

腳踏車肇事特性分析及因應措施

林豐福¹ 張開國² 喻世祥³

摘要

我國「交通政策白皮書」針對運輸環境提出推廣低污染運具的政策，而建構完善的腳踏車系統為未來執行的重要措施。歐美日等先進國家推動腳踏車運輸已有豐富的經驗，而我國建立腳踏車運輸仍屬萌芽階段。起源於歐洲的「無車日」(Car Free Day)，近年來已逐漸發展為國際性活動，該活動之目的在於不鼓勵過度使用汽機車、保障生活品質及改善環境，以創造永續性的都市，迄今已有一千多個國際都市，包括台北市參與此項活動。台北都會區也開始推動休憩型的腳踏車道，少數捷運站亦提供腳踏車的停放區，以提昇腳踏車運具的使用率。

在建立完善的腳踏車親和環境之前，腳踏車使用者仍需面對目前較為不利的用路狀況。藉由分析肇事事務，可以萃取腳踏車在運行上的安全議題：腳踏車使用者的特質、所面對的道路狀況、受傷部位、肇事類型等，除可回饋給道路規劃者在進行道路設計或改善時所應考慮的重點，也能提醒用路人應注意的各種情況，以逐步改善腳踏車的使用環境，減少肇事，並建立人性化的綠色運輸系統。

壹、文獻回顧

藉由回顧不同國家的腳踏車事故統計文獻，可以比較在不同的人車路環境下所產生肇事特性，甚可吸取各國改善肇事的經驗。國際上以歐洲國家所建立的腳踏車行駛環境最為完善，故選取荷蘭、英國及瑞典作為歐洲國家的代表，同時還選取美洲先進國家的美國及加拿大，亞洲的日本作為參考。文獻同時還收集了中國大陸的肇事特性資料，由於中國大陸擁有為數眾多的腳踏車使用人口，在有關肇事事務上亦能提供值得參考的建議。

限於篇幅，無法詳細呈現各國事故文獻資料，茲依照腳踏車騎士的年齡、發生事故的尖峰時段、肇事地點、肇事類型及肇事原因加以整理如下表 1，以呈現各國的人車路環境不同下所形成的特性分布[1-7]。

在年齡的分布上，荷蘭計算各年齡群組的事故風險，以 65 歲以上的群組肇事風險最高，其他各國都傾向是 20 歲以下年齡的腳踏車騎士發生肇事比率最高，而年齡在 60 歲以上的致死率或死亡人數都是最高的，兩個群組的駕駛技巧、守法觀念及人身安全問題都值得特別關注。

在時間的分布上，可能與該國的上下班時間作息有關，大多有上午及下午兩個尖峰，顯示在交通量大的上下班時段，各車種在有限的道路空間中行駛都會導致較高的肇事事務。

在肇事地點中，英美的統計資料顯示至少有 60 % 以上的肇事都是發生在交叉路口，可見腳踏車騎士若進入車流匯出、匯入及交織複雜的地點，會面臨較高的危險。

1 交通部運輸研究所運輸安全組組長

2 交通部運輸研究所運輸安全組副組長

3 交通部運輸研究所運輸安全組副研究員

在肇事類型上，以腳踏車設施完善著稱的荷蘭，所呈現腳踏車肇事事故的類型為「腳踏車單獨肇事」，較英國、加拿大及日本的「與自用車輛相撞」的類型有明顯的不同，其腳踏車道與一般車道分隔的設置可能減少了與自用車輛相撞的機會。

在肇事原因上，荷蘭的肇事原因主要是腳踏車騎士行駛的不注意或不按正常方式行駛，而在美國與中國部分，主要都是腳踏車騎士未能尊重路權而肇事。不論在任何國家，無論腳踏車行駛環境的先進或落後，腳踏車騎士守法及有正確的騎乘腳踏車技巧似乎都是最先要改善的部分。

