行政院國家科學委員會專題研究計畫　成果報告

機車碰撞之現場重建及騎士頭臉部傷害之研究(2/2)

計畫類別：個別型計畫
計畫編號：NSC93-2213-E-041-005-
執行期間：93 年 08 月 01 日至 94 年 07 月 31 日
執行單位：嘉南藥理科技大學嬰幼兒保育系

計畫主持人：張立東
共同主持人：蔡明哲
計畫參與人員：李國彰，洪銚亨，黃才炯，張冠諒

報告類型：完整報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中　華　民　國 94 年 10 月 30 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 ■ 成 果 報 告 □期中進度報告

機車碰撞之現場重建及騎士頭臉部傷害之研究

The Study of Motorcycle Collision Reconstruction and Craniofacial Injuries in Riders

計畫類別：■ 個別型計畫　　□ 整合型計畫
計畫編號：NSC 93－2218－E－041－005－
執行期間：　93 年　8 月　1 日 至　94 年　7 月　31 日

計畫主持人：張立東
共同主持人：蔡明哲
計畫參與人員： 李國彰、洪銚亨、黃才炯、張冠諒

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：□精簡報告　■完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：
□赴國外出差或研習心得報告一份
□赴大陸地區出差或研習心得報告一份
□出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
□國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢
□涉及專利或其他智慧財產權，□一年□二年後可公開查詢

執行單位：嘉南藥理科技大學 嬰幼兒保育系

中　華　民　國　94　年　10　月　30　日

機車碰撞之現場重建及騎士頭臉部傷害之研究

The Study of Motorcycle Collision Reconstruction and Craniofacial Injuries in Riders

計畫編號：NSC 93-2218-E-041-005
執行期限：93 年 8 月 1 日至 94 年 7 月 31 日
主　持　人：張立東　　私立嘉南藥理科技大學嬰幼兒保育系
共同主持人：蔡明哲　　國立成功大學附設醫院急診部
計畫參與人員：張冠諒、李國彰　　國立成功大學醫學工程所
黃才炯、洪銚亨　　國立成功大學機械工程學系

一、中文摘要

機車長久以來是我國數量最多的機動車輛，也是國人通勤及生活上所依賴之主要交通工具。然而，交通事故傷亡者中半數為機車騎士及其乘載人員。因此，機車騎士及其乘載人員之安全是我國一項特殊而極為重要之課題。本研究結合臨床人員傷害病例與機車意外事故現場調查，探討機車事故模式、機車安全帽及機車相關之安全設計。結果顯示：機車意外事故中，高達 66%之碰撞來自於機車前方 90^0 之範圍，碰撞發生於前輪與把手部位者高達 53%。機車事故模式大致可分為傾覆、甩尾後傾覆及翻覆等三類；機車遭他車撞擊區域I時以甩尾後傾覆及前行後傾覆為主、區域III時以立即傾覆與前行後傾覆為主，機車以區域I撞擊他車時以甩尾後傾覆及立即傾覆為主、區域II時以前行後傾覆為主。騎士傷害類型以擦傷高達 40%為最多，四肢為主要部位；另外，四肢骨折高達 11%，並以雙腳為大宗，因此如何避免騎士雙腳遭受撞擊是機車安全設計之重點項目。事故過程中騎士若自機車拋出，則發生中、重度外傷的比例顯著高於未與機車分離者。另一方面，騎士佩戴輕便式與半罩式機車安全帽的比例高達 76%，然而佩戴輕便式與半罩式安全帽發生頭部傷害的比例達 22%與 14%，而發生臉部傷害者兩者均為 14%；另外，事故過程中此兩型安全帽合計有 8%發生脫落現象，此結果顯示此兩型式之安全帽的防護範圍及吸收衝擊能力似乎不足，頤帶裝置似有改良之必要。另一方面，運動頭盔之吸收衝擊能力、防護面積及頤帶裝置均未能提供騎士適當之防護，本研究建議政府有關單位應禁止機車騎士及乘載人員佩戴運動頭盔。

關鍵詞：機車安全、頭臉部傷害、安全帽標準

二、緣由與目的

機車長久以來一直是我國數量最多的機動車輛，以民國 91 年交通部之統計資料顯示[1]，機車總數已接近一千二萬輛，平均 2 人即擁有一輛，每戶持有 1.7 輛。由此可知，機車在台灣是一種極為普遍之交通工具，與國人之日常生活關係極為密切。然而，機車為兩輪之機構設計，操作時受到駕駛人重心及路面狀況影響甚鉅，行駛之穩定性差，加上缺乏包覆乘員之車體結構，安全性遠不如汽車。一旦發生人車傾覆之意外事故時，騎士及其乘載人員摔落路面、或是撞擊其他車輛，造成乘員嚴重的身體傷害，甚至死亡；無怪乎騎士因機車交通事故而死亡之人數佔總交通事故之 49%，受傷者佔 28% [1]。因此，機車騎士及乘載人員之安全是我國一項特殊而極為重要之課題。

