

現代美術館

◎資通所／查理王

一位知名的世界建築師，一位充滿雄心的學院創辦人，造就一間名聞遐邇的現代美術館。（圖一）這間美術館坐落於台中的霧峰，位在亞洲大學的圖書館對面，從南投開車過去，左側是一座猶如維也納聖彼得教堂的圓頂巴洛克建築，右側則是充滿銳角設計的新式樣建築，兩側建築外貌迥異的強烈對比不斷衝擊著過往的行人。

亞洲大學現代美術館於2013年底落成，建築主體由清水混凝土與帷幕牆構成，設計者是在國際享有盛名的安藤忠雄。建築特色主要之一就是三角形，安藤忠雄以正三角形為設計的基本元素，三個立面分別代表人、環境與建築。建築結構以三個正三角柱體堆疊錯位而成。不論外觀或內貌隨處皆可見三角形的結構。從模型可清楚的看到安藤特別將直立的柱子改為斜向支撐的V型柱，讓身處地震帶的建築能同時承受垂直與水平兩個方向的受力，使建築更穩固。為呼應無處不在的三角形，有些廊道地板還鋪設三角形紋路的地磚，不特別注意還看不出來，這種精細的施工方式讓人讚嘆不已。

走入美術館內部會發現，安藤先生以



圖一 亞洲大學現代美術館

◎飛彈所／李樹英

「46層」登高大賽好令人期待哦！可以練腳力、肺活量，是另一類型的挑戰訓練，總教練朱一平博士擬出為期一個月的訓練計畫，開始每週一次中午石門水庫發電廠至壩頂近500階階梯訓練，每週二次踩單車訓練台的間歇訓練，兩次假日單車團練：台三線158k（龍潭～汶水來回）及萬里上風櫃嘴90k，最後一週是連續三天8層5趟跑階梯追逐訓練，10位英雄好漢吃得……好飽！好飽！好飽！

5月6是要拿出好成績答謝朱博的時候了，「Project N車隊」出發囉！哇哇～好喘！左手拉桿二階二階上到第40層再加油一下就到了，「因為堅持而看到希望的「46」，耶！耶！耶！完成了。

訓練是辛苦的，汗水是鹹的，成果是甜的，新的嚐試新的體驗若沒有總教練朱一平博士用心的指導和朱正文隊長帶領參賽選手的認真練習就沒有今天的成績，團體組第六名42分46.765秒。Go！Go！Go！「第36屆新光摩天大樓登高大賽」，一起去吧！



圖二 空間以三角形區塊劃分（左）：天井的自然光取代燈具（右）

他的巧思將每層以三角形做劃分，再規劃成一間間獨立的展示廳或廊道（如圖二左）。為了有效利用自然光，除了有外圍透明的玻璃帷幕可透光，連樓梯轉角處也開有三角形天井，巧妙的導引光線散射在樓梯間，自然就不需要額外的燈具照明（如圖二右）。現代美術館的另一個特色就是清水混凝土，也是安藤忠雄喜愛的建築材料之一。印象中的混凝土牆面不僅灰暗也粗糙不已，但美術館的牆面彷彿塗了一層亮光漆般的閃亮光滑。「奇怪！照理說愛好自然的安藤先生，應該不會不知道混凝土表面塗上一層二氧化鈦，可有效分解有機汙垢與空氣中的氮化物！那這層亮光漆是怎麼一回事呢？」趁著解說員停頓的片刻，我好奇地問了這個問題。

「混凝土灌漿前會先以木頭模板圍繞出立體區塊，現代美術館的模板是使用日本木材，先送至馬來西亞加工打磨至表面平滑，再運回日本做化學塗佈處理使木頭表面光滑細緻。當混凝土澆灌而下後，再於木頭表面敲打讓內部氣泡快



