側面脹破 (Concrete side-face blowout, 僅檢核 CIP 結件之拉力，破壞模式如圖 4-12)，故以塊狀基材緊迫式固定座固定類似之均質等向的脆性材料時，除了鋼材本身之拉、剪破壞及脫出以外，其餘破壞模式均可能發生，故應注意受試扶手使用之預埋式或後置式結件與基材的邊距是否足夠，避免對實驗數據造成影響。

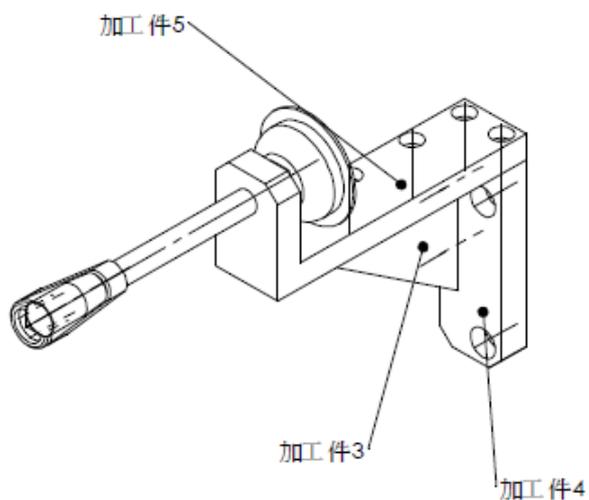


圖 4-7 塊狀基材緊迫式固定座

資料來源：本研究

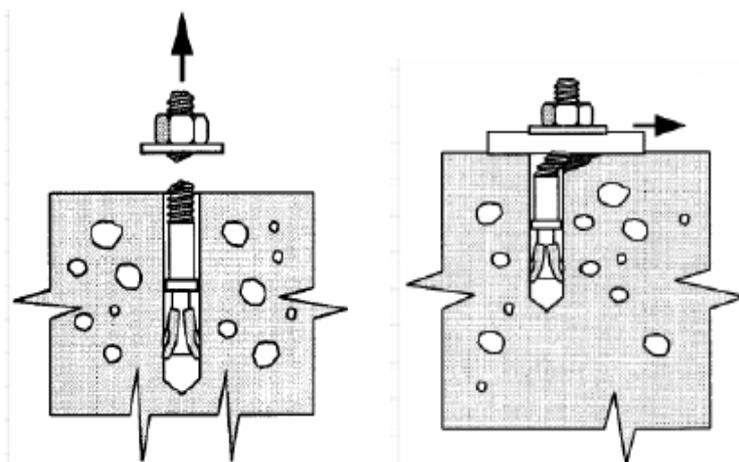


圖 4-8 鋼材之破壞模式

資料來源：Mark Bartlett, *Anchorage to Concrete*, Simpson Anchor Systems

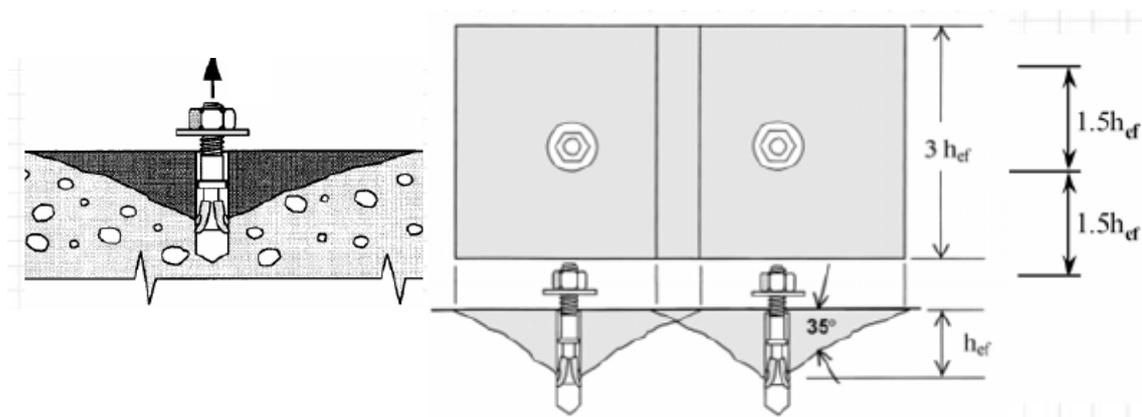


圖 4-9(a) 混凝土拉力作用之突破破壞模式

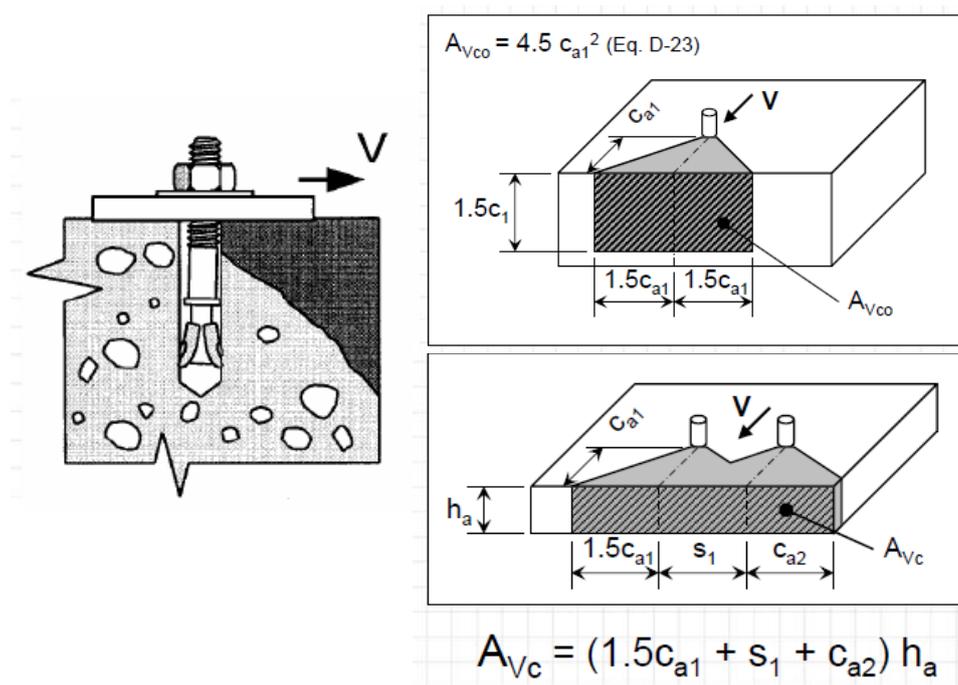


圖 4-9(b) 混凝土剪力作用之突破破壞模式

資料來源：Mark Bartlett, *Anchorage to Concrete*, Simpson Anchor Systems

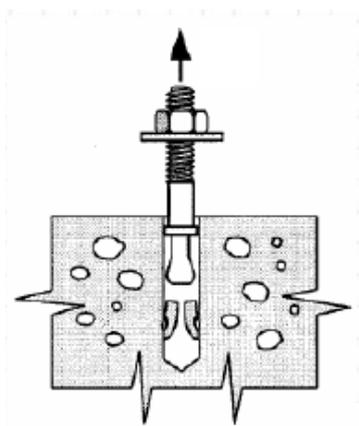


圖 4-10 拉拔脫出破壞模式

