

氣壓式3D臀形自動量測系統

成銘德、吳曜卿

逢甲大學機械與電腦輔助工程學系

大綱

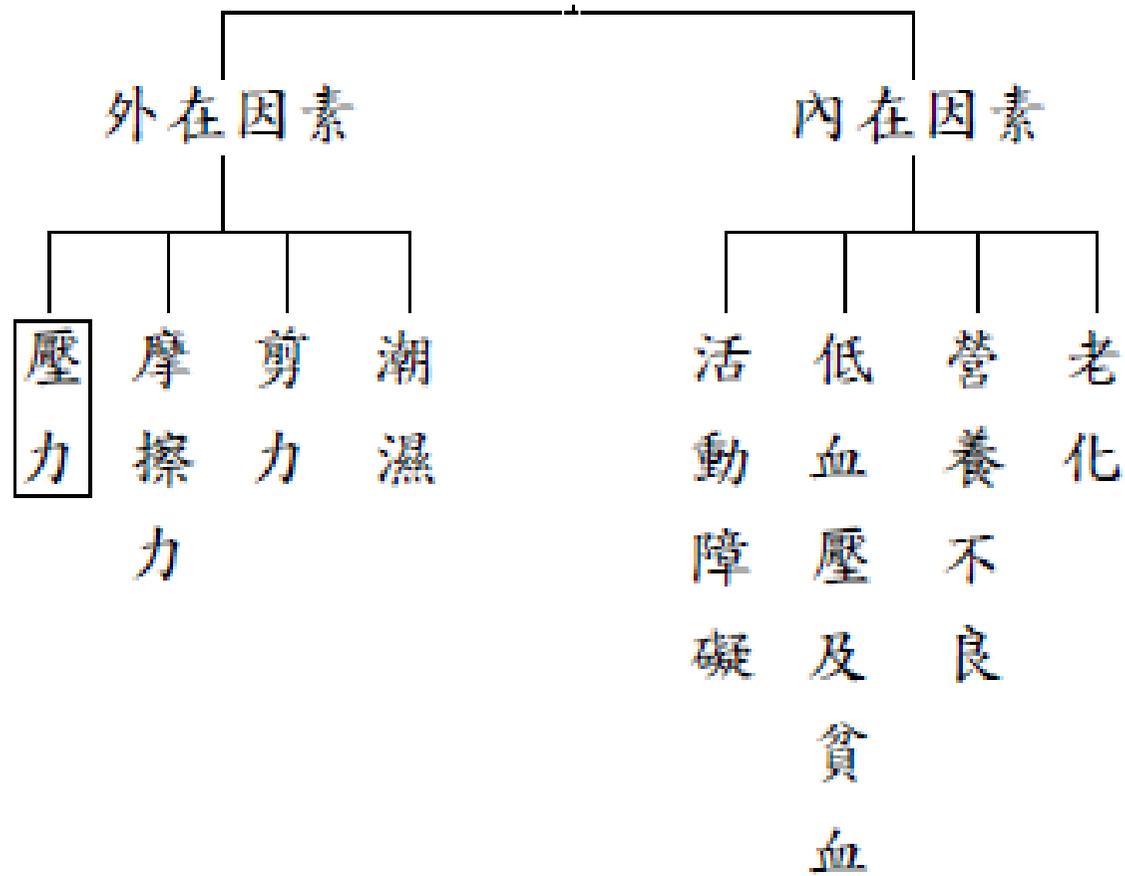
- 一、開發動機
- 二、理論構想與初步設計
- 三、設計方法與材料
- 四、結果與討論

一、開發動機

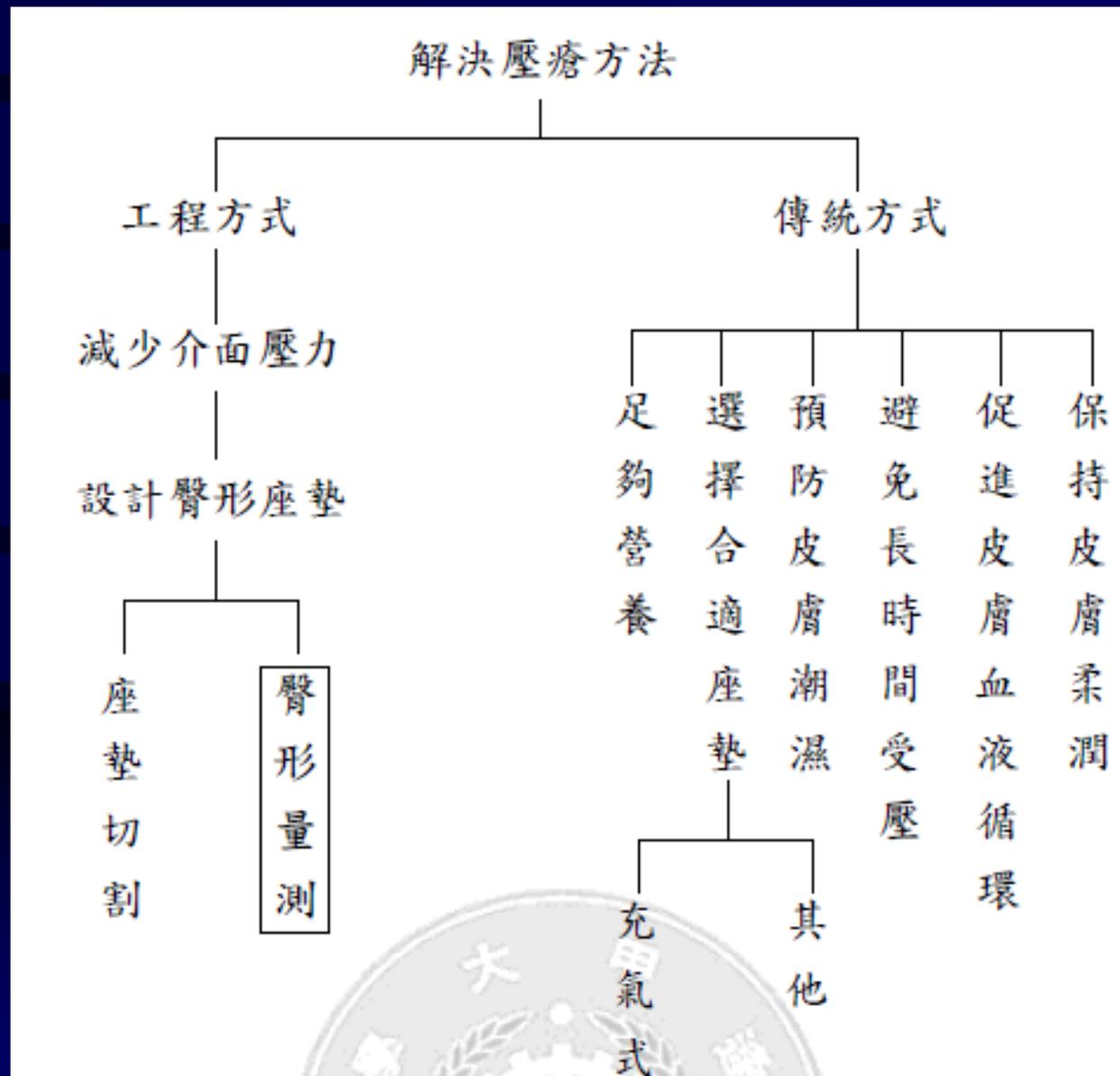
由於國內醫療品質提高、生命延長、及死亡率下降，使社會逐步邁入高齡化；中老年及殘障、慢性病所帶來之照護問題日益嚴重，因此復健醫療及慢性病照護亦顯重要，而壓瘡即為其中一項嚴重之問題。

本研究係依工程設計觀點，利用氣壓壓力平衡原理，研製一套均壓自動化3D臀形量測系統，本系統將量測所得之資料提供座墊設計者，以便設計適形座墊，使製作之座墊與臀形更加契合，消除高壓力區，可有效降低重度傷殘或中風患者產生壓瘡之可能。

壓瘡形成原因



解決壓瘡方法



對 18 名 SCI 患者使用 3 種座墊之 6 種參數平均值

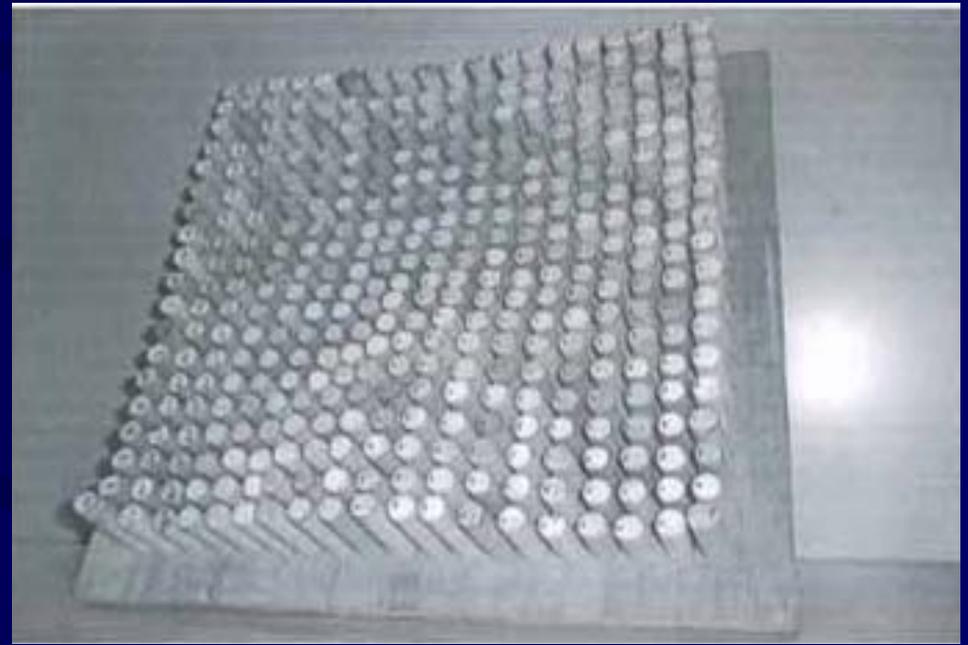
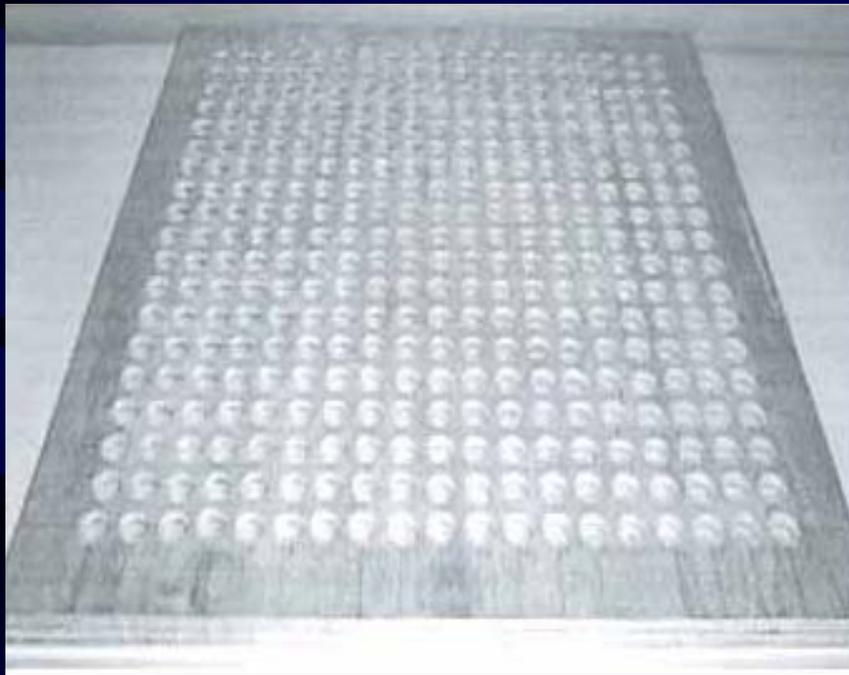
	Air cushion	Solo cushion	Jay2 cushion
M.P.[g/cm ²]	167.0	197.8	213.8
C.A.[cm ²]	1124.3	1110.7	986.8
H.A. [cm ²]	55.8	76.4	86.6
T.R.[g/cm ³]	44.7	51.6	62.9
S.B.[%]	17.6	22.0	21.4
S.P.[cm]	11.5	11.4	10.5

Y. Tanimoto, H. Takechi, H. Nagahata, and H. Yamamoto, "Pressure Measurement of Air Cushions for SCI Patient", IEEE Transaction on Instrument and Measurement Vol. 49, No.3,2000.6, pp.666-670.

