



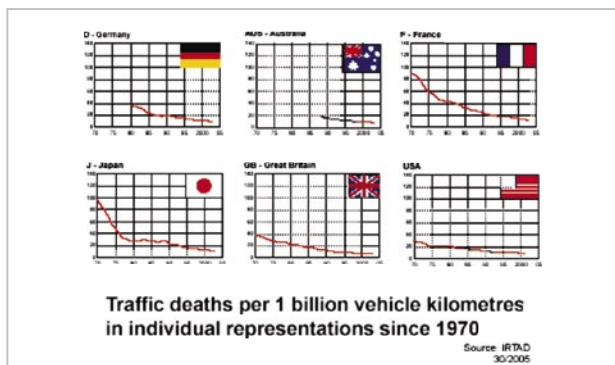
行人碰撞安全法規之研究與探討

財團法人車輛研究測試中心 施尚融

前言

據統計，每年全世界約有120萬人死於道路交通事故，道路交通傷害是第10大死亡原因；事故所造成的經濟損失達5,180億美元，在某些國家其事故造成的經濟損失約佔國民生產總值的1%~2%。有鑑於此，歐美政府基於對車內乘員安全保護，制訂許多相關的車輛安全法規，促使各家車廠提高對車輛安全性能要求，使得行車安全性顯著提高。因此，早期車廠在車輛設計主要著眼點為『車輛內部』的乘員安全，如輔助拘束系統(SRS)、乘員頸部保護系統(WHIPS)、安全帶系統、方向機柱潰縮裝置等各式乘員安全技術，已被廣泛地應用車輛設計上，使得先進國家在車輛數與每年行車里程數不斷增加的情況下(1)，傷亡比率逐年降低，過去30年改善情況如表1所示。

表1. IRTAD國際道路交通和事故數據資料庫的統計資料圖表



然而行人的碰撞保護研究，卻沒有受到同等重視，相較於車內乘員傷亡人數的逐年減少，車外行人傷亡比率，卻逐年增加；由道路完備的先進國家相關統計資料顯示，車內乘員與易受傷害的道路使用者（如行人、摩托車騎士、腳踏車騎士），兩者間的死亡佔比大約是3：1；而混合性交通的國家（如中國等），此傷亡比例可高達1：3；以實際交通事故統計進行分析，行人死亡之佔比，在歐洲約12%，美國為11%，而中國則超過50%。因此行人碰撞安全研究的課題已逐漸受到全球各國的重視。

為了進一步保護行人的用路安全，歐洲和日本政府已於2003年起針對行人碰撞安全保護，要求車廠改進其車輛設計，進而保護易受傷害的道路使用者；中國在2006年7月1日公佈《汽車側面碰撞的乘員保護》和《乘用車後碰撞燃油系統安全要求》兩項強制性國家標準後，亦表示已經開始研究適合中國的行人碰撞規範，預計於2009年後有關行人保護的強制標準也將陸續出爐。

以下內容將針對各國行人碰撞保護的研究發展、法規規範與測試方法加以說明概述。

一、行人碰撞保護研究發展

行人碰撞安全保護的研究，起源於1970~1980年初，歐盟會員國在其『歐洲車輛安全促進委員會 European Enhanced Vehicle-safety Committee (EEVC)』中設立了EEVC WG10的工作小組，專責研擬有關行人碰撞保護的試驗方法，該小組利用屍體與『混合站立假人』（使用Hybrid III假人以及直立骨盆和SID假人組合）進行比對試驗，模擬行人與車體碰撞過程中，行人脊椎骨、頸部的運動模式，進而獲得其傷害指數；但根據1994年EEVC WG10報告指出(2)，以『混合站立假人』進行之試驗結果，其結果變異性過大，無法以『混合站立假人』試驗模式，訂定出標準試驗方法。但整個的研究過程發現，行人易受傷部位，主要分佈於膝蓋、上腿部與頭部等，因此據此提出一系列撞擊模擬器(參考圖1.)之試驗提案，分別為：

