

102-143-3416

MOTC-IOT-101-SDB004

智慧化號誌路口自行車 交通管理策略之研究

著者：許添本、溫谷琳、林沛婕、許凱翔、
張開國、葉祖宏、孔垂昌

交通部運輸研究所

中華民國 102 年 9 月

國家圖書館出版品預行編目 (CIP) 資料

智慧化號誌路口自行車交通管理策略之研究 / 許添
本等著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運研所, 民
102. 09

面 ; 公分
ISBN 978-986-03-7964-8(平裝)

1. 交通號誌 2. 交通管理

557

102017842

智慧化號誌路口自行車交通管理策略之研究

著 者：許添本、溫谷琳、林沛婕、許凱翔、張開國、葉祖宏、孔垂昌

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：10548 臺北市敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw (中文版>圖書服務>本所出版品)

電 話：(02)23496789

出版年月：中華民國 102 年 9 月

印 刷 者：九易數碼科技印刷有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 160 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：240 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組 • 電話：(02)23496880

國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號•電話：(02)25180207

五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號•電話：(04)22260330

GPN：1010201834 ISBN：978-986-03-7964-8 (平裝)

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所
書面授權。

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

智慧化號誌路口自行車交通管理策略之研究			
國際標準書號 ISBN:978-986-03-7964-8 _(平裝)	政府出版品統一編號 1010201834	運輸研究所出版品編號 102-143-3416	計畫編號 101-SDB004
本所主辦單位：運輸安全組 主管：張開國 計畫主持人：張開國 研究人員：葉祖宏、孔垂昌、賴靜慧 聯絡電話：(02) 2349-6858 傳真號碼：(02) 2545-0429	合作研究單位：台大嚴慶齡工業研究中心 計畫主持人：許添本 研究人員：溫谷琳、林沛婕、許凱翔 地址：106 台北市大安區基隆路三段 130 號 聯絡電話：(02)2362-8136	研究期間 自 101 年 2 月 至 101 年 11 月	
關鍵詞：自行車、交通管理、號誌路口、肇事分析、智慧運輸系統			
摘要： 本研究旨在探討目前交通環境下，自行車騎士在各式自行車騎乘環境中，於交叉路口範圍內，應施行何種交通管理策略及建置哪些交通管理設施以同時兼顧效率與安全，尤其是號誌化路口的處理，包括自行車穿越道的設置型式、自行車停等空間及其號誌設置等課題，均在本研究的討論範圍內，透過對現有設計方法與設施現況的分析，並進行民意與專家的調查訪談，再結合肇事特性的檢討，研擬自行車在經過交叉口時穿越道與自行車專用號誌之設計原則，以提高自行車交叉口的效率與安全。同時探討智慧型運輸系統(ITS)中，弱勢用路人保護服務(VIPS)對自行車騎士提供「危險防範」與「降低意外傷害」的考量，以及先進交通管理服務(ATMS)中，對於自行車運輸效率最大化的效果。			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
102 年 9 月	313	240	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
機密等級： <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密 （解密條件： <input type="checkbox"/> 年 <input type="checkbox"/> 月 <input type="checkbox"/> 日解密， <input type="checkbox"/> 公布後解密， <input type="checkbox"/> 附件抽存後解密， <input type="checkbox"/> 工作完成或會議終了時解密， <input type="checkbox"/> 另行檢討後辦理解密） <input checked="" type="checkbox"/> 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE: The Research of Bicycle Traffic Management Strategy in Intelligent Signal Intersection			
ISBN(OR ISSN) ISBN978-986-03-7964-8 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010201834	IOT SERIAL NUMBER 102-143-3416	PROJECT NUMBER 101-SDB004
DIVISION: Safety Division DIVISION DIRECTOR: Kai-kuo Chang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Kai-kuo Chang PROJECT STAFF: Tsu-Hung Yeh, Chui-Chang Kung, Ching-Huei Lai PHONE: 886-2-2349-6858 FAX: 886-2-2545-0429			PROJECT PERIOD FROM February 2012 TO November 2012
RESEARCH AGENCY: NTU Qing-Lin Yen Research Center PRINCIPAL INVESTIGATOR: Tien-Pen Hsu PROJECT STAFF: Ku-Lin Wen, Pei-Jie Lin, Kai-Hsiang Hsu ADDRESS: No.130, Sec. 3, Keelung Rd., Da'an Dist., Taipei City 106, Taiwan (R.O.C.) PHONE: 886-2-2362-8136			
KEY WORDS: bicycle, traffic management, signalized intersection, accident analysis, intelligent transportation system			
ABSTRACT: This research aims to discuss what traffic management strategies to implement and which traffic management facilities to establish at the intersections for bicyclists in various riding environments under current traffic environment, so as to enhance traffic efficiency and safety at the same time. In particular, it focuses on handling signalized intersections, including types of establishment of bicycle crossings, the waiting space for bicycles and the establishment of signal lights. By analyzing existing design methods and current status of facilities, conducting survey on public opinion and interview with experts, and reviewing accident characteristics, the design criteria for bicycle crossings and bicycle signal lights are proposed to enhance the efficiency and safety of bicycle crossings. Meanwhile, the research discusses the possibility of providing bicyclists with Vulnerable Individual Protection Services (VIPS) on "hazard prevention" and "lowering accidents" in the Intelligent Transportation System (ITS), while maximizing the transportation efficiency of bicycles in the Advanced Traffic Management System (ATMS)			
DATE OF PUBLICATION 2013 September	NUMBER OF PAGES 313	PRICE 240	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目錄

