



# 交通載具輪椅 動態安全試驗

財團法人車輛研究測試中心 施尚融

有鑒於高齡化社會來臨，以及照顧弱勢族群「行」的需求，政府逐漸重視輪椅使用者的交通便利性，並從2001年起，開始補助大眾運輸系統業者，添購低底盤公車，以提供輪椅使用者更友善且便利的大眾運輸工具，是我國發展無障礙運輸環境的重要里程碑。除此之外，行之有年的復康巴士則是另一種提供輪椅使用者的交通乘載服務。兩者共同的特徵就是該車輛可提供輪椅使用者直接將輪椅及其使用者移入車內，並固定於特定位置，減少使用者上下輪椅的不便。

由於輪椅的特殊性，加上其使用族群以及使用範圍較為特定，因此國內對輪椅的安全管理規範不多，所以各家輔具廠商大多參考如ISO或ANSI等國際規範作為產品開發之考量。且目前市面上常見的輪椅，在設計上也大多是以一般地面使用為原則，但隨著政府開始推廣低底盤公車，增加了輪椅使用者的使用空間，讓輪椅的使用範圍由一般路面延伸到了移動中的車輛上，因此設計上就需要考量如何讓輪椅及使用者安全地固定在移動的車輛中。

要在移動中的交通載具上固定輪椅及使用者，

主要會面臨到兩項安全考量，第一項是該載具是否提供恰當的輪椅安置空間，及足夠安全的輪椅固定裝置，這方面在歐盟ECE R107已訂定相關規範，可供業者參考依循。第二項安全考量則是當車輛遭受碰撞時，輪椅本身的結構強度是否足以承受衝擊力量，且能有效地保護坐在輪椅上的使用者，此類輪椅產品安全設計議題，常見的國際性規範有ISO 7176、美國的ANSI/RESNA WC/Vol.1、英國的BS EN 12183-1999、BS EN 12184-1999以及國內的CNS 14964，內容從輪椅的尺度、材質等結構性能到移動性、穿越障礙、煞車制動以及動靜態穩定性等各項規範。更針對欲使用於移動車輛上的輪椅，額外制定了輪椅車載動態安全驗證規範，其對應的章節分別為ISO 7176-19、ANSI/RESNA WC/Vol.1-Section 19以及CNS 14964-19等。此外，針對車載動態安全，更有輪椅固定與乘員束縛系統(WTORS, Wheelchair tiedown and occupant-restraint system)的安裝規定及安全規範，如ISO 10542與SAE J22492。相關規範彙整如下表1：

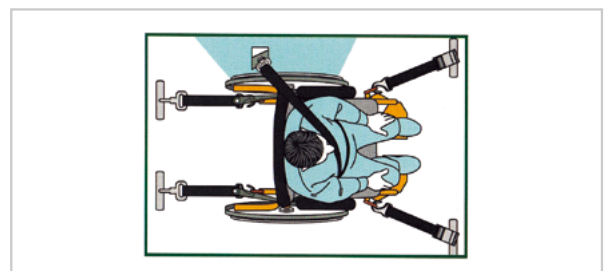
▼ 表1、輪椅規範彙整

項 目	規 範
 乘載車輛 圖片來源：國際線上	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 車輛安全檢測基準第 63 項 - 低地板大客車規格規定</li> <li>· ECE R107-Uniform provisions concerning the approval of category M2 or M3 vehicles with regard to their general construction</li> </ul>
 輪椅性能設計規範 圖片來源：fotosearch.com	<ul style="list-style-type: none"> <li>· CNS 14964- 輪椅</li> <li>· ISO 7176-Wheelchairs</li> <li>· ANSI/RESNA WC/Vol.1-Requirements and Test Method for Wheelchairs(Including Scooters)</li> <li>· BS EN 12183-1999 Manually propelled wheelchairs - Requirements and test methods</li> <li>· BS EN 12184-1999 Electrically powered wheelchairs, scooters and their chargers - Requirements and test methods</li> </ul>
 輪椅車載動態性能要求 圖片來源：rcrcwts.org	<ul style="list-style-type: none"> <li>· CNS 14964 第 19 部：機動車輛使用之輪型移動裝置</li> <li>· ISO 7176-19 - Wheeled mobility devices for use as seats in motor vehicles</li> <li>· ANSI/RESNA WC/Vol.1-Section 19 - Wheelchairs Used as Seats in Motor Vehicles</li> </ul>
 輪椅固定與乘員束縛系統 (WTORS) 圖片來源：rcrcwts.org	<ul style="list-style-type: none"> <li>· ISO 10542 - Technical systems and aids for disabled or handicapped persons — Wheelchair tiedown and occupant-restraint systems</li> <li>· SAE J2249 - Wheelchair Tiedown and Occupant Restraint Systems for Use in Motor Vehicles</li> </ul>