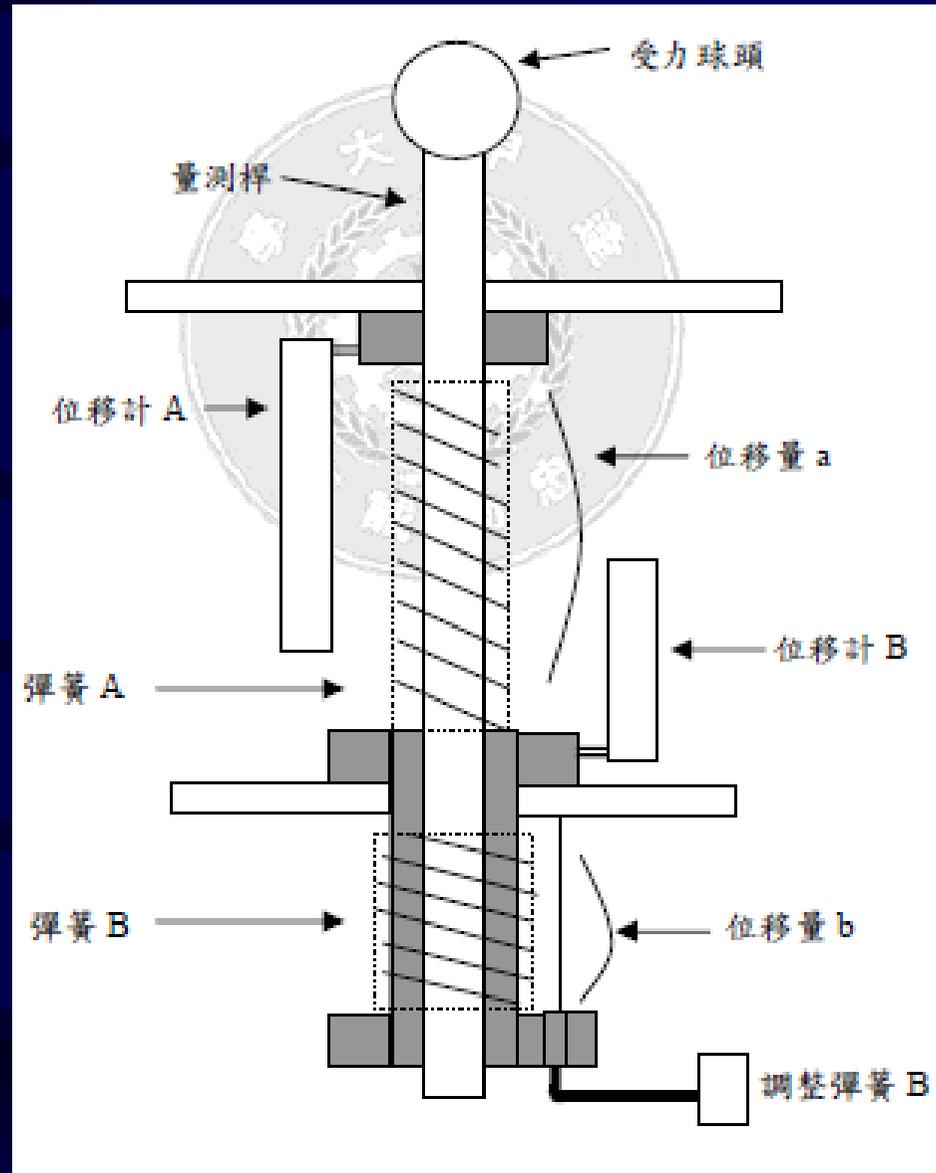
介面壓力與臀形座墊之關係

1. 據赫茲理論，當兩物體於接觸曲面愈契合，因接觸面積大，而有較佳壓力均佈之效果。
2. 壓力、剪力、與摩擦為壓瘡產生之主要原因，座墊介面之溫度、溼度、衛生等為次要原因；故座墊設計考量之第一要務為降低及分配臀部之壓力。
3. 接近臀部輪廓及較軟材質之座墊有較小介面壓力分佈，因此藉由改變座墊形狀與材質可降低介面壓力以達到預防壓瘡之功效。
4. 依壓力分佈情形及接觸面與最大壓力，充氣式座墊為最佳之選擇，然而充氣式座墊市售價格昂貴，且對SCI患者支撐性不佳，故於成本與支撐性考量下，切製符合個人臀形之泡棉座墊為最佳之選擇。

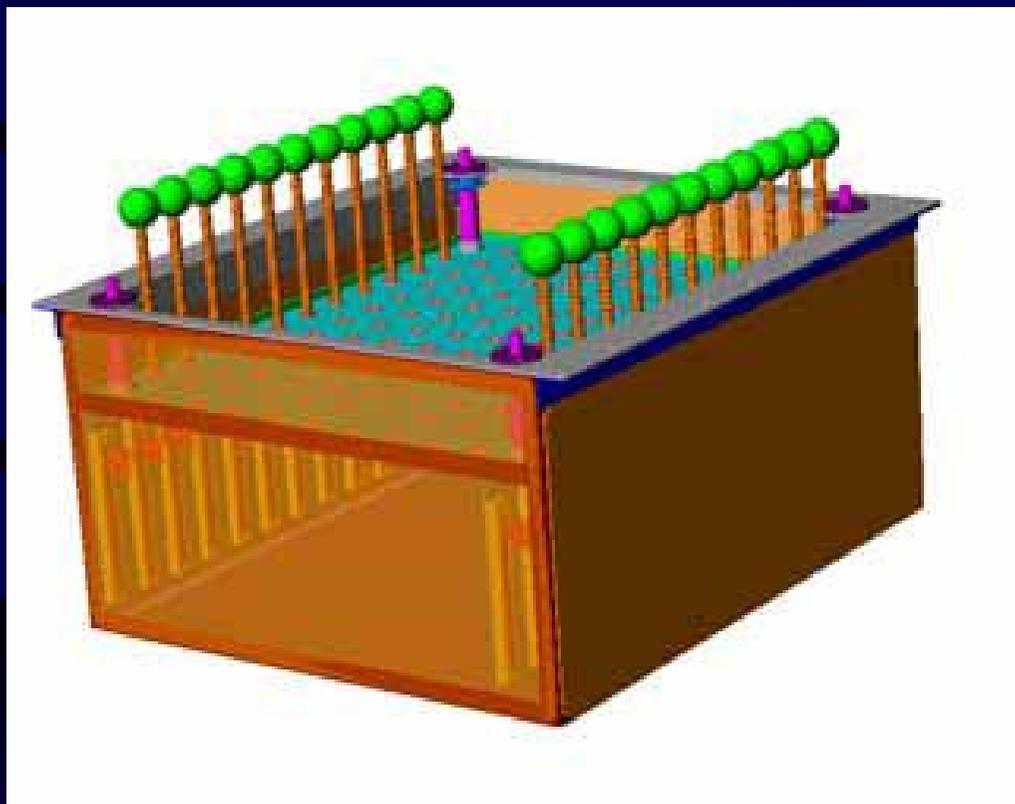
臀形輪廓量測設備



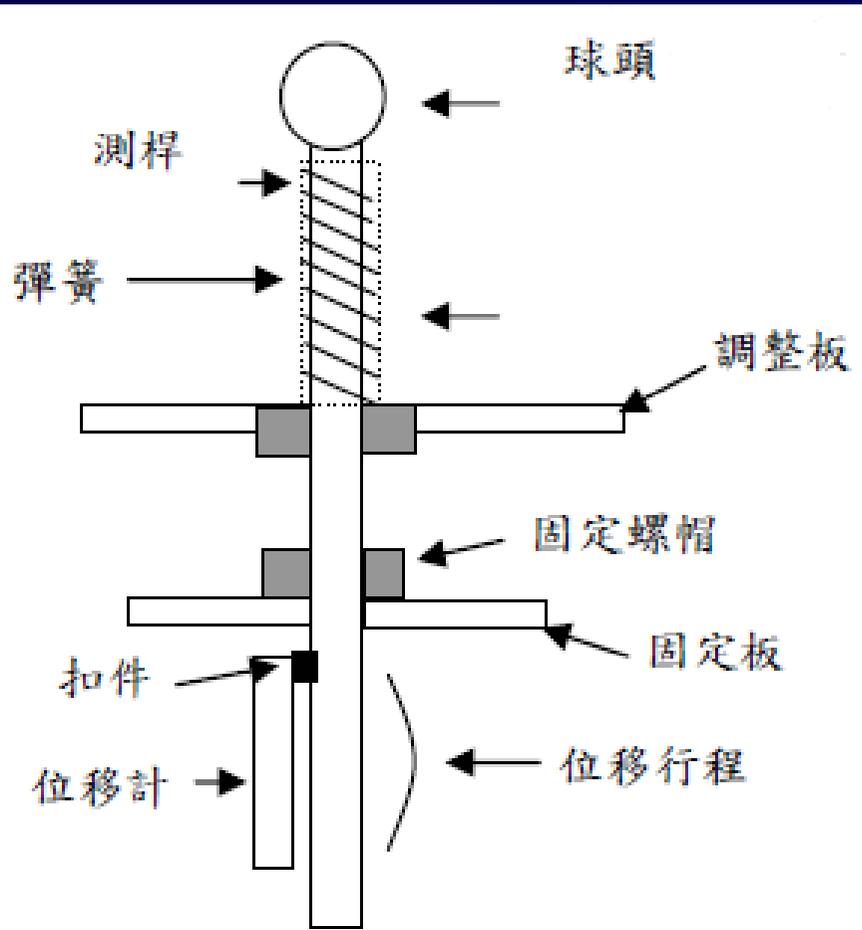
林家賢，”新型輪椅座墊之設計與有限元分析”，國立中央大學機械工程研究所碩士論文，2000



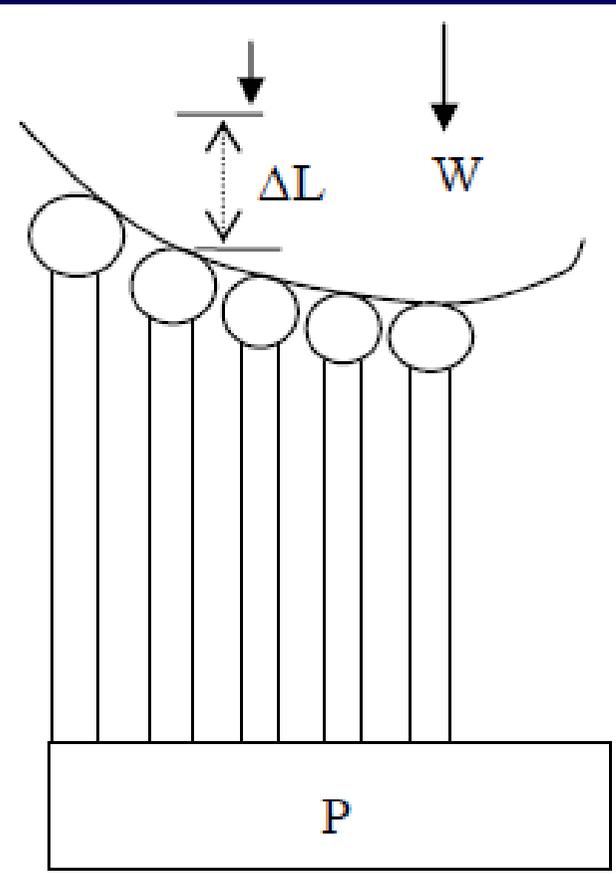
S. Sprigle, and J. Z. Schuch, "Using Seat Contour Measurements during Seating Evaluations of Individuals with SCI" Department of Biomedical Engineering, University of Virginia, Assist Technol. 1993,pp.24-35