目錄.....	I
圖目錄.....	V
表目錄.....	XI
第一章 緒論.....	1
1.1 研究緣起與動機.....	1
1.2 研究目的與內容.....	2
1.3 研究方法與流程.....	2
第二章 自行車文獻回顧與檢討.....	5
2.1 各國自行車發展概況.....	5
2.1.1 整體發展概況.....	5
2.1.2 各國發展特色.....	7
2.2 我國自行車發展概況.....	10
2.3 各國自行車路口設施設計規範.....	13
2.3.1 德國.....	14
2.3.2 英國.....	17
2.3.3 日本.....	19
2.3.4 荷蘭.....	21
2.3.5 美國.....	24
2.3.6 自行車號誌型式.....	30
2.3.7 自行車鋪面顏色.....	33
2.3.8 自行車偵測器.....	36
2.3.9 小結.....	37
2.4 我國自行車路口設施設計規範.....	40
2.4.1 自行車相關法規.....	40
2.4.2 自行車道系統規劃設計參考手冊（第三版）.....	43
2.4.3 都市人本交通規劃設計手冊.....	48
2.5 小結.....	62
第三章 我國路口自行車設施設計課題分析.....	63
3.1 自行車易肇事路口之自行車設施分析.....	64
3.1.1 臺北市.....	65
3.1.2 新北市.....	69
3.1.3 臺中市.....	73
3.1.4 高雄市.....	77

3.1.5 宜蘭縣	81
3.1.6 花蓮縣	85
3.1.7 小結	88
3.2 臺北市與高雄市之路口自行車設施現況	89
3.3 自行車穿越道設置課題	96
3.4 自行車待轉與停等區設置課題	99
3.5 標誌標線號誌設置課題	102
3.6 小結	106
第四章 自行車路口民意調查與訪談分析.....	109
4.1 主管機關訪談分析	109
4.2 用路人及專家學者意見調查	113
4.2.1 調查目的	113
4.2.2 調查內容	113
4.3 自行車路口影響因子分析與討論	117
4.3.1 因素分析	117
4.3.2 灰色關聯度分析	126
4.3.3 集群特性分析	129
4.3.4 安全與效率程度	133
4.3.5 優先加強設施選擇	137
4.4 自行車號誌型式與鋪面顏色分析	141
4.5 小結	147
第五章 路口自行車設施效率與安全現況分析.....	149
5.1 路口自行車效率分析	149
5.2 路口自行車安全分析	150
5.2.1 我國自行車肇事趨勢	150
5.2.2 自行車肇事因子分析	151
5.3 路口自行車交通衝突分析	155
5.3.1 交通衝突技術理論	155
5.3.2 易肇事地點交通衝突實例分析	156
5.4 小結	161
第六章 自行車交通管理策略與應用.....	163
6.1 路口自行車設施類型分析.....	163
6.2 穿越道類型與設置準則	164
6.2.1 穿越道幾何配置類型與設置準則	165
6.2.2 自行車穿越道鋪面類型設置準則	167
6.3 自行車左轉設計類型與設置準則	170
6.4 自行車停等區類型與設置準則	173
6.5 自行車號誌設置準則.....	176

6.6 路口應用案例分析	181
6.6.1 案例：高雄市鼎山街/大昌一路	181
6.6.2 案例：花蓮市中山路/中正路	187
6.7 道路交通標誌標線號誌設置規則之修訂建議	193
6.7.1 自行車穿越設施	193
6.7.2 自行車號誌	194
6.8 小結	195
第七章 ITS 與自行車應用課題分析	197
7.1 智慧型自行車交通系統發展	197
7.1.1 智慧運輸系統與自行車	198
7.1.2 智慧型自行車運輸系統之初步概念	198
7.2 弱勢用路人保護服務(VIPS)於自行車之應用	200
7.3 先進交通管理服務系統(ATMS)於自行車之應用	206
7.4 ITS 於自行車未來應用方向分析	209
7.5 小結	214
第八章 結論與建議	219
8.1 結論	219
8.2 建議	220
參考文獻	221
附錄 1 用路人問卷	225
附錄 2 專家問卷	233
附錄 3 期中、期末審查會議紀錄	257
附錄 4 期中、期末審查意見回復表	273
附錄 5 期末報告投影片	293

圖目錄

圖 1. 1	研究流程圖.....	3
圖 2. 1	各國自行車旅次比例圖(2006 年).....	5
圖 2. 2	各國自行車持有率比較圖(2006 年).....	6
圖 2. 3	各國自行車騎士受傷比例圖.....	6
圖 2. 4	「既有市區道路景觀及人行環境改善計畫」補助項目.....	12
圖 2. 5	不明顯的分離式自行車穿越道示例.....	14
圖 2. 6	明顯分離式穿越道示例.....	14
圖 2. 7	自行車左轉方式示意圖.....	15
圖 2. 8	自行車行人共用號誌.....	15
圖 2. 9	德國自行車號誌圖.....	16
圖 2. 10	德國專用號誌型式示例.....	16
圖 2. 11	標線劃分自行車道.....	17
圖 2. 12	與行人並行穿越方式.....	18
圖 2. 13	車站出入口邊緣要求平滑處理.....	19
圖 2. 14	路口處人行道邊緣平滑處理.....	20
圖 2. 15	路口之自行車穿越道.....	20
圖 2. 16	路口之自行車穿越道.....	20
圖 2. 17	轉角槽化的自行車設施設計.....	22
圖 2. 18	視距較佳的自行車停止線設計.....	23
圖 2. 19	獨立的行車穿越路口設計.....	24
圖 2. 20	自行車停等區 3D 概念圖.....	25
圖 2. 21	紐約自行車停等區.....	25
圖 2. 22	路口穿越標線 3D 概念圖.....	26
圖 2. 23	西雅圖之自行車路口穿越標線.....	26
圖 2. 24	波特蘭兩段式左轉停等區.....	27
圖 2. 25	貝爾維尤中央分隔島停等空間.....	27
圖 2. 26	自行車穿越道 3D 概念圖.....	28
圖 2. 27	自行車與轉彎車輛共用道 3D 概念圖.....	29
圖 2. 28	奧斯汀之自行車與轉彎車輛共用道.....	29
圖 2. 29	自行車道導引方式.....	30
圖 2. 30	紅色自行車道鋪面.....	33
圖 2. 31	綠色自行車道鋪面.....	34
圖 2. 32	藍色自行車道鋪面.....	35
圖 2. 33	黃色自行車道鋪面.....	36
圖 2. 34	被動式紅外線熱電感應偵測[14].....	36