圖三 安藤巧妙設計螺帽（圖片來源：http://pic.ping.tw/barbieedo11/1395805512-414228783_1.jpg）

盡快浮出表面，等數周混凝土硬化後取下板模，此時牆面不需再做任何修飾，即展現光亮。」但這麼一大片混凝土，或多或少還是會有些瑕疵，所以在2013年的5月與6月分別因為地坪品質不佳而打掉重做。

清水混凝土牆面的另一個特色，就是表面會有施作時留下的孔洞，安藤先生深知美術館常有不定期的展覽，於是巧妙地每個孔洞內都鎖上一根反向的螺絲釘，往後就可利用特殊螺帽將藝術家們的作品固定於牆上。（圖三）

美術館建築屬於地域性的特色就是旁邊的高壓電塔，通常一座展覽館旁都不會有這讓人心生畏懼的嫌惡設施。曾經安藤先生也為此傷透腦筋，但他一個轉念「認為人們享受科技便利的當下，也應該要承受它對我們所造成的影響。」而且經過他的考察與科學計算後，發現這棟展覽館內受到旁邊電塔的影響相當小，所以也不需多做其它防護，就讓兩者一起生存吧！（圖四）

多數人來現代美術館常著墨在視覺上的驚豔與心靈上的盛宴，卻疏忽了建築上帶給我們聽覺上的饗宴。當我們走進進入三角形的展示間欣賞台灣當代藝術家的作品時，發覺廊道上的談話聲忽然降低了許多，原來聲音會透過走道來回反射，因三角形展場的入口狹小，所以

會過濾掉一部分的音波，讓人能靜心看展；反之若是安藤講堂，因舞台在三角形的頂端，所以聲音會像喇叭般自然擴散到整個空間，讓觀眾自然地看著台上表演著而不易分神。

一座立意良善的圖書館，不僅帶來人潮，也提升知識水平：一座設計良好的美術館，不僅打下知名度，也提高文化水準。安藤忠雄曾說「自己是被亞洲大學創辦人蔡長海的辦校理念所感動，再加上校園藝術典雅的氣息，才決定接案。實際走訪亞洲大學，觸目所及的學院外貌，都與知名建築有些許關聯，如羅馬競技場般的體育館、圓頂巴洛克建築的圖書館等，使學生能在生活中直接培養出對美的感受。蔡董事長做事低調卻立意深遠，能從最根本的角度做出最好的決策，難怪可於短時間帶領亞洲大學進入世界五百大的美名。

我，除了被這座圖書館的建築吸引，同時也被館內呈現的作品震撼。儘管建築的新意不再，只要有吸引人的展覽出現，我也會再度回到此地，重新感受美。



圖四 美術館旁的高壓電塔

來，可是卻都沒有成功。席間有一位男同學坐在我旁邊，我還認真地問他請問你是哪位，他當場臉上出現三條線，因為剛剛在門口迎接我的其中一位就是他，而且當時他也已經自我介紹過了，我真的有點不好意思。

當天出席20幾位同學，經過一一介紹，回憶似乎在我腦海裡起了作用，兒時的同伴——浮現在我眼前，內心的激動無以言喻，六年的同窗情誼，雖然經過歲月的洗禮，見了面依然可以在短時間內喚起我的記憶。因為我是群組裡最晚加入的成員，湊巧也是自我介紹的壓軸，開場先謝謝那位鏗而不捨，三顧茅廬的同學將我接回來，也很不好意思地說出當天將他誤認為詐騙集團的心聲，聽完後全班哄堂大笑，更謝謝各位同學對我失禮的包容，很開心也很慶幸自己可以參加這麼奇特又珍貴的同學會。短暫半天的聚會，時光飛逝，轉眼已到了傍晚時分，該說再見了，不能免俗地來個大合照，為這次同學會留下彌足珍貴的畫面。小學畢業至今第一次參加同學會，回家後，同學會當天的點點滴滴盤旋腦海久久無法散去，我想這就是人生中最美麗的印記，也是最純真的感情。