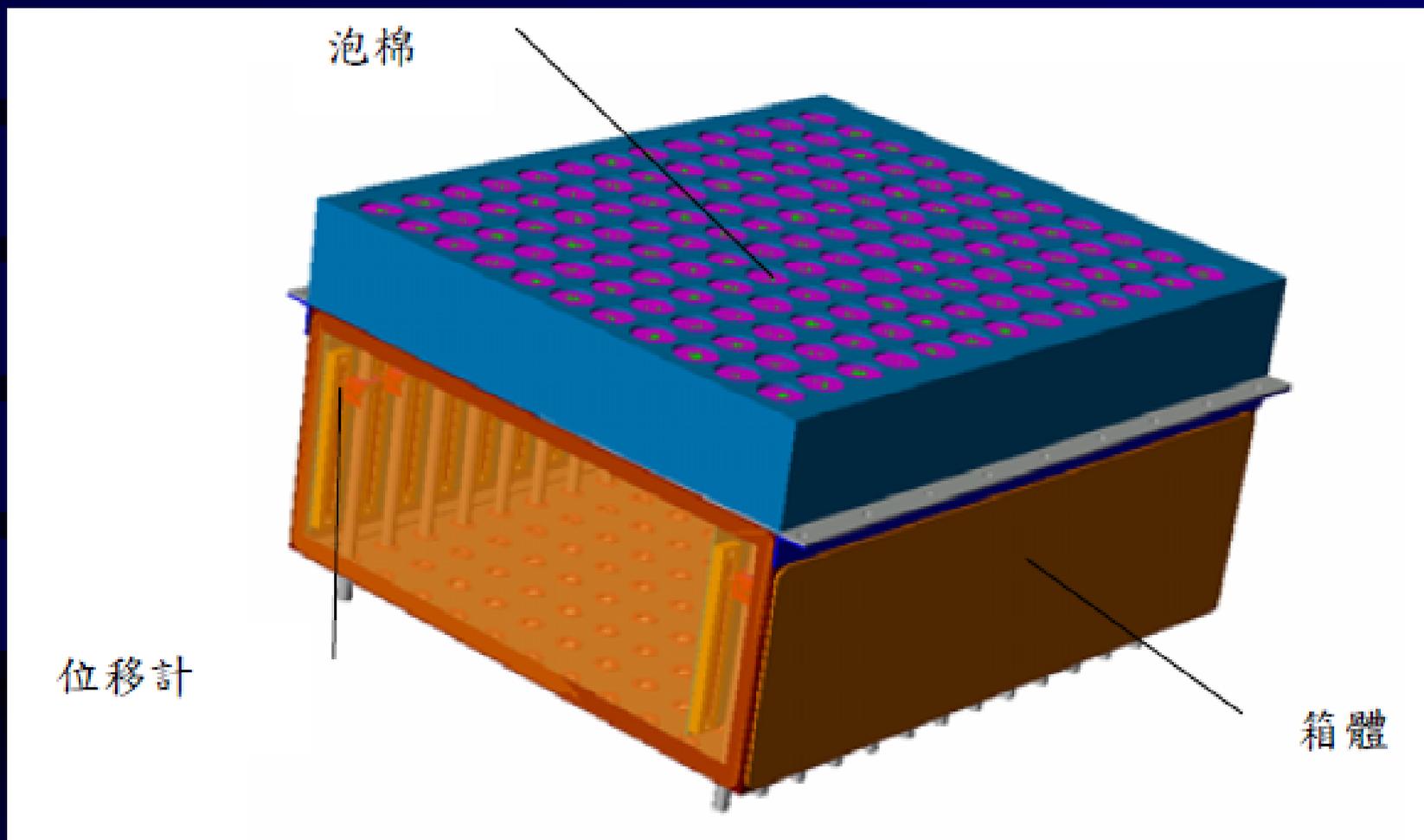
彈簧式量測機構



單支量測桿結構示意



臀部接觸受力情形



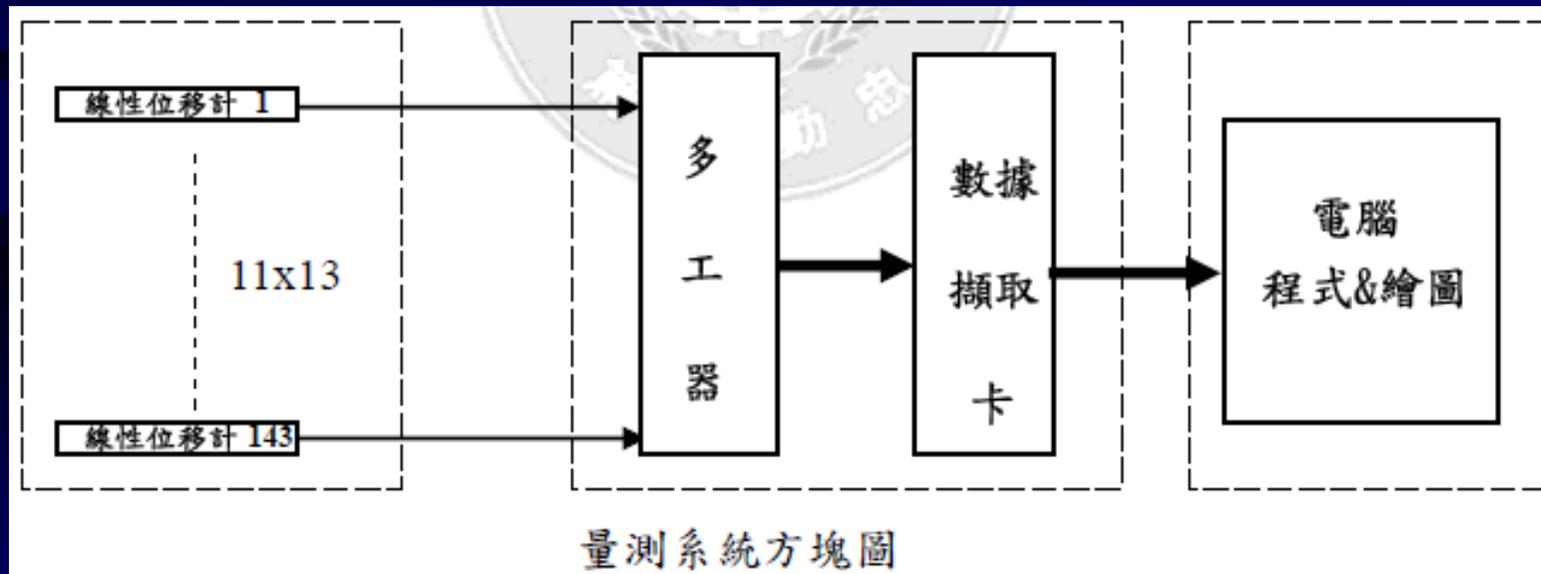
泡棉式量測機構

設備開發目的

1. 壓瘡防治最有效之方法即為減少臀部與座墊間之介面壓力，而減輕介面壓力最有效措施及經濟之方法為設計適取受壓合臀形之座墊以降低峰值壓力；然而，用雷射、紅外線掃描未受壓力的臀形不是最適當系統所量測到之臀部輪廓資料，皆壓簧式臀形座墊測區且需加以修正。
2. 本研究主要目的為找出最佳臀形，由過去研究可認定受均壓支撐之臀形始為最佳座墊形狀。本研究應用巴斯卡原理，運用現有工程技術設計製作一套均壓臀部3D曲面之自動量測系統，可將更準確、更滑順之臀部輪廓資料提供座墊設計者及CNC泡棉切割機使用，以製作符合個人臀形之座墊供患者使用，可使壓瘡產生之機率降至最低，嘉惠重度傷殘或中風的老年人等。

二、理論構想與初步設計

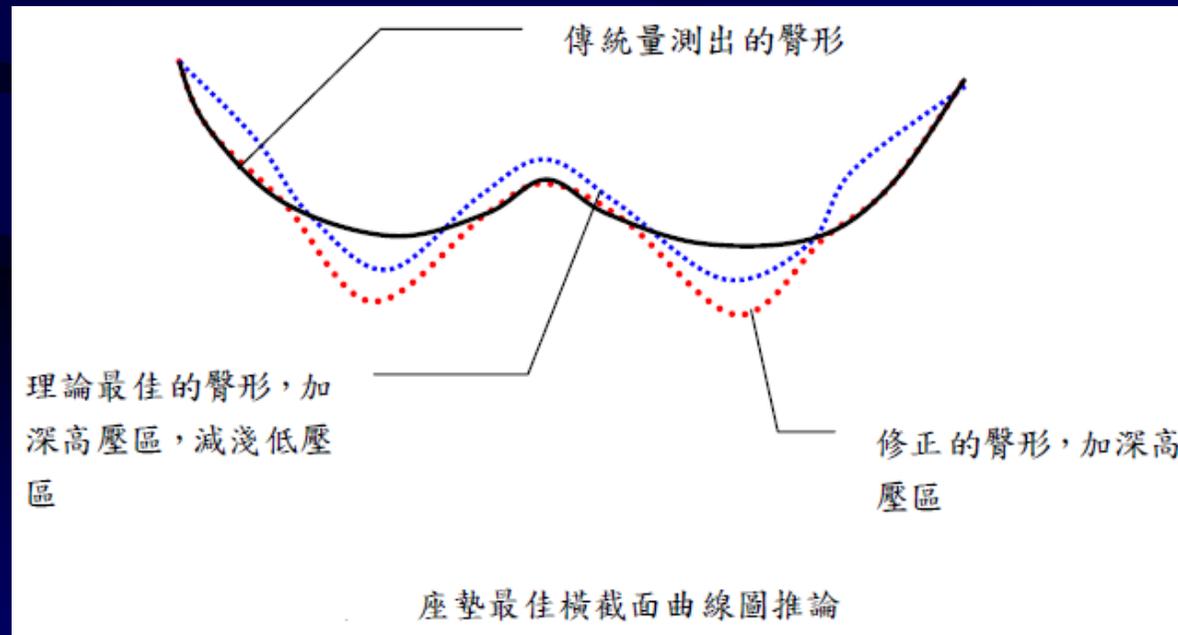
主要係利用巴斯卡密閉空間均壓原理研製一套均壓3D 臀形量測系統，主要技術在於均壓系統整合設計；完整量測系統係利用電腦、多工電路、數據擷取卡，量取143點線性位移計受壓縮之位移行程數據，作陣列方式排列，並運用內差數值運算，求得3D 立體臀型。量測系統研製分成三大方向：機構、電路及軟體。



設計構想方面

(1)消除高壓力區:

彈簧式量測機構所測出之臀形曲面均具有高介面壓力區，製作座墊時需加深修正以釋壓，若量測機構本身具有均壓功能，即遇高壓力時可將高壓力往低壓力區傳遞達到均壓效果，如此量測之受壓臀形曲面即為最佳臀形座墊之輪廓，則最大壓力將趨近符合赫茲接觸應力。