表 1 各國腳踏車事故特性比較

	荷蘭	英國	瑞典	美國 Louisville	加拿大 Ontario	日本	中國
年齡 眾數	65 歲以上 (風險率 最高)	8-15 歲	15 歲以下	11-20 歲	-	16-19 歲 * 65 歲以 上死亡數 最高	17-35 歲 * 60 歲以 上致死率 最高
時間 尖峰	-	上午 8 時 下午 5 時	-	下午 5-6 時	下午 3-7 時	上午 8-10 時 下午 4-6 時	上午 7-8 時 下午 5-6 時
肇事 地點	-	73%在交 叉路口	-	61.5 % 在 交叉路口	一般道路	-	-
肇事 類型	59 % 腳踏 車單獨肇 事	-	-	73.3 % 與 自用車相 撞	78.3 % 與 自用車輛 相撞	90 % 為腳 踏車與汽 車	-
肇事 原因	急衝或展 現絕技， 占 27%。 鬆懈（例 如不注意 ，行駛過 快，彎曲 行駛）， 占 35%。	-	-	47.8%的腳 踏車駕駛 者未能尊 重路權， 禮讓機動 車輛	-	-	腳踏車騎 乘者不讓 其他機動 車輛，佔 事故的 27 %，其次 為突然的 轉向（主 要是左轉 ），佔事 故的 26.3 %

貳、我國腳踏車事故死亡率

在回顧各國的肇事特性之後，我國的腳踏車肇事情況究竟如何？

為了讀者有概略性印象，本節首先以整體的觀點與各國加以比較，所選定的指標為「腳踏車事故死亡率」。

一般計算事故死亡率的基礎大多會選擇以人口數來加以計算，然而若需再反映更精確的死亡率內涵，則必須考慮曝光量因子，也就是腳踏車騎乘者實際在道路上行駛的距離。荷蘭於 2000 年發表了一篇統計結果，所反應的就是計算基礎不同所導致不同的結果[1]。

根據下表 2 所示，表中第二欄為 1997 年一些歐洲國家每人當年所騎乘腳踏車的里程數，丹麥及荷蘭可以稱做腳踏車的國度，每人每年可騎超過 850 公里，而英國及西班牙每人騎乘腳踏車的里程數很低。

表中第三欄為每十萬人口的死亡數（死亡率），若是常騎乘腳踏車，則自然會有較多可能遭遇意外事故，死亡人數也會提高，而死亡率公式的分母是人口數，因此丹麥及荷蘭在死亡率上反而較英國及西班牙來得高，若是將分母改為騎乘者實際所騎乘的里程數，則各國安全程度的差異可以更為清楚，如第四欄所示：騎乘每十億公里的死亡人數。同樣騎腳踏車上路，在丹麥及荷蘭要較其他國家如西班牙來得安全，這兩國都擁有較佳的腳踏車騎乘環境及設施。

表 2 1997 年部分歐洲國家的腳踏車使用及安全比較

國家	公里/每人	死亡數/每十萬人口	死亡數/十億公里
丹麥	893	1.2	13.8
荷蘭	853	1.5	18.1
德國	287	0.8	28.9
愛爾蘭	181	0.7	34.3
英國	76	0.3	41.6
西班牙	20	0.3	145.0

由於未找到我國全國性的統計資料，因此將以現有縣市的統計資料加以推估我國每人每年平均騎乘腳踏車的公里數，以換算成「死亡數/十億公里」為單位的死亡率，並與歐洲各國的腳踏車事故死亡率加以比較。

首先挑選「台南都會區家庭旅次起迄調查」[8]的資料作為計算基礎，其實施調查年份為民國 89 年。根據調查結果，台南都會區（台南縣市）的人口數為 1420968 人，使用腳踏車為運具的比例為 9.6%，運具別旅行時間統計分析，使用腳踏車的平均旅行時間為 15.2 分鐘。

根據旅次比率乘以每年預估天數可以得到腳踏車旅次之個人一年中各種旅次使用腳踏車的總天數，約為 155 天。此數值與部分歐洲國家相比，較腳踏車環境佳的丹麥、荷蘭、德國及愛爾蘭為低，但較英國及西班牙為高，此數值尚稱合理。

根據文獻之統計數據，在此將腳踏車的平均時速設定為每小時 12 公里，而台南都會區個人使用腳踏車的平均旅行時間為 15.2 分鐘，則每天各旅次行駛的平均總距離約為 3 公里，一年個人實際所騎乘的里程數為 465 公里。

若假設運具人口與總人口之比率，與運具旅次佔所有旅次之比例相同，腳踏車人口為 136413 人。

死亡率的分子為：台南都會區 89 年 A1 事件計 28 人

死亡率的分母為：88 年台南都會區腳踏車人口 (136413) × 一年個人實際所騎乘的里程數 (465 公里) = 63432011 公里

故我國 (以台南都會為代表) 腳踏車騎士之死亡率為：441 (死亡數/十億公里)

