

扶手承載安全及穩定度之檢測方法及標準研究

內政部建築研究所協同研究報告

100 年度

扶手承載安全及穩定度之檢測方法 及標準研究

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 100 年 12 月

扶手承載安全及穩定度之檢測方法 及標準研究

研究主持人：何明錦

協同主持人：陳俊生

研 究 員：陳詞章

研究助理：林志勇

研究助理：賴盈璋

內政部建築研究所**協同**研究報告

中華民國 100 年 12 月

目次

表次	III
圖次	IV
第一章 緒論	1
第一節 前言	1
第二節 研究緣起	1
第三節 研究內容	3
第二章 研究回顧	5
第一節 扶手簡介	5
第二節 扶手試驗準則	11
第三節 扶手安全試驗方法	11
第三章 扶手載重試驗之方法	13
第一節 試驗方法	13
第二節 試驗設備之訊號輸出	16
第三節 試體製作與測試修正	18
第四節 扶手載重測試	23
第四章 扶手載重試驗之結果	33
第一節 非常態載重與疲勞試驗	33
第二節 常態載重試驗	40
第五章 結論	51
附錄一 輔助扶手載重試驗方法	53

附錄二 扶手受力圖與三視圖	64
附錄三 測試台操作手冊	66
附錄四 水泥塊板模	70
附錄五 期末審查會議記錄	72
參考文獻	75

表次

表 1-1 扶手靜態載重試驗規範比較	9
表 3-1 扶手載重試驗與螺栓需要的夾持力	14
表 4-1 扶手承受垂直力之非常態載重試驗	29

圖次

圖 1-1 研究步驟流程圖	4
圖 2-1 衛廁輔助扶手依使用目的分類	7
圖 2-2 馬桶活動扶手靜態載重示意圖	10
圖 2-3 馬桶活動式動作輔助扶手疲勞試驗示意圖	10
圖 2-4 測試模組與基材固定座	12
圖 3-1 扶手試驗設備	13
圖 3-2 輔助扶手安裝於基材之試體示意圖	14
圖 3-3 實驗設備傳輸過程	16
圖 3-4 資料擷取軟體執行畫面	16
圖 3-5 軟體部份程式碼	16
圖 3-6 四種型式扶手與三種型式基材	17
圖 3-7 I 型安全扶手實驗試體(水泥基材)	18
圖 3-8 C 型小便器扶手實驗試體(水泥基材)	18
圖 3-9 L 型馬桶扶手實驗試體(水泥基材)	18
圖 3-10 輕隔間實驗試體與隔板(未安裝扶手)	18
圖 3-11 活動式馬桶扶手實驗試體(水泥基材)	19
圖 3-12 基材固定	19
圖 3-13 基材厚度差異(左為磚塊基材、右為水泥基材)	19
圖 3-14 測試頭施力點與扶手受力點的位置差異	20
圖 3-15 利用墊片修正測試頭施力點的誤差	20
圖 3-16 基材緊迫固定座	20

圖 3-17 利用量表測量扶手的變位	22
圖 3-18 C 型小便斗扶手施加垂直載重之測試	22
圖 3-19 I 型輔助扶手施加垂直載重之測試	23
圖 3-20 活動式馬桶扶手施加载重之測試	23
圖 3-21 L 型扶手施加垂直載重之測試	24
圖 3-22 I 型扶手施加垂直載重之測試	24
圖 3-23 鋁板強化基材之垂直載重測試	24
圖 3-24 常態載重試驗使用之槓桿	25
圖 3-28 常態載重試驗使用之配重	25
圖 3-29 I 型扶手施加垂直載重之常態載重測試	26
圖 3-30 I 型扶手施加水平載重之常態載重測試	26
圖 3-31 C 型扶手之垂直與水平載重的常態載重測試	26
圖 3-32 C 型扶手之常態載重測試	27
圖 3-33 活動扶手之常態載重測試	27
圖 3-34 鋁板強化下之 I 型扶手的常態載重測試	27
圖 3-35 C 型扶手之常態載重測試	28
圖 3-36 活動扶手施加水平載重之常態載重測試	28
圖 4-1 非常態載重試驗之鬆動鬆動與隔板破損	30
圖 4-2 未承受載重測試的拉釘	30
圖 4-3 承受垂直載重產生的拉釘變形與隔板龜裂	31
圖 4-4 扶手錨座因承受垂直載重產生的離縫	32
圖 4-5 承受垂直載重產生的錨座離縫與隔板龜裂	32
圖 4-6 拉釘結件因承受垂直載重產生的變形	32
圖 4-7 石膏隔板基材承受垂直載重產生明顯的破壞	33

圖 4-8 I 型扶手非常態載重試驗之載重與位移	34
圖 4-9 活動型扶手非常態載重試驗之載重與位移	34
圖 4-10 矽酸鈣板常態載重試驗產生明顯之破壞	35
圖 4-11 水泥纖維板承受常態垂直載重試驗所產生之破壞	35
圖 4-12 水泥纖維板承受常態水平載重試驗所產生之破壞	36
圖 4-13 石膏板承受常態載重試驗之破壞	36
圖 4-14 強化鋁板承受水平載重之常態試驗之破壞	37
圖 4-15 I 型扶手承受垂直載重之常態試驗	37
圖 4-16 I 型扶手承受水平載重之常態試驗	38
圖 4-17 L 型扶手承受垂直載重之常態試驗	38
圖 4-18 L 型扶手承受水平載重之常態試驗	39
圖 4-19 活動型扶手承受垂直載重之常態試驗	39
圖 4-20 活動型扶手承受水平載重之常態試驗	40
圖 4-21 強化鋁板承受垂直載重之常態試驗	40
圖 4-22 鋁強化板常態載重試驗水平力	41
圖 4-23 試片固定裝置	41
圖 4-24 固定裝置構造圖	42
圖 4-25 扶手施加垂直載重之現場測試設備與方法	42
圖 4-26 扶手施加水平載重之現場測試設備與方法	43

摘 要

關鍵詞：扶手、檢測方法、承載安全

一、研究緣起

扶手在無障礙設施中為重要的輔助設備，尤其行動不便者在移位或變換姿勢時，往往需藉助於扶手，因此設置穩定、安全的扶手，其重要性不言可喻。

惟國內目前無論就扶手本身之強度或扶手與牆壁(基材)接合處之強度及穩定度等，皆缺乏相關規定及檢測方法與標準等，不易確保扶手之安全與穩定特性。尤其扶手目前多使用螺栓固定於牆壁上，與牆壁之接合又往往受到牆壁本身特質之不同，而影響其強度與穩定度，亟待訂定適當之檢測方法與標準，以有效規範扶手之承載安全與穩定度，確保使用之安全。

有鑑於此，參考國內外相關實驗設備於全人關懷研發實驗室建置一套自動化扶手試驗設備，期以模擬實際狀況之力學實驗，擬訂扶手檢測之方法並參考國外標準，訂定扶手之承載安全與穩定之檢測方法與安全標準，作為未來規範扶手之參考。

二、研究方法及過程

本研究使用建研所新建置之扶手試驗設備，接續前期「扶手安全試驗方法之研究」，將其設置扶手設備的檢測標準所提出有關力學試驗準則部份，針對不同型式扶手、牆面，進行進行試驗方法驗證，測試將包含試驗方法、測試結果表示、測試結果評定標準等項目，並分析扶手、基材與結件組合的破壞型態，以提供擬定扶手標準檢驗方法之相關法規修正改善之建議。

三、重要發現

本研究針對建築研究所建置之扶手試驗設備，完成扶手與不同基材接合後之承載安全性與穩定性試驗，歸納分析試驗之過程與結果，並對扶手標準檢驗方法草案提出建議。

本研究針對已建置之扶手試驗測試台，做了資料存取的改善，可經由電腦操縱測試模組中，讀取實驗有關時間、位移、作用力的訊號，取得力量與位移的關係。在扶手標準檢驗方法草案中，有關活動型扶手在載重試驗，有較明顯的變形位移，但是扶手功能未受影響。活動型扶手在靜態載重試驗之損壞評定標準，與非常態載重試驗、疲勞試驗的損壞評定標準不同，有加以再考量的必要，應尋求與非常態載重試驗、疲勞試驗的評定標準相近，以產生永久變形、明顯破壞、喪失支撐力為評定損壞的標準。

扶手可供選擇的種類繁多，本研究針對無障礙設施之型式為主，然而扶手材質、牆面品質、固定螺栓長度與膨脹螺絲種類等，均會明顯影響安裝扶手後之安全性與穩定性，是以對於安裝有明顯規範以供參考有其必要性。

四、主要建議事項

本研究針對扶手承載安全及穩定度之檢測方法及標準研究，根據研究以提出下列具體建議。以下分別從立即可行的建議、及長期性建議加以列舉。

建議一

立即可行建議：扶手施工品質與扶手穩定性之驗證研究

主辦機關：內政部建築研究所

由本研究驗證過程之數據結果，可以更加了解扶手與基材接合後之承載安全性與穩定性，深受扶手材質、牆面基材品質的影響，是以扶手的選擇與基材的選擇，扶手施工方法的規範有其必要性，宜有標準的扶手施工方法與檢測方式，以確保扶手之承載安全性與穩定性。

建議二

立即可行建議：扶手試驗測試台設備之強化研究

主辦機關：內政部建築研究所

本研究執行扶手安全性測試之實驗過程了解，建築研究所之多軸向式扶手試驗設備為非回饋式系統，無法維持氣壓的穩定控制，可經由加裝比例閥與控制系統，來擴增此多軸向式扶手測試系統之性能，對於執行長時間之載重試驗將更容易準確地執行。

建議三

立即可行建議：扶手現場測試設備之設計研究

主辦機關：內政部建築研究所

扶手之載重試驗以建立試體的規範條件，經由執行試驗程序，在解除載重後，依測試結果來評定損壞的標準，可以達到驗證扶手與基材接合後之承載安全性，而對於現場施工後的扶手承載安全性有其局限性，若能設計可供現場測試之設備，以達到現場施工後的實際力學實驗，將使扶手測試更臻完備。

建議四

中長期建議：扶手現場測試設備之設計研究

主辦機關：內政部建築研究所

扶手安全試驗除已執行之強度試驗，另有握持檢驗、耐光耐候試驗、鹽水噴霧試驗類型試驗，利用建築研究所建置之扶手試驗設備可以完成相關試驗，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，以擴充全人關懷建築科技計畫的範圍。

Abstract

Keyword: handrails, test standards, acceptance criteria

Handrails can provide assistance in ascending and descending stairs and ramps for people without disabilities and reduce falls. It provide a safe hold along stairways of all kinds, from long ones in public spaces to a short drop between two levels in a home. Because it is not yet accessible handrails equipment specifications in domestic rules. Handrails were the importance of barrier-free environment for the deployment interfaces,therefore, its safety and durability must be carefully considered.

The purpose of this study was to verify the handrails strength testing acceptance criteria, and provide future handrails test standards as a reference. For handrails tests are performed by using a universal reacting force testing system to apply loading. This simulates the weight of subjects putting their entire weight on a handrail. The tests are conducted with the weight horizontally and vertically. The handrail must support subjects when falling or slipping on the stairs. The

computerized experimental data access system has been applied in this study.

Result

The handrail test specimens shall be constructed in the same manner as described in the manufacturer's published installation instructions. For those systems that utilize multiple methods of newel post base or baluster installation, component testing shall be as provided of this criteria by further study.

When evaluation of multiple newel post bases and attachment methods, in addition to the one evaluated in the assemblies described of this criteria, is required, testing of the individual newel post may be used in lieu of retesting the entire guard and handrail system. The test specimen shall consist of a post, a portion of guard or handrail attached on each side of the post in accordance with the installation instructions described at the appropriate rail height, and the specific newel post base to be evaluated. The supporting construction that the newel post base is attached to shall be consistent with the type of

material that the specific attachment is designed for, and shall be capable of resisting the required test load by further study.

Concluded, the suggestion for further application of acceptance criteria are following:

1. The acceptance criteria for the installation instructions for various basement material shall be classified.
2. The universal reacting force testing system for this handrail testing shall be modified for further studies, in order to achieve the reliability of long-period testing.
3. The in-field handrail testing devise will need, in order to verify the acceptance criteria for the handrail testing.

第一章 緒 論

第一節 前 言

依據經建會的預測，在民國 106 年我國 65 歲以上的高齡人口將達到總人口數之 14%，我國已逐漸邁入高齡社會。另跟據內政部統計處資料顯示，至 98 年底國內列冊身心障礙人數已超過百萬人，其中肢體障礙者也有近 30 萬人。我國早於 69 年公佈「殘障福利法」並導入無障礙環境的理念，於民國 97 年實施「建築物無障礙設施設計規範」，以因應國內逐漸步入高齡社會的趨勢，維護高齡者與行動不便者的行動安全及自由移動權利，提供其能獨立使用建築物設施的能力。

隨著高齡者比率的不斷增加，人們也逐漸體認到生活中，每個人對於無障礙環境均會有其需求，這不再僅是高齡者與行動不便者個別需要面對的問題，是以從各層面來解決無障礙環境的問題是目前相當重要的課題。而實現無障礙環境是人性化空間的基本要求，在確保所有的人能有自由且安全的移動能力來參與社會活動，扶手可輔助高齡者與行動不便者在生活環境中安全獨立之活動。在建築物環境設施中，透過扶手的輔助更能容易方便使用建築物的相關設施，是以輔助扶手是達成目無障礙環境的一項需要基本設施。

第二節 研究緣起

輔助扶手的功能主要為輔助支持身體移動、變換姿勢、協助平衡、引導行進方向、提供心理安全感與安全防護等，並能有效預防跌倒發生與支援照護人員的作業。扶手是無障礙設施中的重要輔助設備，高齡者與行動不便者在移位或變換姿勢時，往往需藉助於扶手，而設置安全可靠的扶手是有其重要性。目前國內規定公共建築物設施應設置輔助扶手設備，並規定了設置地點、位置空間、扶手型態等規範，而有關扶手必須的安全性與耐久性質要求，

僅作概括規定，要求扶手必須穩固安全。國內目前無論就扶手本身之強度或扶手與牆壁基材接合處之強度及穩定度等，皆缺乏強度設計檢測的標準與驗證，扶手設備試驗方法也尚無規範，不易確保扶手之安全與穩定特性。尤其扶手目前多使用螺栓固定於牆壁上，與牆壁之接合又往往受到牆壁本身特質之不同，而扶手施工的品質良莠不齊，常見部份扶手穩定性與耐久性不佳而導致損壞，影響其強度與穩定度，亟待訂定適當之檢測方法與標準，以有效規範扶手之承載安全與穩定度，確保使用之安全。

有鑑於此，內政部建築研究所的全人關懷建築科技計畫，在有關建築介面部份，規劃了有關建築介面的材料設備檢測認證制度之各項相關研究，其中包括建立了扶手檢驗設備。在建築研究所的先期研究中，「扶手試驗方法說明書」、「扶手安全試驗方法之研究」已針對設置扶手設備的檢測標準做過探討，並草擬出適合國內實際狀況的扶手強度準則檢測標準草案與相關驗證程序，並已建置試驗設備，期以模擬實際狀況之力學實驗，擬訂扶手之承載安全與穩定之檢測方法與安全標準，作為未來規範扶手之參考。所規劃之試驗設備之操作性能，應可符合扶手安全試驗方法之相關規定。扶手試驗方法相關驗證之施行，可為未來建立全人關懷建築實驗室的目標做一前置作業。然而先期研究案尚未進行實際扶手相關實驗驗證，故本研究係接續前期研究規劃，進行扶手試驗方法之必要驗證，並分析扶手、基材與結件組合的破壞型態，擬定補強建議以供扶手設計、製造、施工參考，並期待提昇國內扶手之無障礙相關設備的品質，提昇民眾居住安全的保障。

第三節 研究內容

本研究係接續前期「扶手安全試驗方法之研究」，將其設置扶手設備的檢測標準所提出有關力學試驗準則部份，進行扶手試驗方法驗證，並分析扶手、基材與結件組合的破壞型態，提供擬定扶手標準檢驗方法之相關法規修正改善之建議。本研究使用建築研究所新建置的扶手試驗設備，針對四種不同功能型式的輔助扶手與三種牆面基材進行扶手承載與穩定度之測試，研究步驟流程如圖 1-1 所示。由於戶外階梯扶手多是非規格化產品，本研究將先以規格化的制式扶手為驗證對象，就不同材質牆面安裝扶手做成構件進行試驗，以了解扶手之受力行為，本研究測試四種不同功能型式的輔助扶手，包括 I 型安全扶手、C 型小便斗扶手、L 型馬桶扶手與活動式馬桶扶手，三種牆面包含水泥、紅磚牆與輕隔間。