輪椅動態安全性能可分為「輪椅固定與乘員束縛系統(WTORS)」以及「輪椅本體」兩大部分來探討，兩者所使用的動態安全性能檢測技術相似，差異之處只在於針對不同的評估對象，有不同的測試項目。ISO 7176—19為「輪椅本體」測試的代表性國際標準，亦有其它規範輪椅之類似測試標準/需求，如CNS 14964第19部、ANSI/RESNA WC/Vol.1—Section 19以及SAE J22492等。

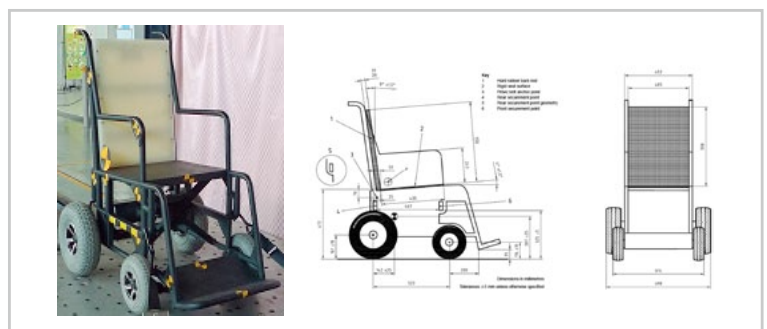
### 一、輪椅固定與乘員束縛系統(WTORS)動態安全檢測(ISO 10542)

WTORS由兩部分所組成，分別為用於固定輪椅本體的輪椅固定裝置(Wheelchair tiedown)與乘員束縛裝置(Occupant-restraint)所組成，如圖1。

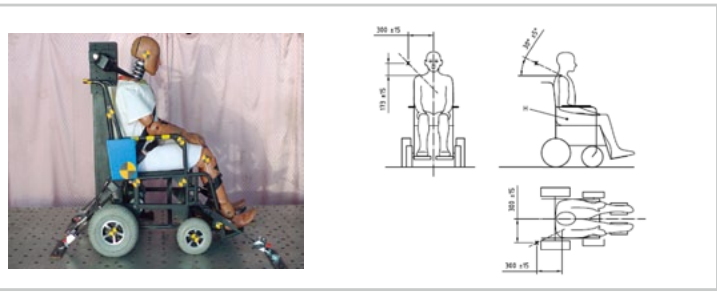


▲ 圖1、輪椅固定與乘員束縛系統(WTORS)

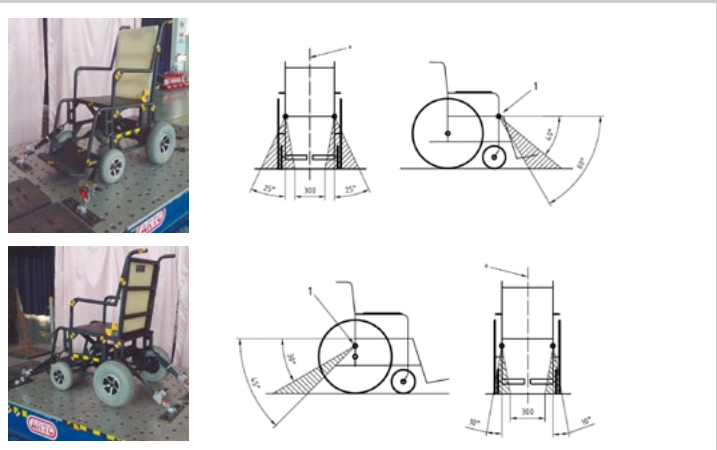
ISO 10542除詳列此兩項裝置的材質、安裝與設計等靜態性能要求外，其動態安全檢測方法如下：依照廠商提供的安裝方式，分別將把85 kg重的代表性輪椅(如圖2)與76.3 kg重的測試用人偶，以符合ISO 10542 乘員束縛裝置之安裝調整規定，固定於模擬碰撞平台，如圖3所示。如果輪椅固定裝置為4點式織帶束縛系統的型式(Four-point strap-type tiedown systems)，則需依照ISO 10542-2之安裝調整方式進行測試，如圖4所示。最後對整個模擬碰撞平台施以如圖5斜線區域的加速度-時間歷程之受力變化，且加速度積分後而得的速度變化量須為48 km/h ~ 50 km/h。