資料來源：Mark Bartlett, *Anchorage to Concrete*, Simpson Anchor Systems

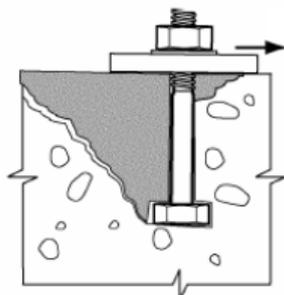


圖 4-11 混凝土撬起破壞模式

資料來源：Mark Bartlett, *Anchorage to Concrete*, Simpson Anchor Systems

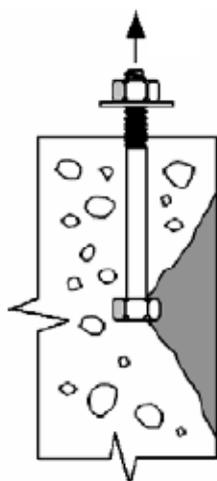


圖 4-12 混凝土側面脹破破壞模式

資料來源：Mark Bartlett, *Anchorage to Concrete*, Simpson Anchor Systems

第二種為板狀基材緊迫式墊高固定座（如圖 4-13），固定對象如各種纖維板、石膏板、木合板等等，由於此類基材相對脆弱，所以固定座之設計須能將緊迫力量分散至基材上，避免因過大之集中應力造成實驗前即發生基材破壞。扶手在板狀基材的固定方式，一般多以擴張式結件（如圖 4-14）來產生拉拔抗力，所以固定座的設計須使基材與反力構台保有空間，故須墊高基材以容納結件。

由於板狀基材其剛度較低且寬厚比較高，實際基材的挫曲行為受到邊界束制條件及無支撐長度之差異，會造成相當大的誤差，故承载力之控制因素如發現為挫曲造成，應保留其結果。若將整組牆材（如隔間板含輕型鋼骨架之重複單元體，如圖 4-15 所示）不透過基材固定座，而將整組牆材以螺栓鎖固於反力構台進行試驗，則可將前述挫曲因素加以修正而更趨向實際情形。