本研究之扶手強度測試將包含試驗方法、測試結果表示、測試結果評定標準等項目，來進行整體性力學實驗，分析扶手、基材與結件組合之力學強度及破壞模式。強度測試種類為常態靜態載重試驗、非常態載重試驗兩種，上掀式馬桶活動式扶手除了常態、非常態載重試驗外，另增加反覆疲勞試驗。測試報告將驗證「扶手安全試驗方法之研究」說明書的草案內容，並歸納分析試驗驗證的過程與結果，研擬扶手標準檢驗方法草案，以為訂定檢驗標準方法之參考。而在扶手安全試驗方法中，測試結果的評定破損標準，亦可延伸為一般常規使用下的扶手損壞替換標準。

扶手承載安全及穩定度之檢測方法及標準研究

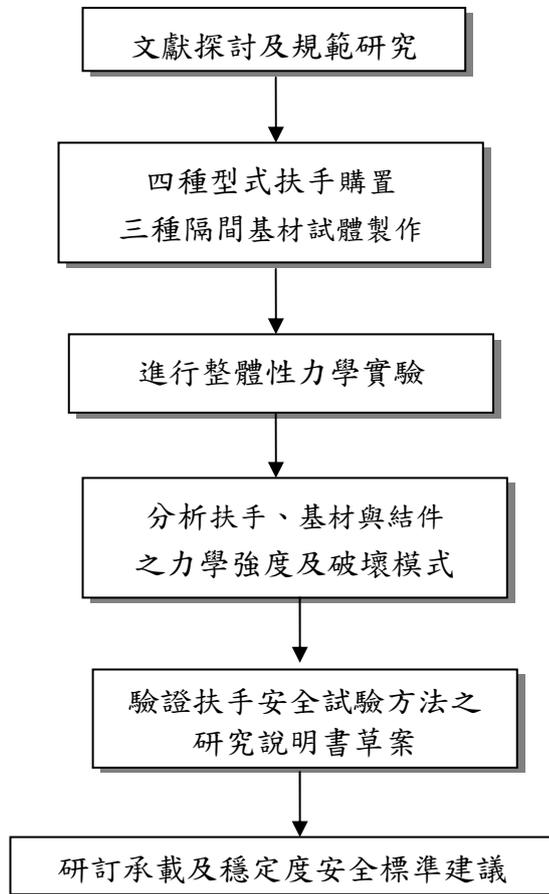


圖 1-1 研究步驟流程圖

第二章 研究回顧

第一節 扶手簡介

雖然於民國 97 年已實施「建築物無障礙設施設計規範」，對於無障礙環境規定應設置輔助扶手相關設備，對於輔助扶手的設置地點、尺寸、型態等也有詳細規範，而有關輔助扶手必須的安全性及耐久性質要求，僅作概括性的規範。由於輔助扶手對於高齡者與行動不便者提供其自由行動的安全性，必須支持正常與突發狀態下其全部重量，然而有關扶手強度設計檢測之標準與驗證均附之闕如，無障礙扶手設備之相關規範僅作概括規定。

扶手設置功能與目的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，並有效預防跌倒發生與支援照護人員的作業。在一般市面上所販售之浴廁輔助扶手的設計，依扶手受力支撐的方式，可概分為純依靠牆面支撐、依靠牆面與地面共同支撐兩種型態。而依輔助扶手的使用目的，可分為安全扶手、面盆扶手、小便斗扶手、馬桶扶手等幾類用途，而馬桶扶手又可分為固定式扶手與上掀式活動扶手，圖 2-1 為市面上販售的衛廁輔助扶手之分類。本研究接續前期「扶手安全試驗方法之研究」的研究，進而驗證扶手安全檢測標準之可行性，以提升國內扶手相關設備品質。

第二節 扶手試驗準則

先期「扶手試驗方法說明書」、「扶手檢驗標準之研究」與「扶手安全試驗方法之研究」之研究中，已蒐集國內外有關扶手安全性之相關研究，並針對扶手合理之承載能力，提出適合國內實際狀況的扶手檢測標準草案。依據「扶手試驗方法說明書(草案)」、「扶手安全試驗方法之研究」中所提出扶手試驗方法，可將扶手試驗方法區分為握持準則、強度準則與耐久準則等

三大部份，包過握持檢驗、強度試驗、耐光耐候試驗、鹽水噴霧試驗等四種類型試驗，本研究係探討衛廁扶手的強度準則之驗證。

由於本研究係探討衛廁扶手的強度準則之驗證，是以僅就「扶手安全試驗方法之研究」有關強度準則試驗部份中，輔助扶手的靜態載重試驗、非常態載重試驗與活動式輔助扶手的疲勞試驗來加以說明。

一、常態靜態載重試驗

扶手靜態載重試驗係依據扶手安全試驗方法之研究內容，先期研究比較 ASTM D07032、ASTM F446、日本 Better Living (BL) 步行輔助扶手、動作補助扶手等扶手載重試驗規範，參酌 CNS3220-3 洗面盆載重試驗方法後，將常態使用下的動作補助扶手之水平及垂直測試載重均定為 1.1 kN，而為了強化對結件的測試條件，測試載重時間維持為 10 分鐘(如表 1-1 所示)。在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可見的明顯龜裂、離縫、斷裂、挫曲或妨礙使用之永久變形產生，而妨礙使用之永久變形的範圍，在步行輔助扶手訂為扶手跨距之 0.5%，在動作補助扶手訂為扶手跨距的 0.5% 或 5mm。而使用於馬桶等的活動扶手(圖 2-2)，由於附有可轉動的機構，為避免使用者使用時因搖動而產生不安全感，活動扶手在試驗過程中，若變形量達到扶手全跨距的 0.75% 或 7.5mm 時，則該活動扶手被視為不合於試驗標準。

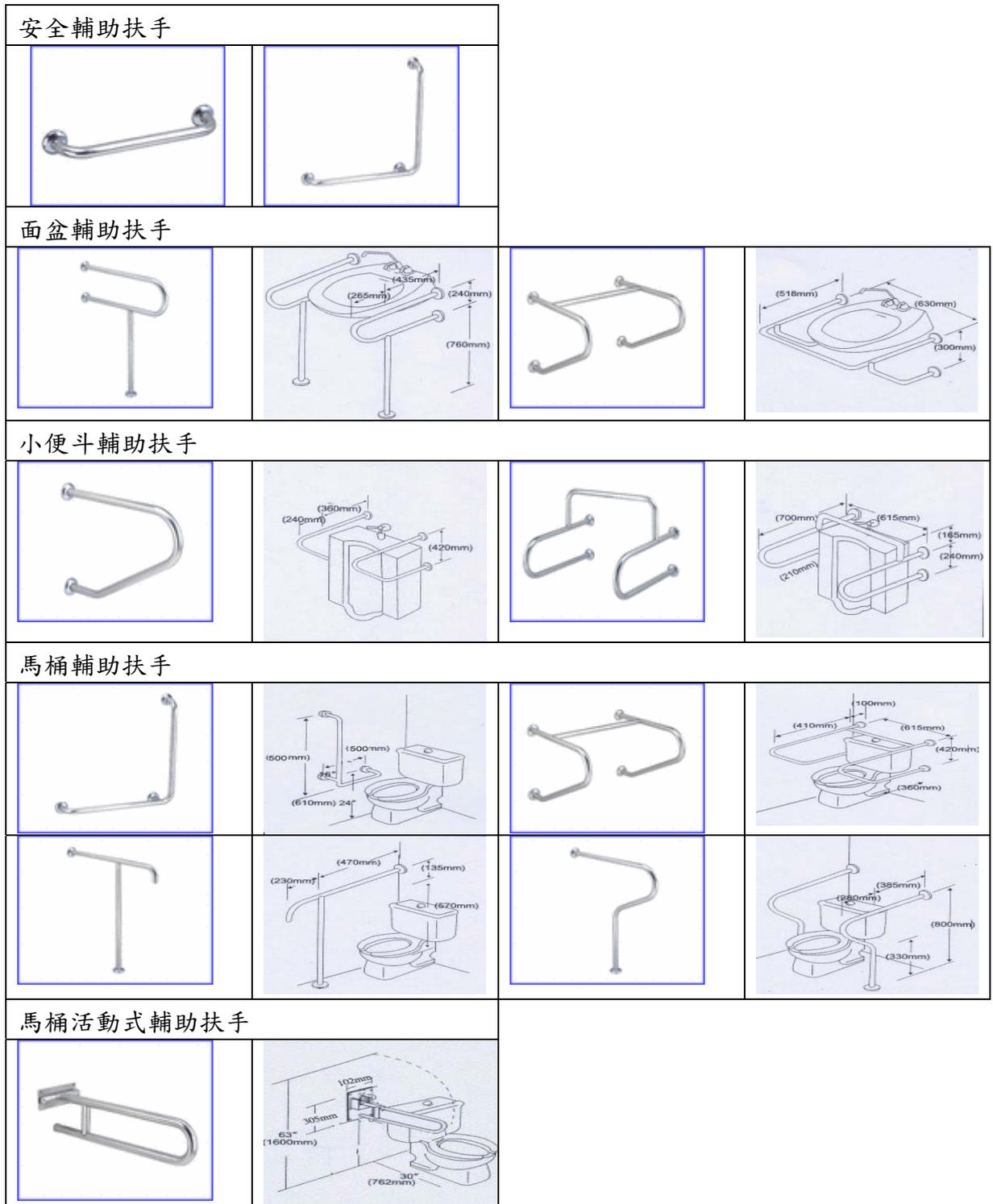


圖 2-1 衛廁輔助扶手依使用目的分類
 (資料來源：<http://www.le-yi.com.tw/>)

二、非常態載重試驗

輔助扶手靜態載重試驗的水平及垂直測試載重均定為 1.1 kN 之規範，在考量使用者重心不穩或即將跌倒，因而緊急抓住輔助扶手的狀況，靜態載重試驗因未反應衝擊效應所造成的效應，所以不足以規範此種非常態使用情形下的安全性。扶手試驗方法說明書內容參酌日本 加藤正男等，有關跌倒時扶手受力計測的實驗，其考量在非常態之外力載重作用下，如攀爬、踩跳、撞擊等，基於公共安全的立場，並視扶手材質耐衝擊特性的差異，要求標準為此非常態使用下的行為，應以不造成扶手突然斷裂破壞為原則。所以在扶手試驗方法說明書草案中，不以衝擊槌進行衝擊載重試驗，而改以加載靜態測試載重值 50%，即測試載重值增至 1.65 kN 的方式來進行，而非常態載重試驗的結果以不發生破壞為判定合格的基準，但是變形量將不納入扶手試驗的判定標準。

三、活動式輔助扶手疲勞試驗

固定式輔助扶手在一般使用狀況下，其扶手是不會移動，其合不合於試驗標準為明顯可見之龜裂、離縫、斷裂、挫曲或變形的產生，但對於具有活動機構之馬桶活動式動作輔助扶手，由於每次均有掀起的動作與活動機構，若僅依據扶手靜態載重試驗方式來規範將會有所不足，必須再考慮疲勞破壞可能性，即探討活動式扶手在反復載重作用下的安全性、耐久性。

在扶手安全試驗方法之研究中，參考我國有關疲勞試驗 CNS 11682(家具垂直負載疲勞試驗法)、CNS 11683(家具水平負載疲勞試驗法)作為扶手反復載重試驗參考。活動式扶手疲勞試驗的垂直作用力是依據台灣地區勞工人體計測資料庫，以國人 18-65 歲男性勞工體重之平均值為 67.32 公斤，第 95 百分位則為 81.51 公斤來推估，假設單支扶手支持全部的體重，馬桶活動扶手的垂直載重等同國人 18-65 歲第 95 百分位男性體重，是以垂直服務載重以 0.8kN 計算。由資料庫查詢的 18-65 歲肩寬尺寸、建築物無障礙設施設計規範規定馬桶扶手安裝尺寸規格，計算後採用 0.31 kN 為水平服務載重，此與 CNS 11683 家具水平負載疲勞測試載重相近。故在扶手安全試驗方法說明書草案中規劃之試驗方法，係施以垂直、水平之操作力量，其作用力大小為

垂直 0.8kN、水平 0.3kN(圖 2-3)。而疲勞試驗測試週期則參照 CNS 11682、CNS 11683 第 3 級性能等級，作用頻率為 0.5Hz 之反復載重，以 50,000 週期的反復疲勞試驗後，輔助扶手的活動機構、橫軌、支撐托架、錨座、結件及其他配件等，不得有可見之明顯龜裂、離縫、斷裂、挫曲或妨害使用之永久變形產生，妨害使用之總變形量達到扶手全跨距之 0.2%，且不得有影響活動式扶手之掀起的動作，活動部件動作之情形正常，以確保實際使用活動式助扶手其活動機構之耐久性。

表 1-1 扶手靜態載重試驗規範比較

(資料來源：扶手安全試驗方法之研究)

規範	測試載重	加載速率	維持時間	備註
ASTM D07032	2.22 kN	無規定	無規定	
ASTM F446	1.1 kN	30 分鐘內 達到 1.1 kN	5 分鐘	
BL 步行輔助扶手	1.15 kN	無規定	無規定	跨度超過 1.8m 扶手測試載重以每公尺 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	衛生陶瓷器-洗面盆之安全性試驗

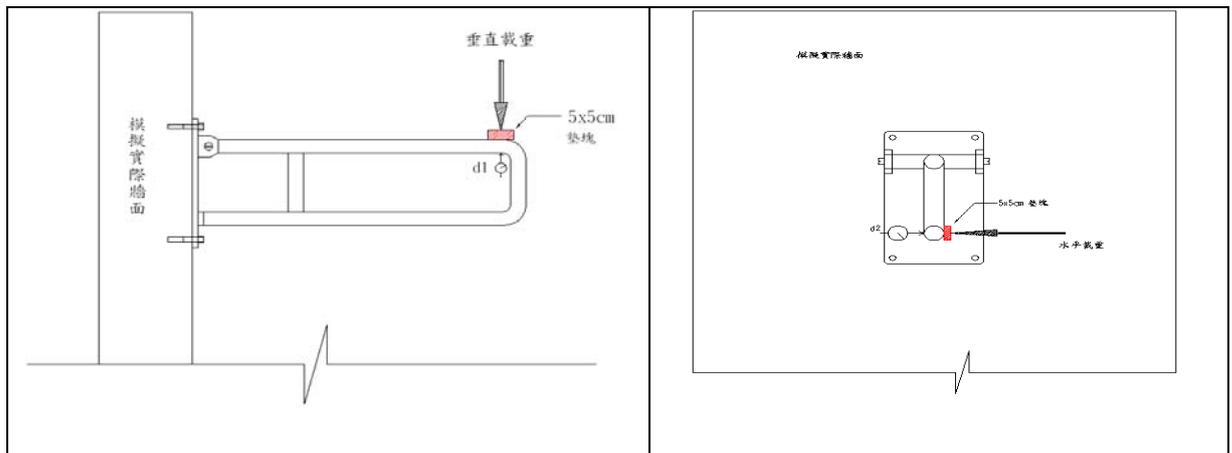


圖 2-2 馬桶活動扶手靜態載重示意圖

(資料來源： 扶手安全試驗方法之研究)

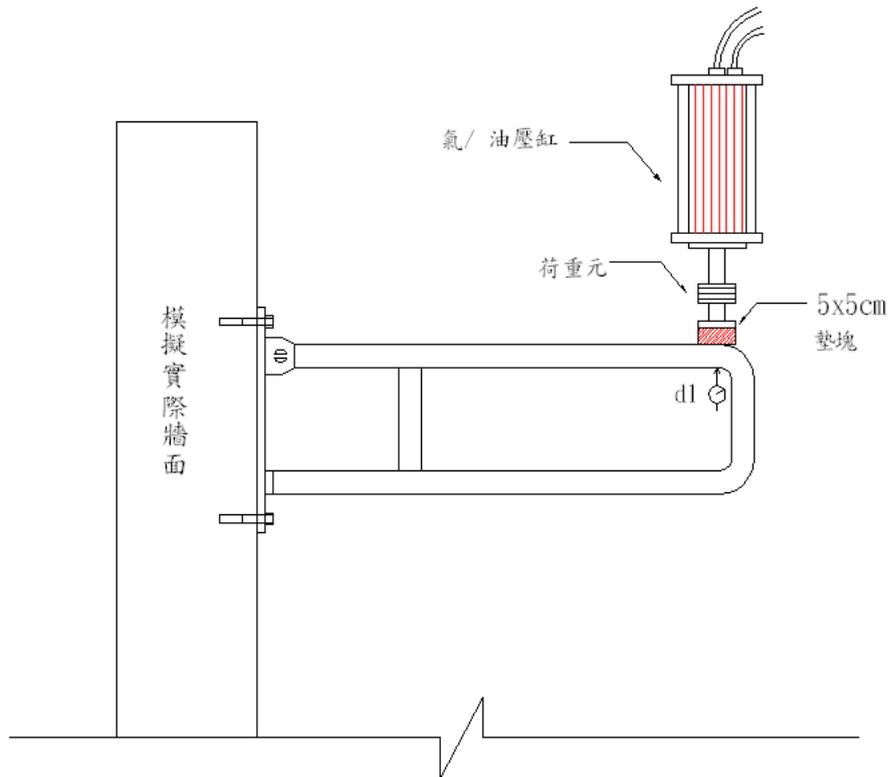


圖 2-3 馬桶活動式動作輔助扶手疲勞試驗示意圖

(資料來源： 扶手安全試驗方法之研究)