圖 2. 35	傳統方形感應線圈.....	37
圖 2. 36	菱形、多邊形以及不規則型感應線圈[14].....	37
圖 2. 37	共用空間銜接共用空間之穿越路口型式.....	44
圖 2. 38	專用路權與專用路權之銜接 A.....	44
圖 2. 39	專用路權與專用路權之銜接 B.....	45
圖 2. 40	專用路權與專用路權之銜接 C.....	45
圖 2. 41	專用路權與共用路權之銜接 A.....	46
圖 2. 42	專用路權與共用路權之銜接 B.....	46
圖 2. 43	專用路權與共用路權之銜接 A.....	47
圖 2. 44	專用路權與共用路權之銜接 B.....	47
圖 2. 45	自行車道型式選擇流程.....	48
圖 2. 46	完全獨立自行車專用道.....	49
圖 2. 47	自行車與行人共用道路.....	49
圖 2. 48	Type3-1(a).....	50
圖 2. 49	Type3-1(b).....	50
圖 2. 50	Type3-2(a).....	51
圖 2. 51	Type3-2(b).....	51
圖 2. 52	Type3-2 (c)	52
圖 2. 53	Type4-1.....	52
圖 2. 54	Type4-2(a).....	53
圖 2. 55	Type4-2(b).....	53
圖 2. 56	Type5-1.....	54
圖 2. 57	Type5-2.....	54
圖 2. 58	Type6-1.....	55
圖 2. 59	Type6-2.....	55
圖 2. 60	Type7-1.....	56
圖 2. 61	Type7-2(a).....	56
圖 2. 62	Type7-2(b).....	57
圖 2. 63	Type7-3.....	57
圖 2. 64	Type8.....	58
圖 2. 65	Type9-1.....	58
圖 2. 66	Type9-2.....	59
圖 2. 67	Type10-1.....	59
圖 2. 68	Type10-2.....	60
圖 2. 69	Type11.....	60
圖 3. 1	肇事分析地點選擇流程圖.....	63
圖 3. 2	民權東路六段與行愛路路口地圖.....	66
圖 3. 3	民權東路六段與行愛路路口現況 (101 年 5 月)	66

圖 3.4	承德路四段與通河街路口地圖.....	67
圖 3.5	承德路四段與通河街路口現況（101 年 5 月）.....	67
圖 3.6	吳興街與吳興街 220 巷路口地圖.....	68
圖 3.7	吳興街與吳興街 220 巷路口現況照片（101 年 5 月）.....	68
圖 3.8	中正路福和路路口地圖.....	70
圖 3.9	中正路福和路路口現況（101 年 5 月）.....	70
圖 3.10	仁愛路保生路路口地圖.....	71
圖 3.11	仁愛路保生路路口現況（101 年 5 月）.....	71
圖 3.12	民權路得和路路口地圖.....	72
圖 3.13	民權路得和路路口現況（101 年 5 月）.....	72
圖 3.14	忠明南路興大路路口地圖.....	74
圖 3.15	忠明南路興大路路口現況（101 年 5 月）.....	74
圖 3.16	忠明路博管路路口地圖.....	75
圖 3.17	忠明路博管路路口現況（101 年 5 月）.....	75
圖 3.18	綠川東街成功路路口地圖.....	76
圖 3.19	綠川東街成功路路口現況（101 年 5 月）.....	76
圖 3.20	鼎山街與大昌一路路口地圖.....	78
圖 3.21	鼎山街與大昌一路路口現況（101 年 5 月）.....	78
圖 3.22	一心一路與一心一路 202 巷路口地圖.....	79
圖 3.23	一心一路與一心一路 202 巷路口現況（101 年 5 月）.....	79
圖 3.24	中正二路和平一路路口地圖.....	80
圖 3.25	中正二路和平一路路口現況（101 年 5 月）.....	80
圖 3.26	舊城南路崇聖街路口地圖.....	82
圖 3.27	舊城南路崇聖街路口現況（101 年 5 月）.....	82
圖 3.28	東港路校舍路路口地圖.....	83
圖 3.29	東港路校舍路路口現況（101 年 5 月）.....	83
圖 3.30	冬山路一段與香南路路口地圖.....	84
圖 3.31	冬山路一段與香南路路口現況（101 年 5 月）.....	84
圖 3.32	中山路中正路口地圖.....	86
圖 3.33	中山路中正路口現況（101 年 5 月）.....	86
圖 3.34	中正路仁愛街路口地圖.....	87
圖 3.35	中正路仁愛街路口現況（101 年 5 月）.....	87
圖 3.36	林森路和平路路口地圖.....	88
圖 3.37	林森路和平路路口現況（101 年 5 月）.....	88
圖 3.38	穿越道與行人穿越道結合/自行車道位於人行道動線示意圖.....	91
圖 3.39	穿越道與行人穿越道結合/自行車道位於人行道（101 年 6 月）.....	91
圖 3.40	穿越道與行人穿越道結合/自行車道位於車道之動線示意圖.....	92
圖 3.41	穿越道與行人穿越道結合/自行車道位於車道（101 年 6 月，臺北	