- 下腿部模擬器(含膝關節) 衝擊保險桿
- 上腿部模擬器衝擊引擎蓋前緣
- 兒童、成人頭部模擬器衝擊引擎蓋

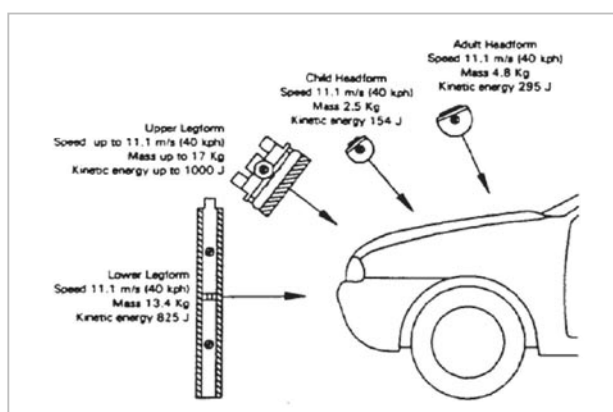


圖1. EEVC WG10小組提出之撞擊模擬器及其測試位置

EEVC WG10小組所提出的撞擊模擬器，其構造與真人之特性差異大而受到質疑，且其試驗方法，限制了車輛之造型，更遭受汽車製造廠普遍批評，認為該提案無法滿足現今車輛設計的需求。這促使歐盟另外成立EEVC WG17的工作小組，重新評估行人碰撞試驗方法、碰撞試驗屍體的原始數據以及撞擊模擬器與真實人體之相似特性，並參照新車外型之設計趨勢，重新調和EEVC WG10工作小組所做之提案，於1998年提出新的行人碰撞保護測試建議案(3)。此提案保留了EEVC WG10的基本試驗方法，並新增SUV和4×4車輛的上腿部與保險桿試驗，主要是針對保險桿較高的車輛，以上腿部代替下腿部模擬器進行保險桿衝擊測試。圖2.為不同車輛外型其行人撞擊模擬器測試位置的示意圖。

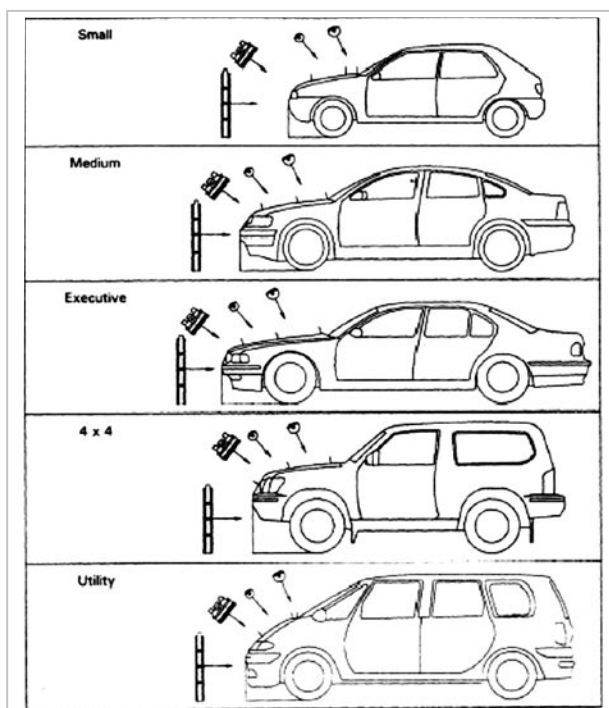


圖2. EEVC WG17針對不同車型與衝擊測試位置的示意圖

由車輛與行人碰撞過程(圖3-a.)與的電腦數值模擬影像(圖3-b.)顯示，當車輛與行人發生碰撞事件時，最先接觸的部位是下腿部、膝蓋與車輛保險桿的碰撞傷害，接著頭部會撞擊引擎蓋與前擋風玻璃等。EEVC WG17工作小組針對不同的碰撞過程，提出不同撞擊模擬器與其試驗方法，以下將概略說明：