根據交通部統計處調查指出[2]：國人使用機車主要用途為上下班、上下學等通勤旅次合計占 55.7%，其它主要用途如接送小孩、休閒娛樂、購物及業務使用等亦超過 40%，顯示除集中性尖峰時段通勤外，常做為其他生活上之用途。以機車的型式而言，絕大部分為併腿式之速克達(scooter)，少部分是跨坐式之機車，且引擎容量幾乎在 150cc 以下，截然不同於歐美國家絕大部份是 250cc 以上之跨坐式機車，以休閒娛樂為主要用途。此外，機車除了騎士駕駛外，也常是搭載人員之交通車，而搭載方式有跨坐或側坐於騎士背後，有站立或蹲坐於方向把手與騎士之間的踏板，更常有三人以上共乘一輛機車之情形，舉凡上述種種，我國使用機車的種類與方式迴異於歐美國家。雖然國外有諸多機車意外事故模式分析[3-5]，然而這些研究無法探討當前國人乘坐機車方式之概況、機車意

外事故之模式及人員傷害的種類與嚴重程度等等問題。因此，本研究結合臨床傷害病例、機車意外事故現場調查方式分析上述問題，期能做為國人騎乘機車及機車相關之安全設計的參考。

三、研究方法

本研究與台南市消防局合作，研究人員於台南市消防局專責救護隊待命，當消防局勤務指揮中心指示有機車意外事故需前往救護時，專責救護隊救護員與本研究人員於一分鐘內出動救護車，並在第一時間（一般為五分鐘內）抵達交通意外事故現場。救護員對傷患施予緊急必要救護處理後，隨即將傷患送至專責之醫院就診，而本研究人員則將繼續留置現場進行調查工作，待調查工作完成後自行返回隊部。調查人員係兩人為一組，一人紀錄人員之外傷情形，探詢事故當事人或目擊證人之車禍經過及當事人基本資料，隨之繪製事故現場人、車、物之配置圖，研判人、車、物之撞擊前、後之方位，並以粉筆於路面上標繪出各關係人、車、物的方位，重建事故現場資料；另一人則以數位相機記錄人、車及現場資料，並登錄事故發生過程、車輛碰撞部位及損傷資料、以及安全帽撞擊部位與損傷情形。完成現場調查後即前往專責醫院，詳細記錄騎士及乘載人員之傷害資料。

吾人將機車事故原因分成兩大類，第一類為機車因路面提供摩擦力不足或路面顛簸而造成滑倒，在這一類中機車先失控後才發生人、車的碰撞；第二類為機車與其他車輛發生碰撞，之後人、車傾倒造成二次碰撞。在第二類事故中根據發生碰撞時兩車中心線所夾的角度分成對撞、角撞、側撞、追撞等四種，前三種撞擊的角度範圍均為 90^0(圖一)；其中對撞是指來自 180^0 角、左右各 45^0 範圍的碰撞，角撞是指來自 90^0、左右各 45^0 範圍的碰撞，側撞是指來自 0^0 角、左右各 45^0 範圍的碰撞，追撞是指撞擊點在車輛的前端或後端，兩車的夾角接近於 0^0。機車撞擊位置分成 4 個區域，區域I為機車把手及前輪、區域II為前斜板、區域III為中間之腳踏板、區域IV為腳踏板後方之區域（圖二）。

人體某一部位之外傷程度以簡易外傷分數 (Abbreviated Injury Scale, AIS [6]) 描述，該項指標將身體分成六個解剖區域：頭頸、顏面、胸部、腹部、肢體、外觀組織等六項，AIS 值由 1 6 區分成六等嚴重程度。另外，人員整體之外傷嚴重性則以外傷嚴重度分數 (Injury Severity Scale, ISS [7])表示，計算方法係取三個解剖區域最高之 AIS 值的平方和；一般認為 ISS<9 為輕度外傷、ISS=9~15 為中度外傷、ISS≧16 為嚴重外傷、死亡者 ISS=75。

四、結果與討論

目前收集 61 例有效之機車事故中，機車個數為 70 輛，其中併腿式速克達 67 輛(96%)、跨坐式機車 3 輛(4%)，腳踏車 2 輛；騎士及附載人員共 81 人。