	市基隆路長興街口)	92
圖 3.42	穿越道與行人穿越道結合/無自行車道動線示意圖.....	93
圖 3.43	穿越道與行人穿越道結合/無自行車道(101 年 6 月, 臺北市松山路市民大道路口)	93
圖 3.44	穿越道設置於車道/無自行車道動線示意圖.....	94
圖 3.45	穿越道設置於車道/無自行車道(101 年 8 月, 臺北市松德路信義路口)	94
圖 3.46	無自行車穿越道/自行車道設置於人行道動線示意圖.....	95
圖 3.47	無自行車穿越道/自行車道設置於人行道.....	95
圖 3.48	無自行車穿越道/自行車道設置於車道動線示意圖.....	96
圖 3.49	無自行車穿越道/自行車道設置於車道(資料來源:google 街景圖)	96
圖 3.50	自行車穿越道與行人穿越道合併.....	97
圖 3.51	未明顯區分之自行車穿越道(101 年 6 月, 臺北市敦化南路) ...	97
圖 3.52	自行車穿越道與行人穿越道分離(101 年 6 月, 臺北市敦化南路)	98
圖 3.53	自行車穿越道切斷行人穿越道(101 年 8 月, 花蓮鳳林鎮光復路公園路路口)	98
圖 3.54	自行車穿越道分割人行穿越道(101 年 8 月, 花蓮鳳林鎮民權路信義路路口)	99
圖 3.55	自行車與機車共用待轉區(101 年 8 月, 臺北市松德路信義路口)	99
圖 3.56	自行車使用路口轉角空間作為待轉區(101 年 10 月, 臺北市基隆路長興街路口)	100
圖 3.57	自行車與機車共用停等區(101 年 10 月, 臺北市基隆路長興街路口)	100
圖 3.58	自行車使用轉角空間作為停等區(101 年 5 月, 臺北市吳興街/吳興街 220 巷路口)	101
圖 3.59	自行車路口停等空間不明確(101 年 6 月, 臺北市敦化南路) .	101
圖 3.60	行人專用號誌增設 1 個自行車專用號誌燈.....	102
圖 3.61	行人專用號誌增設 1 個自行車專用號誌燈(101 年 5 月, 臺北市羅斯福路)	102
圖 3.62	自行車專用觸動號誌(101 年 8 月, 花蓮市)	103
圖 3.63	自行車依循號誌不明確(101 年 8 月, 臺北市松德路信義路口)	103
圖 3.64	在路肩以虛線劃設自行車專用道(101 年 8 月, 花蓮縣鳳林鎮中和路 71 號)	104
圖 3.65	以黃色標線劃設自行車專用道(101 年 8 月, 花蓮縣鳳林鎮光復路	

	信義路路口)	104
圖 3. 66	方形自行車標誌 (101 年 8 月, 花蓮縣瑞穗自行車道)	105
圖 3. 67	實線劃設之自行車穿越道 (101 年 8 月, 花蓮縣瑞穗自行車道)	105
圖 3. 68	不明含義的標字標線 (101 年 8 月, 花蓮縣瑞穗自行車道)	106
圖 3. 69	自行車專用道標示行人圖樣 (101 年 8 月, 花蓮縣鳳林鎮光復路公園路路口)	106
圖 4. 1	自行車交通管理指標之項目分類示意[21]	114
圖 4. 2	各地點不安全程度項目平均得分分佈	133
圖 4. 3	專家學者問卷安全等級項目平均得分分佈	136
圖 4. 4	用路人問卷與專家學者問卷效率等級平均得分分佈	136
圖 4. 5	自行車號誌燈頭設計評估指標	141
圖 4. 6	自行車道鋪面顏色設計評估指標	145
圖 5. 1	自行車事故統計(92-99 年)	150
圖 5. 2	路口交通衝突分析	155
圖 5. 3	臺北市吳興街路口 (號誌時相 1) 交通衝突分析	156
圖 5. 4	臺北市吳興街路口 (號誌時相 2) 交通衝突分析	157
圖 5. 5	宜蘭冬山路/香南路路口 (號誌時相 1) 交通衝突分析	158
圖 5. 6	宜蘭冬山路/香南路路口 (號誌時相 2) 交通衝突分析	158
圖 5. 7	宜蘭冬山路/香南路路口 (號誌時相 3) 交通衝突分析	159
圖 5. 8	高雄鼎山街/大昌一路路口 (號誌時相 1) 交通衝突分析	160
圖 5. 9	高雄鼎山街/大昌一路路口 (號誌時相 2) 交通衝突分析	160
圖 6. 1	自行車穿越道與行人穿越道合併 (密接式)	164
圖 6. 2	自行車穿越道與行人穿越道合併 (分離式)	164
圖 6. 3	自行車穿越道設置於車道	165
圖 6. 4	自行車穿越道設置類型選擇流程	167
圖 6. 5	自行車道鋪面顏色示意圖	168
圖 6. 6	自行車穿越道鋪面顏色選擇流程	169
圖 6. 7	設置於機車待轉區右側之自行車待轉區	170
圖 6. 8	設置於車道之獨立自行車待轉區	171
圖 6. 9	左轉待轉區設置於人行道 (穿越道與人行道合併)	171
圖 6. 10	自行車待轉區設置類型選擇流程	172
圖 6. 11	設置於機車停等區右側之自行車停等區	173
圖 6. 12	設置於車道之自行車獨立停等區	174
圖 6. 13	設置於人行道之自行車停等區	174
圖 6. 14	自行車停等區設置類型選擇流程	175
圖 6. 15	自行車獨立號誌及與行人號誌合併示意圖	177
圖 6. 16	自行車號誌示意圖	178