第三節 扶手安全試驗方法

依據先前之「扶手安全試驗方法之研究」中所提出說明書草案，本研究將強度試驗中之動作輔助扶手常態使用之常態靜態載重試驗、非常態使用之載重試驗與活動式輔助扶手的疲勞試驗的內容重新加以羅列，內容包含試驗說明、取樣與試體、試驗方法、測試結果評定標準等。依據扶手安全試驗方法之研究內容，常態、非常態與反覆疲勞使用下的動作輔助扶手載重試驗，包含取樣與試體、試驗方法(設備、試體前置處理與條件、試驗程序)、測試結果評定標準，詳如附錄一之圖表所示。

由於國內尚未頒定輔助扶手強度試驗之相關規範，是以對於輔助扶手的整體強度試驗尚無標準可資依循，而有關於扶手材質的試驗標準，則只見於各種 CNS 材質規範中，加上輔助扶手材質與型態的多樣性，目前的規範不足以呈現扶手整體力學的特性。在前期的「扶手安全試驗方法之研究」執行過程中，已建置一套人體力學尺度專用之多用途反力架系統，本研究將進行輔助扶手的後續相關驗證研究，以瞭解常態靜態載重、非常態載重與反覆疲勞載重下，輔助扶手、基材與固定結件組合間的破壞關係，即可擬定補強建議以供業者在設計、製造與施工的參考準則，並強化輔助扶手安全試驗方法之規範，以提昇國內輔助扶手之品質標準。

由於輔助扶手的型式多、基材種類多、固定結件也多樣性，扶手安全試驗方法之驗證，在過程中需要能方便變換基材、變換各種施力位置，而不損及基材的力學特性，在「扶手安全試驗方法之研究」中已建置一可產生三維度作用力之反力構台，藉由改變牆面基材固定座、測試模組在構台的之相對位置的關係，可變更受測扶手之作用力方式，達到動作輔助扶手能進行三維度作用力。扶手試驗的控制測試模組設備以壓縮氣體為動力，調整比例調壓閥以控制測試模組中之氣壓缸元件動作，藉由氣壓缸可藉由活塞連桿的雙向作動而形成推力與拉力，由荷重計量得出力狀況，並藉由磁感應式位置回饋裝置，來量測活塞位置行程的變化，以獲得扶手施力點的位移量。扶手試驗可設定循環載重測試次數、推或拉測試、試驗出力大小、停止位移量，以擷

扶手承載安全及穩定度之檢測方法及標準研究

取測試模組之力量與位置訊號。基材固定座以使用簡便、定著穩固為原則，基材固定座將不同型式牆面基材緊固於反力鋼牆構台，基材固定機構有適當分散應力之措施以確保較脆弱之基材不至於在試驗施力前破壞，並基材須與反力牆面保有容納扶手固定結件或化學錨定之空間，圖 2-4 為測試模組與基材固定座。



圖 2-4 測試模組與基材固定座

第三章 扶手載重試驗之方法

本研究是使用建築研究所已建置的新扶手試驗設備(圖 3-1)，針對安全扶手(I 型)、小便器扶手(C 型)、馬桶扶手(L 型)與活動式馬桶扶手，如圖 3-2 所示，進行力學強度之驗證試驗，以確保輔助扶手在正常使用狀態的安全。而強度測試包括常態靜態載重試驗、非常態載重試驗與反覆疲勞試驗，測試輔助扶手的基材，則選擇製做小塊水泥牆、磚牆與輕隔間，將本研究的目前進度說明如下：

第一節 試驗方法

依據本研究企劃書附錄一之扶手安全試驗方法，與「扶手檢驗標準之研究」、「扶手安全試驗方法之研究」所擬定的試驗準則，確實比對國內外有關輔助扶手文獻，瞭解扶手安全試驗方法說明書草案內容，目前並做一簡單力學分析，以了解固定螺栓與基材的夾持力。四種扶手的垂直、水平受力圖與扶手尺寸平面三視圖，如附錄二所示，根據附錄二之扶手尺寸，並以實際手握處之位置，以力矩與力平衡方式，進而分析其作用力與螺栓固定夾持力之關係，在常態載重、非常態試驗可簡略求得螺栓需要夾持力的大小如表 3-1 所示，而疲勞試驗的垂直、水平操作力量遠小於常態載重、非常態試驗，是以輔助扶手疲勞試驗的螺栓需要夾持力比常態試驗來的小。



圖 3-1 扶手試驗設備

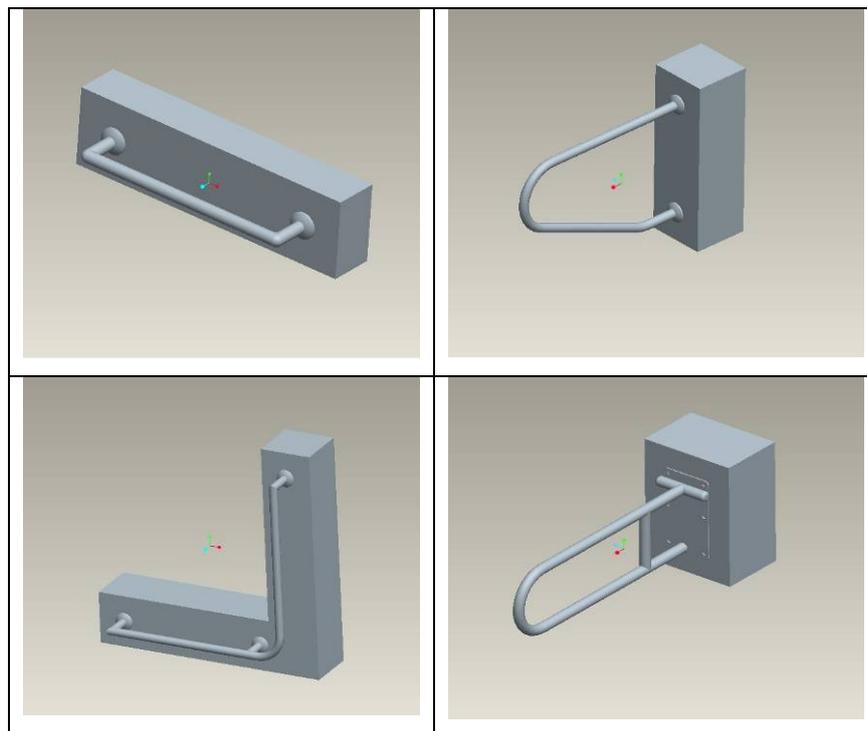


圖 3-2 輔助扶手安裝於基材之試體示意圖

表 3-1 扶手載重試驗與螺栓需要的夾持力

載重試驗種類	測試載重	扶手型式	螺栓夾持力
常態載重試驗	垂直施力 1.1 kN	I 型扶手	1.204 kN
		C 型扶手	0.954 kN
		L 型扶手	0.602 kN
		活動式扶手	1.083 kN
	水平施力 1.1 kN	I 型扶手	0.183 kN
		C 型扶手	4.151 kN
		L 型扶手	0.602 kN
		活動式扶手	1.986 kN
非常態載重試驗	垂直施力 1.65 kN	I 型扶手	1.806 kN
		C 型扶手	1.432 kN
		L 型扶手	0.903 kN
		活動式扶手	1.576 kN
	水平施力 1.65kN	I 型扶手	0.275 kN
		C 型扶手	6.226 kN
		L 型扶手	0.903 kN
		活動式扶手	2.889 kN

第二節 試驗設備之訊號輸出

從建築研究所建置的扶手試驗設備操作過程，了解到現有的試驗測試台只能目視讀取、人工記錄方式來收集量測的結果，若要以電子設備記錄存取資料，則需要原先建置此設備廠商配合，已逐筆方式一一將試驗結果儲存，除了不方便本研究的進行，也不利以後其他研究案的實驗項目之擴充。

研究過程為克服原先試驗設備的不足，已協調原試驗設備建置廠商 欣政工程公司了解訊號輸出後，自行變動測試台的訊號輸出外接裝置，更換訊號轉換器為一類比輸入對類比與數位輸出二的輸出方式，以便電腦的訊號擷取卡可應用此外接端子與試驗設備銜接，再經由 LabVIEW 軟體可從測試模組的位置、力量感知器中，讀取實驗過程中有關時間、位移、作用力的訊號，以便在常態、非常態載重試驗時，取得力量—變位的關係，在反覆疲勞試驗擷取成力量—變位—時間之相對應關係，以明白常態靜態載重、非常態載重與反覆疲勞載重下，輔助扶手、基材與固定結件組合間的受力狀況。

試驗設備經由 NI-USB 6008 資料擷取卡到電腦操控過程如圖 3-3 所示，NI-USB 6008 為資料擷取卡，包含 4 個類比輸入(10 kS/s、12 位元)、2 個類比輸出(12 位元、150 S/s)、12 個數位 I/O、1 個 32 位元計數器。本研究案總共需要 4 個類比輸入以供擷取 2 個位置感知器、2 個力量感知器。位置感知器最大位移量 50mm，力量感知器最大輸出為 5kN。本研究使用 NI-LabVIEW 軟體開發資料擷取軟體，透過 NI-USB 6008 資料擷取卡連續實驗過程中 2 個位置感知器位移量、2 個力量感知器負荷量。實驗過程中可監看位移、力量變化情形，並將實驗資料儲存起來，以便後續進一步分析結果。圖 3-4 為資料擷取軟體執行畫面，圖 3-5 為軟體部份程式碼。本研究根據原有試驗設備的測試台功能，自行完成電腦介面的操作功能轉換，操控測試模組的扶手測試台之操作手冊置於附錄三中。



圖 3-3 實驗設備傳輸過程

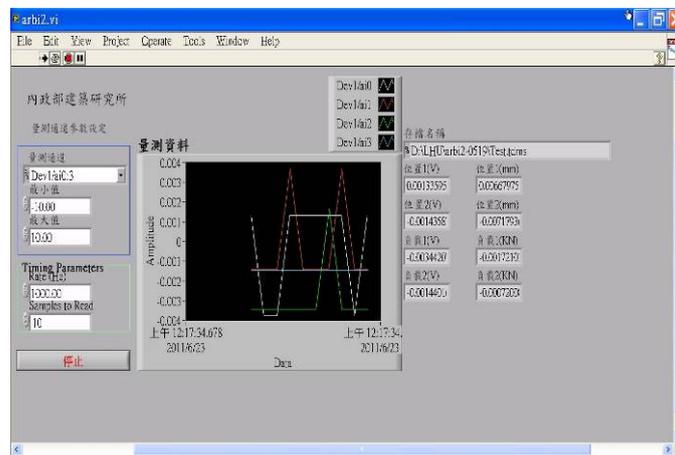


圖 3-4 資料擷取軟體執行畫面

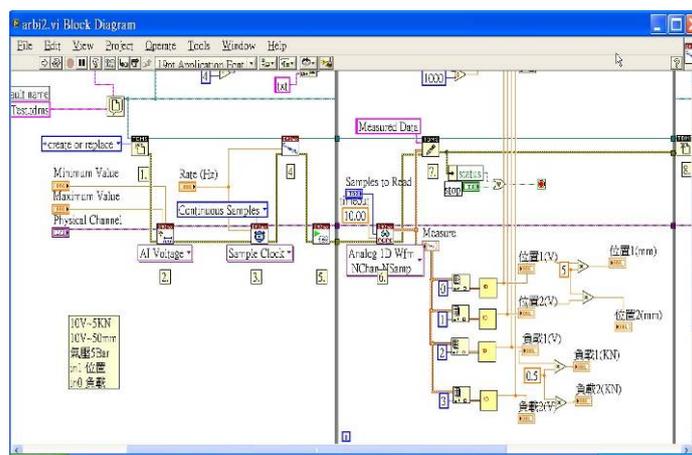


圖 3-5 軟體部份程式碼

第三節 試體製作與測試修正

四種型式輔助扶手依據圖 3-2 的試體圖示，分別以水泥、紅磚牆與隔板(石膏板、矽酸鈣板、水泥板)製做扶手安裝的基材，如圖 3-6 所示，圖 3-7~圖 3-11 分別為各式扶手與基材，磚牆與隔板依實際尺寸製作，水泥之板模如附錄四所示。

由於水泥、磚牆與隔板的厚度不同，購置的試驗設備無法滿足試驗之固定扶手的需求，在測試量測過程需要在基材的固定上需要做一修正。當以基材緊迫固定座來固定試體，如圖 3-12 所示，水泥牆、磚牆與輕隔間的基材厚度會有差異，如水泥牆厚度 8cm、磚牆有 12cm(圖 3-13)，而輕隔間的隔板亦有不同厚度規格。原試驗設備的設計是以緊迫固定座、測試模組，用增加墊高塊來克服此對準的問題。但是固定座只有固定 5cm 的墊高量，測試模組若組合墊高塊可分別得到 5、10、15cm 的固定墊高量，且反力試驗構台的固定孔距為 10cm。當測試模組的測試頭往下作用施力時，其測試頭施力點與扶手的受力位置會有誤差(圖 3-14)，此位置偏移量是無法用墊高塊來加以修正。而測試頭施力點與扶手受力點的位移量，將導致測試頭承受一彎曲應力，加上負載的增加或疲勞反覆作用力，容易損壞測試頭，而影響試驗進行。經詳細比對，將製作四組鋁墊片，墊片厚度由 1mm~5mm，能自由組合不同墊片厚度來墊高厚度(圖 3-15)，並修改基材緊迫固定座的固定孔位置(圖 3-16)，來滿足能在試驗構台固定孔，只能有 10cm 倍數的位置變動之不便。



圖 3-6 四種型式扶手與三種型式基材



圖 3-7 I 型安全扶手實驗試體(水泥基材)



圖 3-8 C 型小便器扶手實驗試體(水泥基材)

扶手承載安全及穩定度之檢測方法及標準研究

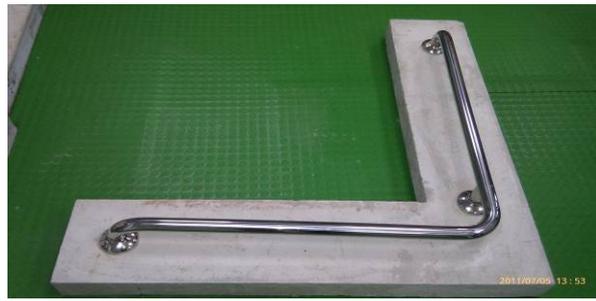


圖 3-9 L型馬桶扶手實驗試體(水泥基材)



圖 3-10 輕隔間實驗試體與隔板(未安裝扶手)



圖 3-11 活動式馬桶扶手實驗試體(水泥基材)



圖 3-12 基材固定



圖 3-13 基材厚度差異(左為磚塊基材、右為水泥基材)

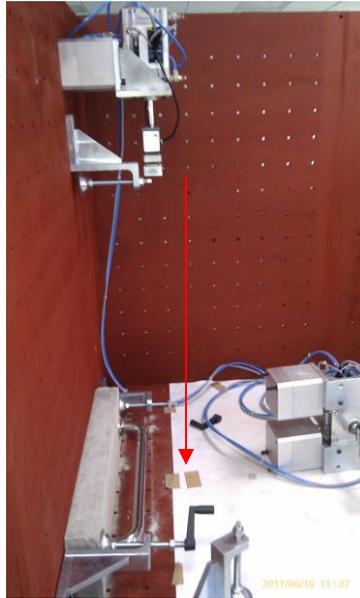


圖 3-14 測試頭施力點與扶手受力點的位置差異

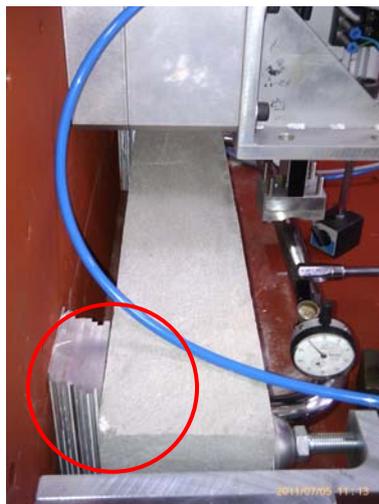


圖 3-15 利用墊片修正測試頭施力點的誤差



圖 3-16 基材緊迫固定座(兩圖的上方固定座為修改後之固定座)

第四節 扶手載重測試

本節將製作的實驗試體與修正的測試設備，依據附錄一之扶手安全試驗方法，包含試驗方法、測試結果評定標準等項目，針對輔助扶手進行扶手承載與穩定度之力學測試，分析扶手、基材與螺栓結件之力學強度及破壞模式，歸納分析試驗驗證的過程與結果，研擬扶手標準檢驗方法承載及穩定度安全標準建議。