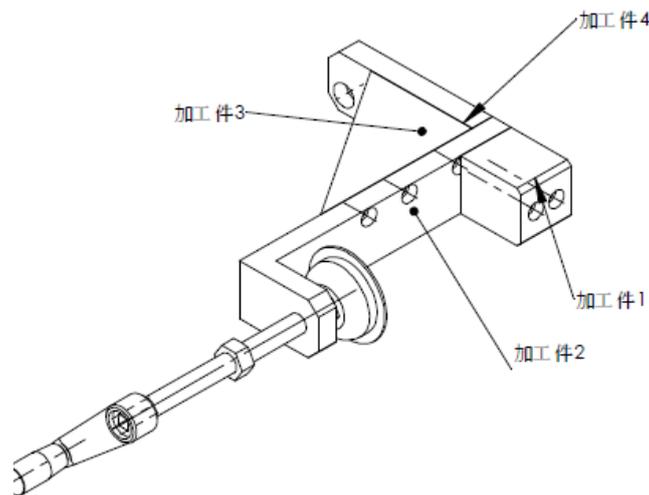


圖 4-13 板狀基材緊迫式墊高固定座

資料來源：本研究

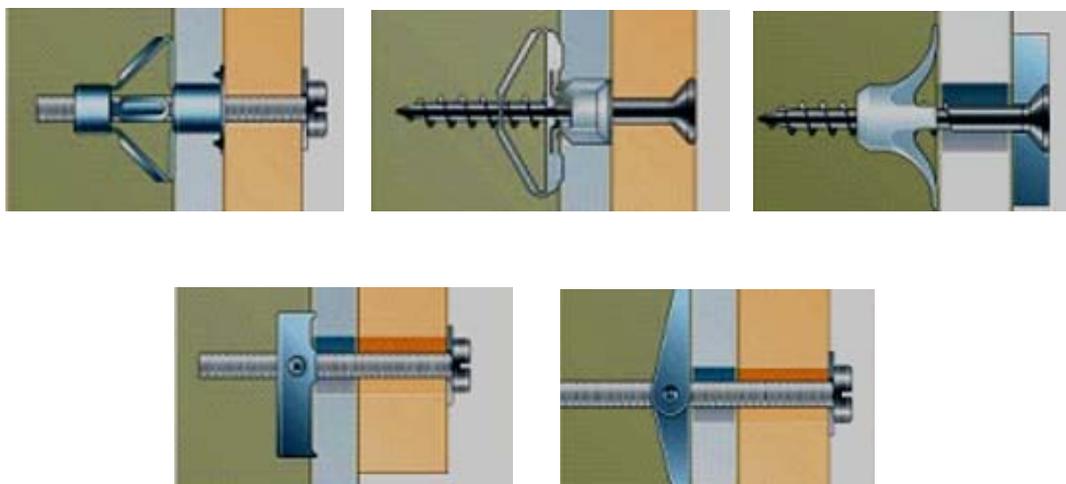


圖 4-14 各式中空牆面固定結件

(上排：塑性變形原理之結件，下排：具擴展機構之結件)

資料來源：<http://www.scrapnframes.com>

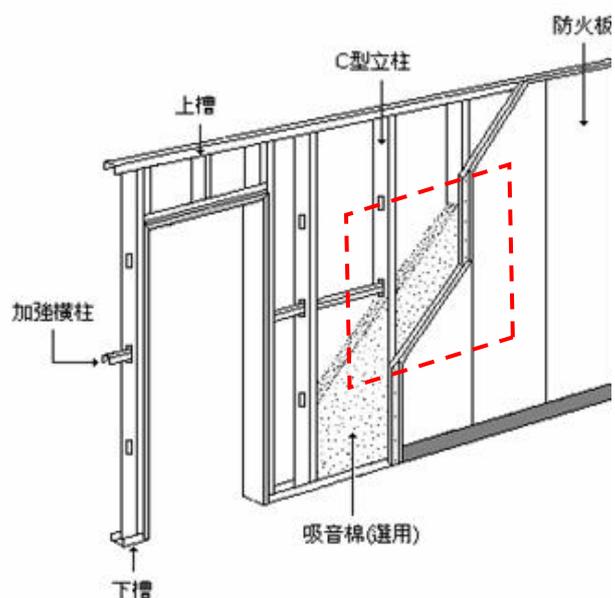


圖 4-15 重複單元體選取圖例 (虛線框處)

資料來源：本研究

第四節 機電系統之規劃

扶手試驗設備在機電系統中，區分為測試模組與控制模組 2 個主要部份，並以壓縮氣體為動力，動力流程主係以位於控制模組中之整合比例調壓閥來控制測試模組中氣壓驅動元件之作動；並擷取測試模組中力量及位置之訊號，回饋予控制器進行整合比例調壓閥之控制，構成自動控制迴路（如圖 4-16 所示）。茲就 2 個系統說明如下：

一、測試模組：

測試模組功能為加載力量至受試扶手，如圖 4-17 所示，主要由氣缸（驅動元件）、荷重計、磁感應位置模組、夾緊件（扶手治具）共同組成，額定輸出能力 300 kgf。

測試模組之驅動元件使用雙動式（Double-acting）氣壓缸（如圖 4-18 所示），藉其雙向作動使測試模組產生推或拉之力量輸出；荷重計（如圖 4-19）採用拉力、壓力兩用型，容量 5 kN，輸出電壓 2 mV/V；磁感應位置模組（如圖 4-20）係裝置於氣缸上，可感應活塞位置並輸出電流類比訊號，間接獲得施力點變位，其分辨率可達 0.064 mm。