圖 6.17	自行車號誌設置選擇流程.....	180
圖 6.18	鼎山街大昌一路自行車穿越道評估.....	182
圖 6.19	鼎山街大昌一路自行車左轉設施評估.....	183
圖 6.20	鼎山街大昌一路自行車停等區評估.....	184
圖 6.21	鼎山街大昌一路自行車號誌評估.....	185
圖 6.22	鼎山街大昌一路路口現況示意圖.....	186
圖 6.23	鼎山街大昌一路自行車路口改善設計示意圖.....	186
圖 6.24	中山路中正路自行車穿越道評估.....	188
圖 6.25	中山路中正路自行車左轉設施評估.....	189
圖 6.26	中山路中正路自行車停等區評估.....	190
圖 6.27	中山路中正路自行車號誌評估.....	191
圖 6.28	中山路中正路路口現況示意圖.....	192
圖 6.29	中山路中正路自行車路口改善設計示意圖.....	192
圖 6.30	自行車穿越道設置圖.....	193
圖 6.31	行人專用號誌燈面顯示圖例.....	194
圖 6.32	自行車專用號誌與倒數計時顯示器(羅斯福路與新生南路路口)	195
圖 7.1	自行車號誌與倒數計時器(高雄).....	201
圖 7.2	嵌入式穿越道燈(美國 Sacramento)[34].....	202
圖 7.3	嵌入式穿越道燈以及鋪設情形(網路照片).....	202
圖 7.4	自行車專用穿越手動觸控裝置(美國)[35].....	203
圖 7.5	自行車專用穿越手動觸控裝置(德國)[36].....	203
圖 7.6	自行車 LED 閃光標誌(網路照片).....	204
圖 7.7	手動觸控發光按鈕(美國)[2].....	204
圖 7.8	智慧型安全帽系統運作架構[30].....	205
圖 7.9	瀏覽器之查詢介面[30] (網路照片).....	205
圖 7.10	自行車定位與路徑導引系統概念圖.....	206
圖 7.11	自行車定位與路徑導引畫面使用狀況(日本奈良縣)[32].....	207
圖 7.12	自行車 CMS 資訊可變標誌(美國 New Bern, NC).....	208
圖 7.13	自行車 CMS 資訊可變標誌(美國)[14].....	208
圖 7.14	VD 影像式偵測器(網路照片).....	209
圖 7.15	自行車用行車紀錄器(網路照片).....	209
圖 7.16	有聲號誌(高雄).....	210
圖 7.17	紙質電子標籤(網路照片).....	211
圖 7.18	臺北市微笑單車租還地點設置圖(網路照片).....	213
圖 7.19	臺北市即時交通資訊網道路速率顯示電子地圖(網路照片).....	213

表目錄

表 2.1	自行車基礎建設計畫整理[3].....	11
表 2.2	自行車與行人合併號誌型式說明.....	31
表 2.3	自行車獨立號誌型式說明.....	32
表 2.4	各國自行車穿越道比較.....	38
表 2.5	各國自行車左轉設計比較.....	38
表 2.6	各國自行車右轉設計比較.....	39
表 2.7	各國自行車停等設計比較.....	39
表 2.8	國內自行相關法規規範現況概況.....	42
表 2.9	路口路權型式說明.....	43
表 2.10	路口自行車衝突.....	61
表 2.11	衝突分類與路口設計管制.....	62
表 3.1	易肇事地點位置.....	64
表 3.2	臺北市易肇事路口事故與空間描述.....	65
表 3.3	新北市易肇事路口事故與空間描述.....	69
表 3.4	臺中市易肇事路口事故與空間描述.....	73
表 3.5	高雄市易肇事路口事故與空間描述.....	77
表 3.6	宜蘭縣易肇事路口事故與空間描述.....	81
表 3.7	花蓮縣易肇事路口事故與空間描述.....	85
表 3.8	臺北市自行車路口設施類型.....	89
表 3.9	路口自行車設施位置與專用號誌類型.....	90
表 3.10	自行車設施現況與主要課題.....	107
表 4.1	自行車設施經費.....	110
表 4.2	市區與郊區設計差異.....	111
表 4.3	民眾反映問題.....	111
表 4.4	所採用的自行車設計法規與遭遇問題.....	112
表 4.5	目前自行車缺乏之路口設施.....	112
表 4.6	各路口不同運具使用者樣本數.....	115
表 4.7	受訪者之樣本結構.....	116
表 4.8	安全等級因素分析檢定.....	118
表 4.9	安全等級考慮因素主成份分析之結果.....	119
表 4.10	安全等級以重要性加權因素分析檢定.....	120
表 4.11	安全等級以重要性加權考慮因素主成份分析之結果.....	121
表 4.12	效率等級因素分析檢定.....	122