此一數值較表中的最高值的西班牙高出 2 倍，但與安全度較高的丹麥相比，則死亡率要高出 30 餘倍。

以國內而言，騎腳踏車是否比其他運具來得安全？在此選擇國人常用的機車及小汽車等二種運具，以台南都會區為範圍，按照不同計算基礎以比較死亡率，彙整如下表。

表 3 台南都會區各運具使用人的死亡率

運具別	以人口為基礎之死亡率 (死亡數/每十萬人口)	以實際行駛里程為基礎之死亡率 (死亡數/十億公里)
腳踏車	0.9	411
機車	6.9	65
汽車	2.1	16

上述顯示採用實際行駛里程為基礎之死亡率，我國腳踏車騎士之死亡率高於歐洲主要各國，又比國內機車及汽車使用者死亡率高出甚多，雖然我國腳踏車騎士死亡率係以台南都會區為代表，基於部分假設而得，但仍具參考價值，顯示我國的腳踏車環境仍有改進之必要，應針對腳踏車安全提出改善措施。

英國政府於 1987 年訂定了道路安全目標為：在西元 2000 年前降低道路交通事故死亡人數三分之一，所比較的基準值為 1981 至 1985 年間的交通事故死亡的平均水準。我國亦可建立一套腳踏車安全政策目標，以致力於減少死亡率為優先。由於腳踏車事故死亡數會隨著使用人口的增加而增加，故建議以逐步降低腳踏車騎士之死亡率至一定的水準為優先目標，若以本研究針對台南都會區所計算出的腳踏車騎士死亡率 411 (死亡數/十億公里)，初步建議應以西班牙的 145 (死亡數/十億公里) 為中期目標，再逐步拉近與機車及小汽車運具間的差距。

參、我國腳踏車事故特性分析

以下將以較細部的觀點分析我國的腳踏車事故特性，分析資料來源係從內政部警政署的「道路交通事故資料庫」中，選取民國 89 年至 91 年三年間，當事者為腳踏車騎士的肇事事務 (限於篇幅僅以 A1 為例)，再依照使用人、道路環境、肇事型態的類別進行分析。