同學會的地點在市區，因為停車不易，外子體貼接送我去參加同學會，一到餐廳門口迎面而來兩位男同學，一位負責導引進餐廳，一位負責導引停車，外子禮貌性下車與同學們打個招呼，便離開。對我而言，突然增加30幾位網友，一時之間真的傻傻分不清，從一樓走到二樓用餐區，我不斷認真的希望把每位同學的名字叫出來。



藝文資訊

7/3（一）19:30
Nostalgic Romance
樂亮夏季音樂會（中壢藝術館音樂廳）

7/5（三）14:00 親子電影「老師呱呱叫」（桃園光影文化館光影二館）

7/3（三）18:30 懷舊電影「天倫夢覺」（桃園光影文化館光影二館）

7/5（三）19:30 敦煌舞蹈團《舞蹈，選擇》（中壢藝術館音樂廳）

7/9（六）10:00 主題電影「少女離家記 Mustang」（桃園光影文化館光影二館）

7/9（日）14:00 親子電影「天鼠探險隊」（桃園光影文化館光影二館）

7/9（日）16:00-20:00 2017年青春尬舞、活躍一夏（桃園藝文廣場）

7/10（三）18:30 懷舊電影「養子不教誰之過 Rebel Withouta Cause」（桃園光影文化館光影二館）

7/10（一）19:00《異·國度》武陵高中管樂團第18屆年度音樂會（中壢藝術館音樂廳）

7/11（二）19:30 台法協奏曲的心靈饗宴（中壢藝術館音樂廳）

7/14（五）19:00《樂在其中》平鎮高中管樂團第16屆成果發表會（中壢藝術館音樂廳）

7/14（五）19:00《樂在其中》平鎮高中管樂團第16屆成果發表會（桃園展演中心展演廳）

7/14（五）19:00《樂在其中》平鎮高中管樂團第16屆成果發表會（桃園展演中心展演廳）

7/15（六）19:00 國立中央大學附屬中壢高級中學管樂團第68屆期末音樂會（中壢藝術館音樂廳）



◎系維中心／羅允勛

扭力之定義為力量乘以長度，以標準重力法碼置於扭力桿上校正，5,000 lbf·ft m扭力校正系統（圖一）為國內唯一之扭力絕對校正標準；對於精密零件、雷達、陀螺儀等之組裝、精密材料試驗與研發、三軍武器系統及測試裝備之組裝等，均為本系統校正之範圍，國內航空維修業也仰賴甚深。然校正人員於執行校正時有一定的危險因子存在，目前以穿著防護衣的方式保護人身安全，但厚實的防護衣著實造成操作時的不便，另一方式是以包覆物包覆夾具減緩衝擊力，本文針對由扭力實驗室之校正原理、設備、校正程序、潛在危害因子、防護措施，再到最後的結論探討，以求達到改善操作不便、有效預防及保護的目的。

在物理學裏，作用力使物體繞著轉動軸或支點轉動的趨向，稱為力矩（torque）。轉動力矩又稱為轉矩，力矩能夠使物體改變其旋轉運動。推擠或拖拉涉及到作用力，而扭轉則涉及到力矩。力矩 τ 等於徑向向量 r 与作用力 F 的叉積。簡略地說，力矩是一種施加於好像螺絲或飛輪一類的物體的扭轉力。例如，用扳手的開口鉗緊螺絲或螺帽，然後轉動扳手，這動作會產生力矩來轉動螺絲或螺帽。根據國際單位制，力矩的單位是 $N \cdot m$ 。本物理量非能量，因此不能以焦耳（J）作單位；根據英制單位，力矩的單位則是 $lbf \cdot ft$ 。力矩的表示符號是希臘字母 τ ，或 M 。力矩與三個物理量有關：施加的作用力 F 、從轉軸到施力點的位移向量 r 、兩個向量之間的夾角 θ 。力矩 τ 以向量方程式表示為 $\tau = r \times F$ 。力矩的大小為 $\tau = rF \sin \theta$ 。