測驗過程可經由建立的 LabVIEW 軟體，從位置、力量感知器中，讀取實驗過程中有關時間、位移、作用力的訊號，來審視扶手常態載重、非常態載重試驗時的力量—變位、疲勞試驗的變位—時間圖，來得知變形的產生，並分析扶手、基材與結件的破壞模式。而根據附錄一之常態載重試驗方法，將固定扶手試體組分別緩慢施加模擬水平或垂直操作力至測試載重 1.1 kN，維持測試載重值 10 分鐘後解除載重。檢查測試載重時扶手橫軌之變位、托架平均變位與卸除載重後扶手之永久變形，扶手不得有明顯可見之龜裂、離縫、斷裂、挫曲或妨礙使用之永久變形產生，總變形量達到該跨距之 0.5% 或 5mm，或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。而扶手非常態載重試驗之水平、垂直操作力為 1.65 kN，達到此值即解除載重，扶手不可產生明顯可見之龜裂、離縫、斷裂等破

壞，不得有喪失支撐能力的情形發生，方為合格。活動式扶手的疲勞試驗則施加垂直操作力量 0.8 kN 或水平力為 0.3 kN，頻率為 0.5Hz 經 50,000 週期之後停止。扶手不可有永久變形，有明顯龜裂、離縫、斷裂、挫曲或妨害使用，總變形量達該總跨距之 0.2% 之永久變形產生或有影響扶手活動部件動作之情形，方為合格，載重測試的龜裂損壞可由觀察得知，而妨害使用可由變形產生可由量測取得，圖 3-17 為應用量表來量測扶手承受載重後的變位。

在檢視已建置之反力架系統發現，由於此系統藉由氣壓控制的一開放系統，並非可穩定氣體壓力的封閉回饋系統，無法控制 10 分鐘的氣壓穩定，雖然可藉由再裝設可調節的比例閥與增加控制裝置，來達到穩定氣壓的控制，但是與當初之實驗規劃不同。所以原有建置的系統於執行非常態載重試驗、疲勞試驗時，由於無法於測試載重 1.1 kN 中，穩定 10 分鐘氣壓，在執行非常態載重試驗將以變通方式來施行。



圖 3-17 利用量表測量扶手的變位

藉由圖 3-1 的扶手試驗設備與圖 3-15 固定基材試體的修正，根據非常態載重試驗、疲勞試驗方法，分別施以衝擊式、週期式的水平與垂直操作力，

部分實驗過程的載重測試，如圖 3-18~圖 3-21 所示，由於輕隔間在非常態與疲勞載重試驗有明顯的損壞，我們再以鋁板來強化基材的方式進行載重測試，如圖 3-22、圖 3-23。



圖 3-18 C 型小便斗扶手施加垂直載重之測試(紅磚、矽酸鈣板)

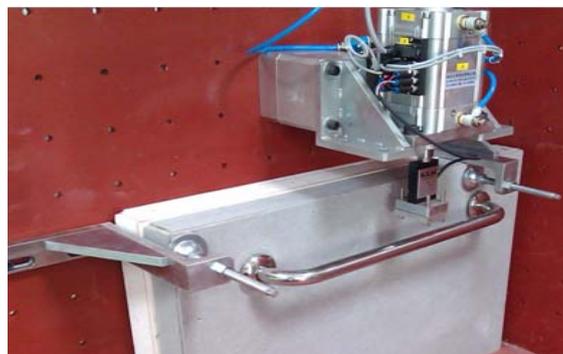
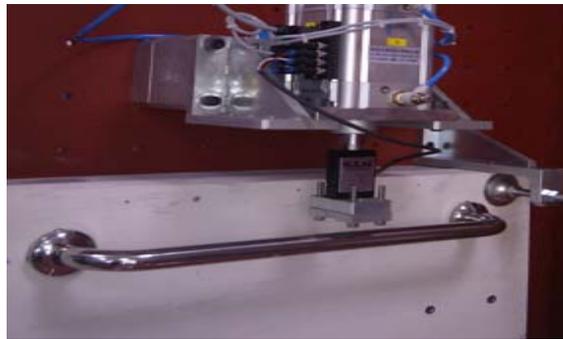


圖 3-19 I 型輔助扶手施加垂直載重之測試(矽酸鈣板、纖維水泥板)



圖 3-20 活動式馬桶扶手施加载重之測試(水泥基材)



圖 3-21 L型扶手施加垂直載重之測試



圖 3-22 I型扶手施加垂直載重之測試(鋁板強化)



圖 3-23 鋁板強化基材之垂直載重測試

由於試驗系統非回饋式系統，在模擬維持 10 分鐘的常態水平與垂直載重 1.1 kN 時，將利用自行製作之槓桿裝置，來達到常態試驗之載重要求，圖 3-24、圖 3-25 分別為常態載重試驗所使用之槓桿與配重。



圖 3-24 常態載重試驗使用之槓桿



圖 3-28 常態載重試驗使用之配重

經由上圖所製作之槓桿，以簡單的力矩平衡原理，即可施以穩定的 1.1 kN 載重，並維持 10 分鐘的常態載重試驗要求。圖 3-29~圖 3-33 為常態水平與垂直載重試驗，而鋁板強化基材的常態載重測試，如圖 3-34~圖 3-26 所示，而所有的測試的結果與損壞標準，將於下一章節加以說明。



圖 3-29 I 型扶手施加垂直載重之常態載重測試(矽酸鈣板、纖維板)



圖 3-30 I 型扶手施加水平載重之常態載重測試



圖 3-31 C 型扶手之垂直與水平載重的常態載重測試(水泥牆)



圖 3-32 C 型扶手之常態載重測試(水泥纖維板)



圖 3-33 活動扶手之常態載重測試(磚塊)



圖 3-34 鋁板強化下之 I 型扶手的常態載重測試



圖 3-35 C 型扶手之常態載重測試(鋁板強化)



圖 3-36 活動扶手施加水平載重之常態載重測試(鋁板強化)

第四章 扶手載重試驗之結果

本章將第三章中的四種型扶手、三種基材與部份鋁板基材，依附錄一的載重試驗方法，來呈現載重試驗之結果。

第一節 非常態載重與疲勞試驗

扶手的非常態載重試驗為瞬間施以 1.65 kN 的水平或垂直力，當解除載重後，扶手與基材不得有喪失支撐能力的情形發生，不可有明顯之龜裂、離縫、斷裂等破壞情況。而活動式扶手的疲勞試驗是施以頻率為 0.5Hz 的 0.8 kN 垂直力或 0.3 kN 水平力，經 50,000 週期之後，扶手不可有永久變形，不可有明顯龜裂、離縫、斷裂、挫曲或妨害使用情況。

經由非常態載重試驗與疲勞試驗後，可以發現在水泥牆、紅磚牆均無載重試驗方法中，所定之足以認定損壞情況發生，非常態載重試驗結果如表 4-1 所示，圖 4-1 為非常態載重試驗產生的損壞，而承受水平力之非常態載重試驗、疲勞試驗的測試結果，其結果與垂直載重試驗相似，以後章節將不另外再加以說明。

表 4-1 扶手承受垂直力之非常態載重試驗

試體	扶手型式			
	I 型	C 型	L 型	活動式
水泥牆	無破損	無破損	無破損	無破損
磚牆	無破損	無破損	無破損	無破損
石膏板	0.64kN 隔板破損 破損如圖一所示	破損	承受 1.656kN 無 破損	破損
矽酸鈣板	68.5kg 鬆動、84kg 拉出 102kg 拉釘拉出 3mm	120kg 拉釘 鬆動、隔板	承受 1.679kN 無 破損	0.3115kN 變形
纖維水泥板	114kg 鬆動、120kg 拉出 141kg 拉出拉釘 2mm	0.887kN 鬆 動	承受 1.661kN 無 破損	0.4235kN 變形



圖 4-1 非常態載重試驗之鬆動鬆動與隔板破損

載重試驗中的輕隔間隔板基材，以拉釘來固定扶手，圖 4-2 為拉釘在未施以載重的情形。從表 4-1 的結果可以得知，除 L 型扶手所使用的基材外，其他各式扶手在石膏隔板、矽酸鈣隔板、纖維水泥隔板，均會達到載重試驗方法中的損壞描述。L 型扶手在輕隔間隔板，沒有損壞情況發生，應該是隔板試體的外圍鋁柱拘束力過大，而強化隔板的強度所致，但是受限於設備中

的測試頭行程限制，而無法重新設計製作，且其損壞情況類似於其他型式扶手，所以 L 型扶手在輕隔間隔板未再加以重新試驗。



圖 4-2 未承受載重測試的拉釘

圖 4-3 則呈現受負載後，拉釘變形與矽酸鈣隔板龜裂的情形，圖 4-4 矽酸鈣隔板基材承受垂直載重，所產生的扶手錨座離縫現象。當垂直載重作用於纖維水泥隔板時，亦會產生錨座離縫、拉釘變形與隔板龜裂的情況，由於纖維板的強度勝於矽酸鈣板，所以纖維板的龜裂較不明顯。而石膏隔板基材的強度遠低於矽酸鈣板與纖維板，當承受垂直載重時，石膏板將有更明顯的破壞，由於石膏板的強度低，其損壞會先於拉釘，所以拉釘無可見之變形產生，其破壞情形如圖 4-7 所示。



圖 4-3 承受垂直載重產生的拉釘變形與隔板龜裂(矽酸鈣隔板基材)

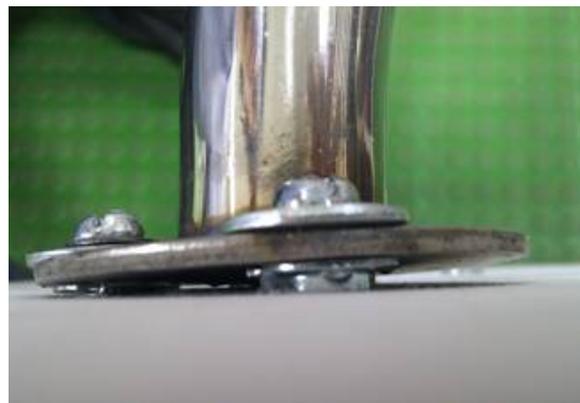


圖 4-4 扶手錨座因承受垂直載重產生的離縫(矽酸鈣隔板基材)



圖 4-5 承受垂直載重產生的錨座離縫與隔板龜裂(纖維水泥隔板基材)



圖 4-6 拉釘結件因承受垂直載重產生的變形(纖維水泥隔板基材)



圖 4-7 石膏隔板基材承受垂直載重產生明顯的破壞

I 型與活動型扶手的非常態載重測驗時之載重與位移如圖 4-8、圖 4-9 所示，載重測驗過程可以看見有明顯的彈性位移，而活動型扶手的位移會大於 I 型扶手，這是作用力的位置不同所致，活動型扶手的力臂較大，導致活動型扶手的力矩會大於 I 型扶手，是以圖 4-8I 型扶手的纖維水泥板可以承受較大力量。圖中亦可以證實輕隔間的隔板，均無法承受非常態載重測試的作用力。

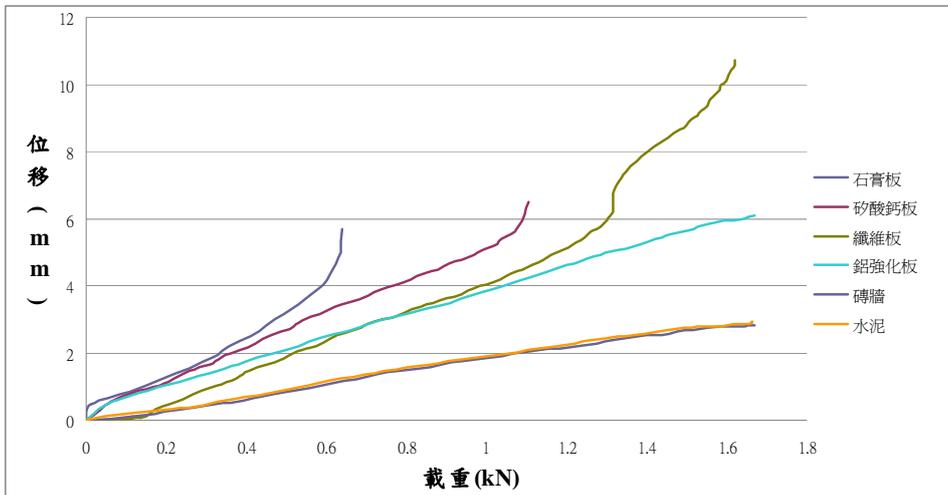


圖 4-8 I 型扶手非常態載重試驗之載重與位移

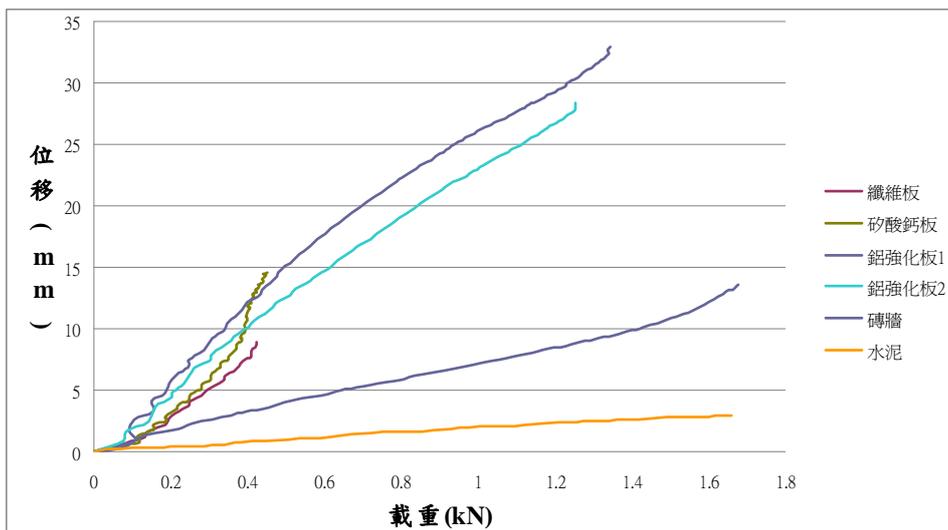


圖 4-9 活動型扶手非常態載重試驗之載重與位移

第二節 常態載重試驗

根據扶手的常態載重試驗方法，固定扶手試體緩慢施加 1.1 kN 水平或垂直載重，並維持載重 10 分鐘，扶手橫軌不得有明顯可見之龜裂、離縫、斷裂或挫曲產生，總變形量達到該跨距之 0.5%(或 5mm)，或活動式扶手變位量達全跨距之 0.75%(或 7.5mm)者即判定失敗。常態載重試驗之水泥牆、紅磚牆無常態載重試驗方法之損壞情況發生，而輕隔間的石膏板、矽酸鈣板與水泥板損壞情形與非常態載重試驗結果相似，但是常態載重試驗的破壞情況比非常態載重試驗更加明顯，如圖 4-10~圖 4-13，而水泥板由於強度低，其破損情形更是快速且明顯，鋁板所強化的基材，亦無法承受常態試驗之載重破壞，如圖 4-14 所示。