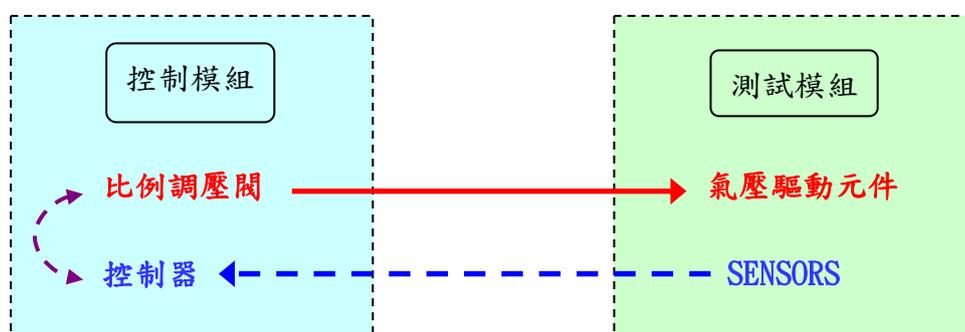


圖 4-16 試驗設備控制流程示意圖

資料來源：本研究

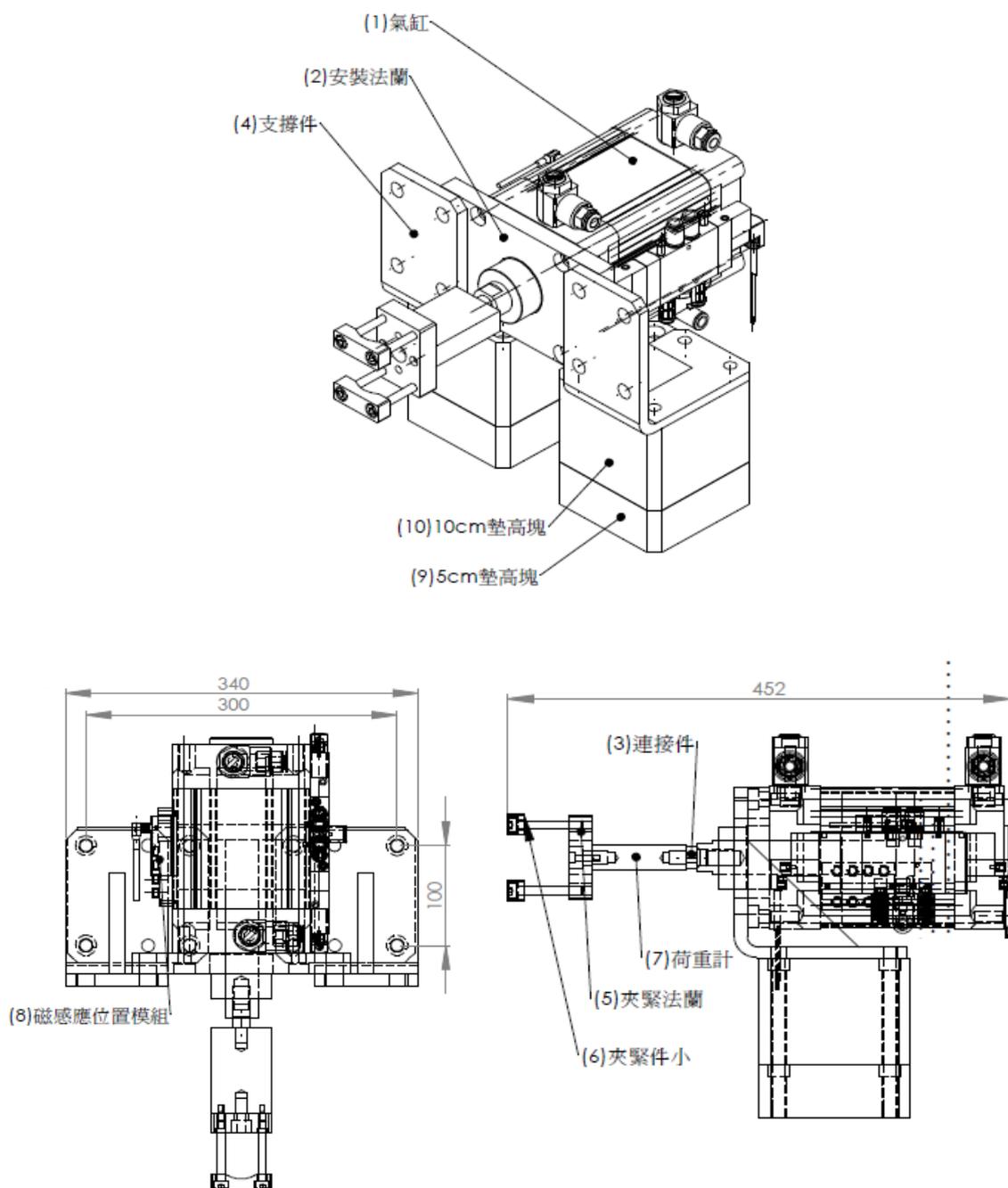


圖 4-17 測試模組

資料來源：本研究



圖 4-18 雙動式氣壓缸

資料來源：台灣 FESTO 公司

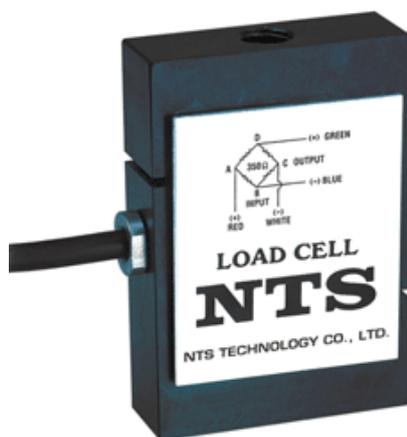


圖 4-19 拉力、壓力兩用型荷重計

資料來源：安德士科技股份有限公司



圖 4-20 磁感應式位置模組

資料來源：台灣 FESTO 公司

二、控制模組

控制模組涵括電控系統、人機介面、儲氣瓶（如圖 4-21）等，整合於一控制箱體內，作為試驗設備操作平台。其傳輸介面使用網路通訊協定，可外接電腦進行程式編輯或取得數據。