扭力實驗室校正分為絕對校正及比較校正兩種方式。（1）絕對校正：以標準



圖一 5,000 lbf ft 扭力校正設備 [Norbar官網]

為例，一邊各為 5 ft，使用重力法碼 1,000 lbf（約 454 kgf），即產生 5,000 lbf·ft 的扭力，扭力連接桿承受扭力即為 5,000 lbf·ft（約 6,779.09 N·m）。想像手臂為 1 m 長度，伸至水平，拿著 1 kgf（約 10 N）重物，手臂與軀幹連接點即承受 10 N·m 扭力；一般坊間市售的 2,000 cc 轎車扭力約為 200 N·m。

前述危險因子，可能會發生校正標準桿及重力法碼掉落，進而砸傷腳部；而搬動重力法碼時，導致人員腰部受傷，為避免傷及腳部及腰部脊椎錯位，開始

標準校正夾具 SAF，我與幾何光學實驗室負責校正的技術員鄭秋發與鄺智烈先生，確實花了許多精神來分辨兩份指令夾具之差別，也不斷地討論自行校正方法並實際進行可行性研究，雖然四組數據僅測出兩組，但已可證明標準校正夾具未調妥即送給我軍）。

空軍黃秀英上尉收到不合格的校正報告後，頻頻來電要求本人赴嘉義現勘，並向美軍技術代表說明校正方法。記得當時正逢四月，本人因準備 CNLA 認證工作，連經濟部的電腦受訓都由別人代理，自然未能成行。但向土尉保證，有中科院做後盾，不論到哪裡校正，我都可以對數據負責，美軍不能以不合格件唬弄我國空軍。

經過我空軍與美軍技術代表協調後，立即將 MPSF 與 SAF 送回美國空軍一級標準實驗室（AFPSL），校正結果說明如下：MPSF 為 1 分 37 秒與 2 分 47 秒及 17 分 8 秒，SAF 為 1 分 51 秒、1 分 59 秒與 4 分 20 秒、17 分 8 秒，經過調整後合於規格，報告編號為 021130170、021130169，日期 2002/5/17，並修改指令攜回技令兩份：1.T.O. 33K6-4-3309-1 date 30 May 2002 "Calibration Procedure for Mounting Point Standard Fixture 717751222"。2.T.O. 33K6-4-2825-1 date 30 September 1997

淺談扭力實驗室夾具安全防護



圖二 破裂之夾具1

重力法碼置於扭力桿，對工作標準件施以標準扭力值。本實驗室絕對校正之最大能量（5000 lbf·ft），為目前國內唯一且最大能量。（2）比較校正：以扭力感測器跟扭力工具數據做比較，以得知扭力工具之器差值，扭力感測器校正追溯至本實驗室之絕對校正。

在校正預負荷及校正過程中，需依照待校件能量搭配扭力標準桿及重力法碼，必要時須透過特製夾具傳遞扭力，因此產生了危害因子。（1）物品飛落及職業傷害：安裝校正標準桿及扭力待校件時，及搬動重力法碼時，可能會因為施力不當或手滑，造成標準桿、扭力待校件、砝碼掉落，進而砸傷腳部；而搬動重力法碼時，可能會因為長期搬運姿勢不良，導致人員腰部脊椎錯位受傷。（2）夾具破裂毀損（圖二、三）：在執行扭力感測器及扭力倍力器校正時，會因為需要連結標準件及待校件而使用到連接桿，也會因為尺寸的不同而用到轉接頭，這兩種夾具是最常使用到，也是扭力校正時潛在的危險因子，通常發生在加上重力法碼負載時及校正當下，可能因為扭力連接桿或轉接套件瞬間破裂或毀損而彈射傷人。夾具的毀損不外乎是因為殘留應力未完全消除，或是在使用過程中曾經碰撞。