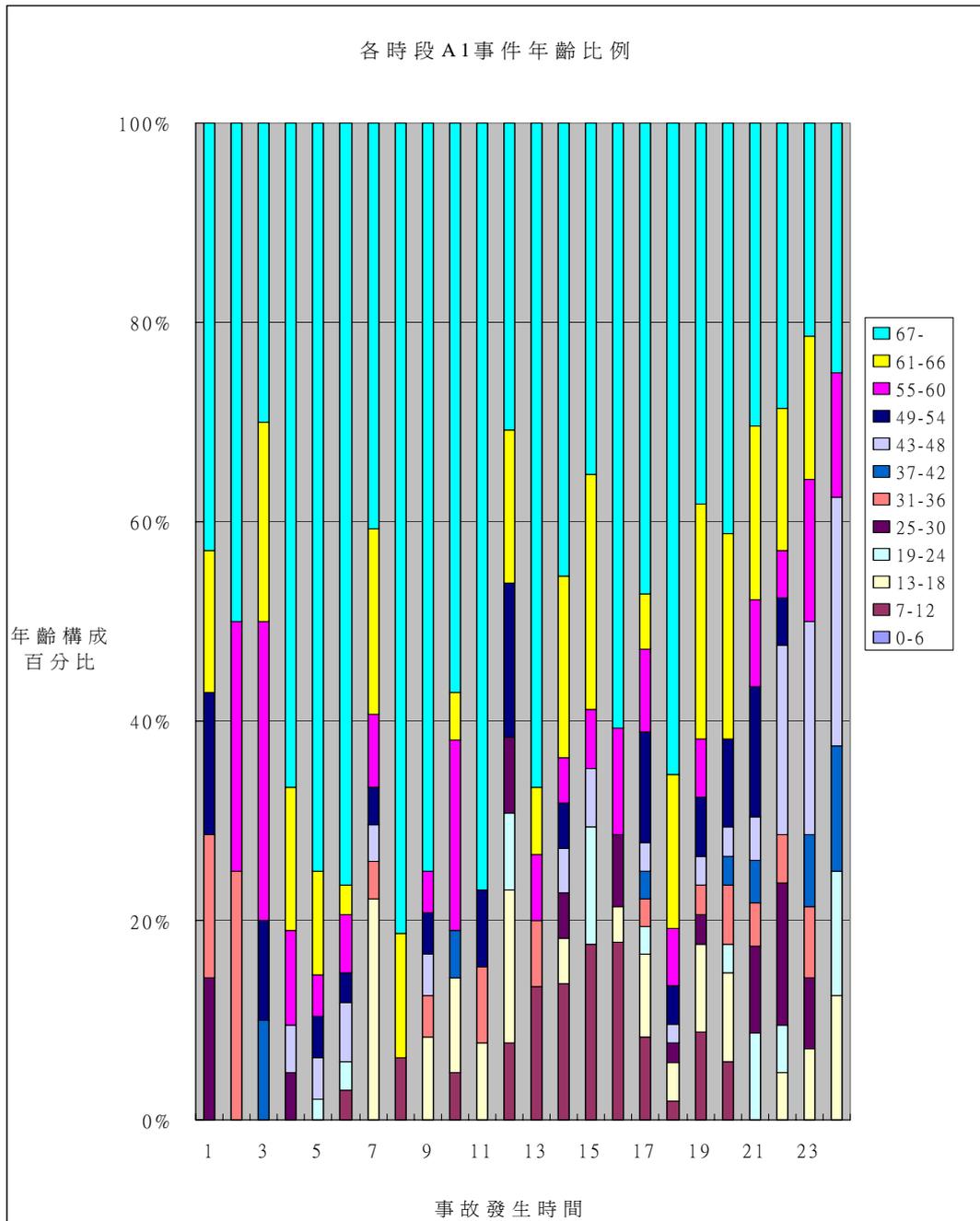


圖 1 各時段 A1 事故的年齡人數組成比例

若觀察各時段的年齡人數組成比例（如圖 1 所示），則可發現幾乎在任何時段，67 歲以上的年齡群組所佔事件的比例仍是最高，超過 50% 的時段分別是 4、5、6、8、10、11、13、16 及 18 點。而 61-66 歲及 55-60 歲群組在凌晨、下午及晚上均有一定比例分布，7-12 歲的群組在下午 4 點時所佔的比例達到最高峰。

在肇事責任的歸屬上，負主要責任的第一當事人占 15%，其餘 85% 均為不需或負較輕責任。在受傷部位的統計，以頭部的傷害所佔比例最高，約占 75%，其次是多數傷約占 13%。有關腳踏車騎士是否有戴安全帽的狀況，絕大多數的騎士均未佩戴安全帽，比例達 99%。