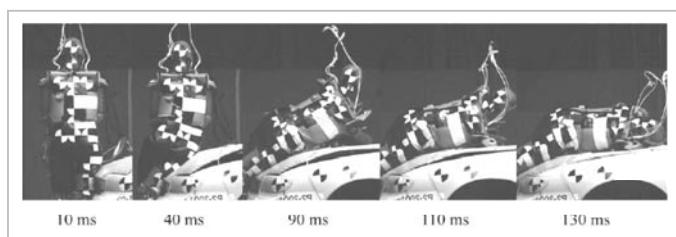


圖3-a. 實際車輛與行人碰撞過程

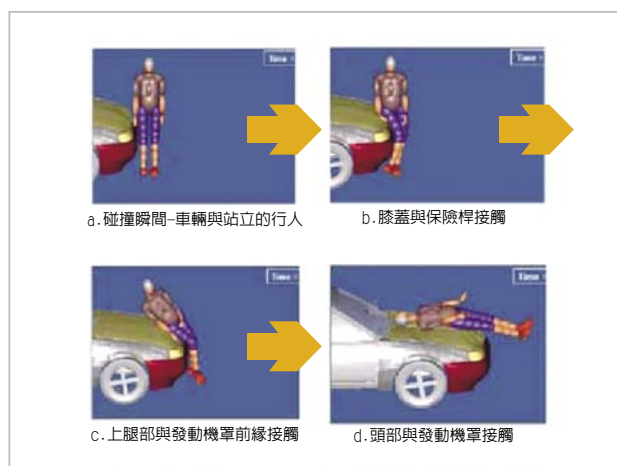


圖3-b. 電腦模擬車輛與行人碰撞過程

(一) 下腿部模擬器

行人與車輛碰撞事故中，人體常見之下腿部傷害多為膝蓋韌帶撕裂、損傷，或膝蓋本身發生骨折，造成長期或永久性傷殘，因此EEVC WG17工

作小組提出的下腿部模擬器，主要就針對常見的傷害模式進行評估，圖4.為根據下腿部常見三種傷害類型而所做的物理量測。



圖4. 下腿部常見三種傷害類型之物理量測

此下腿部撞擊模擬器，主要由鋼製大腿骨和鋁製小腿骨組成，兩者間在由塑性可變形鋼製膝蓋韌帶相連接。在大、小腿骨與膝蓋韌帶的部分，各自連接著剪切位移計，分別記錄大、小腿骨與膝蓋間之剪切位移量。腿骨外部則包覆一層25 毫米厚的 Confor™ 泡沫材料，模擬腿部的肌肉特性，其最外層再包覆一層橡膠，用於模擬皮膚特性，其中 Confor™ 泡沫材料和韌帶等材料，需於每次試驗前更換新品。下腿部模擬器構造如圖5.所示：

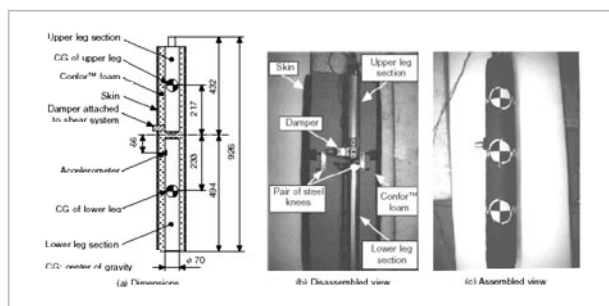


圖5. (a) EEVC WG17下腿部撞擊模擬器的構造圖
(b) TRL公司製造的下腿部撞擊模擬器內部構造
(c) TRL公司製造的下腿部撞擊模擬器外觀

(二) 上腿部模擬器

行人碰撞發生時，上腿部骨折也是常見的傷害現象。發生上腿部骨折，其主要原因是骨骼承受外部的剪切力，也就是於大腿骨處有一外部的彎曲力矩，上腿部撞擊模擬器就是設計來評估這類傷害。圖6.為上腿部撞擊模擬器所做的物理量測。

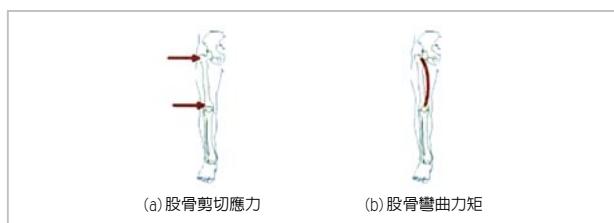


圖6. 上腿部撞擊模擬器所量測的物理量

此上腿部撞擊模擬器的構造，主要由直徑50毫米鋼管，頂部和底部兩端裝置壓力感測元件連接構成撞擊模擬器主體。並在鋼管後面裝有三個應變規記錄彎曲力矩。鋼管的外部包覆50毫米厚的Confor(tm)泡沫材料層來模擬大腿肌肉，最外層再由薄薄的橡膠表層模擬皮膚。上腿部撞擊模擬器構造如圖7.所示：

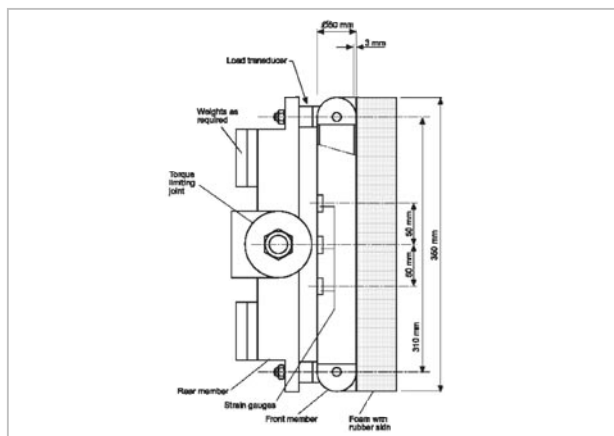


圖7.：EEVC WG17上腿部撞擊模擬器的構造圖

(三) 頭部模擬器

行人交通事故中，致命傷害主因為頭骨骨折或大腦遭受大力撞擊所致。EEVC WG17因此針對不同年紀的人體體型，設計了不同規格的撞擊模擬器與試驗規範，主要有三種不同重量的頭部撞擊模擬器。