控制模組中之電控系統，包含了比例調壓閥（如圖 4-22）及其控制單元、內建可程式化邏輯控制單元（Program Logic Controller, PLC）及資料收集單元（Data logger）之可程式化電子控制器（如圖 4-23 所示）。考量測試模組進行反復載重時之頻率需求，因此比例調壓閥選用流量為 1,400 μm ，以提昇反應速率並兼顧控制精度。

控制流程如下：由資料收集器單元將磁感應位置模組輸出之電流類比訊號以及荷重計所輸出之電壓類比訊號，加以放大、擷取並經類比至數位（A/D）轉換後同步送至 PLC 進行邏輯運算，由 PLC 對整合比例調壓閥進行控制，進而使測試模組依所編寫之程式作動。

控制模組之人機介面（如圖 4-24 所示），以圖形化之顯示，顯示有測試模組之作動方向、反復載重次數、載重出力值大小、載重維持時間、停

止位移量等欄位圖示，並均可視試驗需求加以設定。且未來亦可透過可程式化電子控制器之程式改寫，進行功能之修正或擴充。



圖 4-21 不鏽鋼儲氣瓶

資料來源：台灣 FESTO 公司



圖 4-22 比例調壓閥（含控制模組）

資料來源：台灣 FESTO 公司



圖 4-23 可程式化電子控制器

資料來源：台灣 FESTO 公司



圖 4-24 人機介面

資料來源：台灣 FESTO 公司

第五節 扶手試驗方法說明書草案有關強度準則之驗證

為確保扶手整體安全性，試驗方法說明書草案對於扶手強度擬有相關試驗準則，但仍屬預擬草案且尚未經過實際操作，故有必要進行測試性質之試驗加以驗證草案之可操作性，以提昇草案未來提昇為正式規範之可行性。

為反映較為真實之情況，驗證方式擬由坊間一般通路取得受試扶手，按照其附屬之原廠安裝說明書規定，於模擬基材上進行鎖固，如受試扶手有隨附之結件，則使用該結件進行鎖固，如無附屬結件但安裝說明書有相關規定者，則依其規定選取適合之結件加以鎖固。並按照扶手試驗說明書草案之強度試驗準則部份進行驗證試驗，以確認試驗方法說明書草案之可行性及其合理性。

由於步行輔助扶手多屬訂製品，不易從一般通路取得符合本研究需求數量之現成實品，且原廠安裝說明書等文件亦相對缺乏，故暫以動作輔助扶手為試驗主要標的²。

扶手試驗方法說明書草案之驗證項目如下：

- 一、動作輔助扶手靜態載重試驗
- 二、動作輔助扶手非常態使用情形之安全性試驗
- 三、馬桶活動式動作輔助扶手疲勞試驗

驗證內容包含：試驗方法(含設備、試體前置處理與條件、試驗程序)、測試結果表示、測試結果評定標準等，但暫不包含取樣及試體之部份。

²步行輔助扶手之組部件較多(如托架、錨座、橫軌繫件等)，且不似動作輔助扶手多為一體成型者，故破壞模式可能較為多元，仍具有驗證價值，惟有待後續取得再予驗證。

試驗結果包含：力量-變位關係圖、變位-時間關係圖（疲勞試驗）、破壞模式分析等，其中破壞模式應分為扶手破壞、結件破壞、基材破壞等三類，並進一步分析其破壞模式屬性。

第五章 結論與建議

第一節 結論

本研究針對扶手試驗方法說明書草案進行了相關修正，並依其規定方式，擬定了初步驗證之相關實驗，以證明說明書草案中所述之模擬實際牆面的試驗方法是否可行，而現階段所規劃之試驗設備之操作性能應可符合試驗方法說明書草案之相關規定，並可為未來建立全人關懷建築實驗室的目標做一前置性之準備。

本研究囿於設備採購流程以及研究期程提前結案之限制，尚無法進行初步驗證之相關實驗，故建議應於後續研究中進行必要之驗證，並設計扶手、基材、與結件特定組合之破壞分析，擬定補強建議以供施工參考，以期提昇國內無障礙相關設備之品質標準。

由於《建築物無障礙設施設計規範》已於民國 97 年 7 月 1 日正式實施，目前對於規定應設置之扶手設備，規定了設置地點、尺寸、型態等規範，並要求扶手必須穩固安全，惟因國內尚未有無障礙扶手設備之相關規範，故扶手試驗相關規定應及早完成擬定並付諸實施，以配合建築物無障礙設施設計規範完備國內建築無障礙法令規定。