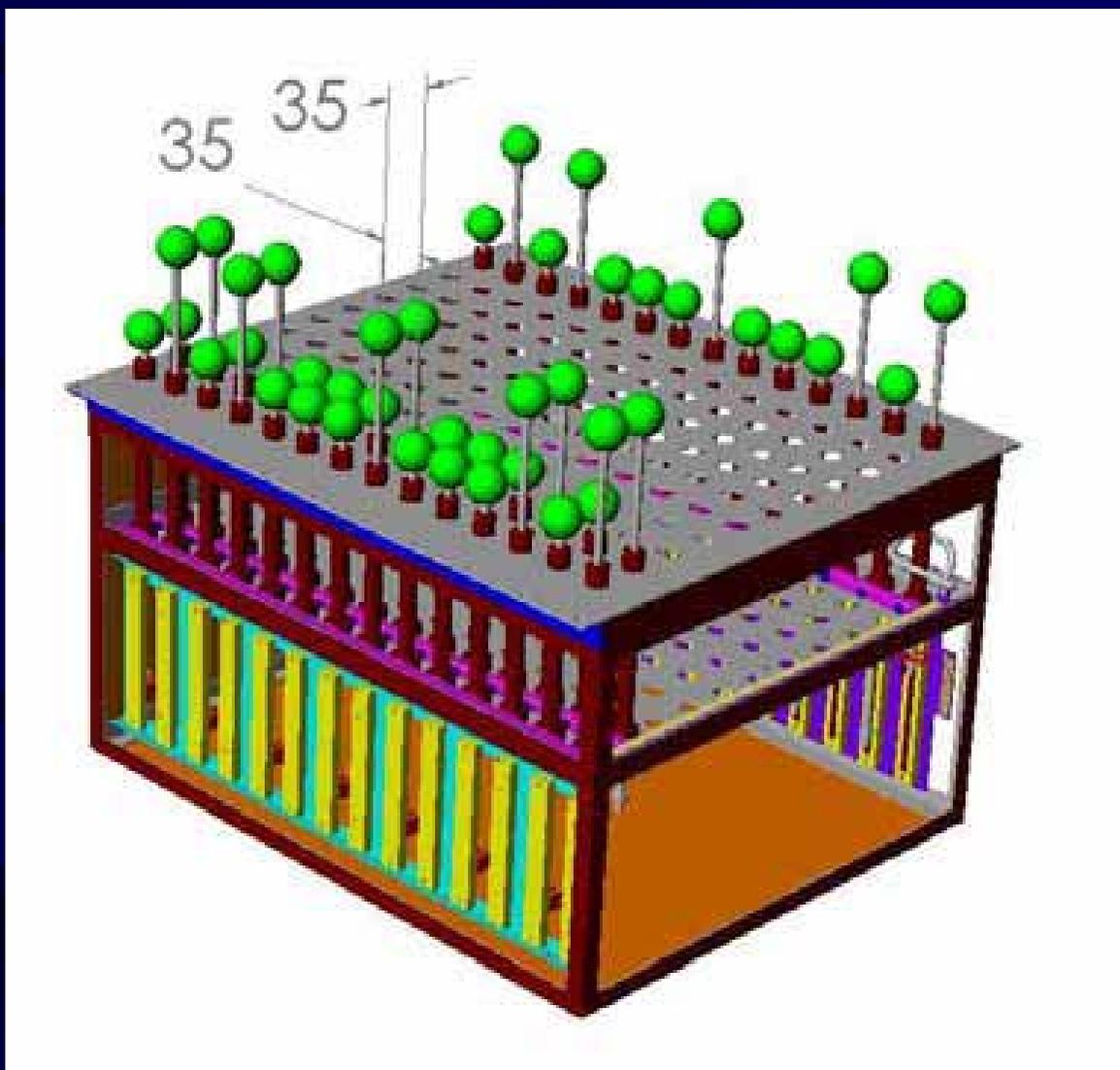


(2)適用各種人等

重度傷殘病患不分男、女、老、幼、高、矮、胖、瘦皆能由單一量測裝備即能完成量測工作，本構想係以氣壓缸作為承載，可依病患重量不同調整氣壓大小。

(3)結構簡單製作容易

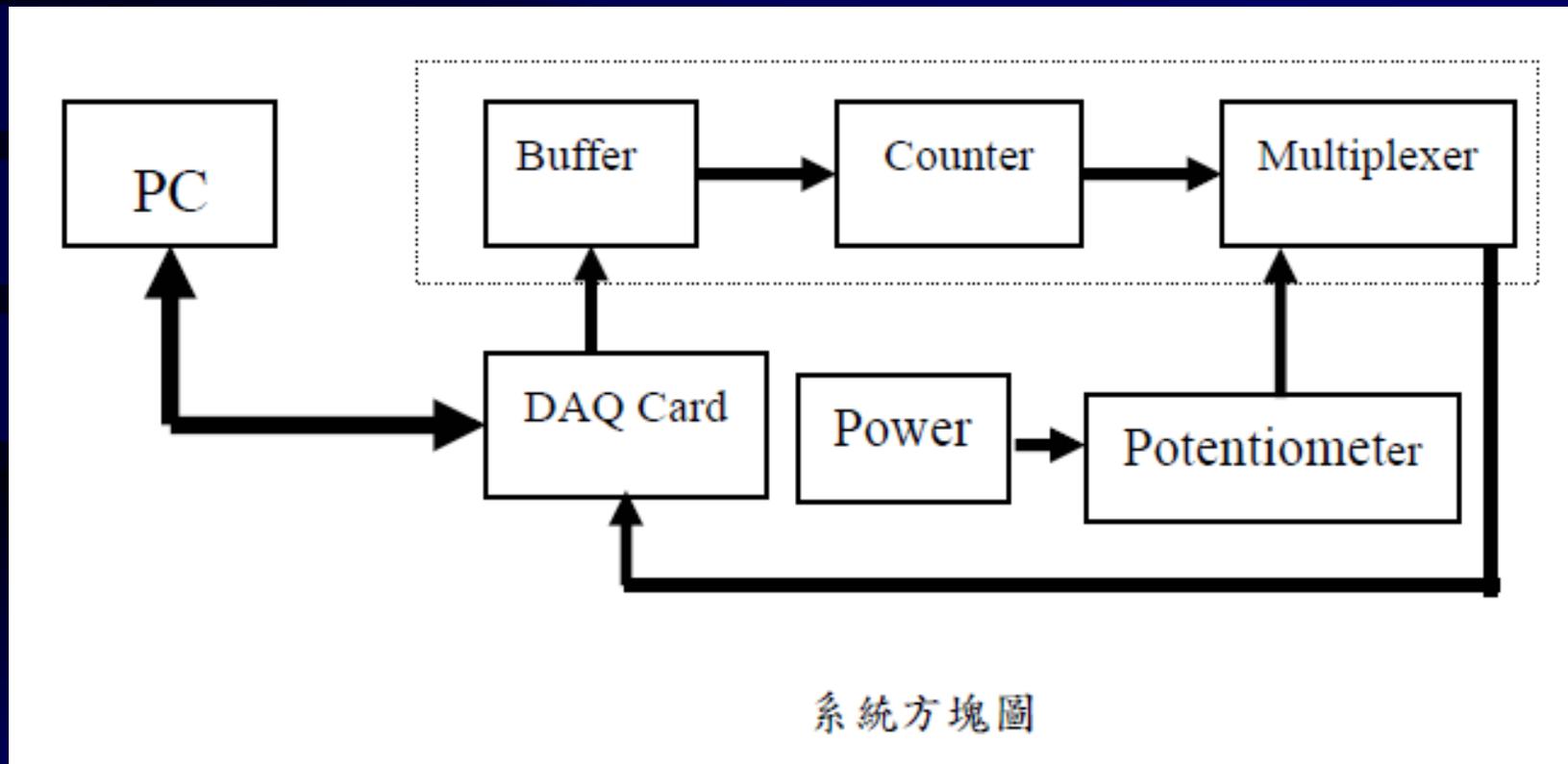
本研究所設計之機構須與輪椅、坐姿擺位評估椅相結合，一般常用成人乘坐輪椅之椅面為400*450mm，而本設計選用400*490mm，寬度相同，僅需將深度稍加修改調整即可。



氣缸式量測機構設計圖

電路系統架構

採用Potentiometer 進行位移訊號感測，本系統利用多工器量測143 支位移計之訊號，再搭配類比轉數位電路，由電腦及LabVIEW軟體讀取訊號並進行資料處理。



三、設計方法與材料

1. 本研製係選用氣壓缸串接成陣列以取代泡棉或彈簧作為量測媒介。
2. 依一般輪椅座墊規格決定以490mm 長*400mm 寬*75mm 高為量測尺寸，為考量現實氣壓缸、電位計尺寸安排及量取方式，決定以35mm 平方間隔為一量測點，於400mm*490mm 面積共可安排11 排*13 支=143 量測點。
3. 預估量測荷重範圍為100 kg~30kg，有效量測面積範圍為90%~30%，故每支測桿之承受荷重為0.77kg~0.69kg。依氣壓缸出力選用 $\phi 12\text{mm} * 75\text{mm}$ 心軸 $\phi 6\text{mm}$ 氣壓缸應為合理，體積適中且可以組成11*13 氣壓缸陣列
4. 提供氣源壓力變化不大，故設計氣壓力提供調整於0~3kg 範圍，應足以克服氣壓缸最大靜摩擦力與最大承載100kg 之荷重。

氣壓缸： $\phi 12\text{mm} \times 75\text{mm}$ 心軸 $\phi 6\text{mm}$ 低摩擦雙動平衡式氣壓缸尺寸，一端接球頭一端連接線性位移計



線性位移計：250K 歐姆100mm，為配合氣壓缸行程，以75mm 為可用總量測行程





氣缸式量測機構

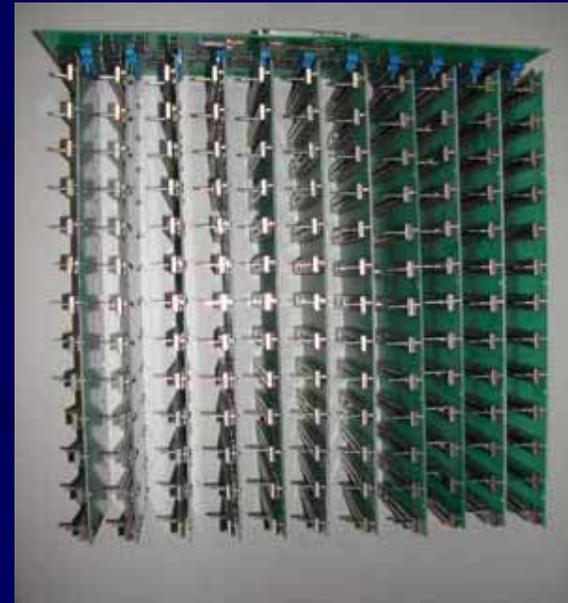
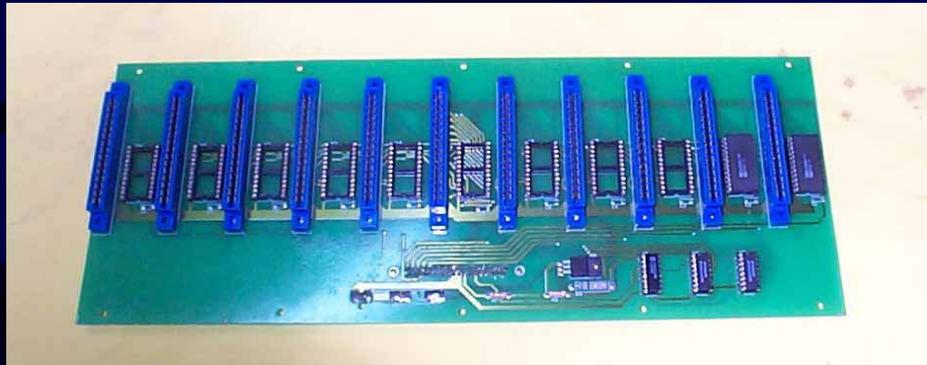
氣壓源