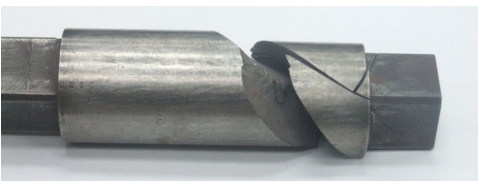
以使用儀校組最大雙臂式扭力桿校正為例，一邊各為 5 ft，使用重力法碼 1,000 lbf（約 454 kgf），即產生 5,000 lbf·ft 的扭力，扭力連接桿承受扭力即為 5,000 lbf·ft（約 6,779.09 N·m）。想像手臂為 1 m 長度，伸至水平，拿著 1 kgf（約 10 N）重物，手臂與軀幹連接點即承受 10 N·m 扭力；一般坊間市售的 2,000 cc 轎車扭力約為 200 N·m。

前述危險因子，可能會發生校正標準桿及重力法碼掉落，進而砸傷腳部；而搬動重力法碼時，導致人員腰部受傷，為避免傷及腳部及腰部脊椎錯位，開始

標準校正夾具 SAF，我與幾何光學實驗室負責校正的技術員鄭秋發與鄺智烈先生，確實花了許多精神來分辨兩份指令夾具之差別，也不斷地討論自行校正方法並實際進行可行性研究，雖然四組數據僅測出兩組，但已可證明標準校正夾具未調妥即送給我軍）。

空軍黃秀英上尉收到不合格的校正報告後，頻頻來電要求本人赴嘉義現勘，並向美軍技術代表說明校正方法。記得當時正逢四月，本人因準備 CNLA 認證工作，連經濟部的電腦受訓都由別人代理，自然未能成行。但向土尉保證，有中科院做後盾，不論到哪裡校正，我都可以對數據負責，美軍不能以不合格件唬弄我國空軍。

經過我空軍與美軍技術代表協調後，立即將 MPSF 與 SAF 送回美國空軍一級標準實驗室（AFPSL），校正結果說明如下：MPSF 為 1 分 37 秒與 2 分 47 秒及 17 分 8 秒，SAF 為 1 分 51 秒、1 分 59 秒與 4 分 20 秒、17 分 8 秒，經過調整後合於規格，報告編號為 021130170、021130169，日期 2002/5/17，並修改指令攜回技令兩份：1.T.O. 33K6-4-3309-1 date 30 May 2002 "Calibration Procedure for Mounting Point Standard Fixture 717751222"。2.T.O. 33K6-4-2825-1 date 30 September 1997



圖三 破裂之夾具2

校正時，校正人員須穿著安全鞋及配戴護腰。這十年間，扭力實驗室連接桿及轉接頭偶有毀損，也因此在民國 97 年購入與拆彈小組配備一樣的加拿大製防護衣（EOD 9，無護頸）一組（圖四），以維護校正人員工作時的人身安全，雖然防護十分周全，但是防護頭盔及防護衣重量達 24 kgf，著裝不易，執行校正時須不時彎腰起身搬動 10 kgf 至 22.5 kgf 的標準重力法碼，一個感測器的校正過程，多則搬運達 3.632 kgf，對於一個校正人員而言，厚重的防護衣著實對校正動作有相當程度的阻礙及不便。

對於實驗室的危害預防及保護，防護衣所做到的是最末端的人身安全，其實可以換個角度，從危害源的防護切入。前述說到的連接桿及轉接頭，是由破裂或毀損而彈射傷人，連接桿的使用較常用於扭力標準件及扭力倍力器的連接，屬不外露的夾具，若是發生破裂或毀損，已由設備內部吸收衝擊力；而轉接頭屬外露式的夾具，發生破裂或毀損，就會直接不規則彈射，對此狀況可以減緩衝擊之包覆物包覆轉接頭。