事件發生地點以快車道及交叉路口內為最多，分別為 215 人及 206 人，而在交叉路口附近及慢車道亦有 54 及 47 人（如圖 2 所示）。

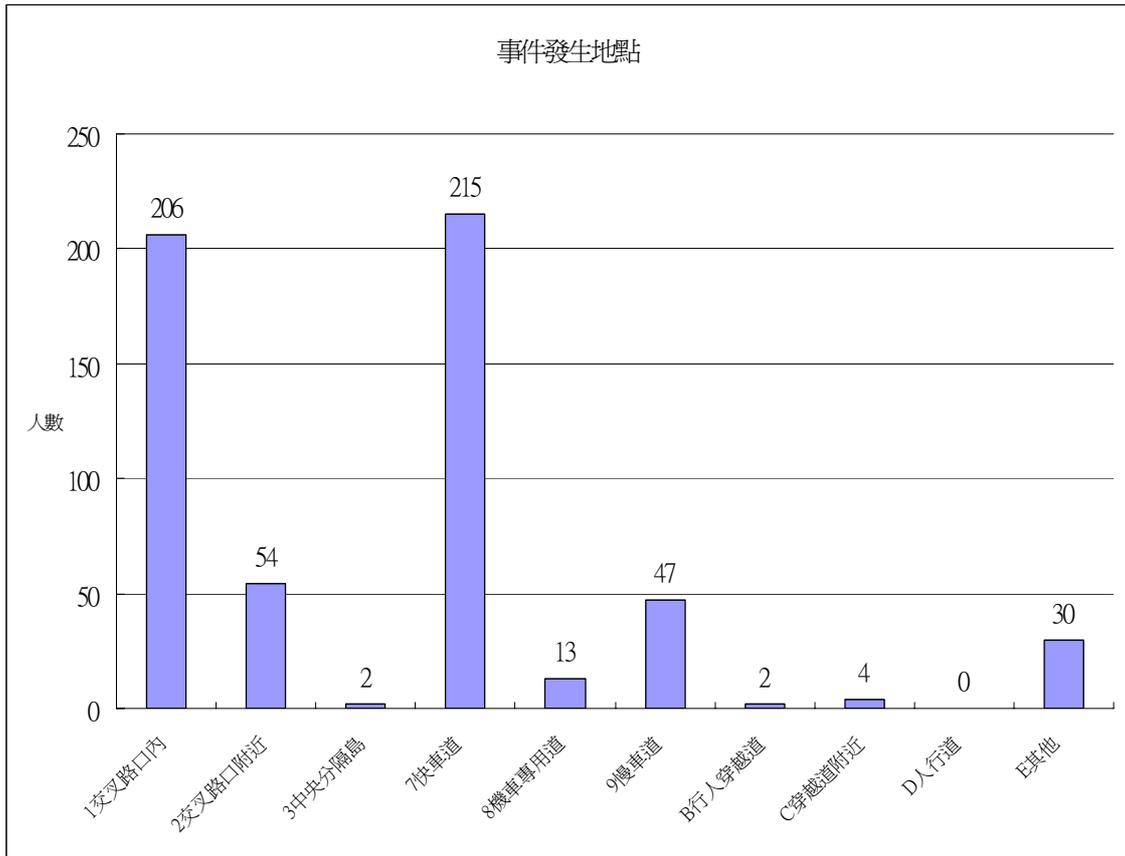


圖 2 A1 事故發生地點

肇事事件類型統計以側撞為最多，有 188 人，其次是追撞，有 121 人，同向擦撞及路口交叉撞亦分別有 98 及 94 人。肇事因素的統計中，原因並未明顯發現的占了大多數，計有 220 人，而在已知肇事因素中，以橫越道路不慎為最高，有 72 人，其次為未靠右行駛，有 51 人，再其次為未讓車，有 47 人。

根據各群組死亡率及受傷率的統計，茲選出 7-12 歲，13-18 歲，61-66 歲及 67 歲以上的群組四個群組分析，恰好隱含小學、中學及老年（65 歲）前後的意義。

腳踏車騎士在各事件中大部分屬於被撞或肇事責任較輕的當事人，由於事件的發生係屬於另一方肇事者所引起，在改善肇事上需針對非腳踏車的使用者加以宣導及教育。而對於腳踏車騎士屬於負擔較重肇事責任的第一當事人時，則隱含蓄意違規或自我疏失的行為，改善肇事的策略則可以鎖定騎士本身，以先期預防，故在性質上係較為主動，可以從教育騎士遵守交通規則及專注道路狀況著手。茲將各年齡群組在事件中屬於第一當事人的部分加以統計前三大肇事原因，如表 4 所示：

表 4 四個年齡群組前三大肇事原因

	7-12 歲	13-18 歲	61-66 歲	67 歲以上
第一名	未讓車	未讓車	未讓車	未讓車
第二名	橫越道路不慎	左轉彎違規	左轉彎違規	左轉彎違規
第三名	逆向行駛	逆向行駛	逆向行駛	逆向行駛
		橫越道路不慎		

由上表統計得知，當腳踏車騎士為事件的第一當事人時，不論年齡，「未讓車」皆是第一原因，其餘包括「左轉彎違規」、「逆向行駛」、「橫越道路不慎」都是最主要的肇事原因，顯示腳踏車騎士應特別注意上述狀況並避免違規發生。

四個年齡群組的第一當事人的人數是否有差異？較其他年齡群組的人數是否有顯著不同？茲將四個年齡群組及其他年齡群組中第一及第二當事人（含其他當事人，以下簡稱第二當事人）的人數列表統計，以了解其概況：

表 5 四個年齡群組當事人別

	7-12 歲	13-18 歲	61-66 歲	67 歲以上	其餘年齡
第一當事人	518	842	205	632	180
第二當事人	737	1411	625	2006	2371
第一當事人所佔比例	41%	37%	25%	24%	7%