表 4. 13	效率等級考慮因素主成份分析之結果.....	123
表 4. 14	安全等級以重要性加權因素分析檢定.....	124
表 4. 15	效率等級以重要性加權考慮因素主成份分析之結果.....	125
表 4. 16	可靠性統計量結果.....	126
表 4. 17	安全與效率問項對照表.....	127
表 4. 18	灰關聯度優先排序.....	128
表 4. 19	所選 18 個地點編號與路口名稱對照表	130
表 4. 20	安全程度集群分析結果.....	131
表 4. 21	效率程度集群分析結果.....	132
表 4. 22	應優先設置之自行車交通管理設施.....	137
表 4. 23	用路人問卷應優先加強設施選擇結果.....	138
表 4. 24	專家學者問卷應優先加強設施選擇結果.....	140
表 4. 25	自行車號誌評估指標權重.....	142
表 4. 26	自行車號誌替選方案.....	143
表 4. 27	自行車號誌評估選擇結果.....	144
表 4. 28	自行車道鋪面顏色評估指標權重.....	145
表 4. 29	自行車道鋪面替選方案.....	146
表 4. 30	自行車道評估選擇結果.....	147
表 5. 1	路口穿越設施與用路人穿越速度.....	149
表 5. 2	近年自行車肇事次數.....	151
表 5. 3	岔路口交通工程肇事因子分類[27].....	152
表 5. 4	肇事模式摘要.....	153
表 5. 5	肇事模式變異數分析.....	153
表 5. 6	肇事模式係數分析.....	154
表 5. 7	各路口衝突類型與衝突數.....	161
表 6. 1	路口自行車設施類型.....	163
表 6. 2	鼎山街大昌一路交通量調查.....	181
表 6. 3	中山路中正路交通量調查.....	187
表 7. 1	IBTS 可能之發展項目	200
表 7. 2	無線電射頻識別電子標籤於交通應用.....	212
表 7. 3	VIPS 使用者服務單元名稱與服務產品組合.....	214
表 7. 4	ATMS 使用者服務單元名稱與服務產品組合	216

第一章 緒論

自從廿一世紀初期開始，自行車的使用已逐漸受到重視。各國皆努力地透過各種手法來創造友善的自行車騎乘環境。這些手法包括：設置自行車停車空間、行人與自行車共用空間、縮減機動車輛行駛空間以規劃自行車道、縮減路邊停車格位以劃設自行車道、設置自行車路口號誌等等。臺灣地區亦在此趨勢下，各級政府及相關單位也積極規劃與建設自行車交通環境。然而，隨著自行車使用的增加，自行車車禍也逐步增加，其中，在路口的自行車與其他車輛的衝突成為最主要的肇事原因之一，也發現路口自行車設施尚未有完善的設置與管理辦法。因此本研究的重點將著重在建立路口自行車設施的設計方式，以提供自行車更安全的使用環境。

1.1 研究緣起與動機

本研究之研究背景在於因應行政院於97年6月5日第3095次院會中通過「永續能源政策綱領」，揭櫫我國二氧化碳排放量於2025年要回到2000年的水準。98年12月成立「節能減碳推動會」，督導落實「國家節能減碳總行動方案」，並將「推動『能源國家型科技計畫』」列為行動計畫項目。行政院「100年施政方向與政策重點」已明確揭示，建構「永續低碳環境」為其五大施政主軸之一，持續推動「國家節能減碳總計畫」，並以建構綠色運輸網絡為標竿方案，持續降低運輸部門碳排放，建構便捷與智慧型運輸系統，其中，推廣自行車的使用正是重要手段之一。此外，本所並已於100年1月20日召開「101年度智慧型運輸系統(ITS)創新科技發展與應用(2/4)計畫需求研商會議」，研商ITS對節能減碳政策的貢獻。

在各界追求節能減碳的目標下，自行車的使用日趨頻繁，並引發各界對交通部構建自行車安全騎乘環境的期許與要求，正由於自行車的廣泛使用，使得自行車事故逐年攀升，自97年起每年發生的自行車事故已達萬件，其中在交叉路口及其附近發生的事故約佔48%。足見目前交通環境對自行車的保護已顯不足，尤其在路口處的道路設施、號誌管制、駕駛行為等，均嚴重威脅自行車的騎乘安全。鑒於國內地狹人稠的天然環境、以及車流量又常超過道路容量的情況，加諸機車的使用頻繁，對於弱勢用路人的保護本就較為不足，現今再加上自行車的加入，將使道路交通行為更趨複雜，自行車不是穿梭於機車、汽車所構成的車陣之中，就是要騎上人行道壓縮行人的通行空間，威脅行人的通行安全，在路口範圍內或接近路口時，車流與人流的衝突更為複雜險峻，常見右轉汽機車遭大量的行人穿越而受阻，直行自行車又遭路口外側等待右轉的汽機車阻礙，加之自行車無左右

轉方向燈可指示其行駛意圖，造成自行車通過路口險象環生的景象，因此，發展一套兼顧自行車與其他用路人使用需求的路口交通管理策略，實為刻不容緩的工作。

另一方面，配合臺灣地區智慧型運輸系統(ITS)系統架構，將行人、自行車騎士與機車騎士劃歸為弱勢用路人，並針對其規劃了弱勢用路人保護服務(VIPS)系統，亦將其功能需求規劃為提供危險防範、降低意外傷害、減輕交通環境阻礙與提供駕駛服務等4項，其中與自行車騎士密切相關者即為提供危險防範與降低意外傷害2項，針對此一需求，發展合適的路口自行車交通管理策略才能真正且直接地達到防範危險與降低意外的目的。同時，自行車的運輸效率亦直接影響使用意願與推廣成效，且因為自行車的加入若要犧牲其他車種的使用效率，必將引致民怨，故需要將路口使用效率納入考量，亦即仍應維持先進交通管理服務(ATMS)中，以達到最佳的運輸效率。

1.2 研究目的與內容

本研究之目的在於提出一套完整的自行車穿越路口的設施設置方式。研究方法如下，回顧國內外自行車設施的規劃設計規範及相關研究，包括德國、荷蘭、英、美、日等自行車推廣較先進國家的規範與手冊。並就本所「自行車道系統規劃設計參考手冊(第三版)」[1]、及「自行車推廣策略研究」、國內自行車交通設施相關規範等資料，探討目前路口自行車相關問題所在，並研擬一套兼顧安全與效率的自行車路口交通管理策略，並對號誌化路口的行車號誌與行人號誌，以至於自行車專用號誌的設置、運作等課題進行探討，並附帶檢討智慧型運輸系統對於自行車的研究課題。