圖 4-10 矽酸鈣板常態載重試驗產生明顯之破壞



圖 4-11 水泥纖維板承受常態垂直載重試驗所產生之破壞



圖 4-12 水泥纖維板承受常態水平載重試驗所產生之破壞

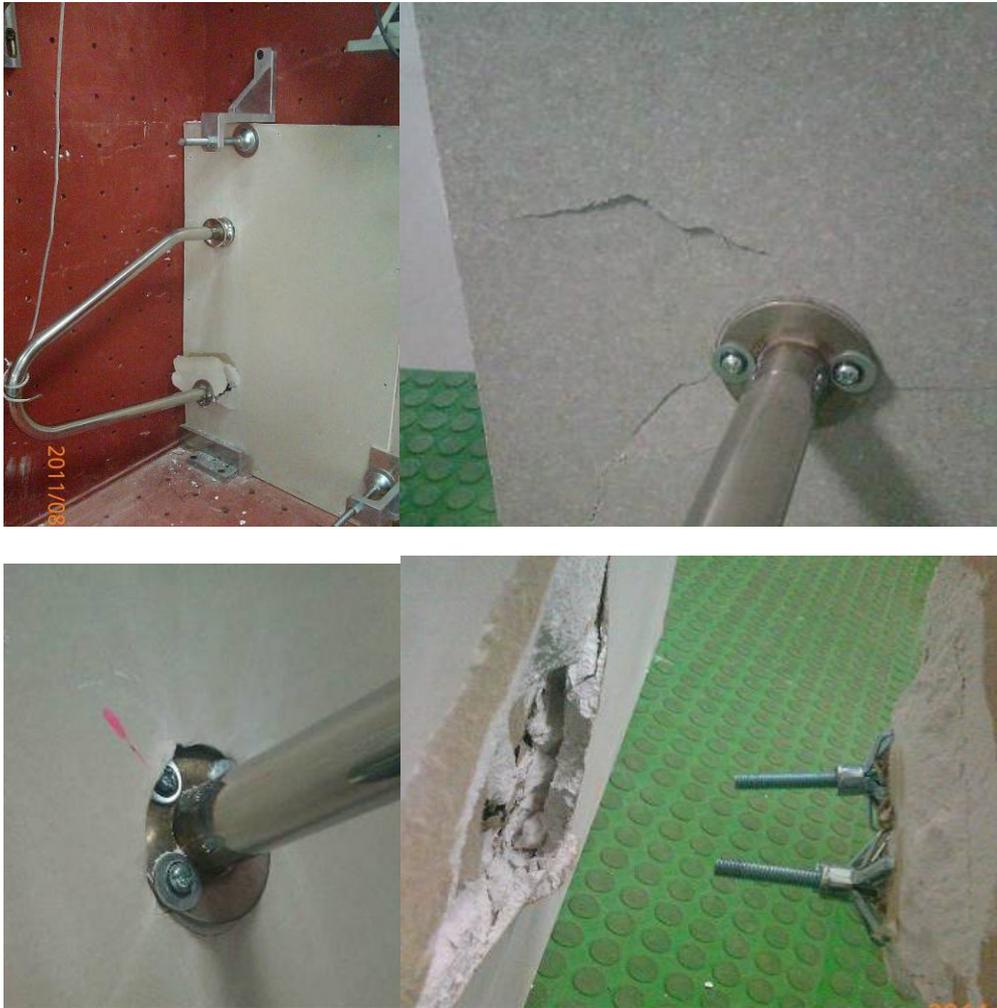


圖 4-13 石膏板承受常態載重試驗之破壞



圖 4-14 強化鋁板承受水平載重之常態試驗之破壞

圖 4-15~圖 4-18 為 I 型、L 型扶手承受垂直與水平載重之常態試驗的負載與扶手變形位移圖，從圖中數據可以了解，扶手承受水平載重之位移比垂直載重之位移來的大，而基材為水泥牆、紅磚牆的扶手位移小很多。活動型扶手承受垂直與水平載重之常態試驗如圖 4-19、圖 4-20 所示，只有水泥牆、紅磚牆可以承受負載，石膏板、矽酸鈣板與水泥板均會很迅速地破壞，但是活動型扶手以水泥牆、紅磚牆為基材時，亦有相當大的位移量，這是由於力矩較大之故。強化鋁板受常態負載試驗，如圖 4-21、圖 4-22 所示，L 型扶手的常態負載試驗知位移量，亦有此種情形發生。是以輔助扶手的常態載重試驗測試結果之評定損壞標準中，活動式扶手以試驗過程中最大即時變位量來判定失敗的標準，有再加以考量的需要。

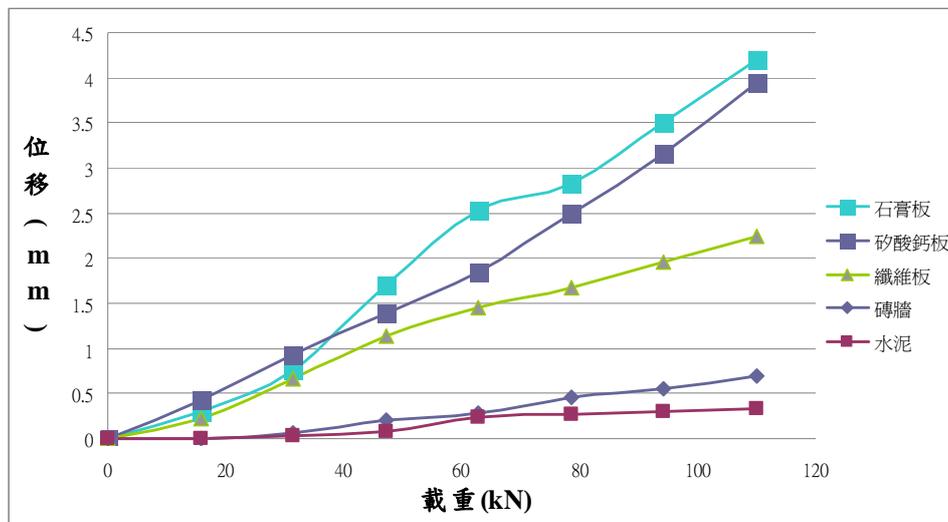


圖 4-15 I 型扶手承受垂直載重之常態試驗

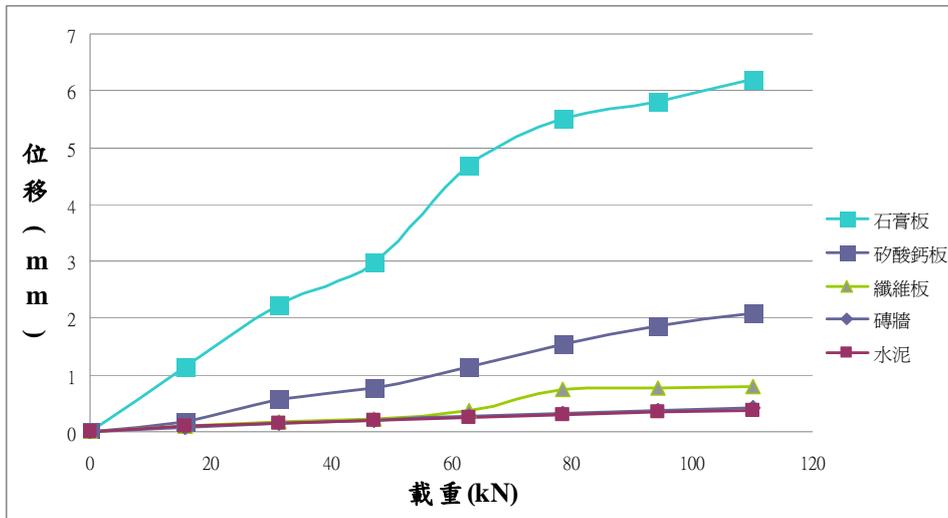


圖 4-16 I 型扶手承受水平載重之常態試驗

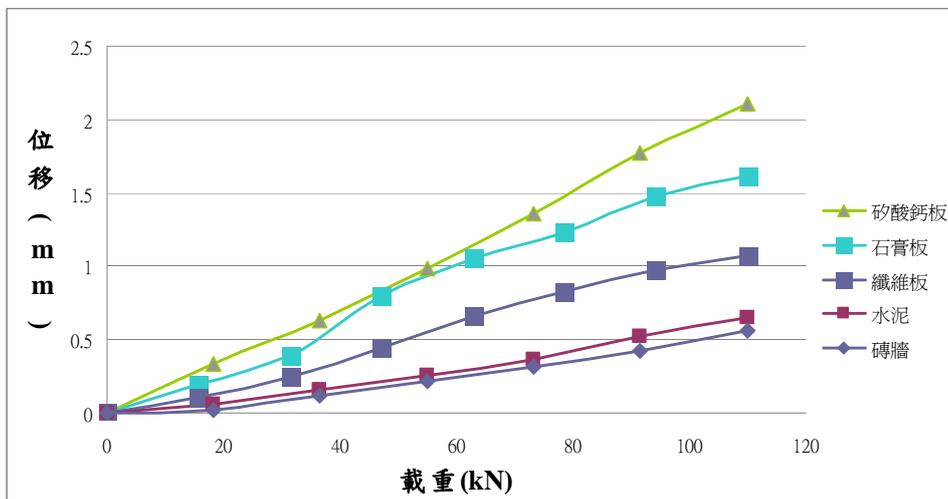


圖 4-17 L 型扶手承受垂直載重之常態試驗

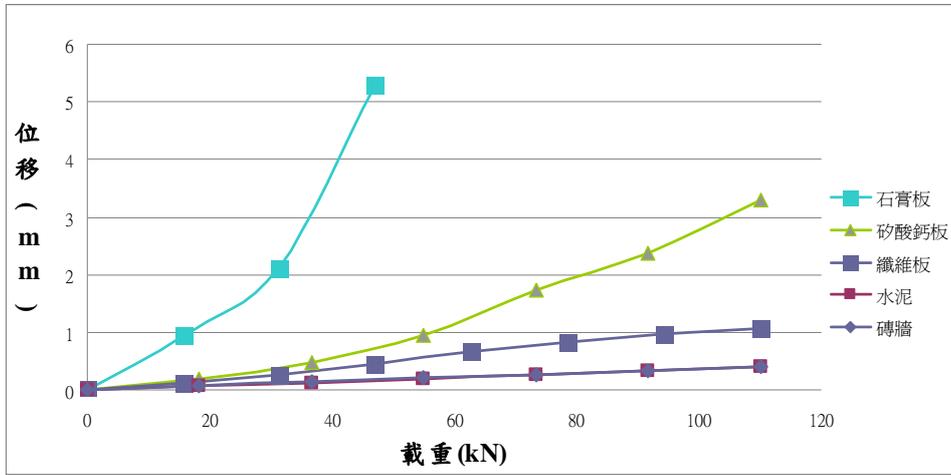


圖 4-18 L 型扶手承受水平載重之常態試驗

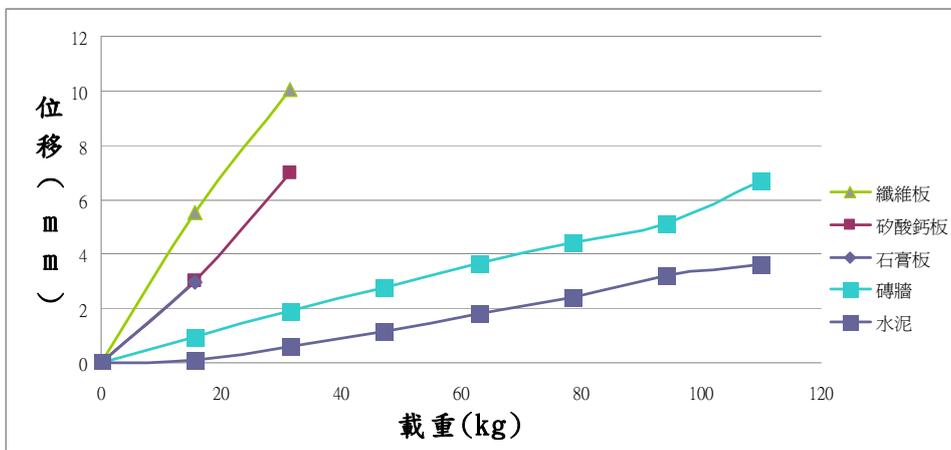


圖 4-19 活動型扶手承受垂直載重之常態試驗

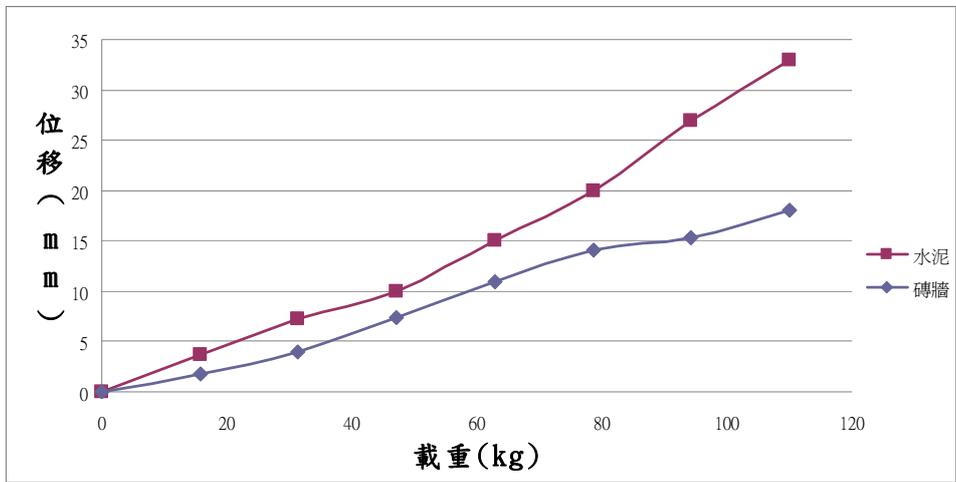


圖 4-20 活動型扶手承受水平載重之常態試驗

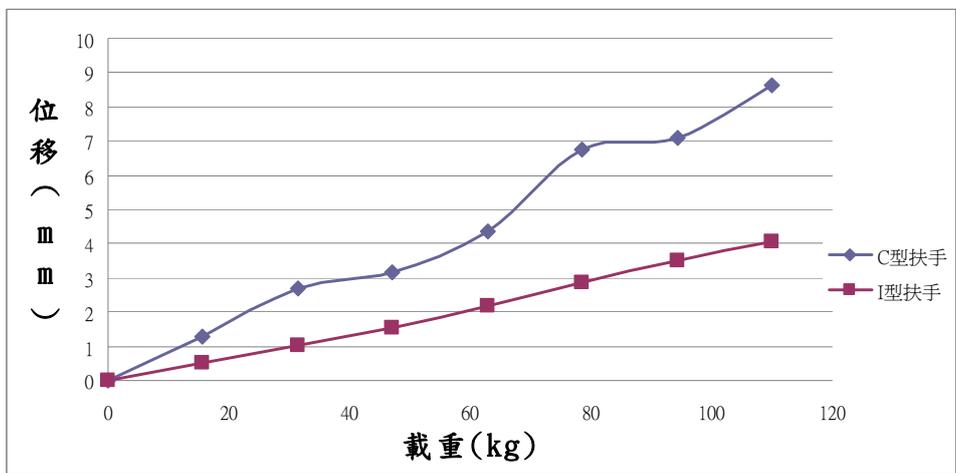


圖 4-21 強化鋁板承受垂直載重之常態試驗

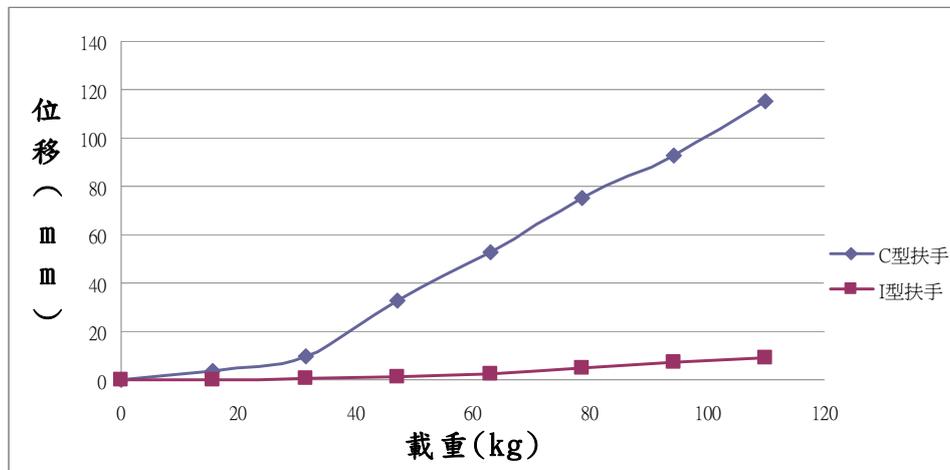


圖 4-22 鋁強化板常態載重試驗水平力

由於扶手反力試驗構台的固定裝置有改善空間，參與計畫人員針對此項問題，提出一固定裝置，如圖 4-23 所示之示意圖，藉由設計一可伸縮機構，來滿足試驗構台固定間距的不便，可以避免試頭施力點與扶手受力點的位置不一致，導致測試頭承受過大彎曲應力而損壞，其構造尺寸圖如圖 4-24。而藉由一液壓控制裝置，結合力量與位移感測器，可執行對扶手施加垂直或水平負載之現場測試，其設備示意圖如圖 4-25、圖 4-26 所示。