利用上表之統計數，兩分類變數所形成的 contingency table（聯立表）進行 χ^2 test of independence（卡方獨立性檢定），在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下，「年齡」與「不同當事人數」具有統計上的顯著性。

由上表之統計值可以得知，根據死亡率、受傷率所篩選出來的四個年齡群組，第一當事人所佔事件之比例遠較其他年齡來的高；而四個年齡群組中，第一當事人所佔事件之比例又以年齡較輕的 7-12 歲及 13-18 歲群組較 61-66 歲及 67 歲以上的群組來得高。

肆、防制肇事策略

根據肇事特性分析的結果，茲依照道路工程、車輛及駕駛人三方面提出因應對策，以增進行車安全，減低肇事率。

丹麥及荷蘭每人每年騎乘腳踏車的里程數名列世界前茅，但腳踏車事故的死亡率又能保持如此低的水準，主要的原因之一就是安全的道路工程設計。實施實體分隔的腳踏車專用道可以徹底解決腳踏車與機動車輛的交織問題，減少衝突的機會，自然可以減少很多與機動車輛相撞的事件，特別是台灣地區肇事事發地點最多的快車道及交叉路口，以及肇事類型的側撞事件都可以有效的降低。

台灣地區地狹人稠，可供利用的道路面積有限，車道的設計上受到很多限制，除了部分休閒遊憩地區有實體分隔的腳踏車專用道外，一般市區及郊區很少有這種道路設計。如果因道路面積及成本分析等因素無法設置實體分隔的腳踏車專用道，建議可將車道的阻絕程度降一級，以特殊路面處理的方式形成專用道，以供用路人區別及使用，如下圖 3 所示[9]。

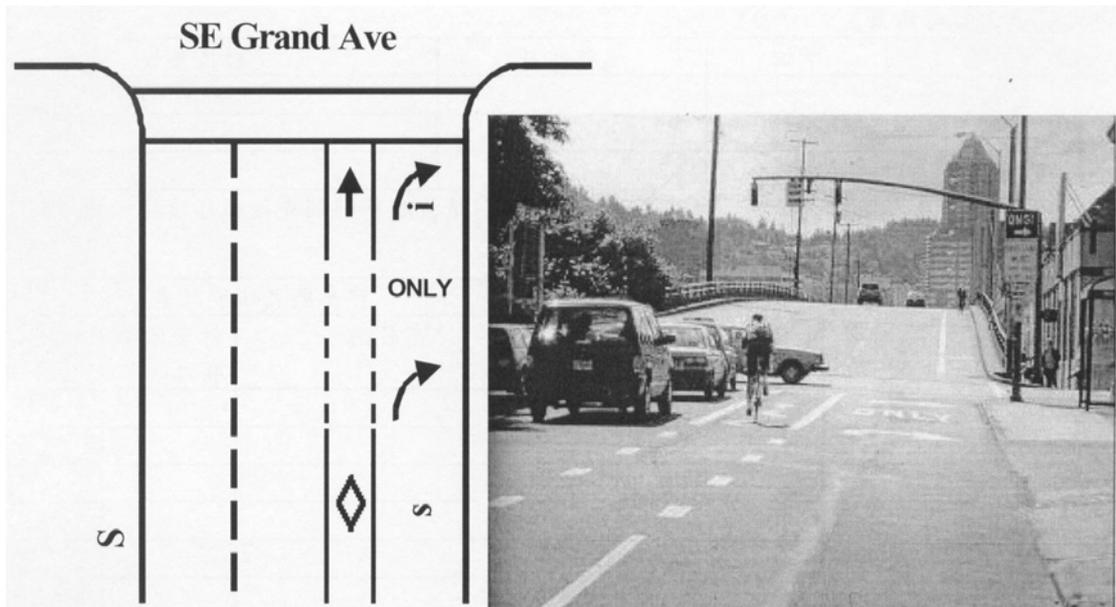


圖 3 特殊路面處理的方式

在路口的處理則在汽機車停止線、人行穿越道之前再劃設一個左轉待轉區，讓左轉的腳踏車以兩段式左轉的方式進行。此種方式可讓腳踏車在綠燈始亮時，比汽機車提早啟動，盡快通過路口，以避免衝突產生。我們可以發現，腳踏車與機車的處理方式在道路工程的規劃上都十分類似，然而在多數道路使用資源不足的現況下，不論腳踏車與機車專用道或兩段式左轉專用區，仍無法區隔兩種運具，腳踏車與機車無可避免的必須共同使用這些專用道或專用區。