基於上述的內容，對於目前我國自行車在路口所遭遇的交通問題、自行車與其他車種通行空間的分配、交通管制設施、各項交通設施設置規定中有關自行車的規定，及各項法規對於自行車的行駛規定等，皆為本研究應加以系統化探討的重點。

隨著國內自行車逐步發展的過程，我國自行車在路口處的行駛空間與遵行號誌方式一直處於模稜兩可的狀態，使得自行車穿越路口的交通問題日益惡化。對於如何導正自行車穿越路口的車流秩序，應針對相關法規與設置規則中有關自行車之部分應加以檢討。包括：公路法、交通管理處罰條例、交通安全規則、交通標誌標線號誌設置規則及市區道路工程設計規範與交通部頒交通工程手冊等。

1.3 研究方法與流程

研究方法將包含文獻回顧與評析、訪問調查法、比較分析法、風險分析法等

之綜合應用，期間主要工作內容概分為四個階段，依序為回顧階段、研議階段、分析階段、研訂階段，具體的研究流程如圖 1.1 所示：

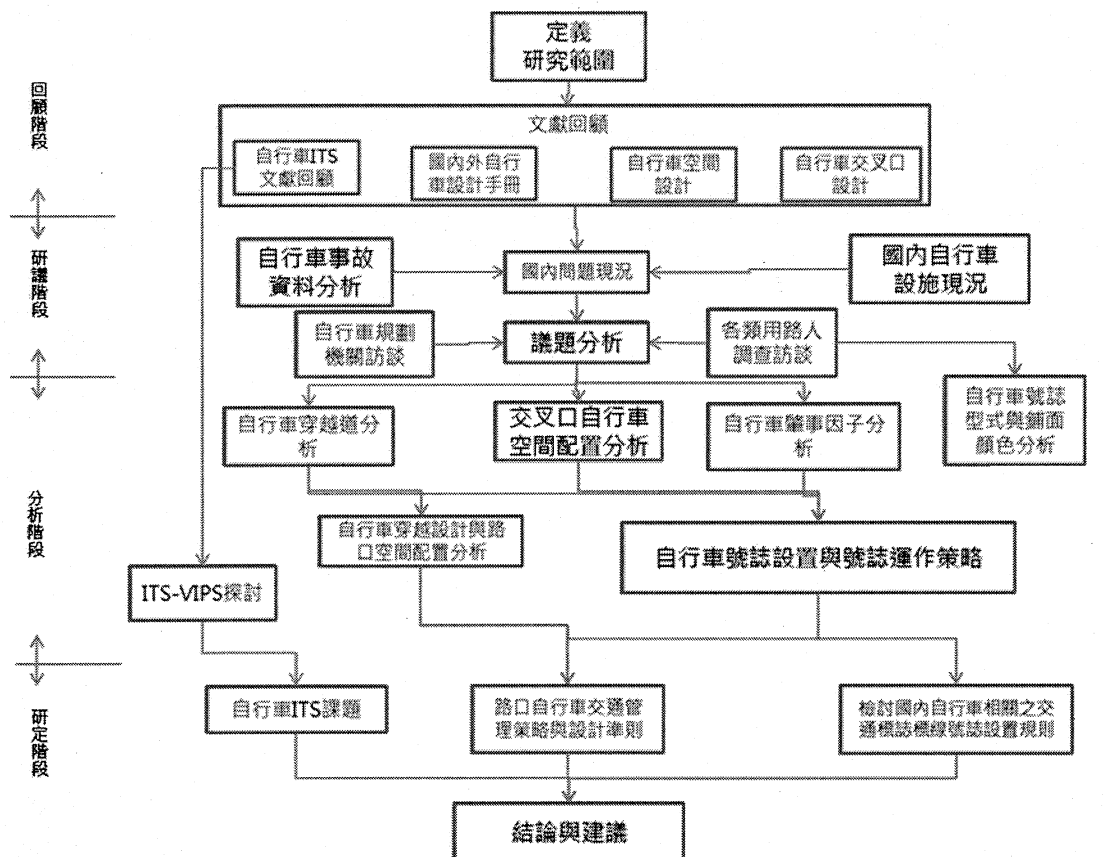


圖 1.1 研究流程圖

回顧階段之工作內容係蒐集國內外自行車設施之研究文獻、設計手冊等，包括德國、日本、荷蘭、美國、英國等。因此回顧階段之工作重點，係在瞭解自行車發展經驗，以利未來整合應用。研議階段之進行，乃依據文獻回顧之結果，搭配國內自行車設施現況的調查與自行車肇事資料分析，以及針對各類用路人調查訪談來瞭解現行相關設施之優缺點，提出自行車目前面臨的路口設計議題分析，並就幾何線型與空間配置、路口號誌、自行車事故型式與地點等進行探討，研析之結果將可瞭解目前國內之自行車騎乘環境之主要安全問題。第三階段為分析階段，主要為自行車路口穿越策略、路口空間分配策略、自行車號誌設置策略、號誌運作策略等加以研析。本研究最後一個工作階段，係為研訂階段，透過文獻回顧評析、調查訪問法等，針對各種措施進行比較分析，以為我國路口自行車交通管理策略之設計方式，最後並提出結論與建議。主要研究內容與步驟列述如下：