目前實驗室改良之防護重點為轉接頭本身，為初步防止轉接頭破裂之分散，先以膠帶纏繞 3 層以上，再使用 KEVLAR（克維拉）纖維布包覆，最後以魔鬼氈固定，一方面可以從危害源頭減緩衝擊力，一方面也可以解決校正人員穿著防護衣行動不便的缺點。克維拉是杜邦公司註冊的商標，學名是聚對苯二甲酸苯酯醯胺（poly paraphenylene

terephthalamide）。KEVLAR® 是於 1965 年所製造發明的一種複合材料，它結合了高強度及重量輕的優異特質，在同等重量的條件下為鋼絲的 5 倍強度、E 級玻璃纖維的 2.5 倍強度，鋁的 10 倍強度，被認為是世界上最強的纖維。最有名的應用是用於製造防彈衣，也廣泛地應用於軍用頭盔、車輛輪胎增強材料、網球拍、汽車安全氣囊、安全帶、防火衣，運動衣物，手套，鞋子及戶外背包等應用上。

總結防護措施設備使用及改進：1. 防護衣：切入的防護時機是最後的人身安全，雖然整體防護十分周全，但是對於校正人員須不時彎腰起身的動作也十分不便，更可能造成二次職業傷害。2. 改良之減緩衝擊包覆：切入的防護時機為從危害源頭減緩衝擊力。（1）一般聚酯纖維布：該材質使用、取得方便、價格便宜等。（2）尼龍吊帶：實為質量實驗室所使用之吊具，可承受一噸重量，經工業界及質量實驗室普遍使用。3. 目前使用之克維拉纖維布：俗稱防彈纖維，具有在很輕的重量提供高抗拉、高拉力的功能、不易斷裂、高抗拉強度、高抗切割等優點。普遍應用於防彈衣、軍用頭盔、安全帽、消防隊用的衣服等，經過民生及工業的驗證。

克維拉纖維布透過採購程序，完成交貨，現已裁切至適合的尺寸，使用在轉接套件防護。使用克維拉纖維布包覆夾具，可確實改善校正人員對於搬運重力法碼動作時的不便，也經民生及工業應用的驗證，可有效防護夾具的破損彈射。

目前校正人員須穿著安全鞋，配戴護腰，外露式夾具須以克維拉纖維布包覆，才可以進行感測器及倍力器校正。由扭力實驗室校正一個感測器的校正原理、設備、校正程序、潛在危害因子、防護措施，可以了解校正人員需要具備專業的訓練、每個動作細心的執行，強健的體魄，還需要能夠保護人員安全的最後一道防線，才能安心仔細的為三軍及民間客戶執行扭力校正的工作。

中山科學研究院系統維護中心儀具校正組編號為 TAF-0150 的校正實驗室，隨時期待讀者們將各式扭力設備送校，該實驗室將提供精密、準確、快速與優質的校正服務。

服務專線：03-4456108
傳真：03-4711153

“Calibration Procedure for Standard Alignment Fixture 717751621”，此處足以證明美國空軍技令更改效率之高，只要有問題立即修改，批准時間只花了十三天。

本組 91 年 8 月由周皓雪組長率領服訪安置後令部時，由司令黃中將發函，請本協約鑑定裝置點校正夾具（MPSF）之校驗能量（文號 91 幸銳字第 20505 號，日期 91/8/30）。因此在十月十八日執行校正，測得 SAF 之偏角為 4 秒與 5 秒，MPSF 為 7 秒與 10 秒，證明美國空軍一級標準實驗室已將校正問題調整妥當，且均在規格內。

事後經過研究，方了解戰鬥機上有許多武器系統的裝置點，例如天劍一型或二型飛彈掛在發射架上，再安裝在 IDF 的裝置點上。也就是飛機結構較強的部分，不論是 0.5 吋機槍或 23 吋 37 公厘機炮，也一樣需事先校準 SAF，合格後以 SAF 校正 MPSF，最後將 MPSF 裝置在戰鬥機上進行武器系統的校準工作。

目前尖端武器系統不斷演進，因此紅外線也好，雷射也好，微波也能，均須精密校準，方能發揮戰力，否則接戰戰鬥時，實盡千辛萬苦，才將敵機鎖住在抬頭顯示器中的光環中，卻無法殲滅敵機，將是我空軍戰機飛行員的最大陷害。