將市售小空壓機、調壓閥、三點組合、洩壓閥、梭動閥等組裝在一箱體內，頂部傾斜安裝系統壓力表、工作壓力表、調整鈕、緊急開關、電源開關。



電路系統設計

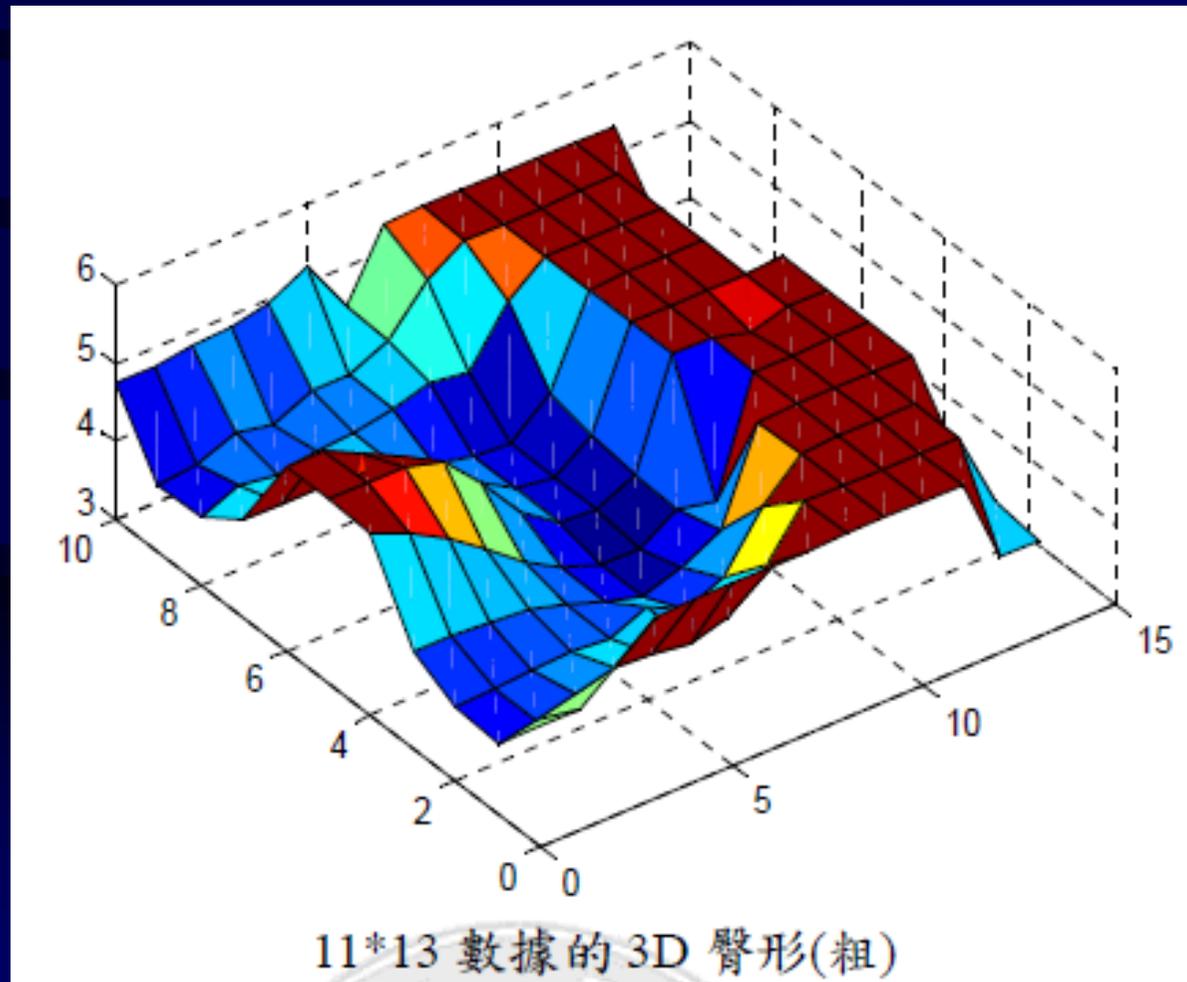
本系統採用CD4067多工器，與74LS169計數器組成之電路設計，系統電路可以量測16個Channel之訊號



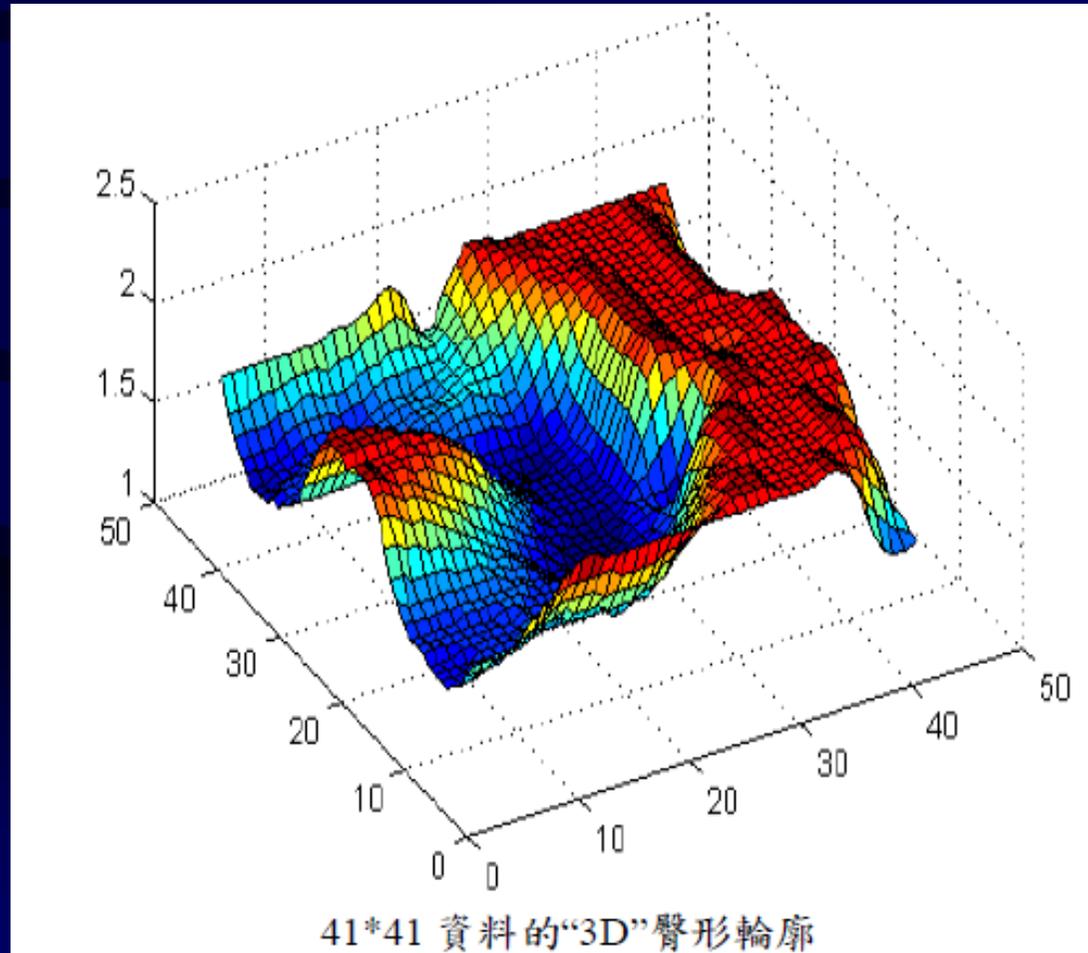
系統電路板成品及總成

程式設計

以數據擷取卡執行訊號A/D轉換，再以LabVIEW程式執行訊號擷取與數據處理，並將其轉成3D圖形



由於 11×13 矩陣格式之資料點數不足以描繪出細緻臀形的曲線，因此加入一“smooth”的副程式，將資料點數擴充為 41×41 的方形矩陣，再將其轉成3D 臀形。



人機介面

設計簡便及符合人性化之人機介面，使操作者僅需將滑鼠游標移至畫面設定之位置，即可顯示相關資訊或選項

3D 適形座墊量測

基本資料 座墊資料 量測控置 量測結果

如需自動擷取數據請調整所需時間間隔

Time / Seconds



擷取資料筆數

X軸 16

Y軸 16

開始量測

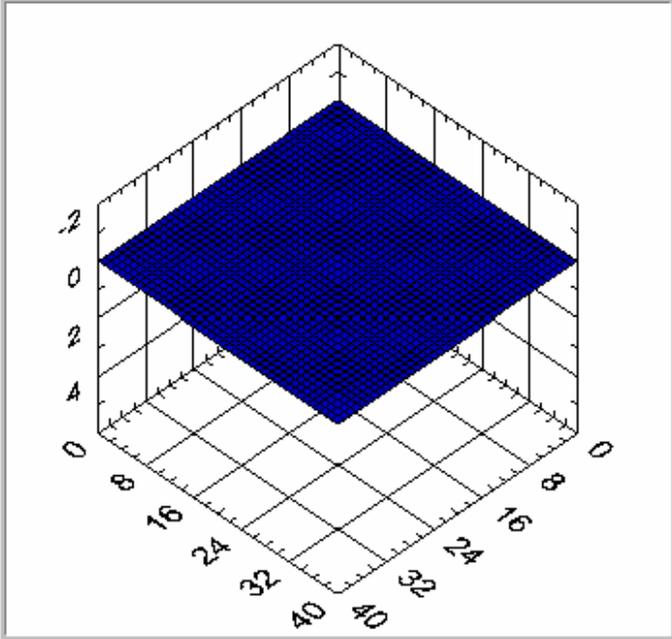
擷取鈕

結束量測

檢視圖檔

圖檔列印

3D 臀形 立體圖



3D 適形座墊量測

基本資料 座墊資料 量測控置 量測結果

姓名：

出生日期：
(yyyy/mm/dd)