事故原因

七十輛機車中自摔者 6 輛(9%)，與他車互撞者 64 輛(81%)；互撞案例中機車主動撞擊汽車者佔 23 輛(33%)，被汽車撞擊者 21 輛(30%)，機車與機車互撞者 19 輛(26%)，機車與腳踏車互撞者 2 輛(3%)（表一）。

事故類型

機車主動撞擊汽車的案例中，13 例係撞擊小轎車、7 例撞擊小貨車，而撞擊、大客車、貨櫃車及水泥車者各 1 例（表二）。汽車撞擊機車之案例中，17 例係遭小轎車撞擊、2 例小貨車、2 例大貨車。整體而言，機車與小轎車碰撞之案件最多(30 件；68%)，其次依序是是小貨車(9 件；20%)、大貨車(3 件；7%)、大客車與水泥車(各 1 件；2%)。

機車碰撞方向

機車碰撞案件中以來自正前方之 18 例(28%)為最多，其次是正前方之左右兩側 45^0 的方向、各為 14(22%)與 9(14%)例，機車左右 90^0 方向各有 5(8%)與 6(9%)例，來自機車左後方 0 45^0 者 4 例(6%)，追撞機車者有 3 例(5%)，而來自左側 90 135^0 及右側 45 90^0 者各有 2(3%)及 1(2%)例（圖三）。整體而言，比例最多者為來自機車前方 90^0 範圍之對撞，比例高達 66%，此結果顯示行駛機車時危險大部分來騎士的前方。來自機車左側之角撞與側撞的比例(17%)稍大於右側者(11%)；此結果可能國內「靠右行駛」之交通規則有關，同時也顯示：靠外側車道之路肩行進之機車容易遭受來自左側同向之車輛的撞擊。

機車碰撞區域

機車遭受其他車輛撞擊時以區域III的比例最高，達 47%(15 例)，其次分別為為區域I 41%(13 例)、區域II與IV同為 6%(2 例)(表三)。

機車撞擊他車之案例中以區域I的比例最高，達 66%(21 例)，其次分別為區域II 22%(7 例)、區域III 13%(4 例)，區域IV則無案例。整體而言，半數以上之機車碰撞(53%)發生於前輪與把手部位（區域I）。

機車失控模式

歸納本研究之機車意外事故案例，機車失控後模式可分為五類：

1. 恢復平衡：機車失控後騎士仍可藉由轉動手把或調整坐姿，恢復平衡之情況。
2. 立即傾覆：機車失控後立即出現傾覆，無法繼續前行（圖四）。
3. 前行後傾覆：機車失控後仍可前行一小段距離、之後傾覆。
4. 甩尾後傾覆：機車後車身甩動後傾覆（圖五）。
5. 翻覆：機車之後車身向上抬起、隨即傾覆或轉倒（圖六）。

其中傾覆、甩尾後傾覆及翻覆為三種基本之機車事故模式。

機車碰撞區域與失控模式

就機車遭受其他車輛撞擊而言，碰撞發生於區域I者(13 例)以甩尾後傾覆及前行後傾覆的比例最高，同為 46%；區域II僅 2 例，立即傾覆及前行後傾覆各佔一半；區域III者(15 例)以立即傾覆及前行後傾覆各佔 47%，甩尾後傾覆佔 7%；區域IV僅 2 例，立即傾覆及前行後傾覆各佔一半（表四）。撞他案例中，碰撞發生於區域I者(22 例)以甩尾後傾覆及立即傾覆為最多，均為 32%，其次依序為前行後傾覆(18%)、恢復平衡(14%)及翻覆(5%)；區域II有 6 例，其中以前行後傾覆(83%)佔大部分，立即傾覆 1 例(17%)；區域III有 4 例，半數為前行後傾覆，而立即傾覆及恢復平衡各 1 例(25%)。

乘員傷害類別

機車乘載人員之傷害類型以擦傷的次數最多、高達 40%，挫傷與裂傷各為 28%與 12%，值得注意的是骨折傷害佔 11%，而且幾乎均發生於雙腳（表五）；本研究中發生頭部傷害者 4 人、佔 3%；意外發生後均無傷害者 7 人(5%)。

人體外傷區位與嚴重程度

全部 81 位機車乘員中，頭頸、顏面、胸部、腹部、肢體、外觀組織等六項部位之外傷均以輕傷(AIS=1)為主，僅肢體部位之中、重度外傷較多；另外，2 例顏面外傷達 AIS=2 程度（表六）。機車碰撞後若能恢復平衡者，人員均無傷害的發生，人員若自機車拋出則發生中、重度外傷的比例似高於未與機車分離者（表七），本研究中兩名死亡案例均自機車拋出後撞擊地面或車輛所致。