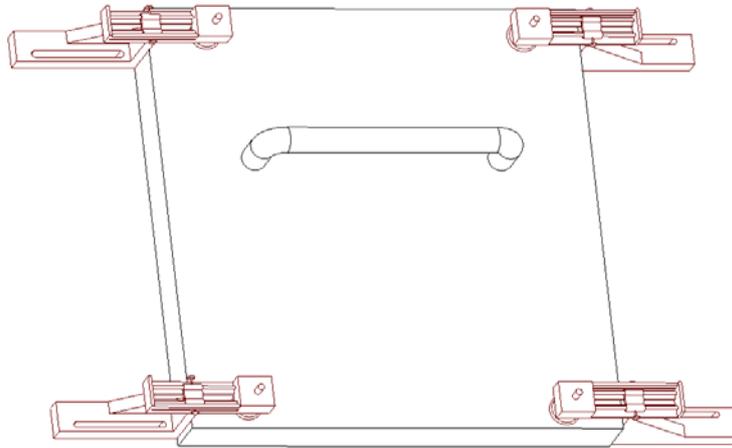


圖 4-23 試片固定裝置

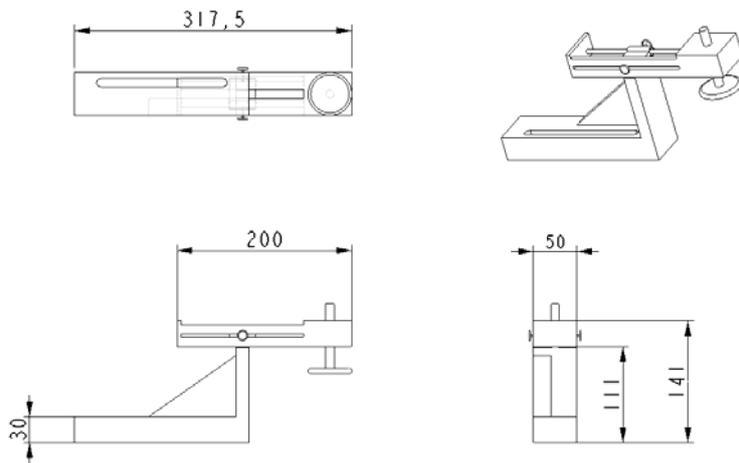


圖 4-24 固定裝置構造圖

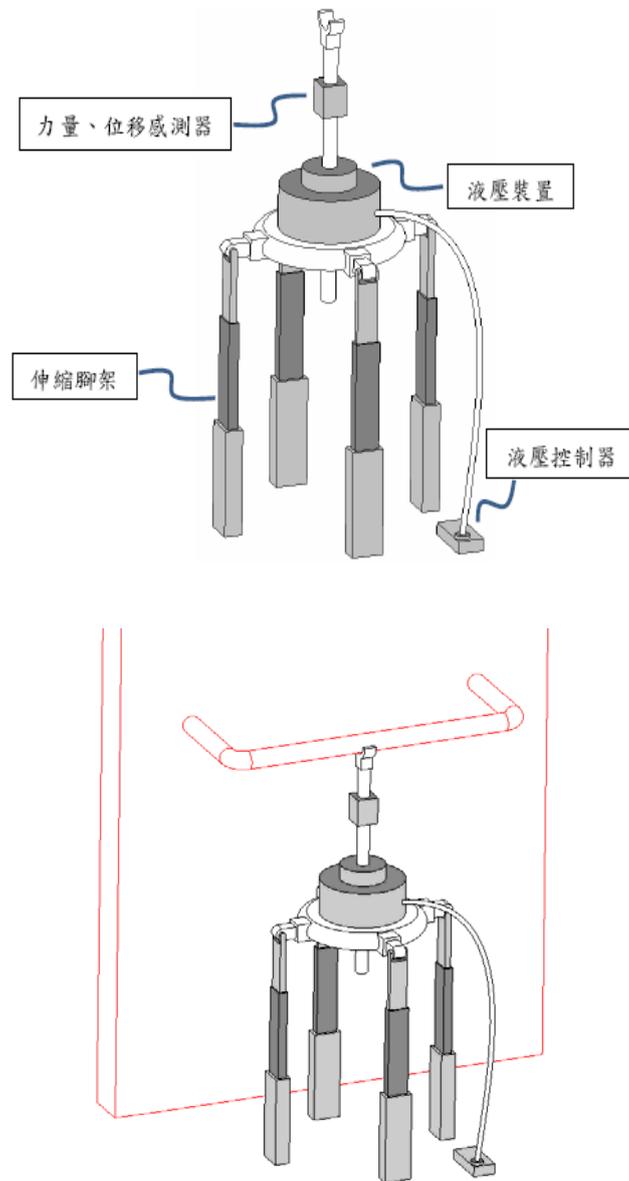


圖 4-25 扶手施加垂直載重之現場測試設備與方法

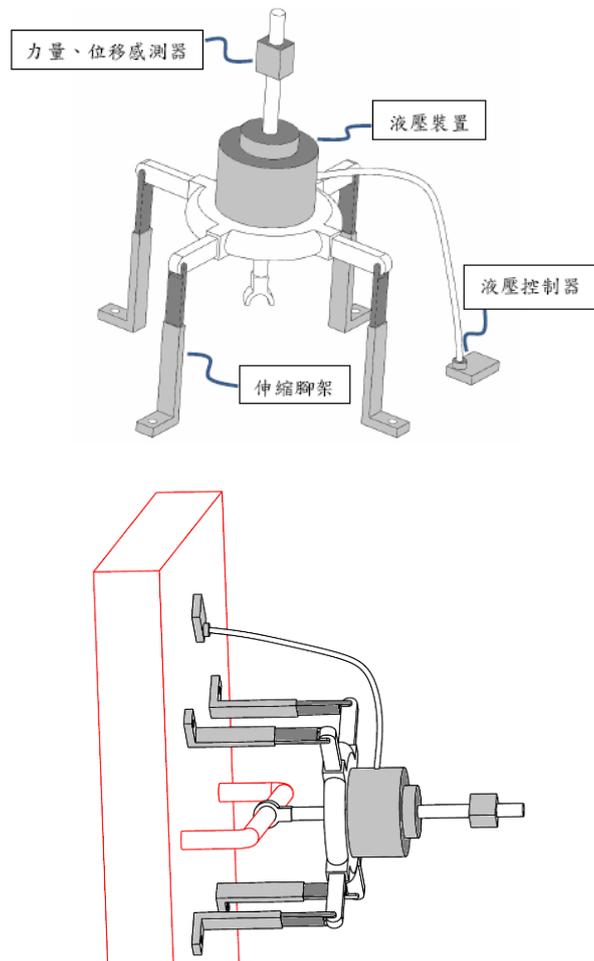


圖 4-26 扶手施加水平載重之現場測試設備與方法

第五章 結論與建議

第一節 結論

扶手是無障礙設施中的重要輔助設備，而設置安全可靠的扶手有其重要性。目前國內無論就扶手本身之強度或扶手與牆壁基材接合處之強度及穩定度等，皆缺乏強度設計的檢測標準與驗證方法，扶手設備試驗方法也尚無規範，不易確保扶手之安全與穩定特性，亟待訂定適當之檢測方法與標準，以有效規範扶手之承載安全與穩定度，確保使用之安全。

本研究針對已建置之扶手試驗測試台的一些不便做了些改善。首先克服測試台的資料存取不方便性，更新訊號的輸出裝置，自行完成電腦操作功能的轉換介面，經由 LabVIEW 軟體，從測試模組的位置、力量感知器中，讀取實驗過程中有關時間、位移、作用力的訊號，取得力量與位移的關係。而原有緊迫固定基材裝置，有不容易對準扶手與測試頭之相對位置，已修改基材緊迫固定座的孔位置，最後並針對此項困擾，提出一可伸縮固定裝置，來彌補改善試驗機台無法不定間距的固定問題。

由於已建置之試驗系統為氣壓控制的非回饋式系統，無法維持一段時間的氣壓穩定，無法執行常態載重試驗。本研究是藉由槓桿裝置，來達到常態試驗之載重要求。原試驗系統若要試驗常態載重，可經由加裝比例閥與控制系統來改善。針對此系統不能執行扶手的現場測試，本研究亦提出一液壓控制裝置構想，結合力量與位移感測器，可執行對扶手施加垂直或水平負載之現場測試。

本研究在輔助扶手載重試驗中，水泥牆、紅磚牆可以承受負載測試，輕隔間的隔板易損壞，使用鋁板強化時，亦無法承受常態試驗之載重破壞，是以對於乾式輕隔間加裝輔助扶手，應有較嚴謹的基材強化要求。載重試驗過程中，活動型扶手有較明顯的變形位移，但是扶手功能未受影響，單獨在靜

態載重試驗之損壞評定標準中，活動型扶手以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，有加以再考量的必要，並尋求與非常態載重試驗、疲勞試驗的評定標準相近，以產生永久變形、明顯破壞、喪失支撐力為評定損壞的標準。

第二節 建議

本研究針對扶手承載安全及穩定度之檢測方法及標準研究，根據研究以提出下列具體建議。以下分別從立即可行的建議、及長期性建議加以列舉。

建議一

扶手施工品質與扶手穩定性之驗證研究:立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

由本研究驗證過程之數據結果，可以更加了解扶手與基材接合後之承載安全性與穩定性，深受扶手材質、牆面基材品質的影響，是以扶手的選擇與基材的選擇，扶手施工方法的規範有其必要性，宜有標準的扶手施工方法與檢測方式，以確保扶手之承載安全性與穩定性。

建議二

扶手試驗測試台設備之強化研究:立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

本研究執行扶手安全性測試之實驗過程了解，建築研究所之多軸向式扶手試驗設備為非回饋式系統，無法維持氣壓的穩定控制，可經由加裝比例閥與控制系統，來擴增此多軸向式扶手測試系統之性能，對於執行長時間之載重試驗將更容易準確地執行。

建議三

扶手現場測試設備之設計研究:立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

扶手之載重試驗以建立試體的規範條件，經由執行試驗程序，在解除載重後，依測試結果來評定損壞的標準，可以達到驗證扶手與基材接合後之承載安全性，而對於現場施工後的扶手承載安全性有其局限性，若能設計可供現場測試之設備，以達到現場施工後的實際力學實驗，將使扶手測試更臻完備。

建議四

扶手現場測試設備之設計研究:中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

扶手安全試驗除已執行之強度試驗，另有握持檢驗、耐光耐候試驗、鹽水噴霧試驗類型試驗，利用建築研究所建置之扶手試驗設備可以完成相關試驗，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，以擴充全人關懷建築科技計畫的範圍

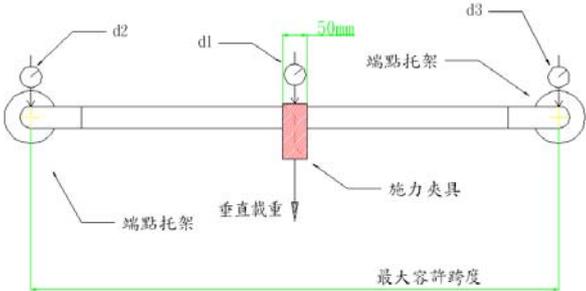
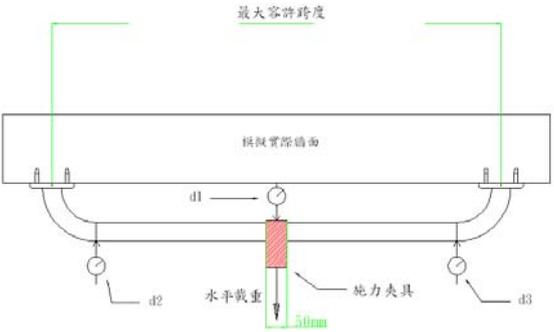
附錄一 輔助扶手載重試驗方法

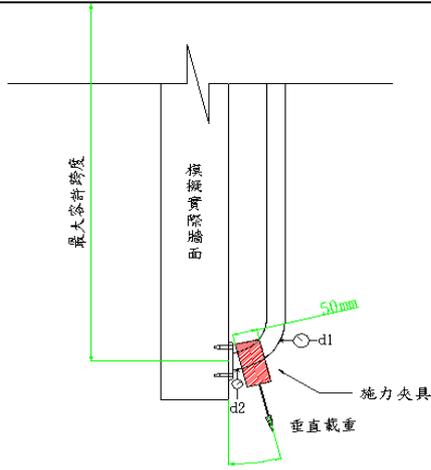
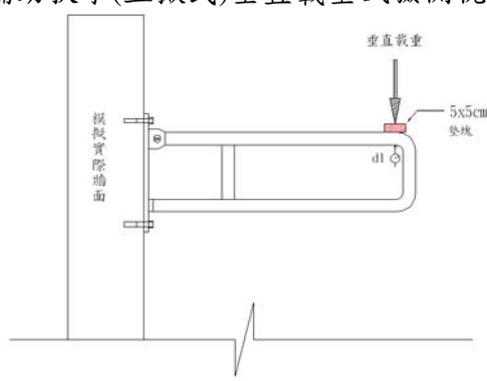
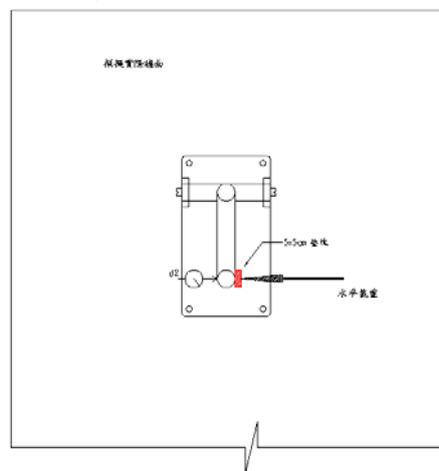
表一-1.動作輔助扶手的靜態載重試驗之取樣與試體、試驗方法(設備、試體前置處理與條件、試驗程序)、測試結果評定標準

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)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 0.05mm 以上)、反力系統、硬質橡膠承壓板(50mm x 50mm)或寬度 50mm 之強力尼龍繩帶。	
	試體前置處理條件	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，應確保保養護時間足夠
	試驗程序	如附圖所示，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 _a)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)挫曲或妨礙使用之永久變形產生(總變形量達到該違炫跨距之跨距的 0.5% 或 5mm)。 二、馬桶活動式動作輔助扶手試驗過程中最大即時變位量	

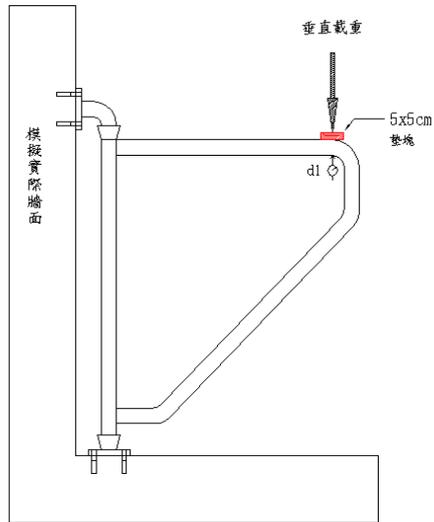
達全跨距之 0.75% 或 7.5mm 者即判定失敗。

附圖

1	<p>單跨度型式垂直載重試驗正視圖</p> <p>橫縱實際構造面</p>  <p>$d_R = d_1 - d_B =$ 扶手橫軌之變位 $d_B = (d_2 + d_3) / 2$ $d_p =$ 卸載後 d_1 之變位差值</p> <p>單跨度型式水平載重試驗上視圖</p>  <p>$d_R = d_1 - d_B =$ 扶手橫軌之變位 $d_B = (d_2 + d_3) / 2$ $d_p =$ 卸載後 d_1 之變位差值</p>
2	<p>垂直設置型式垂直載重試驗俯視圖</p>

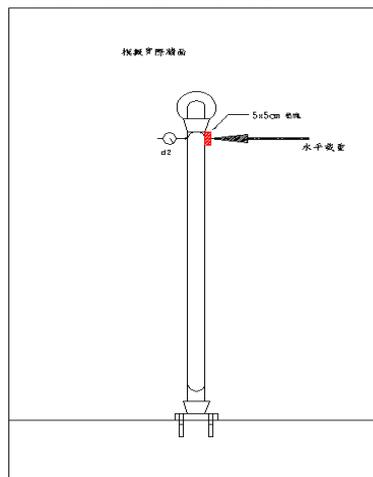
	 <p> $d_B = \sqrt{d_1^2 + d_2^2}$ d_p = 卸載後 d_B 之變位差值 </p>
<p>3</p>	<p>馬桶活動式動作輔助扶手(上掀式)垂直載重試驗側視圖</p>  <p> d_p = 卸載後 d_1 之變位差值 </p> <p>馬桶活動式動作輔助扶手(上掀式)水平載重試驗正視圖</p>  <p> d_p = 卸載後 d_2 之變位差值 </p>