身高 (cm)：

體重 (kg)：

病歷號碼：

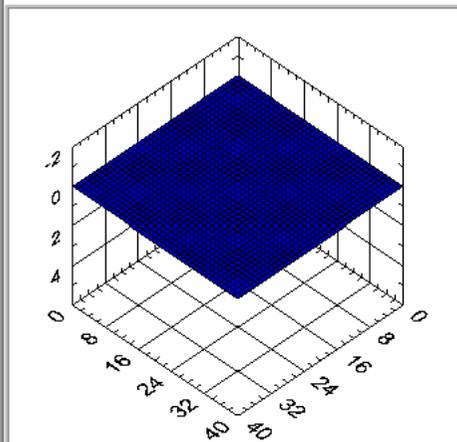
主治醫師：

量測人員：

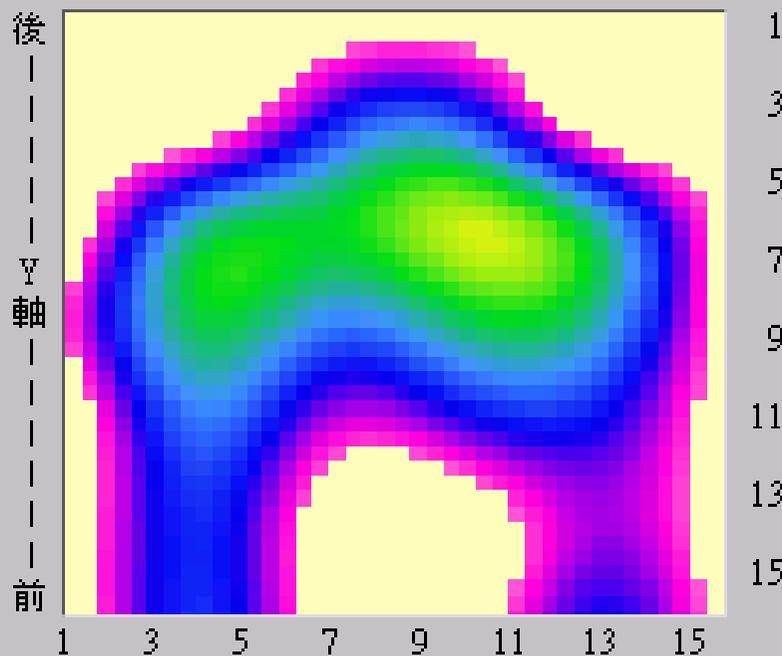
檔案路徑：

資料檔名：

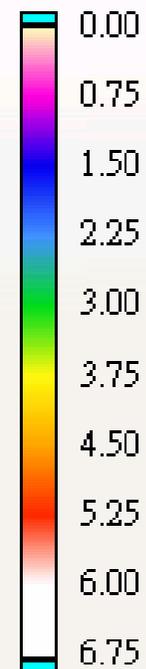
3D 臀形 立體圖



右 ----- X 軸 ----- 左

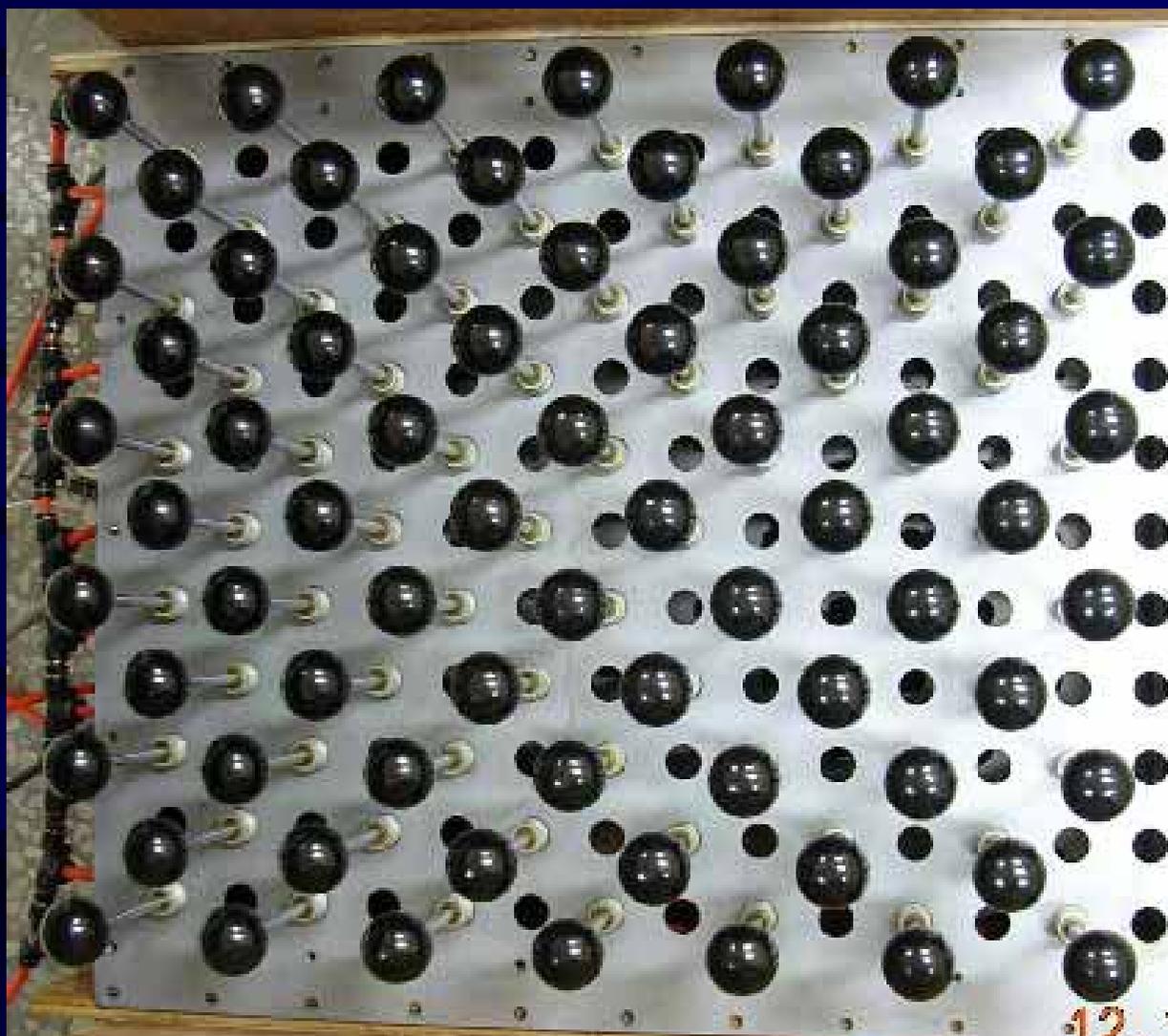


(cm)

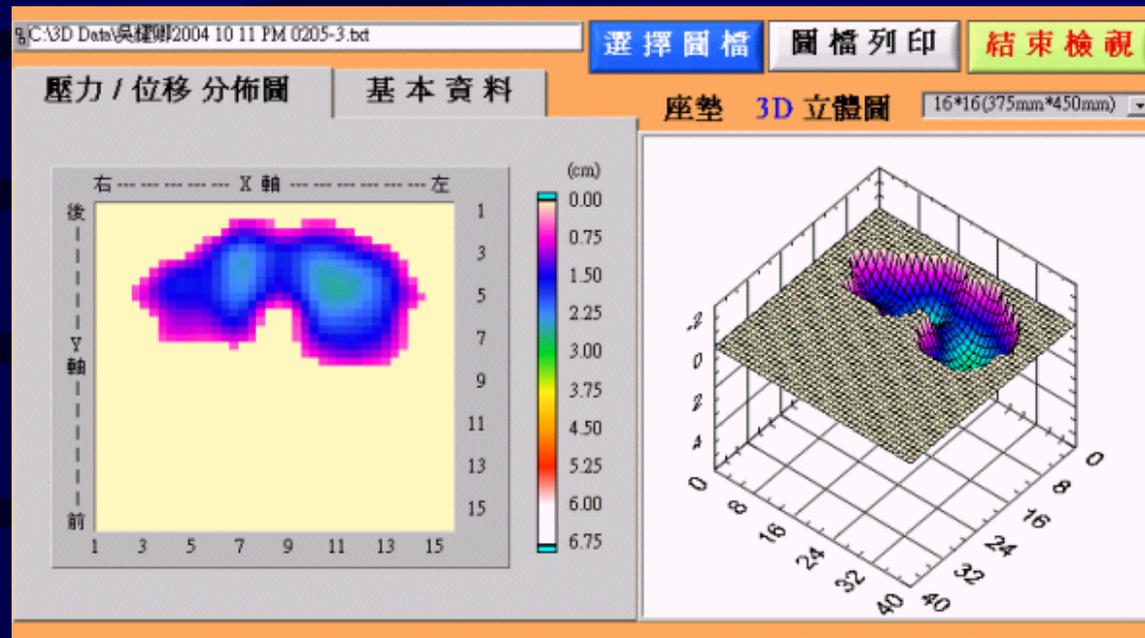


系統修改

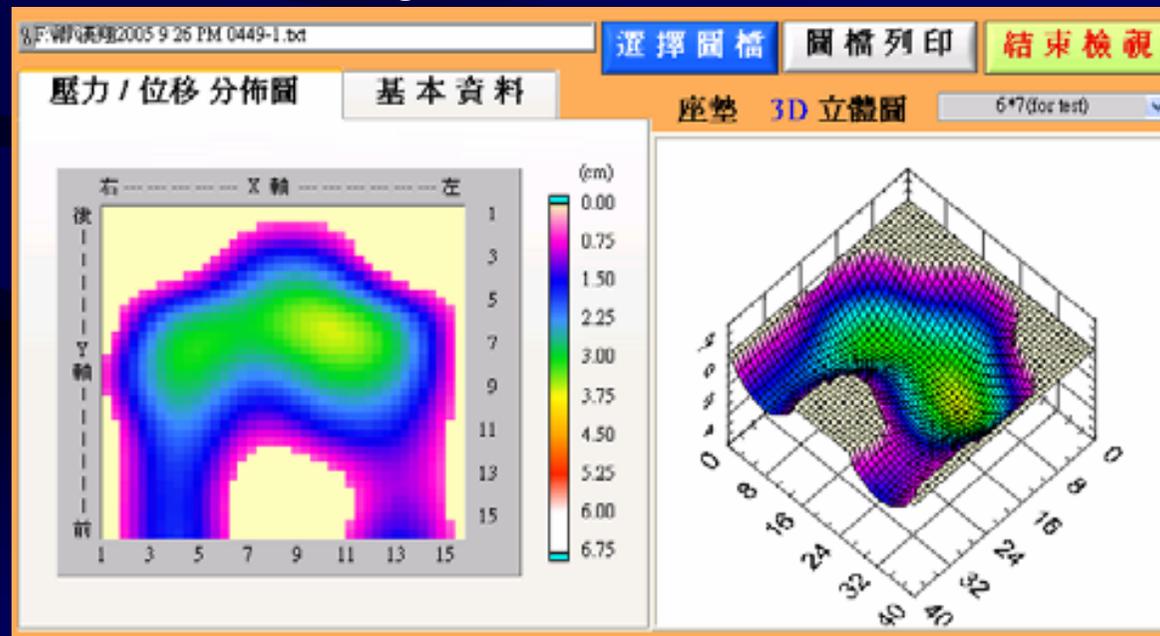
1. 本系統進行預測時發現壓力已經調低但仍然無法使氣缸下壓，此現象係由全數氣缸總合之最大靜摩擦造成，過大靜摩擦力造成量測系統之敏感性不足，有改善必要。
2. 本研究於11*13的陣列中試出一種於量測點數與密度均可接受的方法，即為奇數排保留奇數氣缸；而偶數排保留偶數氣缸，使其排列成『米』字方式，此修正可降低靜摩擦力，亦可降低成本及減少漏氣可能。