機車安全帽與頭臉部傷害

機車騎士佩戴之安全帽中，將近半數為輕便式機車安全帽(48%)，其次為半罩式安全帽(28%)，另有 21%之騎士以運動頭盔充當機車安全帽，佩戴全罩式機車安全帽者僅 3%。機車意外過程中運動頭盔自騎士頭部脫落的比例最多，高達 13%，半罩與輕便式安全帽各有 5%與 3%，全罩式則無脫落案例。佩戴運動頭盔發生頭部傷害的比例最大、高達 31%，輕便式機車安全帽亦高達 22%，半罩式為 14%（表八）。臉部傷害以佩戴運動頭盔為最多，高達 44%，輕便式機車安全帽為 14%，半罩式為 14%（表九）。

五、結論

國內機車意外事故中碰撞方向大部分來自於前方 90^0 之範圍，碰撞發生於前輪及把手部位者高達 53%。機車事故模式大致可分為傾覆、甩尾後傾覆及翻覆等三類；機車遭他車撞擊區域I時以甩尾後傾覆及前行後傾覆為主、區域III時以立即傾覆與前行後傾覆為主，機車以區域I撞擊他車時以甩尾後傾覆及立即傾覆為主、區域II時以前行後傾覆為主。騎士傷害類型以擦傷高達 40%為最多，以四肢為主要部位；另外，四肢骨折高達 11%，並以雙腳為大宗，因此如何避免騎士雙腳遭受撞擊是機車安全設計之考量重點之一。事故過程中騎士若自機車拋出，則發生中、重度傷害的比例顯著高於未與機車分離者。騎士佩戴輕便式與半罩式機車安全帽的比例高達 76%，然而佩戴輕便式與半罩式安全帽發生頭部傷害的比例達 22%與 14%，而發生臉部傷害者兩者均為 14%；另外，事故過程中此兩型安全帽合計有 8%發生脫落現象，此結果顯示此兩型式之安全帽的防護範圍及吸收衝擊能力似乎不足，頤帶裝置似有改良之必要。另一方面，運動頭盔之吸收衝擊能力、防護面積及頤帶裝置均未能提供騎士適當之防護，本研究建議政府有關單位應禁止機車騎士及乘載人員佩戴運動頭盔。

六、參考文獻

1. 交通部統計處，”中華民國 76~89 年交通統計要覽”，民國 77-90 年。

2. 交通部統計處，”台灣地區機車使用狀況調查資料”，民國 87 年 6 月。
3. Bothwell P. W., “Motorcycle and Recreational Vehicle Safety.” Second International Congress on Automotive safety, paper No. 73016, 1973.
4. Niederer P. F., “Some aspects of motorcycle-vehicle collision reconstruction,” SAE 900750, 1990.
5. Careme L. M. M., “Collision dynamics and injury causation in motorcycle accidents,” SAE 900745, 1990.
6. Committee on Medical Aspects of Automotive Safety, “Rating the severity of tissue damage,” The Abbreviated Scale, JAMA, 220:277-280, 1971.
7. Baker S. P., O’ Neill B., Haddon W. and Long W. B., “The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care,” The Journal of Trauma, 14(3):187-196, 1974.

表一、機車事故原因

事故原因	輛 數	百分比
機車撞汽車	23	33
汽車撞機車	21	30
機車互撞	18	26
機車撞單車	2	3
自摔	6	9
小計	70	100

表二、機車事故類型

	事故類型		
汽車類型	汽車撞機車	機車撞汽車	小 計
大客車	0	1	1 (2%)
小貨車	2	7	9 (20%)
小轎車	17	13	30 (68%)
水泥車	0	1	1 (2%)
大貨車	2	1	3 (7%)
總計	21	23	44 (100%)

表三、機車撞擊區域分佈表

	被 撞	撞 他	小 計
撞擊區域	次數 (%)	次數 (%)	次數 (%)
I	13 (41)	21 (66)	34 (53)
II	2 (6)	7 (22)	9 (14)
III	15 (47)	4 (13)	19 (30)
IV	2 (6)	0 (0)	2 (3)
小計	32 (50)	32 (50)	64 (100)

表四、機車碰撞區域與失控模式

	被 撞				撞 他		
失控模式	I	II	III	IV	I	II	III
甩尾後傾覆	6	0	1	0	7	0	0
立即傾覆	1	1	7	1	7	1	1
前行後傾覆	6	1	7	1	4	5	2
恢復平衡	0	0	0	0	3	0	1
翻覆	0	0	0	0	1	0	0
小 計	13	2	15	2	22	6	4