- 2.5公斤重的兒童頭部撞擊模擬器
- 3.5公斤重的兒童/矮小成人頭部撞擊模擬器
- 4.8公斤重的成人頭部撞擊模擬器

這三類的頭部撞擊模擬器之間構造相類似，都是由鋁質頭骨組成，其重心裝置著三軸向加速規，並覆蓋著乙烯塑膠表層模擬皮膚特性，如圖8.所示。

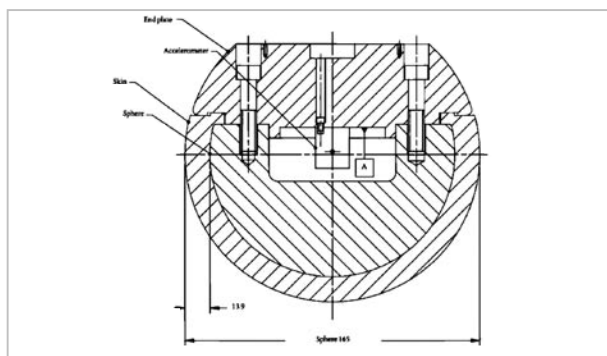


圖8. EEVC WG17 頭部模型撞擊模擬器的構造圖

二、行人碰撞相關規範與測試方法

各國對於保護『車輛外部』行人安全的研究不遺餘力，早期歐洲汽車製造商在關注行人碰撞安全議題時，曾考慮到一些車輛設計改進，雖不如EEVC WG17的提案詳盡，但車廠的提早對應，可



以先一步拯救生命，增加用路者的安全性，歐洲汽車製造商提議歐洲汽車製造商協會（ACEA）、日本汽車製造商協會（JAMA）和韓國汽車製造商協會（KAMA）的所有成員共同簽署約定，分兩個階段提高行人保護標準，這就是2001年歐洲汽車製造商對於行人碰撞安全性的自我行動方案，其重點在於可作為法規實施的備選方案及其提早實施之時程。

在歐洲車輛製造商自我行動方案實施不久，歐洲聯盟（EU）的權力機關－歐洲議會（EC），為大幅度降低行人的死傷人數，決定要對行人的碰撞安全，制定專門的技術指令，因此歐洲議會於2003年11月17日制定並發布『指令2003/102/EC－與機動車輛發生碰撞前和發生碰撞時對行人和其他易受傷害的道路使用者的保護』，正式立法保護行人碰撞安全。

在歐洲除了法規提案外，歐洲的新車評估計畫（EuroNCAP），也制訂了一套行人保護規範，參見 www.euroncap.com 網站，有別於乘員安全保護評級的星級公佈於眾。

除了歐洲以外，日本國土運輸省（MLIT）於2004年亦頒布了『步行者頭部保護基準』，規定新車要具備行人保護裝置設計；澳大利亞對此議題也極為關注，並將其納入了新車評估計畫（ANCAP）之中；ISO國際標準組織也在制訂行人保護的標準，環顧各國規範，其中以歐洲法規提案，較為詳盡。

以下將介紹各國行人碰撞保護規範與測試方法

概述，主要有歐洲議會（EC）所提出的 2003/102/EC 行人碰撞安全技術指令，歐洲新車評估計畫 European New Car Assessment Programmer (EuroNCAP) 的行人碰撞安全保護測試，以及日本的行人頭部保護性能試驗。其中以歐洲的 2003/102/EC 技術指令與 EuroNCAP 的測試方法相類似，包含頭部衝擊試驗、下腿部衝擊試驗與上腿部衝擊試驗，將一併討論比較。而日本的測試方法只針對行人頭部防護性能進行測試與規範，將獨立介紹此規範。

（一）歐洲2003/102/EC技術指令與EuroNCAP行人碰撞安全保護測試方法

歐洲2003/102/EC技術指令規定，所有車重不超過2.5噸的M1類車輛以及由M1類車輛衍生出的N1類車輛，都需符合此規範；此技術指令分兩個階段執行，2005年10月1日開始實施第一階段的技術指令，規範所有的新車型均需滿足2003/102/EC技術指令，而第二階段將於2010年9月1日實行，規範所有新生產的車輛，都需符合技術指令。相較於官方的2003/102/EC技術指令，創始於1997年的EuroNCAP撞擊測試，則是以消費者角度，針對汽車之安全性進行評鑑的非官方組織，並將其所獲得的車輛評鑑公布於網頁上，供大眾做為購車參考，EuroNCAP除了車內乘員保護性能的評鑑項目外，亦於2002年1月增設的對行人保護的測試，促使汽車生產商在設計上，多地照顧到行人的安全問題。

關於歐洲2003/102/EC技術指令與EuroNCAP測試規範，均採用由歐盟EEVC WG17工作小組提出的測試方法，於此一併介紹比較，兩者皆規定車輛可進行下列測試

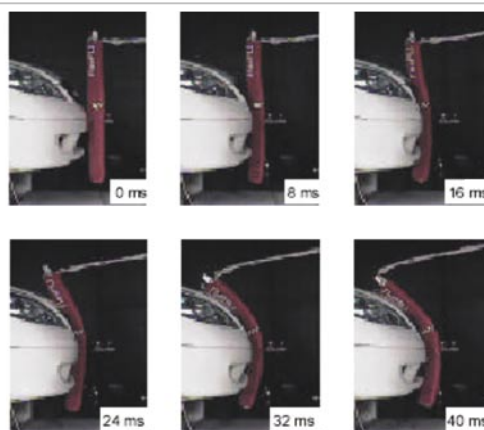
- (1) 下腿部與車輛保險桿的衝擊測試：
- (2) 上腿部與保險桿的衝擊測試(選擇性測試，適用於SUV等高底盤車輛)
- (3) 上腿部與車輛引擎蓋前端邊緣的衝擊測試
- (4) 兒童頭部與車輛引擎蓋的衝擊測試
- (5) 成人頭部與車輛引擎蓋和擋風玻璃的衝擊測試