馬桶活動式動作輔助扶手(橫移式)垂直載重試驗側視圖



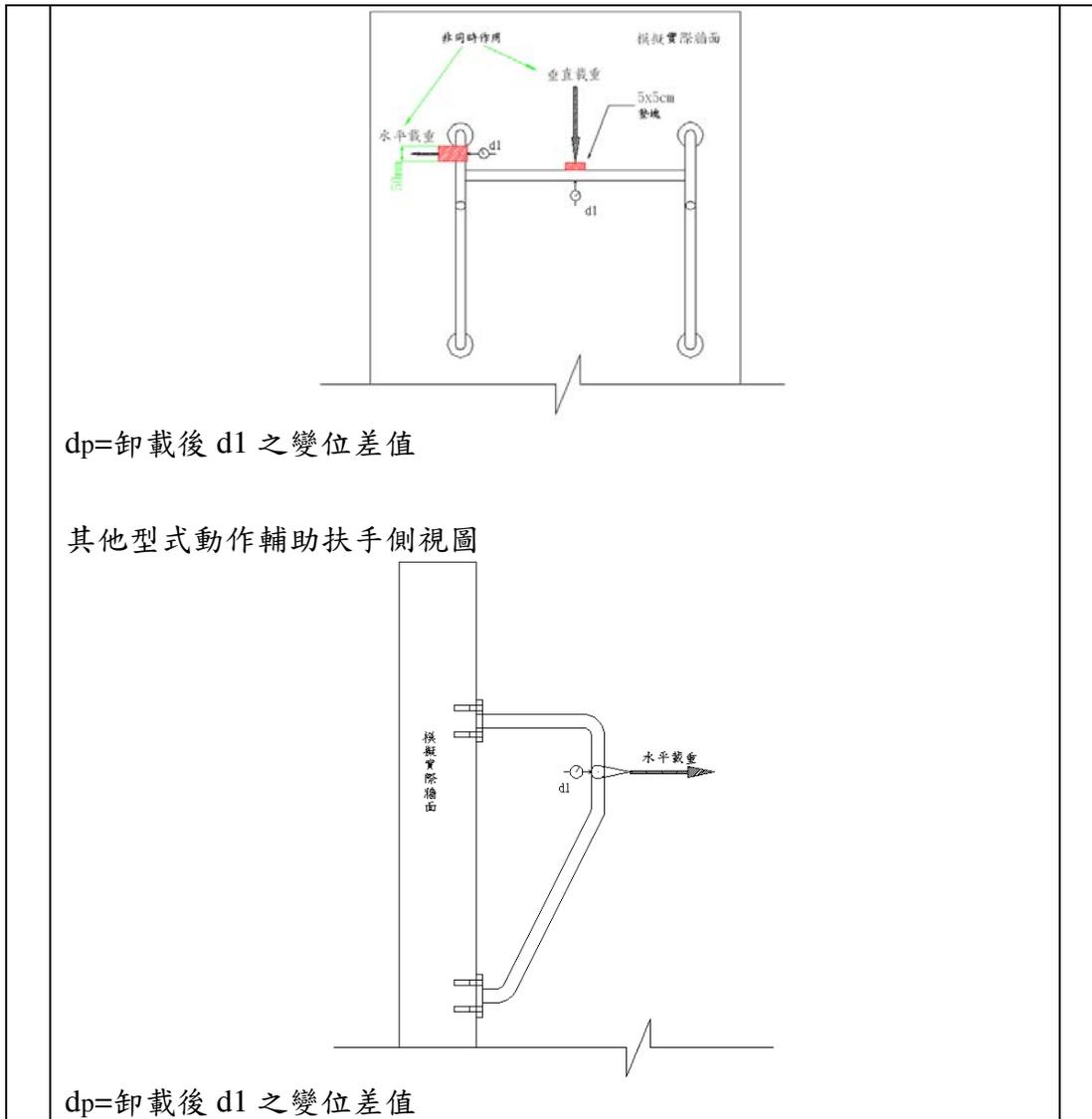
d_p =卸載後 d_1 之變位差值

馬桶活動式動作輔助扶手(橫移式)水平載重試驗側視圖



d_p =卸載後 d_2 之變位差值

4 其他型式動作輔助扶手試驗正視圖

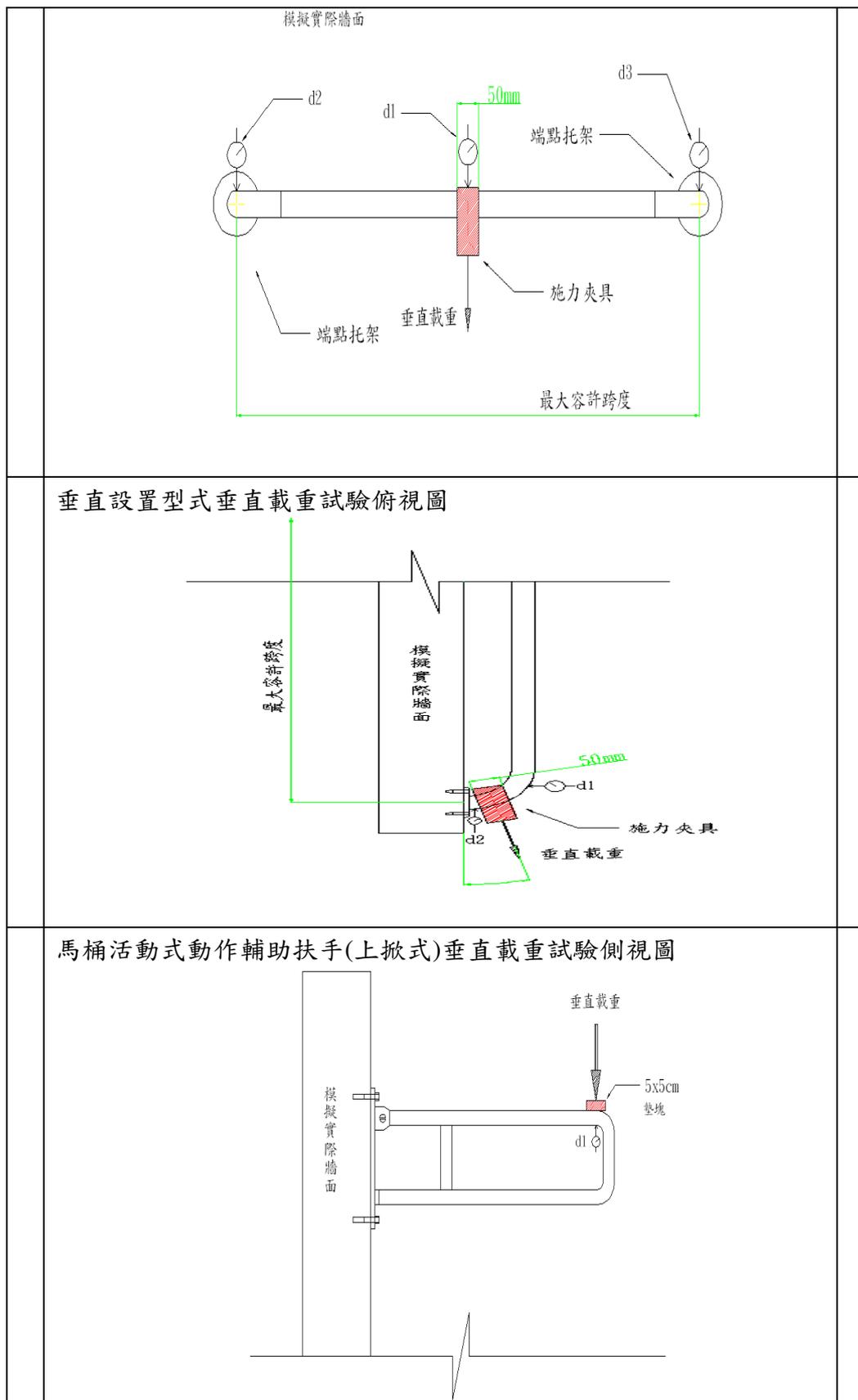


表一-2. 動作輔助扶手非常態使用情形載重試驗之取樣與試體、試驗方法(設備、
試體前置處理與條件、試驗程序)、測試結果評定標準

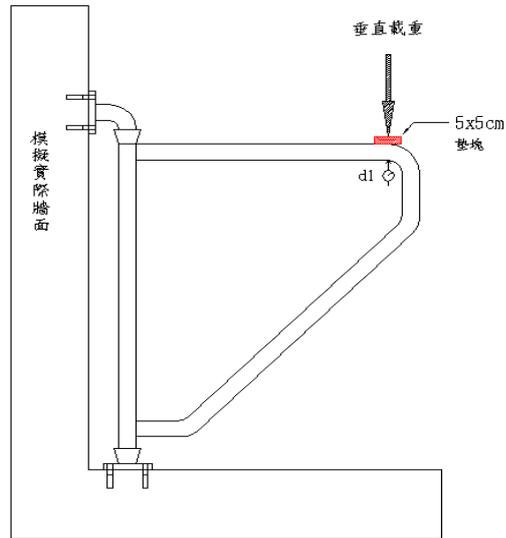
試驗名稱	動作輔助扶手非常態使用情形之安全性試驗		備註
試驗說明	本試驗係針對動作輔助扶手進行模擬垂直方向衝擊之驗證試驗，以確保極端狀態之使用安全。		靜態載重試驗合格後之接續試驗
取樣與試體	將未判定失敗之動作輔助扶手靜態載重試驗所設置之試體，進行再次試驗。		
試驗方法	設備	同動作輔助扶手靜態載重試驗。	
	試體前置處理與條件	如附圖所示，將未判定失敗之動作輔助扶手靜態載重試驗所設置之試體，維持其試驗設定型態進行之，意即完成判定程序且合格者進行接續試驗。	
	試驗程序	靜態載重試驗位置相同，施加模擬水平及垂直操作力量至測試載重值 1.65 kN，達到此值即解除載重。	
測試結果表示	扶手之橫軌、支撐托架、錨座、結件及其他配件等是否有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

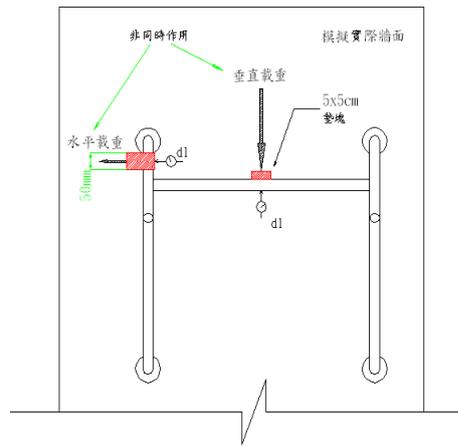
單跨度型式垂直載重試驗正視圖	
----------------	--



馬桶活動式動作輔助扶手(橫移式)垂直載重試驗側視圖



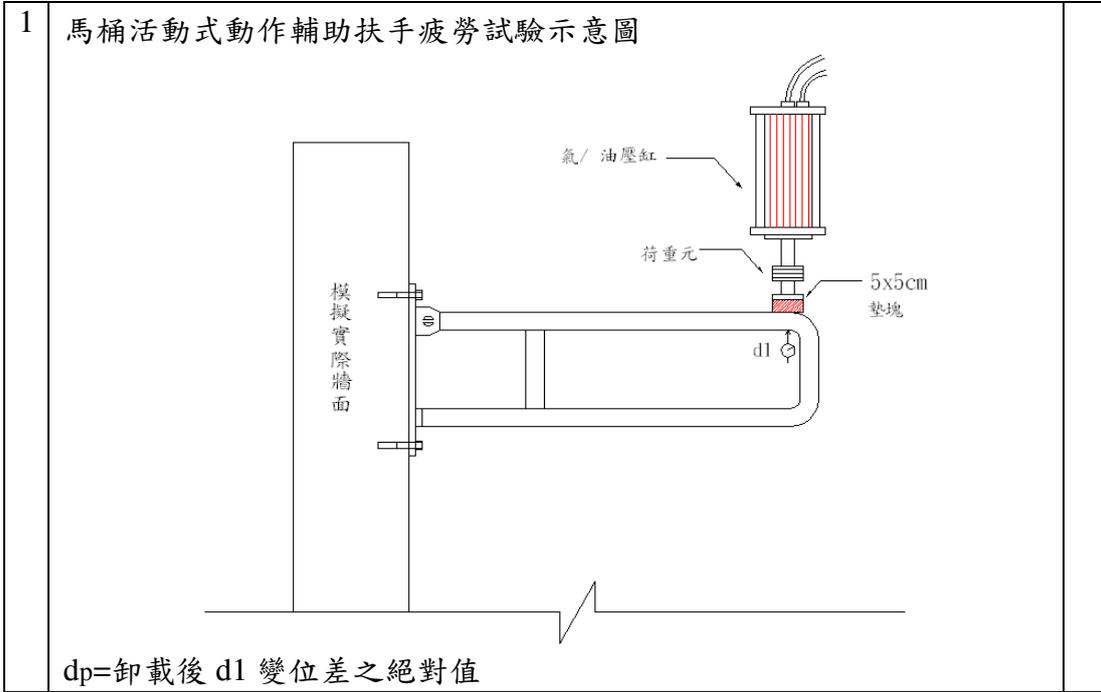
其他型式動作輔助扶手試驗正視圖



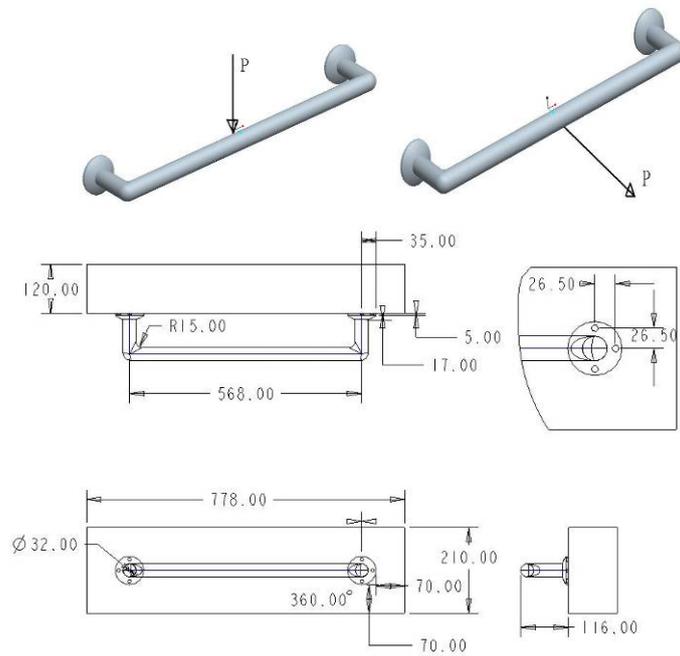
表一-3. 馬桶活動式動作輔助扶手疲勞試驗

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式扶手進行疲勞試驗，以了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 0.05mm 以上)、反力系統、硬質橡膠承壓板(50mm x 50mm)或寬度 50mm 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、鋼板等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上(及地面)，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 0.8 kN，頻率為 0.5Hz 之長形動態集中載重於扶手上，經 50,000 週期之後延指並檢查。 二、施加模擬水平操作力量 0.3 kN，頻率為 0.5Hz 之長形動態集中載重於扶手上，經 50,000 週期之後延指並檢查。	
測試結果表示		經 50,000 週期反覆載重作用後之扶手永久變形 (dp)，是否有明顯龜裂、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、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、挫曲或妨礙使用之永久變形產生(總變形量達該總跨距之 0.2%)，且不得有影響扶手活動部件動作之情形，方為合格。	