在試行道路工程改善之前，仍需先解決現存道路環境的長期問題，方能容易成功。例如慢車道是目前腳踏車必須使用的行駛空間，應確保甚至擴大其範圍。慢車道及路肩常有車輛停放、住戶佔用、廣告障礙物，影響了車輛的使用，故必須先整頓這些不適當的環境，將空間還給用路人。

其次應適當調整車道分配比例，透過管理的手段，可以讓用路人體認各運具必須和平共存，才不會彼此爭奪有限的道路資源，進而造成衝突與肇事。而地區性的規劃理念逐步落實於居民心中，腳踏車的行駛環境才能逐漸成形，呈現結合生活需求的行駛路網，腳踏車的使用率才會提昇。

腳踏車不似汽、機車的零件複雜，是屬於容易操控的運具，故腳踏車的使用族群以在學的國小及中學生為主，學校也將腳踏車的行車安全事項列入教育宣導，以提醒學生注意安全。若能定期實施檢查以保持運作的性能。則會減低腳踏車機件故障而肇事的機率。

車燈及位於車輪輻條的反光器有時並不列入腳踏車的配備上。值得注意的是，A1 人數最多的時段分別是早上 5 點及下午 6 點；A2 人數最多的時段分別是早上 7 點及下午 5 點，其中 13-18 歲的群組分布比例最高的時段為早上 7 點、中午 12-13 點、下午從 4 點一直到晚上 10 點皆是。顯示晚間仍有為數頗多的腳踏車行駛，為了便於腳踏車騎士易於發現車輛及路況，也同時提高使其他車輛發現腳踏車的機率，車燈應屬必要之配備。

A1 及 A2 肇事事事件類型統計均以側撞為最多，若能在腳踏車車輪輻條安裝反光器，腳踏車在昏暗或夜間行駛時亦能增加被發現的機率，以減少與其他車輛發生側撞，故將車輪輻條上的反光器建議列入配備中。

除了前述道路設施的改善及正確的使用腳踏車外，有醫學專家指出戴安全帽

的必要性，已有不少國家將腳踏車騎士佩戴安全帽列為法律，以強制民眾配合。美國目前並未有全國性的聯邦法強制腳踏車騎乘者或乘客戴安全帽，有的屬全州性的法律，亦有屬於城市性的法律，最早制定腳踏車騎乘者或乘客戴安全帽的法律始於加州，於 1987 年規定低於 5 歲之幼童應戴安全帽，其後各州陸續制定相關的法律，所要求戴安全帽的年齡也逐步提高，甚至有某些郡或城市要求所有年齡的腳踏車使用者皆須戴安全帽，如加州的 Chico，德州的奧斯丁（Austin）、達拉斯（Dallas）等。下表則列出其他國家實施強制腳踏車騎乘者戴安全帽：

表 6 其他國家強制腳踏車騎乘者戴安全帽之法律

國家	實施範圍	法律內容
澳洲	全國	所有年齡使用腳踏車者須戴安全帽
紐西蘭	全國	所有年齡使用腳踏車者須戴安全帽
加拿大	Ontario British Columbia	18 歲以下使用腳踏車者須戴安全帽 所有年齡使用腳踏車者須戴安全帽
冰島	全國	15 歲以下使用腳踏車者須戴安全帽
芬蘭	全國	所有年齡使用腳踏車者須戴安全帽

我國腳踏車事故特性分析，在受傷部位的統計，A1 事件以頭部的傷害所佔比例最高，約占 75%，頭部受傷在腳踏車肇事事件中均列入前二大比例，而其中 A1 事件又隱含頭部受傷為致死原因，故保護頭部應為減少死亡率的重要關鍵。故為了減低頭部的傷害，建議騎腳踏車應戴安全帽。

腳踏車騎士在行駛時保持正確的態度也是減低肇事的重要關鍵。例如年齡偏高的 61-66 歲、67 歲以上群組，有別於其他的年齡群組，可能有使用腳踏車早起外出之習慣，時間約在早上 3-6 點，這時段由於車流量少，其他機動車輛駕駛人的注意力會下降，同時車速較快，故容易形成肇事事。腳踏車騎士應提高自己被其他車輛發現的機會，除了腳踏車的燈光及反光設備，騎士外出應身著具反光材質之衣物或黏貼反光貼紙。