受測車根據不同的零部件，如保險桿裝置、引擎蓋前端邊緣與前擋風玻璃等，將會有不同的測試方法，統整如下：

1. 保險桿裝置

在2003/102/EC技術指令第一階段、第二階段和EuroNCAP中，採用下腿部撞擊模擬器或選擇性改用上腿部撞擊模擬器，以40公里/小時的速度水平射向車輛前端保險桿裝置(如圖9.)，量測撞擊模擬器所記錄的各項物理量測，類比轉換成人體的傷害指數。2003/102/EC技術指令在不同階段有不同的傷害指數極限規範，例如下腿部加速度極限值，第一階段不可超過200g，到第二階段則更嚴苛的要求在150g以下，而EuroNCAP則是將傷害指數大小換算成星等給分，小於150g則給予2分綠色標誌，大

於200g則給予0分紅色標誌，150g至200g之間則按比例換算成0.01到1.99的分數並給予黃色標誌，分類表示此項目的在行人保護性能上的效果。



(a) 下腿部模擬器與保險桿衝擊測試



(b) 上腿部模擬器與保險桿衝擊測試

圖9. 保險桿衝擊測試

2. 引擎蓋前端邊緣 (bonnet leading edge)

在2003/102/EC技術指令第一階段、第二階段和EuroNCAP中，上腿部撞擊模擬器同樣以40公里/小時的速度撞擊引擎蓋前端邊緣三次(圖10.)，一次在中間的1/3區域，另外兩次分別在兩側的1/3區域；然而，此項撞擊測試，在



第一階段屬於選擇性測試，測試結果僅供研究單位進行資料蒐集的研究用途，到了第二階段後，測試結果要求需符合傷害指數極限值，上腿部受力負荷要小於5.0 kN，彎曲力矩要小於300 Nm。

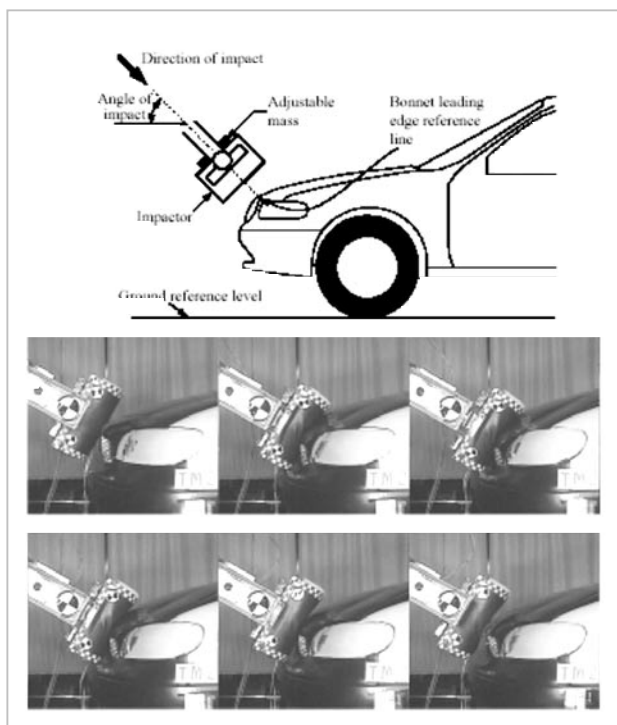


圖10. 上腿部模擬器與引擎蓋前緣衝擊測試

3. 引擎蓋和前擋風玻璃

在2003/102/EC技術指令第一階段要求以3.5公斤兒童/矮小成人頭部撞擊模擬器，以35公里/小時的速度作用於引擎蓋表面，並對引擎蓋不同區域規範不同的頭部傷害指數(HPC)。在引擎蓋前1/3區域 HPC需小於1000，後2/3區域 HPC 需小於2000；另外，再使用4.8公斤成

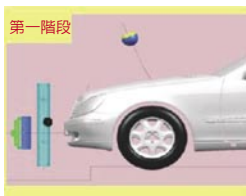
人頭部撞擊模擬器，以35公里/小時的碰撞速度，作用於車輛前方擋風玻璃區域，所獲得的頭部傷害指數，則僅做參考研究使用。