『米』字狀排列汽缸



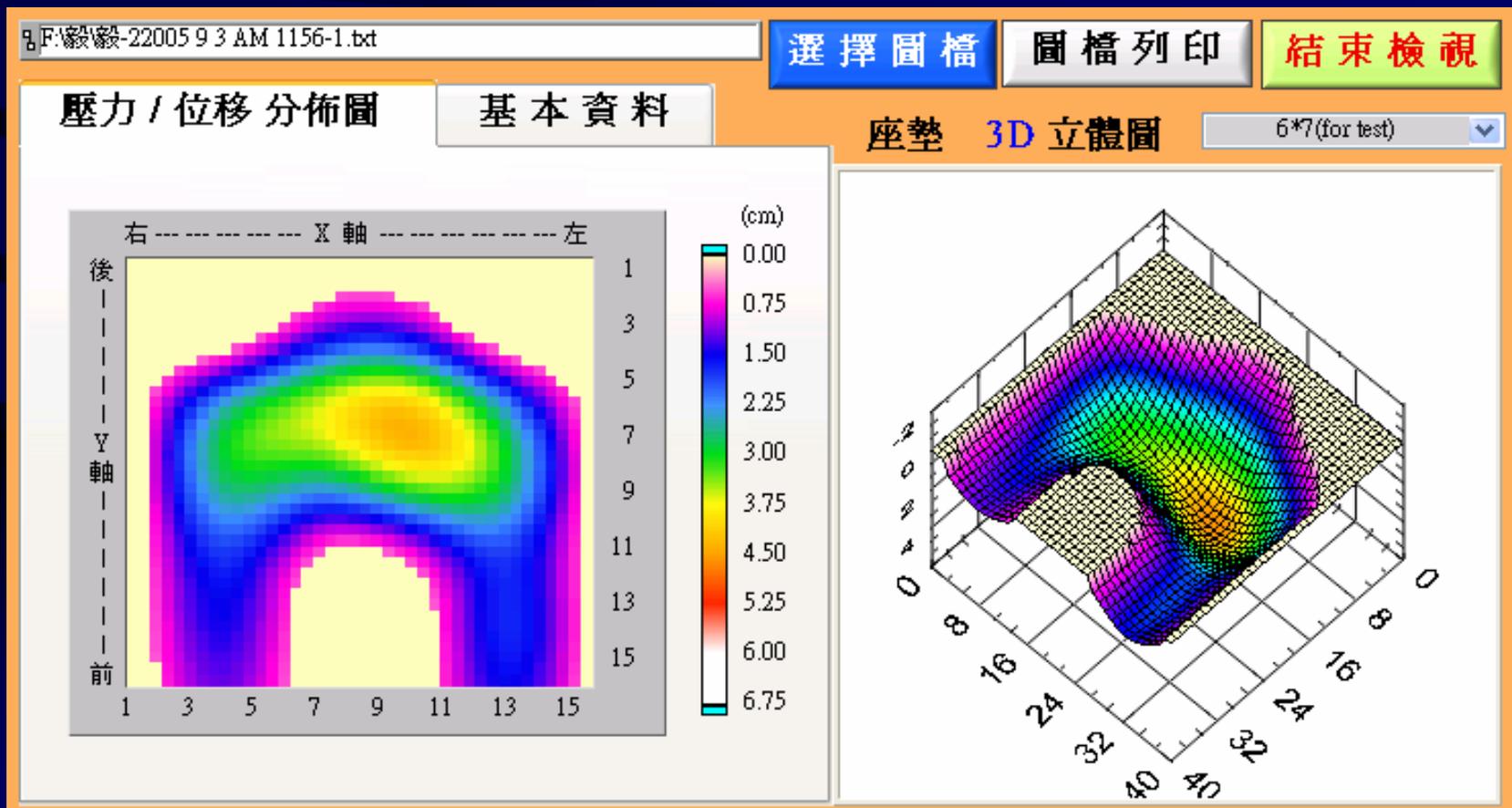
143 支氣缸1.2kg/cm² 壓力設定之擷取圖形



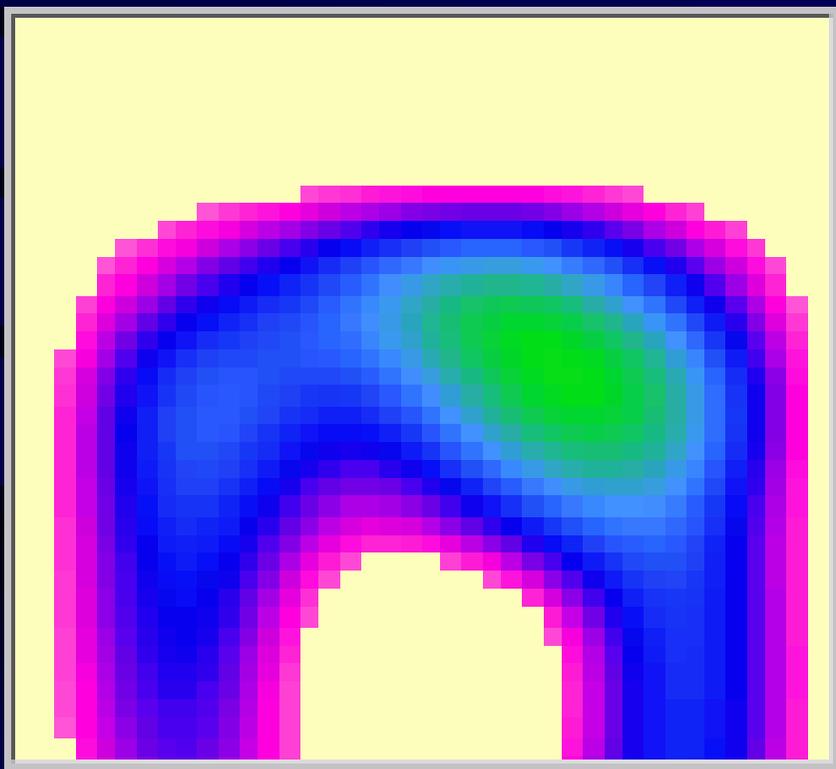
72 支氣缸1.4kg/cm² 壓力設定之擷取圖形

四、結果與討論

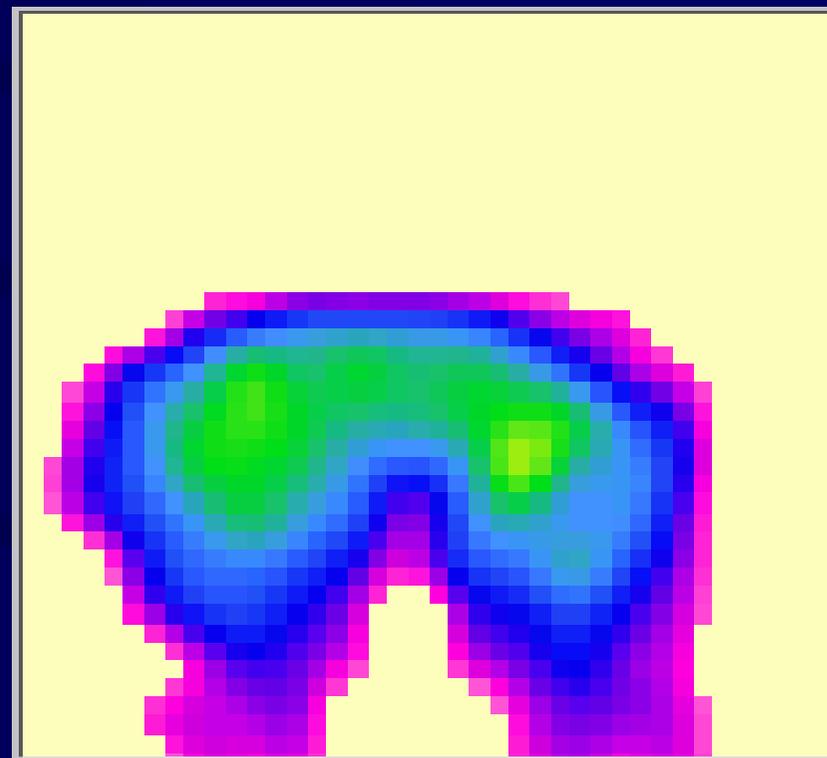
測試對象涵括年齡11~48歲，體重42~82kg 男女受測者，
由改變系統壓力設定皆可擷取到完美臀形