接近路口時應減速，避免急衝以使其他用路人不及反應，對各匯入道路或巷道觀察有無來車或行人，並依照號誌、標誌、標線指示，確定無來車或行人時，再進入路口。透過學校教育或親友勸導，以減少蓄意違規的狀況，如「未讓車」，「左轉彎違規」、「逆向行駛」等。7-12 歲及 13-18 歲群組的違規率高，且騎乘腳踏車容易超速或競技，應特別教育並告知以正確安全的方式使用腳踏車。

在自我疏失預防方面，定期檢查腳踏車以減少臨時故障的機率，並注意騎乘時的姿勢，避免腳部被捲入輪胎輻條受傷。在騎乘時也要注意路況，有無突起或坑洞，而雙手及雙耳也應專心，不接大哥大及聽隨身聽。

透過教育及宣導方式遵守交通規則，提昇禮讓精神，並提醒其他機動車輛使用者對於腳踏車族的注意，尤其當經過路口或橫越道路時應特別注意各方向的車輛。了解腳踏車的運行機能，以減少駕駛上的疏失而造成的肇事事。

我國相關道路交通法規，均有對慢車（包括腳踏車）的行駛加以規範，期望能增進腳踏車騎士的行車安全。腳踏車除了不得在快車道上行駛的觀念較為民眾所知外，在「道路交通管理處罰條例」及「道路交通安全規則」中，民眾常未做到而違規的行為包括：在夜間行駛時要開啟燈光，不得在人行道行駛腳踏車及不利用腳踏車載人等。在未擴大取締上述行為前，仍需靠民眾自發性的遵守法規。

伍、結論與建議

有鑒於我國腳踏車騎士之死亡率較歐洲各國為高，又比國內機車及汽車使用者死亡率高出甚多，顯示我國的腳踏車環境仍有改進之必要，故建議政府應針對腳踏車安全作一整體性的監測及控制。為了建立客觀性的指標來加以監測，必須開始調查我國腳踏車騎士每年的行駛里程，以形成計算死亡率的基礎，同時列入年齡及性別的分層統計結果，以掌握特定族群在使用上的特性，提出適當措施改善其安全，使死亡率能逐步下降。

為了落實我國低污染運具的政策，建立人性化的綠色運輸環境，必須推動腳踏車成為另一種可供選擇運具。由腳踏車肇事事故所反映的道路環境，車流組成及用路人特性，顯示腳踏車運具所遭遇的安全問題不容忽視，也有待政府正視及解決。本研究由人車路三個系統著手，收集國際間的改善策略，提供有關單位參考及運用，期望能減少肇事的發生，進而形塑一個安全的腳踏車行駛環境，有助提高腳踏車的使用率。

參考文獻

1. Chris Schoon, The safety of cyclists in the Netherlands : present and future, 65th road safety congress, 6-8th March 2000
2. Pedal Cyclists in Road Accidents: Great Britain 1998, UK Department for Transport
3. Susanne Gustafsson and Hans Thulin, Pedestrians and Cyclists-Exposure and Injury Risks in Different Traffic Environments for Different Age Groups. Results from TSU92-the Years of 1998 to 2000. Sponsor: Swedish National Road Administration VTI meddelande 928
4. Sheila A. Andersen, Analysis of Traffic Collisions Involving Pedestrians and Bicycles During 2000 and 2001 In Louisville, Kentucky Bicycle and Pedestrian Coordinator Jefferson County Planning & Development Services
5. Sean T. Doherty, Lisa Aultman-Hall, and Jill Swaynos, Commuter Cyclist Accident Patterns in Toronto and Ottawa Journal of Transportation Engineering, Jan./Feb. 2000, P21-P26
6. 自行車事故特輯，日本交通事故研究及資料分析研究所（ITARDA），1999年 No23
7. Xiaoming Liu, L. David Shen, and Jian Huang, Analysis of Bicycle Accidents and Recommended Countermeasures in Beijing, China Transportation Research Record 1487, 1995, P75-P83
8. 台南都會區家庭旅次起迄調查，交通部運輸研究所，民國九十年
9. U.S. FHWA Publication No. FHWA-RD-00-150, Evaluation of the Blue Bike Lane Treatment used in Bicycle-Motor Vehicle Conflicts Areas in Portland, Oregon, 2000