在2003/102/EC技術指令第二階段和EuroNCAP的衝擊測試，改採2.5公斤兒童頭部撞擊模擬器作用於引擎蓋前緣區域，以及採用4.8公斤成人頭部撞擊模擬器，用於引擎蓋後緣區域，取代第一階段的3.5公斤頭部撞擊模擬器；衝擊測試的速度則提高至40公里/小時，且第二階段的頭部傷害指數極限值將更加嚴苛，全區域 HPC皆需要小於1000。而EuroNCAP對於測試結果，則參考2003/102/EC技術指令第二階段的傷害指數，利用比例圖來決定給分與標誌，HPC小於1000給予2分綠色標誌，HPC介於1000到1350之間，則比例換算成0.01到1.99的分數與黃色標誌，HPC高於1350則給予0分與紅色標誌。

(二) 歐洲行人碰撞保護測試規範

行人碰撞保護試驗結果，針對不同的法規實施階段則有不同的要求。其間主要差別在於傷害指數極限值與測試條件要求不同，例如歐洲法規2003/102/EC技術指令第二階段的極限值規範就比第一階段還要嚴苛，表2. 綜合整理歐洲2003/102/EC技術指令各階段間的測試要求。

表2. 歐洲2003/102/EC技術指令各階段間測試要求整理比較表

2003/102/EC技術指令	
第一階段 (2005年10月1日起)	第二階段 (2009年9月1日起)
 第一階段 頭部與車輛引擎蓋： 3.5公斤兒童/矮小成人頭部撞擊模擬器 撞擊速度：35公里/小時 傷害指數限值：前1/3區域 HPC < 1000 後2/3區域 HPC < 2000 下腿部與車輛保險桿： 撞擊速度：40公里/小時 傷害指數限值：小腿骨加速度 < 200 g 彎曲角度 < 21° 剪切位移 < 6 mm 上腿部與車輛保險桿 (選擇性)： 撞擊速度：40公里/小時 傷害指數限值：受力負荷 < 7.5 kN 彎曲力矩 < 510 Nm	 第二階段 頭部與車輛引擎蓋： 2.5公斤兒童與4.8公斤成人頭部撞擊模擬器 撞擊速度：40公里/小時 傷害指數限值：全區域 HPC < 1000 下腿部與車輛保險桿： 撞擊速度：40公里/小時 傷害指數限值：小腿骨加速度 < 150 g 彎曲角度 < 15° 剪切位移 < 6 mm 上腿部與車輛保險桿和引擎蓋前緣： 撞擊速度：40公里/小時 傷害指數限值：受力負荷 < 5.0 kN 彎曲力矩 < 300 Nm

(三) EuroNCAP星等評分

EuroNCAP將各傷害指數利用比例圖進行分數換算，使各個製造商能夠確定其得分目標，並給予星等指標。目前，EuroNCAP在評估行人保護時，總共執行了18次的衝擊測試，包含6次兒童頭部撞擊模擬器衝擊測試、6次成人撞擊模擬器衝擊測試、3次上腿部撞擊模擬器衝擊測試與3次下腿部（或選擇性上腿部）撞擊模擬器衝擊測試。

每次試驗的傷害指數應用比例關係，轉換成0至2分之分數，表3.為EuroNCAP星等評分表整理，例如，當頭部撞擊模擬器獲得的HPC值為1350或更

高時，得分為0分；HPC為1000或更低時，得分為2分。介於這兩個限值之間的得分參照線性比例圖（如圖11.所示）。每次試驗最高可以獲得2分，18次測試後的總分最高為36分，各自對應到0顆至4顆星等如圖12.所示。

表3.：EuroNCAP行人保護星等評分表與表示法

EuroNCAP 星等評分				
顏色	得分	頭部與引擎蓋	上腿部與車輛引擎蓋前緣	下腿部與保險桿
紅	0分	HPC > 1350	受力負荷 > 6.0 kN 彎曲力矩 > 380 Nm	小腿骨加速度 > 200 g 彎曲角度 > 20° 剪切位移 > 8 mm
黃	0.01-1.99分	1000<HPC<1350	5.0kN < 受力負荷 < 6.0 kN 300 Nm < 彎曲力矩 < 380 Nm	150g < 小腿骨加速度 < 200g 15° < 彎曲角度 < 20° 6mm < 剪切位移 < 8mm
綠	2分	HPC < 1000	受力負荷 < 5.0 kN 彎曲力矩 < 300 Nm	小腿骨加速度 < 150 g 彎曲角度 < 15° 剪切位移 < 6 mm

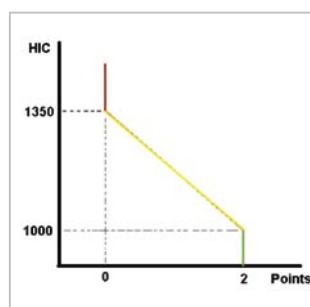
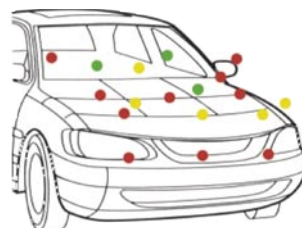


圖11. HPC傷害指數得分換算比例圖

28-36 points = ★★★★★
19-27 points = ★★★
10-18 points = ★★
1-9 points = ★
0 points = ■