由於本研究規劃製作之設備其可試驗對象並不侷限於單種設備特性而能擴及其他設備，故本設備建置完成後，對於其他人體力學尺度相關建築設備之研究，無論在準確性或便利性方面均能有所提昇。相信對其他建築相關設備規範之研擬亦能提供幫助，進而擴大國內有關人身安全設備試驗之範圍，以提昇民眾安全保障及居住品質。

第二節 建議

建議一 扶手試驗方法說明書之驗證實驗：立即可行之建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

扶手試驗方法說明書有關強度準則之驗證，初期可依據本研究第四章第五節所述之試驗項目及原則，進行驗證實驗，以確定試驗方法說明書之可行性，另有關步行輔助扶手之驗證，可洽詢材料供應商採跟隨訂單的方式取得相關試體進行驗證，使試驗方法說明書之強度準則得以完整驗證。

另有關耐光耐候試驗以及鹽水噴霧試驗，雖有符合 CNS 儀器設備可供使用，惟建議仍須經實際之操作實驗後，方能確定其可行性。相關儀器設備的取得建議可由內政部建築研究所自行添置，以完備實驗能量。

建議二 扶手設備特定裝置情形下之補強實驗：立即可行之建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

縱使破壞模式與影響分析（Failure mode and effects analysis, FMEA）以試驗方式進行為相當耗時，然而實際施工後其力學行為並無法全然以理論分析進行，建議除在基材、結件相關 FMEA 文獻加強收集外，可針對最為常見之基材與結件之組合，進行實驗分析，以提供相關施工標準手冊供業界依循。

建議三 ASTM F446 有關洗澡區域之相關設備檢測：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

ASTM F446 對於洗澡空間中特定區域內除扶手以外之設備，仍有相關強度之規定，建議未來在全人關懷建築科技計畫的後續計畫可納入相關規範之研究，亦即將全人關懷計畫進一步擴充涵蓋範圍，可利用本研究建構之力學試驗工具作為研擬相關規範之輔助。

附錄一 期初審查會議紀錄

內政部建築研究所 99 年度綜合規劃組研究業務協調會會議紀錄

一、時間：99 年 3 月 19 日（星期五）上午 9 時

二、地點：本所簡報室

三、主持人：陳代理所長瑞鈴

記錄：趙庭佑

四、出席人員：如簽到單

五、主席致詞：以往本所自行研究案較缺乏延續性或統合性，應加強決策擬定過程；課題提案可從往年累積之研究成果出發，釐清問題癥結及邏輯脈絡。並期望同仁充實內在，培養專長研究領域之自我價值。

六、研究計畫簡報：略。

七、綜合討論與建議事項：

（一）「高齡者居住環境無障礙化之研究」案：

1. 本案雖為高齡者居住環境無障礙課題之先期研究，然研究焦點應朝老人居住環境具體有關之法令政策、便利性、舒適性等課題作完整規劃。
2. 本案應符合本部推動在地及在宅老化與本所全人關懷科技計畫需要，惟提案表之研究題目、研究內容與預期研究成果部分應稍做修正後，統一另案簽報。
3. 本所過去有關老人安養機構或福利設施之建築規劃研究，在居住環境等空間性質上有助於本次研究處，應納入文獻回顧參採。
4. 本案研究方法應按其研究性質擇一至二種，有關高齡者居住環境無障礙課題之整體研究期程規劃，應一併納入說明。

(二)「既有建築物增設輪椅升降平台之基準研究」案：

本案研究請調整為本所房地產景氣分析與發布之回顧與檢討相關研究，另請調配本所相關經費辦理房地產景氣動向分析模型檢討協同研究案。

(三)「建築物無障礙設施改善技術之研究」案：

1. 本研究計畫為無障礙環境研究之延續性計畫，具研究價值，惟緣起部份對於目前現況問題之說明未盡清楚，宜酌予修正。
2. 計畫之研究標的係著重於舊有公共建築物無法依現行規定改善其無障礙設施者，提具替代改善計畫應遵循（或參考）之技術指引，研究題目宜修正「舊有建築物無障礙設施替代改善計畫之研究」，俾切適題。
3. 有關特別建築物如古蹟及歷史建築物之無障礙改善等問題，亦具有研究之意義，惟因涵括之範圍廣泛且與研究計畫主題未盡一致，如欲辦理可考慮另訂一研究計畫。

(四)「扶手安全檢測方法之研究」案：

1. 本案題目修正為「扶手安全試驗方法之研究」，提案表一併修正相應內容，另緣起與目的之敘述宜予強化。
2. 預期成果中應加入針對各種破壞情況之扶手補強方式提出建議，俾供相關單位參考。

(五)「通用化設計社區示範案例規劃(2/3)」案：

1. 本自行研究案題目限縮適切範圍，請修正為「街廓規劃之通用化設計示範案例研究」，提案單再加強說明研究緣起。
2. 研究內容部分可與目前本所委託研究案「既有騎樓及人行道路無障礙改善技術手冊」配合，惟研究範圍及內容須作區隔避免重複。