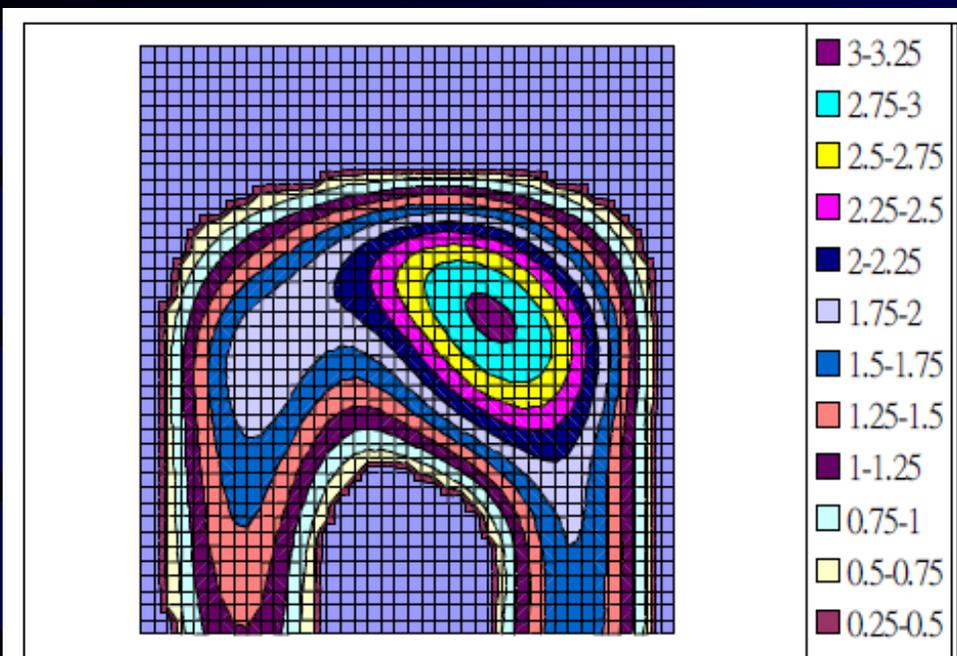
彈簧式與氣缸式數據比較



氣缸式

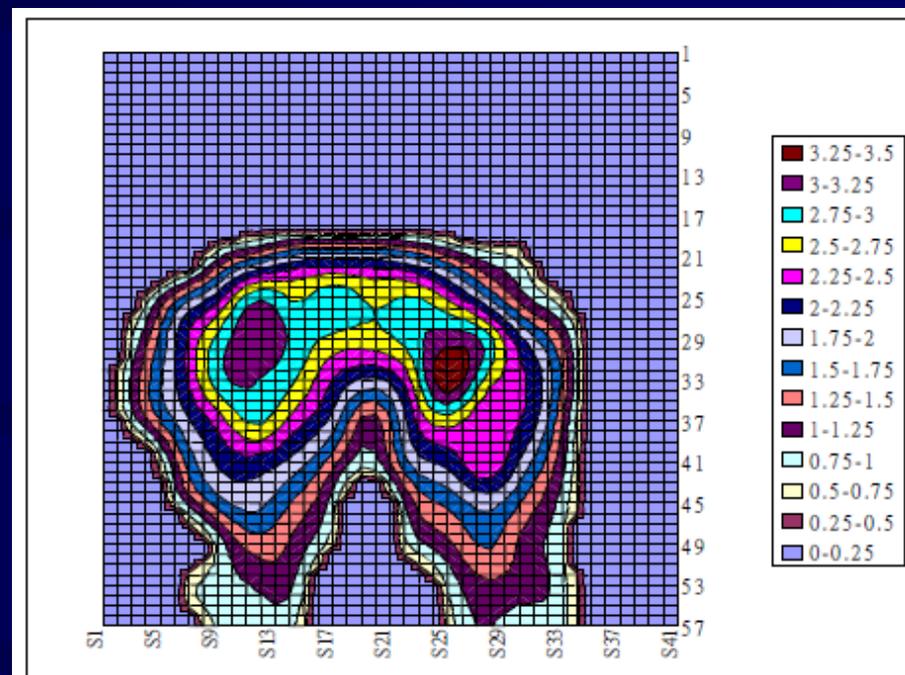


彈簧式



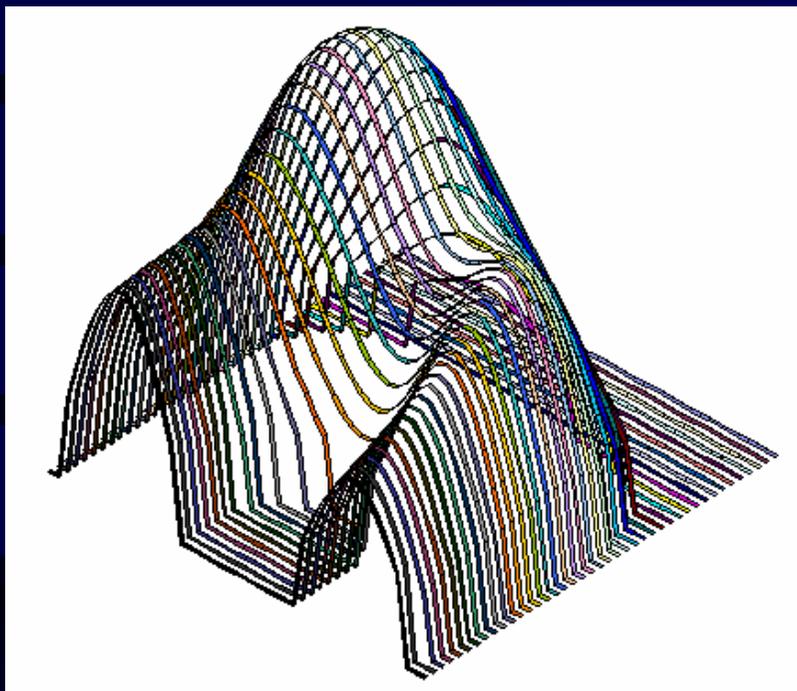
氣缸式量測值細緻化後等深線正視圖

氣缸式

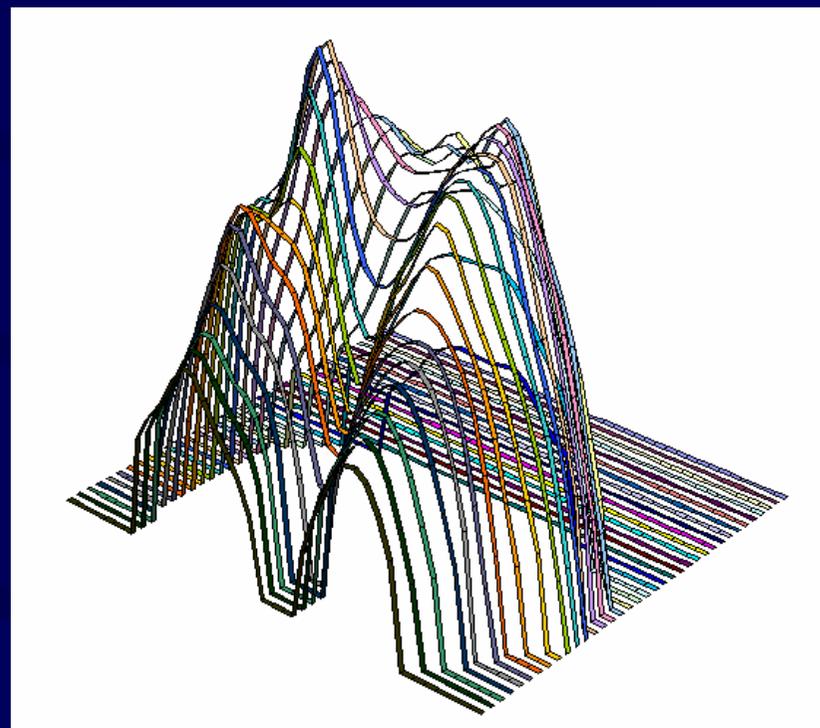


彈簧式量測值細緻化後等深線正視圖

彈簧式

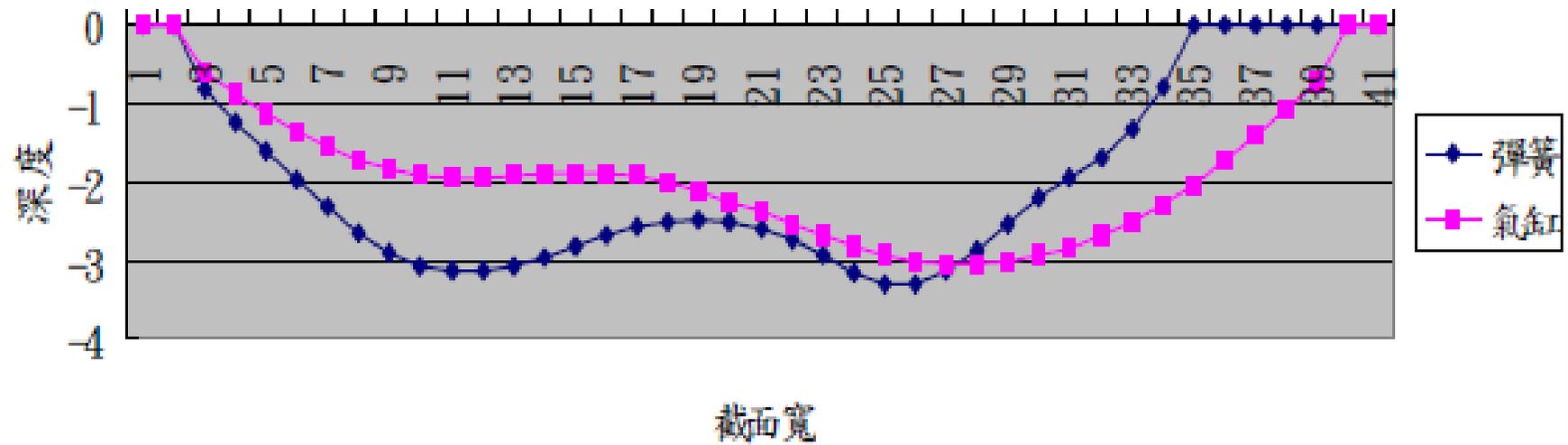


氣缸式



彈簧式

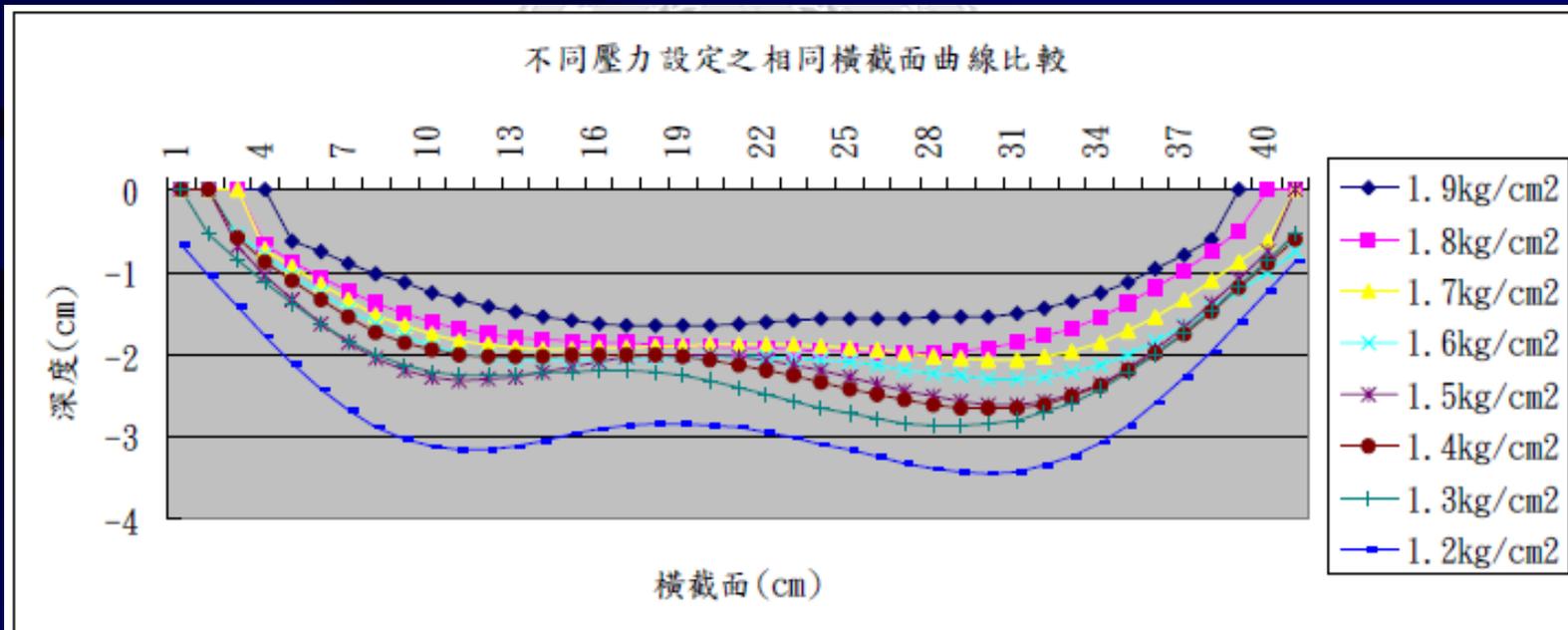
彈簧與氣缸之橫截面比較圖



氣缸與彈簧式臀形橫截面曲線比較圖

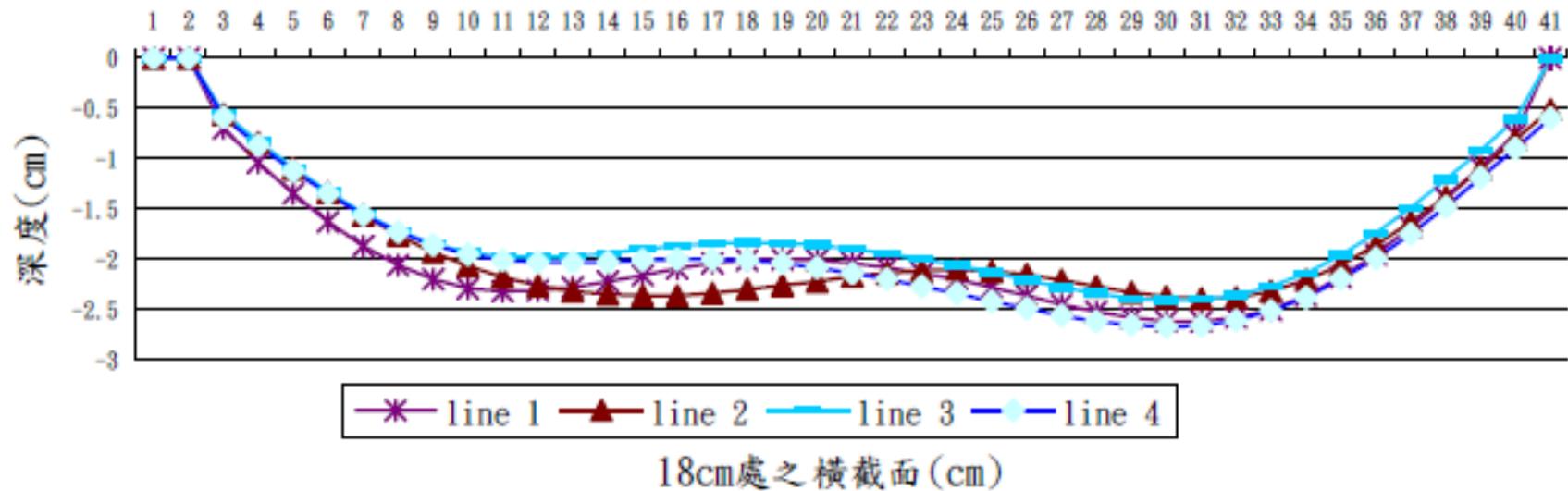
臀形與壓力關係

壓力設定值於 $1.8\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上，曲線呈現平緩重壓區不明顯，證明壓力設定太高無法產生壓力補償效果， $1.6 \sim 1.7\text{kg}/\text{cm}^2$ 曲線開始變化有左右坐骨骨突位置， $1.3 \sim 1.5\text{kg}/\text{cm}^2$ 坐骨骨突位置更趨明顯且曲線貼近， $1.2\text{kg}/\text{cm}^2$ 時整曲線對照 $1.5\text{kg}/\text{cm}^2$ 曲線平移下陷，雖然曲線仍明顯但觀察左右兩端點亦下移，故設定壓力值太低，切削時座墊深度可能不足。



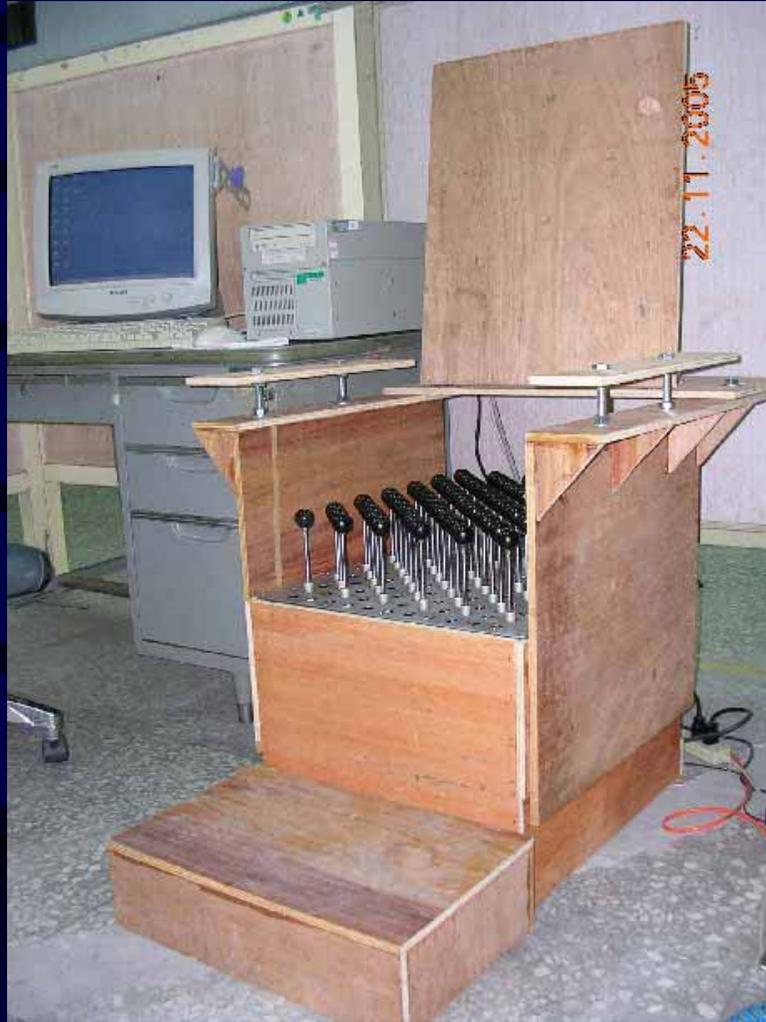
氣缸壓力不同設定的橫截面曲線比較圖

1.4kg/cm²壓力設定之臀形橫截面



氣缸壓力相同設定的橫截面曲線比較圖

相同設定壓力對應橫截面曲線



氣缸量測機構



坐姿擺位評估椅

結論

1. 一般坐姿座骨骨突壓力最大最易產生壓瘡，量測數據深點集中到座骨骨股突，如此座墊切削時骨突處切深應可使壓力分佈更平均。
2. 由目前研究氣缸式可得平滑之數據曲線，無彈簧式量測值分散凹凸不平，應已達到均壓效果亦印證原始構想。
3. 改變氣壓壓力即可達成不同年齡、不同體重患者之量測，已達成設備使用之便利性。
4. 壓力大小不代表深淺；以雷射、紅外線掃描未受壓之臀形；泡棉與彈簧式量測未均壓臀形等，均非最適當之座墊形狀，受均壓之臀形始為最佳座墊臀形。

報告完畢

敬請指教