表五、機車乘載人員之傷害類別

傷害類型	次 數	%
擦傷	61	40
挫傷	43	28
撕裂傷	18	12
刺傷	3	2
肌肉拉傷	1	1
骨折	17	11
頭部傷害	4	3
無	7	5
小計	154	100

表六、人體區位之傷害嚴重程度

人體區位	AIS				
	0	1	2	3	4
頭頸	60 (74)	20 (25)	0 (0)	1 (1)	0 (0)
顏面	64 (80)	15 (19)	2 (2)	0 (0)	0 (0)
胸	71 (88)	9 (11)	0 (0)	0 (0)	1 (1)
腹	76 (94)	4 (5)	0 (0)	0 (0)	1 (1)
肢體	21 (26)	50 (62)	3 (4)	5 (6)	2 (2)
外觀組織	77 (94)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)
小 計	369	99	6	7	5

表七、騎士失控模式與外傷嚴重度關係

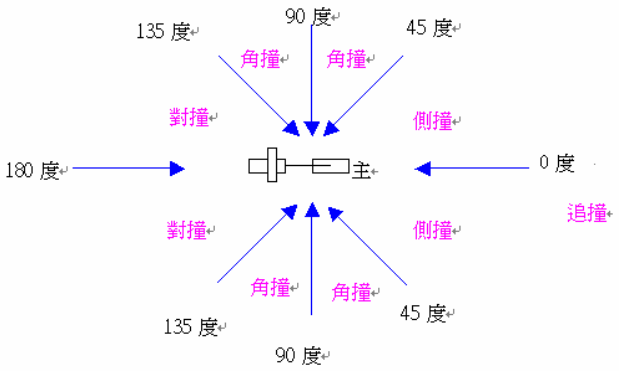
	人車未分離	人車分離	小計
ISS	N (%)	N (%)	N (%)
0	0 (0)	0 (0)	3 (4)
1~9	35 (92)	33 (83)	68 (84)
9~15	3 (8)	5 (13)	8 (10)
>16	0 (0)	0 (0)	0 (0)
75	0 (0)	2 (5%)	2 (2)
小計	38 (49)	40 (51)	78 (100)

表八、機車安全帽與頭臉部傷害之關係

	機車安全帽			
	全罩式	半罩式	輕便式	運動頭盔
頭部 AIS	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
0	2 (100)	18 (86)	28 (78)	11 (69)
1	0	3 (14)	8 (22)	4 (25)
2	0	0 (0)	0 (0)	1 (6)
小計	2 (100)	21(100)	36 (100)	16 (100)

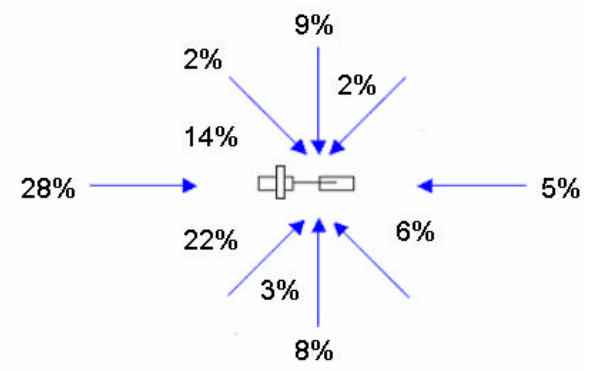
表九、機車安全帽與臉臉部傷害之關係

	機車安全帽			
	全罩式	半罩式	輕便式	運動頭盔
臉部 AIS	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
0	2 (100)	18 (86)	31 (86)	9 (56)
1	0 (0)	2 (10)	4 (11)	7 (44)
2	0 (0)	0 (0)	1 (3)	0 (0)
3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
4	0 (0)	1 (4)	0 (0)	0 (0)
小計	2 (100)	21(100)	36 (100)	16 (100)

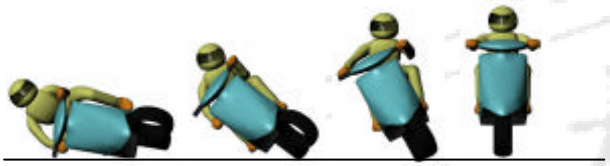


圖一、機車事故時碰撞方位之分類。

圖二、機車之撞擊區域圖



圖三、機車碰撞方向之百分比



圖四、機車傾覆示意圖

圖五、機車甩尾後傾覆示意圖

圖六、機車翻覆示意圖