(六)「應用資料包絡分析法探討建築研究科技計畫整體執行績效之研究」案：

1. 本案請先分析比較本所各項科技計畫歷年之執行績效，並提供資料包絡分析法之操作方法。

2. 本案題目宜修正為「建築研究科技計畫整體執行績效之研究」。

八、會議結論：

(一) 各案依會議決議修正提案表，另案簽報核准後納入本所自行研究計畫
期程辦理。

(二) 請提前規劃辦理本年度自行研究計畫之期中審查。

九、散會：中午 12 時。

(2) 另請教國外有關古蹟建築物之無障礙設施如何改善。

5. 台北市政府劉殿宇先生：

- (1) 替代改善計畫之限制條件，建議再做更明確之規定，以利於縣市政府做為審核既有公共建築物改善之參考。
- (2) 設施改善需考慮關聯性之問題，如增設之無障礙停車空間設於地下室，所以須考慮無障礙通路通達地下室等改善之關聯性問題，建議一併納入研議。

6. 毛組長榮：

本研究案後續之推動方式，建議宜與法令結合以利於落實應用。

7. 王研究員順治：

- (1) 既有公共建築物改善，除技術層面外，是否可從政策層面解套，如高雄市規定住宅改善垂直動線，增設升降機者得不計入建蔽率及容積率。
- (2) 目前建築物無障礙設施改善之設計與執行，常將建築師等專業人員排除在外，影響改善之成效，是否需做較明確之規定。

8. 游研究員輝禎：

- (1) 無障礙環境改善以消除高差最為重要，尤其是垂直動線，如樓梯改善，增設升降設備等。
- (2) 高齡者或行動不便者由於平衡性較差，所以地面防滑極為重要，尤其是浴室、廁所等地面易潮濕之空間。

(二)「扶手安全試驗方法之研究」案：

1. 楊教授詩弘：

- (1) 在未經過設計實驗來驗證相關試驗方法及進行試行實驗前，是否有必要針對這麼多的扶手、基材及結件組合來進行試驗，建議研究單位斟酌。
- (2) 反力構台規劃部份，以 10 公分間距的密度來設置 1.2 公分之孔位，其孔位密度與板厚的關係是否使反力空間產生過大變形而影響試驗結果。

2. 董教授基良：

- (1) 各項測試均以靜態載重(1.1kN)為基礎，但 ASTM F446 的適用範圍宜說明清楚，是否適用所有設施。
- (2) 衝擊載重以靜態載重測試值加 50%，仍以靜態方式測定是否恰當。
- (3) 疲勞測試以 0.77kN 作為測試載重值之訂定依據，仍需有較合理與合適之說明。
- (4) 初步試驗規劃中，破壞模式與影響分析 (Failure mode and effects analysis, FMEA) 是很重要，但以試驗方式去進行則耗時且辛苦，建議可在文獻收集分類上多著墨。

3. 唐董事長峯正：

依使用者的角度來看，常發現廁所中馬桶旁的活動式扶手損壞，往往是活動機構作動不良，建議在試驗中加強此一部份。

4. 台北市政府劉殿宇先生：

若扶手非一般所常見之型式而屬特殊型式，是否能以所規劃之試驗設備進行相關安全性之試驗。

5. 毛組長榮：

本研究所規劃之試驗設備，其他小型建築構件之力學試驗亦可運用。由於設備採購時程，相關部件組合的試驗分析有所受限，但已考慮試驗與實際狀況之一致性，相關試驗方法的建立應為後續重點。

(三)「街廓規劃之通用化設計示範案例研究」案：

1. 楊教授詩弘：

針對既有都市街廓進行通用化設計研究時，應有等級及優先次序之分，在國外文獻資料及網站中有相關評估方法可參考，應先建立完整調查方法，再選取樣本進行驗證。

2. 董教授基良：

- (1) 量化指標之設定很重要，藉問卷方式來設定指標題目。
- (2) 可利用 GIS 系統整合所蒐集的資料及圖面等，後續在圖資分享及參考利用價值較高。

3. 唐董事長峯正：

- (1) 通用化設計的「化」較偏日式說法，可再考量。
- (2) 爾後以社區作為驗證模型，可參考日本彩虹村的推動案例。

4. 台北市政府劉殿宇先生：

- (1) 本研究案是否將地形因素亦納入考慮，例如基隆。
- (2) 街廓中其他商業或公園等機能是否納入考慮，或僅單純討論基本街廓之通用化型式。

5. 毛組長榮：

- (1) 本研究應先界定通用化設計到達何種程度。
- (2) 問卷之問題彙整收斂，問卷前應闡述街廓規劃之通用化設計之觀念、功效及案例，並將去年度建立之評估指標納入問卷考量。

6. 主席：

本研究案配合「短期促進就業方案」聘請調查員，惟研究案之時程進度及調查員之素質，請研究單位應加以考量。

八、研究團隊回覆：

(一)「建築物無障礙設施替代改善計畫之研究」案：

1. 有關替代改善方式可參考防火性能分為「主動式」及「被動式」之建議，由於個人對於該分類之定義未盡清楚，將蒐集相關資料探討其妥適性。
2. 本研究將提出明確之替代改善建議，包括改善之層級、軟體服務之替代方案，及在何