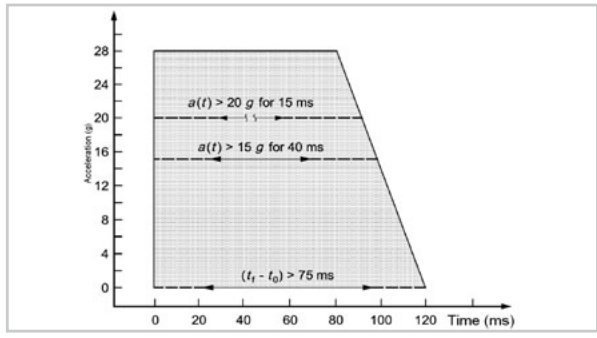
▲ 圖2、替代性輪椅 (SWC, Surrogate wheelchair)



▲ 圖3、乘員束縛裝置固定點設定位置



▲ 圖4、輪椅固定裝置固定點設定位置



▲ 圖5、加速度v.s.時間歷程圖

WTORS經上述動態安全檢測方法之後，其性能須滿足以下條件：

1. 所有組成不可產生明顯的損傷或破壞，測試人偶須維持在輪椅上並且輪椅需保持直立狀態。
2. WTORS的各釋放裝置能夠順利解開，徒手釋放測試人偶與輪椅，其開脫力道須小於60 N。

3. 衝擊測試過程中，人偶的頭部、膝蓋以及輪椅的P點的水平位移量須滿足以下表2規定(可透過高速攝影分析技術獲得位移量)：

▼ 表2、測試過程中動態性能要求

Measurement point	Excursion variable	Requirement (mm)
Wheelchair point P	$X_{wc}$	< 200
ATD knee centre	$X_{knee}$	< 375
ATD front of head	$X_{head}$	< 650
Knee of WC ratio	$X_{knee} / X_{wc}$	$\geq 1.1$

·  $X_{wc}$  is the horizontal distance relative to the sled platform between the point-P target on the SWC at time  $t_0$ , to the point-P target at the time of peak wheelchair excursion.  
 ·  $X_{knee}$  is the horizontal distance relative to the sled platform between the ATD knee joint target at time  $t_0$ , to the knee-joint target at the time of peak knee excursion.  
 ·  $X_{head}$  is the horizontal distance relative to the sled platform between the most forward point on the ATD's head above the nose at time  $t_0$ , to the most forward point on the ATD's head at the time of peak head excursion.

## 二、輪椅動態安全檢測技術(ISO 7176-19)

ISO 7176全文詳細訂立了輪椅設計上的基本規範，其中第19部分則是針對當輪椅(包含手動輪椅、電動輪椅以及電動代步車等)設計使用於移動中車輛上，作為使用者乘坐座椅時，其所需具備的動態安全性能，其動態檢測方法與ISO 10542相似，其中最大的差別是在於ISO 7176-19主要是規範輪椅的車載動態性能，故除了使用實際要受測的輪椅替代上述的SWC外，尚需依照原輪椅說明書所建議的使用者體重範圍，挑選不同重量的測試人偶於測試過程中使用，其使用者體重與測試人偶重量對應關係如下表3所示。測試過程使用符合ISO 10542-2要求的4點式織帶束縛系統固定受測的輪椅與測試人偶，再對整個模擬碰撞平台施以如圖5斜線區域的加速度-時間歷程之受力變化，且加速度積分後而得的速度變化量須為48 km/h ~ 50 km/h。