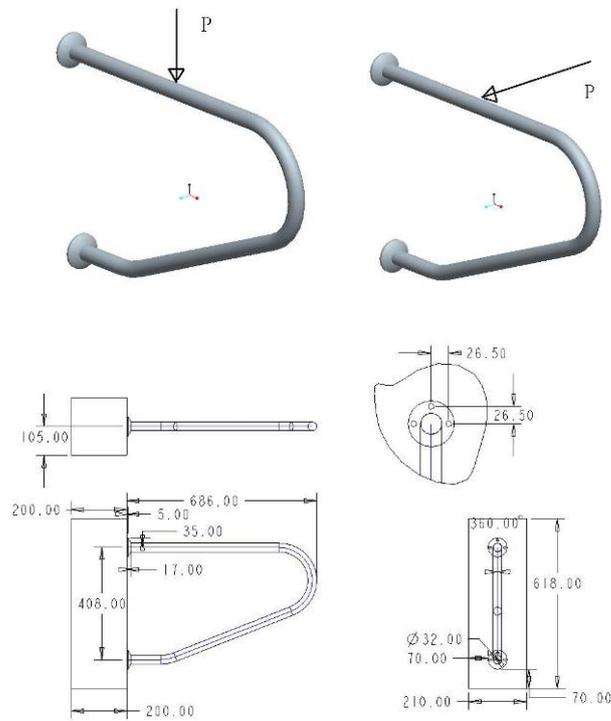
附圖



附錄二 扶手受力圖與三視圖

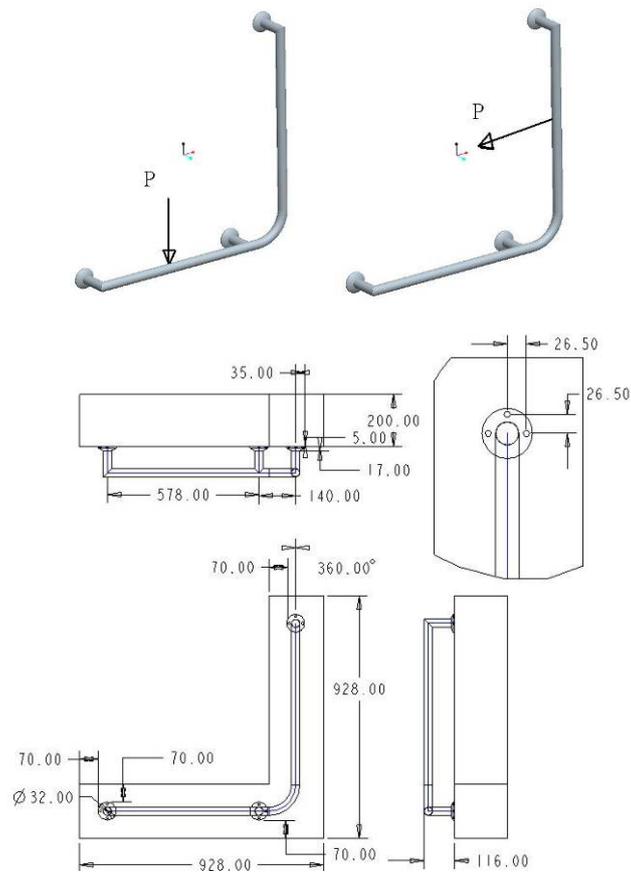


圖二-1 I 型安全扶手受力圖與三視圖

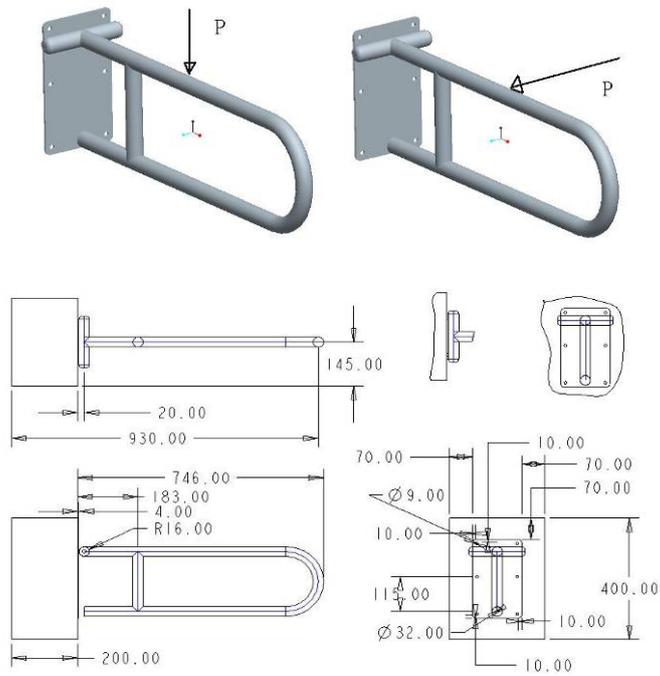


圖二-2 L 型馬桶扶手受力圖與三視圖

附錄二 扶手受力圖與三視圖



圖二-3 C型小便器扶手受力圖與三視圖



圖二-4 活動式馬桶扶手受力圖與三視圖

附錄三 測試台操作手冊

扶手測試台操作手冊



- 1:人機畫面介紹
- 2:自動操作說明
- 3:訊息顯示說明



圖三-1、主畫面說明

- (1)狀態顯示：目前是顯示模組 1 或模組 2 操作畫面。
- (2)現在值：模式：顯示目前狀態(例如：停止)。
 - 距離：顯示目前距離(mm)。
 - 力量：顯示目前力量(kg)。
 - 數量：顯示目前測試數量。
 - 訊息顯示：顯示目前機台訊息(例如：急停按下)。

- (3)設定值：模式：設定模式、拉或壓。
距離：設定變形量距離。
力量：設定力量到達公斤數。
數量：設定測試數量。
訊息顯示：設定測試周期時間。

(4)訊息顯示：顯示目前機台訊息。

(5)MENU：顯示 F1~F5 功能說明

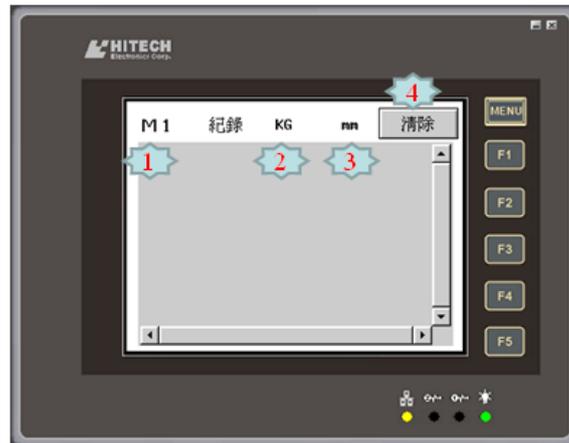
F1 模組 1 操作畫面。

F2 模組 2 操作畫面。

F3 模組 1 紀錄。

F4 模組 2 紀錄。

F5 手動畫面。



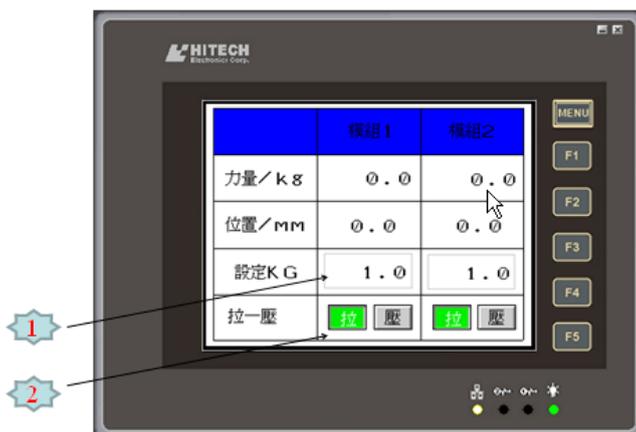
圖三-2、紀錄畫面說明

- (1)M1 紀錄：顯示目前日期及時間紀錄。
(2)KG：顯示測試結果公斤紀錄。
(3)mm：顯示測試結果位置紀錄。
(4)清除按鈕：所有紀錄清除。



圖三-3、手動畫面說明

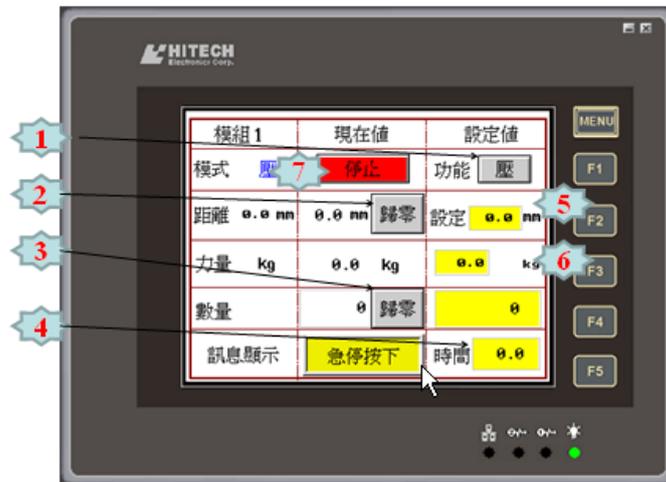
- (1)力量/kg：顯示目前氣缸力量。
- (2)位置/MM：顯示目前氣缸距離位置。
- (3)設定/KG：設定拉或壓的公斤數。
- (4)拉或壓：手動控制氣缸拉或壓動作。



圖三-4、自動流程說明(1)

STEP1 切換到手動畫面

- (1)設定/KG：設定拉或壓的公斤數。
- (2)拉或壓：手動控制氣缸拉或壓動作，用拉或壓到定位位置。



圖三-5、自動流程說明(2)

STEP2 切換到模組畫面

- (1)模式：選擇拉或壓功能
- (2)距離：將目前定位的相對位置歸零。
- (3)數量：測試數量歸零。
- (4)訊息顯示(時間)：設定測試循環時間。
- (5)設定變形量，當大於設定變形量(mm)，自動停止測試。
- (6)設定 kg 力量：當達到力量時完成一次循環動作。
- (7)按啟動，或停止系統測試。

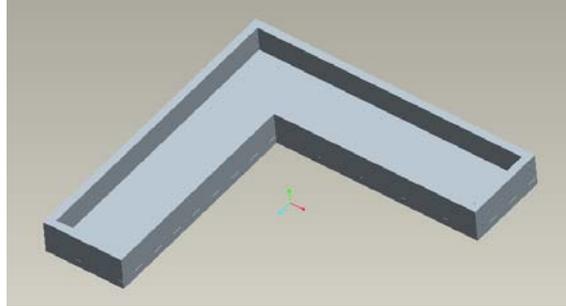


圖三-6 訊息顯示說明

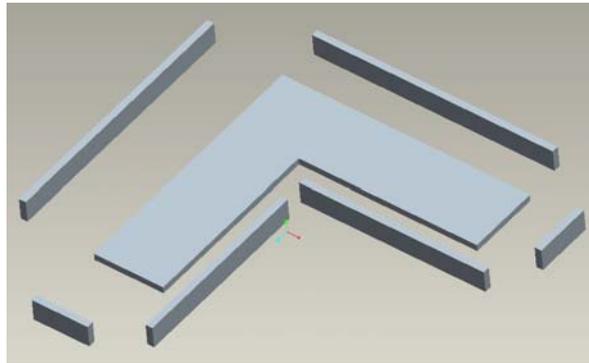
訊息顯示畫面說明

- (1)急停按下：當急停按下，立即停機。當要再次啟動，請復歸急停按鈕。
- (2)停止中：系統停機中。
- (3)啟動中：系統運轉中。
- (4)數量到達：測試達到設定數量。
- (5)距離超過設定：表示超過設定變形量(mm)。

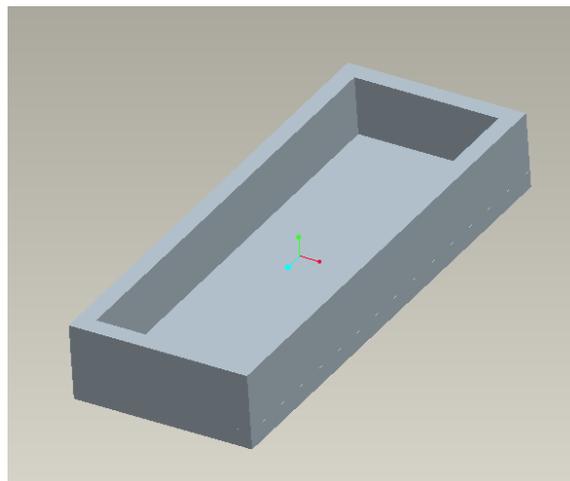
附錄四 水泥塊板模



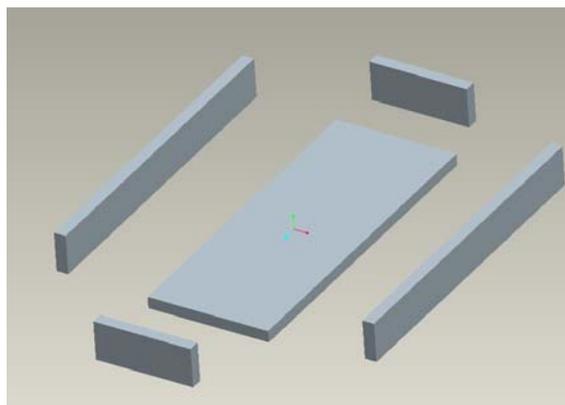
圖四-1 L 型水泥塊板模組合圖



圖四-2 L 型水泥塊板模爆炸圖



圖四-3 I 型、C 型、活動型的水泥塊板模組合圖



圖四-4 I 型、C 型、活動型的水泥塊板模爆炸圖

附錄五 期末審查會議紀錄

內政部建築研究所

100 年度「扶手承載安全及穩定度之檢測方法及標準研究」及
「門及水龍頭操作需力檢測方法之研究」2 案協同研究案期末

審查

會議紀錄

一、開會時間：100 年 11 月 15 日上午 9 時 30 分

二、開會地點：本所討論室(一)

三、主席：王組長順治

記錄：談宜芳、褚政鑫

四、出席人員：詳如簽到表

五、主席致詞：(略)

六、業務單位報告：(略)

七、研究案主持人簡報：(略)

八、出(列)席人員發言：

「扶手承載安全及穩定度之檢測方法及標準研究」案

王建築師武烈(依審查意見表登錄)：

1. 扶手可選擇以無障礙設施規範尺寸之型式為主，因將來使用量較大，其餘才是常用型式；至活動扶手型式，則可多考量。
2. 磁磚牆未滿縫、螺絲(栓)長度、膨脹螺絲種類等均影響安裝後之牢固性，美國通常固定鎖在鋼管上。安裝不良及材質不佳，均影響安全與穩定性。
3. 扶手因材質(塑鋼管、鍍鋅管、不鏽鋼管)之不同厚度、管徑及鹽分侵襲等因素，均影響扶手使用之安全性。
4. 可考慮經試驗通過後，給予標章或出版安裝手冊，以供選購參考。

吳教授可久(依審查意見表登錄)：

1. 美國UL lab檢測複合材料，係採基材及組合建構模式分

類，以建立標準化，可供建立規範之參考。

2.建議後續研究，可進行動態施力之實際量測。

陳研究員志勇(依審查意見表登錄)：

1.本研究已完成測試設備數量，並完成3種基材測試。收集測試資料，符合研究規劃。

2.建議後續以座談會方式，進一步討論測試方法、程序等，作為規範標準修正參考。

陳教授政雄(依審查意見表登錄)：

1.本研究相關變項有：(1)基材(水泥、磚、輕隔間)、(2)扶手(形式與材質)、(3)固定方式(擴座、螺栓)、(4)試驗系統(氣壓與液壓)、(5)檢測標準等，宜詳加說明。

2.檢測之載重及標準宜統一。

3.不同扶手之比較宜分析說明。

4.建議朝實用可行方向，提出具體方案。

梁教授若暉 (依審查意見表登錄)：

1.施力位置與扶手尺寸有關，是否有定義？

2.扶手材質、牆壁材質及連結方式均影響實驗結果，實驗條件應嚴格規範。

3.非常態載重定義為常態載重之150%，是否有理論基礎？或是實驗值、經驗值可供借鏡。

王建築師文楷(書面意見)：

通用化環境因應行動不便者的使用設施，無須侷限在目前國內對無障礙廁所或浴室的思維，譬如：增加行動不便者使用蹲式馬桶、蓮蓬頭、浴缸淋浴、臥浴使用者對扶手的需求；另圖2-1「衛廁」修正為「衛廁浴」。

中華民國全國建築師公會謝建築師斌森：

本計畫有助於扶手之探討，符合研究預期成果。

執行單位回應（陳教授俊生）：

1. 有關扶手型式、施作方式環境等因素，將作為後續分析研究之考量。
2. 將依委員建議，參考美國分類方式做後續分析。
3. 有關透過座談會方式，作為規範標準修正參考，將納

入後續研究考量。

4. 有關扶手基材、固定方式、材質等，將於後續分析時，詳加說明；另目前試驗系統為氣壓方式，較不穩定，已採用比例閥方式修正，並將試驗值載重及標準，於後續研究分析時，予以統一。
5. 本試驗有關非常態載重定義為常態載重之 150%，係考量扶手之使用時，常有雙腳當支撐力，再進而使用扶手輔助，故以增加 50%之力，作為非常態載重之定義。

九、主席結論：

1. 本次會議 2 協同研究案期末報告，經審查原則通過。
2. 請業務單位詳實記錄與會專家學者及出席代表意見，並請執行單位務必參採及確實遵照本所規定格式修正成果報告。
3. 請執行單位依契約書規定完成報告書送所，並辦理核銷事宜。

十、散會(上午 11 時 00 分)。

參考文獻

1. 趙庭佑，扶手檢驗標準之研究，98年內政部建研所研究報告
2. 趙庭佑，扶手安全試驗方法之研究，99年內政部建研所研究報告
3. 鄭政利，無障礙衛浴設備等標準研定研究，98年內政部建研所研究報告
4. 全人關懷建築科技發展綱要計畫書，96年內政部建研所
5. 住宅衛浴空間體檢手冊，內政部營建署
6. 老人住宅基本設施及設備規劃設計規範，內政部營建署
7. 建築物無障礙設施設計規範，內政部營建署
8. 曾思瑜，從無障礙設計到通用設計－美日兩國無障礙環境理念變遷與發展過程
9. 于佑嘉，衛生器具固定於既有輕隔間系統之補強構法研究 -以洗臉盆、扶手為例，臺灣科技大學建築所碩士論文
10. 雷漢盈，輪椅扶手之設計與分析，台北科技大學機電整合研究所碩士論文
11. 蘇昭慶，新型先行扶手框性能分析與設計之研究，中華大學土木所碩士論文
12. 陳姿伶，從通用設計原則探討大學校園無障礙環境之研究－以成功大學為例，成功大學建築所碩士論文
13. 美國通用設計法令規範
14. 日本通用設計法令規範
15. 台北市居住服務平台－台北市都市發展局
<http://edo.udd.taipei.gov.tw/index.aspx>
16. 輔具中心<http://repat.moi.gov.tw/index.asp>
17. 樂易衛浴<http://www.le-yi.com.tw/>
18. 裕華機器<http://www.yuhausteel.com/>

扶手承載安全及穩定度之檢測方法及標準研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 89127890

地址：新北市新店區北新路三段 200 號 13 樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：何明錦、陳俊生、陳詞章、林志勇、賴盈璋

出版年月：100 年 12 月

版次：第一版

ISBN：

ISBN :