種條件限制下如建築使用類別、屋齡、規模等，可採用之替代改善計畫層級，並儘量採用量化之標準，以提供縣市政府作為審核替代改善計畫之參考。

3. 由於建築之使用需具備整體性，尤其如無障礙通路更須具備連續性，是以有關設施之關連性部分，將一併納入研議。
4. 有關既有公共建築物改善不易，可考慮政策解套之建議。按內政部函頒之「已領得建築執照之公共建築物無障礙設備與設施提具替代改善計畫作業程序及認定原則」，已規定公共建築物增設升降機、坡道等無障礙設施得不受建蔽率、容積率等限制；惟因部分公共建築物受建築基地等限制無法適用，或因設置升降設備改善經費龐大亦未必適用，本研究即針對這些無法適用現行法令之公共建築物，希望從政策面及技術面研提替代改善計畫。
5. 感謝大家寶貴的意見，有關建議將納入後續研究參考。

(二)「扶手安全試驗方法之研究」案：

1. 綜合委員建議，試驗規劃中有關扶手、基材及結件之特定部件組合的試驗，其破壞模式與影響分析受限設備取得時程與樣本個數代表性等，本研究同意檢討該試驗的必要性或另案規劃。
2. 反力構台之孔位密度係以試驗方便性為考量，於實際試驗時可視情況於反力牆後加裝 L 型鋼製成之加勁背襯，以分散應力。另反力構台的空間規劃，可適用絕大部分之各式扶手設備，惟目前暫以量產扶手為試驗標的。
3. ASTM F446 的規範係針對浴室中設備的規範，潛在危害區域內突出 1 英吋之設備如毛巾架、肥皂架等等，均須符合力學強度，亦涵括動作輔助扶手。
4. 衝擊載重試驗非以衝擊槌動態加載而使用靜態加載的方式，係考量實際使用狀況，其名稱將修正避免誤導。
5. 馬桶旁的活動式扶手是研究重點，其活動機構的疲勞試驗亦納入驗證項目。

(三)「街廓規劃之通用化設計示範案例研究」案：

1. 以下綜合委員建議說明，在國外的推動案例研究中發現，推動過程強調調查方法、問卷內容及民眾參與，所以本研究案會先建立調查方法及問卷內容，再以社區街廓為樣本進行模擬。
2. 本研究將會特別留意調查人員的學經歷、素質及本案研究進度。
3. GIS 在國內外皆有許多運用案例，本研究將參酌委員採用建議。
4. 本研究會再收集日本彩虹村案例。

九、主席結論：

1. 本次自行研究計畫 3 案期中審查原則通過，請計畫主持人注意後續研究進度掌控，相關設備採購亦請追蹤進度俾如期交貨。
2. 各委員寶貴意見本所詳實紀錄，俾納入研究計畫參採及修正後續研究方向。

十、散會：下午 4 時 30 分。

參考文獻

1. 內政部統計處，2010，《九十九年第七週內政統計通報》，內政部
2. 趙庭佑，2009，《扶手檢測標準之研究》，內政部建築研究所
3. 廖慧燕，2008，《建築物無障礙設施設計規範解說手冊》，內政部
4. 鄭政利，《無障礙衛浴設備等標準研訂研究》，內政部建築研究所
5. 經濟部中央標準檢驗局，《中華民國國家標準》，經濟部
6. World Health Organization, 2006, *District of Saanich, British Columbia - Canada, World Health Organization's Global Age-Friendly Cities Project*, UN
7. Department of Justice, 1994, *ADA Standards for Accessible Design*, Department of Justice /USA
8. American Society of Civil Engineers, 2002, *ASCE Standard 7-02: Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*, SEI
9. American Society for Testing and Materials, 2004, *F 446 – 85: Standard Consumer Safety Specification for Grab Bars and Accessories Installed in the Bathing Area*, ASTM Standard
10. American Society for Testing and Materials, *D 7032-08: Standard Specification for Establishing Performance Ratings for Wood-Plastic Composite Deck Boards and Guardrail Systems (Guards or Handrails)*, ASTM Standard
11. International Code Council, 2007, *ICC-ES AC174: Acceptance Criteria for Deck Board Span Ratings and Guardrails Systems (Guards and Handrails)*, ICC Evaluation Service, inc.
12. International Organization for Standardization, 2006, *ISO 2867: Earth-moving machinery -Access systems*, ISO/ Switzerland
13. ALIANEWS 100 號紀念特輯，1997.07，*扶手的沿革與演變-由公共物件與BL 基準制度共同領導的變革*，社團法人 リビングアメニティ協会
14. 加藤 正男、八藤後 猛、野村 歡、布田 健、直井 英雄，2004，*動作・行為から見た手すりの分類および手すりにかかる人の転倒時荷重の計測：住居内壁付け手すり取付け強度の定量的評価法に関する実験*

研究(1)，日本建築学会計画系論文集

15. 高齢者に対応した手すり，2003，NAKA Corporation
16. 優良住宅部品認定基準-歩行・動作補助手すり，2006，財団法人 Better Living
17. 優良住宅部品評価基準-歩行・動作補助手すり，2009，財団法人 Better Living
18. Jake Pauls, *The Graspable Handrail*, Universal Designers & Consultants
<http://www.universaldesign.com/newsletter/extras/paul.php>