▼ 表3、使用者體重與測試人偶重量選用表

Occupant weight range, kg (lb)	ATD size <sup>*1</sup>	Approximate mass of ATD, kg (lb)
> 18 to 27 (> 40-60)	6-year-old child	22.5 (50)
> 27 to 43 (> 60-95)	10-year-old child	35.0 (76)
> 43 to 57 (> 95-125)	Small adult female	47.0 (104)
> 57 to 75 (> 125-165)	Small adult female, weighted <sup>*2</sup>	59.0 (130)
> 75 to 136 (> 165-300)	Midsized adult male	76.3 (170)
> 136 (> 300)	Large adult male	102.0 (225)

\*1 : The midsized male ATD must be a Hybrid II or Hybrid III type. The other sizes of ATDs may be Hybrid II, Hybrid III, VIP, P series, or Q series types.  
\*2 : The ATD mass may be increased by attaching weighted material, such as lead sheeting, to the exterior of the ATD.

輪椅經上述動態安全檢測方法之後，其性能須滿足以下條件：

1. 測試人偶須維持在輪椅上，上半身軀幹線傾斜角度不可超過45度，輪椅保持直立狀態。
2. 輪椅上的固定點不可產生明顯的損傷或破壞。
3. 不可以有質量超過100 g以上的輪椅零組件或配件自輪椅主體分離。
4. 會接觸乘客部分的輪椅零組件不可產生銳角。
5. 輪椅受力的主結構不可產生明顯損壞。
6. 輪椅調整機構的鎖定裝置不可損傷或失效。
7. 不使用工具，即可徒手釋放輪椅以及人偶。
8. 輪椅主體以及各零組件的焊點不可損壞或失效。
9. 衝擊測試過程中，人偶的頭部前後方、膝蓋以及輪椅的P點的水平位移量需滿足表4規定：

交通部針對此項安全考量，係調和歐盟的ECE R107規範，訂立國內車輛安全檢測基準第63項—低地板大客車規格規定，其主要是針對提供輪椅乘載服務的低地板大客車進行規範，如低底盤市區公

車，其內容包含了輪椅無障礙上下車、車內輪椅移動空間以及輪椅固定裝置等。隨著政府的努力，輪椅使用者已可透過低底盤公車行遍於都市各個角落，大大拓展了生活範圍。

▼ 表4、測試過程中動態性能要求

Measurement point	Excursion variable	6-year-old child	10-year-old child	Small adult female	Midsized and large adult
Wheelchair point P	$X_{wc}$	< 150	< 175	< 200	< 200
ATD knee centre	$X_{knee}$	< 300	< 325	< 375	< 375
ATD front of head	$X_{headF}$	< 450	< 500	< 550	< 650
ATD back of head	$X_{headR}$	< -350	< -400	< -400	< -450
Knee of WC ratio	$X_{knee} / X_{wc}$	$\geq 1.1$	$\geq 1.1$	$\geq 1.1$	$\geq 1.1$

·  $X_{wc}$  is the horizontal distance relative to the sled platform between the point P target on the wheelchair at time  $t_0$ , to the point P target at the time of peak wheelchair excursion.  
·  $X_{knee}$  is the horizontal distance relative to the sled platform between the ATD knee-joint target at time  $t_0$ , to the knee-joint target at the time of peak knee excursion.  
·  $X_{headF}$  is the horizontal distance relative to the sled platform between the most forward point on the ATD's head above the nose at time  $t_0$ , to the most forward point on the ATD's head at the time of peak head excursion.  
·  $X_{headR}$  is the horizontal distance relative to the sled platform between the most rearward point on the ATD's head at time  $t_0$ , to the most rearward point on the ATD's head at the time of peak head excursion.

然而，目前一般使用者所購買的輪椅，使用範圍大多屬於一般道路使用，其材料強度與結構設計常常缺少可供WTORS牢固固定之處，對於移動中車輛使用時產生很大的安全性疑慮。所以唯有產品經過動態性能驗證後，方能對輪椅安全性有更進一步的確保，同時也可協助輪椅製造廠開發出符合國際規範，且適用於低底盤公車使用的優質輪椅，從而提供輪椅的使用族群更安全、更便利的行動保障。

相關輪椅之檢測與諮詢服務，歡迎逕洽：

動態安全課 施尚融 工程師

TEL : (04)7811222 分機2122

e-mail : earodrogan@artc.org.tw