圖12. 總分與行人保護星等關係

(四) 日本行人頭部保護性能試驗

日本國土運輸省（MLIT）2005年9月起實施行人頭部與引擎蓋碰撞保護法規，其基本原理與歐洲頭部撞擊模擬器的測試方法類似，皆是射出半球形的頭部模型撞擊車體，然而其撞擊模擬器重量、碰撞區域、碰撞速度與角度和模擬器構造，仍有些許差異說明如下：

1. 頭部模擬器重量

基本差別在於日本法規中，採用3.5公斤兒童頭部和4.5公斤成人頭部撞擊模擬器（圖13.）撞擊引擎蓋測試；相較於2003/102/EC技術指令第一階段提案只使用3.5公斤頭部應用於引擎蓋碰撞，而在2003/102/EC技術指令第二階段和EuroNCAP中則使用2.5公斤兒童頭部和4.8公斤成人頭部應用於整個引擎蓋碰撞。



圖13. 日本 4.5公斤成人頭部撞擊模擬器

2. 碰撞區域比較

碰撞區域的位置和大小也有差異。參考圖14.、圖15.與表4.，引擎蓋上以一定的長度，從地面到保險桿並沿著引擎蓋表面的形狀標出的碰撞區域邊線，稱為環繞距離（WAD），藉此定義出不同的碰撞區域，其比較如下表3。

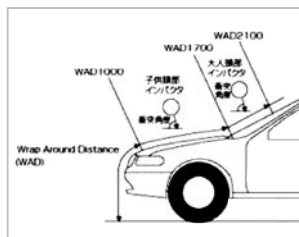


圖14. 日本法規的碰撞區域分隔

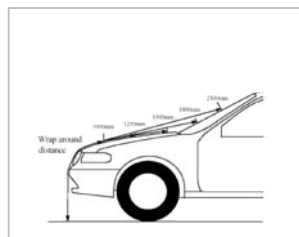


圖15. 歐洲法規的碰撞區域分隔

表4. 歐、日法規頭部模擬器碰撞區域的差異

法規	成人區域的上緣	兒童區域的上緣/ 成人區域的下緣	兒童區域的下緣
歐洲第一階段	—	2100mm 或引擎蓋最上緣	1000 mm
歐洲第二階段	2100mm 或引擎蓋最上緣	1500 mm	1000 mm
EuroNCAP	2100 mm	1500 mm	1000 mm
日本法規	2100 mm	1700 mm	1000 mm

3. 碰撞角度與速度

日本法規以引擎蓋前緣高度將車子分為轎車、SUV車、單廂式車三類，如表5.所示。根據不同的車型，則有不一樣的測試條件，其整理如表5.所示。與歐洲的法規相比，日本的頭部模擬器撞擊速度皆為35公里/小時，但在歐洲法規則是第一階段同樣皆為35公里/小時，但第二階段則是提升到40公里/小時。歐洲法規的撞擊角度為50度，小於日本法規所規定的撞擊角度，表6.為日本法規測試衝擊條件。

表5. 日本法規車輛類型分類

	車型	定義
第一類	轎車	引擎蓋前緣高度 < 835毫米的車輛
第二類	SUV車	引擎蓋前緣高度 ≥ 835毫米的車輛
第三類	單廂式車	引擎蓋角度 ≥ 30°的車輛

表6. 日本法規測試衝擊條件

		區域 I	區域 II	區域 III
撞擊模擬器		165 mm、4.5 kg	165mm、3.5kg	165mm、3.5kg
WAD		1700-2100 mm	1350-1700 mm	1000-1350 mm
衝擊速度		35 kph	35 kph	35 kph
引擎蓋 衝擊角度	轎車	65°	65°	65°
	SUV車	90°	60°	60°
	單廂式車	50°	25°	25°
前擋風玻璃衝擊角度		50°		

4. 頭部傷害指數極限值規範

HPC值計算方法與歐洲方法相同，傷害指數極限值規範則與歐洲法規第一階段相同，引擎蓋的前三分之一區域HPC需小於1000，另外後三分之二區域HPC需小於2000。

(五) 日本與歐洲測試方法之差異

日本頭部撞擊模擬器構造與歐洲撞擊模擬器不同，且碰撞速度不同，經由計算比較兩法規的撞擊模擬器的重量與速度，歐洲、日本之4.5公斤成人頭部撞擊模擬器在碰撞時產生178焦耳的能量，而日本兒童頭部撞擊模擬器在碰撞時產生138焦耳的能量，但在歐洲第一階段要求中3.5公斤兒童/矮小成人頭部撞擊模擬器產生165焦耳的能量，兩者相較減少了27焦耳。而在碰撞的角度設定上，歐洲法規皆以50° 角度撞擊車體，大部分屬於滑動碰撞，但日

本法規有些條件是以大於50° 碰撞車體，這將導致與引擎蓋產生更加直接的碰撞，而不是滑動碰撞，因此測試條件比歐洲法規更加嚴苛。

三、車輛行人防護系統之演進

目前，歐洲的一些機構，以主動安全設計來提高行人保護，從而使車輛設計不會產生根本變化。例如加裝引擎蓋和保險桿中的空氣囊，或者提高引擎蓋高度，從而增加頭部撞擊模擬器之能量緩衝空間；行人防護系統之改進可分為：

(一) 引擎蓋機械系統

引擎蓋機械系統，如圖17.所示，能夠在汽車發生碰撞時迅速鼓起，使得撞擊而來的人體不是硬碰硬，而是碰撞在柔性與圓滑的表面上，減少了行人受傷的可能。據研究顯示，如果引擎、電池和其它部件有寬裕的空間，或引擎蓋在碰撞過程中能開啓，這時對行人造成的傷害就會明顯減少；如果引擎蓋的前端可再向後移動，那麼撞擊造成的損傷可以大大地降低。



圖17. 引擎蓋機械系統



(二) 保險桿材料改良

在碰撞中，主要接觸區前保險桿也可進行改良，可採用高密度泡沫材料和新結構設計，用於控制對腿部的衝擊過程，減小撞擊力量，從而有效地保障行人的膝、腿免受嚴重傷害。

(三) 行人空氣囊系統

行人空氣囊的設計，更進一步避免人體直接撞擊汽車的引擎蓋與前擋風玻璃，避免在猛烈碰撞下，行人受到更大的傷害。氣囊的安裝設計位置有兩處，一是引擎蓋前緣氣囊，一是前圍空氣囊，兩者的配合使用可減少行人傷亡事故。

引擎蓋前緣氣囊由保險桿上方緊靠引擎蓋處展開。於車體感測到碰撞時，由一個碰撞預警感測器觸發，在50至75微秒內完成充氣，保持充氣狀態時間可達數秒鐘；氣囊的折疊模式和斷面設計保證了氣囊展開時，能與汽車前端的輪廓相合，以確保兒童頭部和成人腿部的安全。

前圍空氣囊系統，如圖18所示，主要作用則是提供行人二次碰撞的保護，防止行人被甩到引擎蓋上方後部與前擋風玻璃間；該系統包括兩個氣囊，各由汽車中心線向兩側的A柱延伸。氣囊由碰撞預警感測器探測到行人與保險桿發生初始碰撞後觸發，在行人翻到引擎蓋上方滾向前擋風玻璃這段時間內，氣囊將完成充氣，整個氣囊沿前擋風玻璃底部，完全覆蓋左右A柱之間的汽車寬度，不僅能蓋住前擋風玻璃底部，還可蓋住雨刷與引擎蓋支座等致命點。



圖18. 前圍空氣囊系統

四、結論

最近30年內，歐洲等國在行人事故和傷害原因方面研究建立了豐富資料，促進了上述法規、技術指令和 EuroNCAP在行人碰撞保護的發展。這使得歐盟國家在降低道路交通事故獲得重大的成效，並也促使車輛製造廠，將車輛安全的焦點由車內乘員轉向車外行人的保護，提高車輛設計在行人保護系統的研究。舉例來說，根據EuroNCAP 最近5年的統計資料已經證實，乘客安全保護方面，目前大部分車輛平均獲得了4星等，1998年則2或3星等；而在行人保護星等方面，亦有新車已經達到4星等之最高評價。

過去各國的行人保護系統研究，主要是偏重在車輛被動安全設計。如引擎蓋機械系統、行人空氣囊與保險桿材料之改良等被動安全設計，仍然基於行人碰撞時減緩傷害，而不是避免碰撞。而未來的行人安全系統設計，將更進一步到主動式的行人安

全防護的研究，目前已經有車廠著手於先進智慧型車輛之研究，在事故發生以前就及時通知駕駛注意行車狀況，避免車禍的發生，將事故的損傷降到最小程度。

我國政府近幾年來致力於推動國內車廠注重車內乘員保護設計，並訂定了相關的乘員保護法規，反觀行人碰撞保護的研究能屬一片空白，而台灣亦屬於混合性交通，弱勢的道路使用者安全也該受到重視。消費者在選擇車輛除了考量乘員安全與舒適性外，亦應考慮車輛對於行人安全保護之設計，降低交通事故的意外死亡，多一分的用心，共同為用路人帶來安全的保障。

五、參考文獻：

- (1) IRTAD 國際道路交通和事故數據資料庫的統計資料圖表 <http://www.bast.de/htdocs/fachthemen/irtad>
- (2) EUROPEAN EXPERIMENTAL VEHICLES COMMITTEE: WORKING GROUP 10 ON PEDESTRIAN PROTECTION (1994). Proposals for methods to evaluate pedestrian protection for passenger cars: Final Report. EEVC, November 1994.
- (3) EEVC Working Group 17 Report - Improved Test Methods To Evaluate Pedestrian Protection Afforded By Passenger Cars (December 1998 with September 2002 updates)