第一階段：回顧階段

1. 國外自行車推動經驗與現況發展
2. 國內自行車之交通管理方式、設計手冊。

3. 國外自行車之交通管理方式、設計手冊。
4. 相關研究文獻、技術報告、事故評估等資料。

第二階段：研議階段

本研究階段係進行自行車交通安全之議題分析，採用訪問調查法來進行。除此之外，本階段將透過觀察法，以深入瞭解自行車事故發生率較高的地點，其各類道路使用者的行駛特性。

在訪問調查方面，主要針對自行車使用者與自行車設施主管機關為之：

(1) 用路人問卷調查

透過全國的自行車肇事資料，在自行車肇事率較高之路口進行用路人問卷調查。並在全國不同區域（包涵：市中心、郊區、觀光遊憩區）之自行車道，訪談自行車使用者在使用自行車道可能面臨的效率與安全問題。

(2) 國內主管機關訪談及學者專家問卷

透過訪談臺北、新北市、高雄市等自行車設施主管機關，來瞭解目前自行車道與號誌設計的管理方式及現況問題，並進行學者專家問卷調查，將結果與民意調查互相比較。

第三階段：分析階段

本研究階段配合第二階段之各項調查訪問結果，進一步透過比較分析法，對於路口自行車事故發生次數較高的地點，分別探討自行車行駛問題，並分析自行車穿越道及號誌設置課題。本階段工作要點如下：自行車穿越與路口空間配置、自行車與號誌配置等課題，並探討智慧運輸系統之 VIPS 概念。

第四階段：研訂階段

此階段結合前階段分析之結果，配合路段之自行車道設置方式，研擬路口自行車交通管理策略，包含自行車穿越道與自行車號誌設置方式，並檢討道路交通標誌標線號誌設置規則。同時檢討智慧運輸系統與自行車之發展課題。

第二章 自行車文獻回顧與檢討

在歐洲地區自行車推動之起步早在 1970 年代即已開始，至今已累積相當多的發展經驗，相對而言，臺灣是在近年才逐步推廣自行車，因此相關的交通管理與道路設計手冊尚有補強的空間。本章希望能透過回顧國內外自行車於路口的設計方式，同時檢討我國目前所面臨的問題，作為未來改進方向的參考。

2.1 各國自行車發展概況

2.1.1 整體發展概況

由於永續發展概念之興起，各先進國家十分重視自行車運輸之推展。不論是在運輸政策之擬定、運輸規劃之策略分析與交通管理之方案執行等方面，都特別訂定自行車運輸發展方向，期望達成自行車之目標。歐洲的荷蘭、丹麥、德國等國，自行車使用率均在 10% 以上。以荷蘭為例，其全國的自行車使用率為 26%。依據統計，各國自行車旅次比例如圖 2.1 所示。

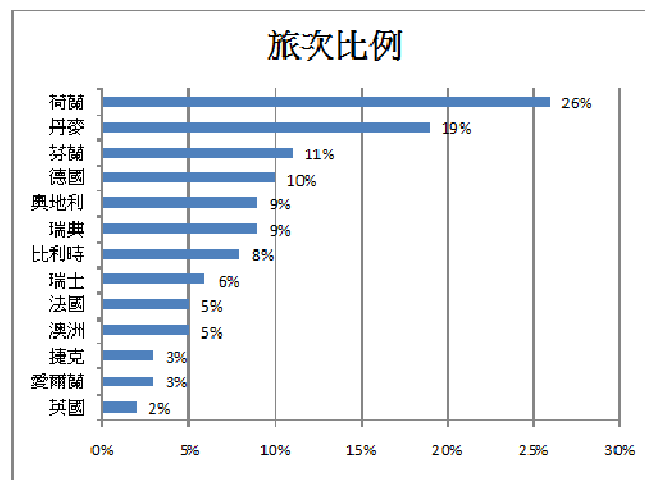


圖 2.1 各國自行車旅次比例圖(2006 年)

資料來源：[2]

以 2008 年之研究統計，歐洲大城市自行車旅次高的城市相當多，包括：阿姆斯特丹約 35%、哥本哈根約 20%。依據調查，荷蘭 32% 的工作旅次為自行車旅次、丹麥則為 35%、德國則為 25%。購物旅次中荷蘭有 22% 為自行車旅次、丹麥

為 25%、德國則為 20%。而各國每人之自行車持有率如圖 2.2 所示。

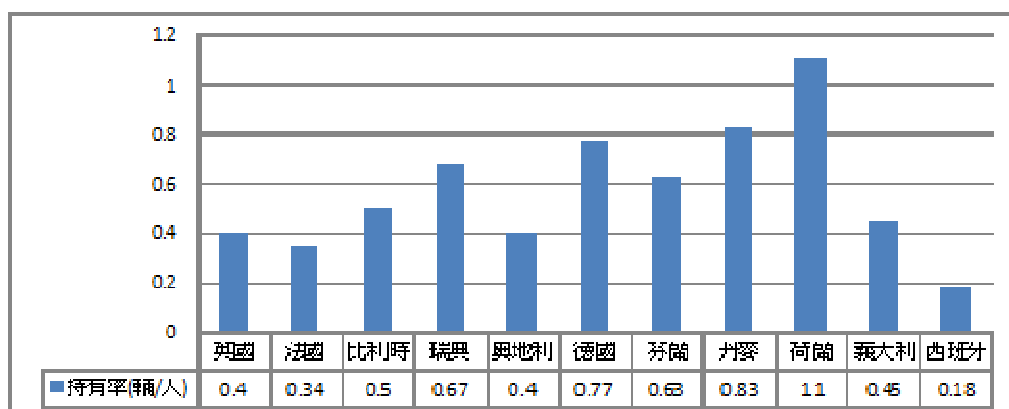


圖 2.2 各國自行車持有率比較圖(2006 年)

資料來源:[2]

各國 2009 年自行車騎士肇事統計每百萬公里的受傷人數圖 2.3 所示。

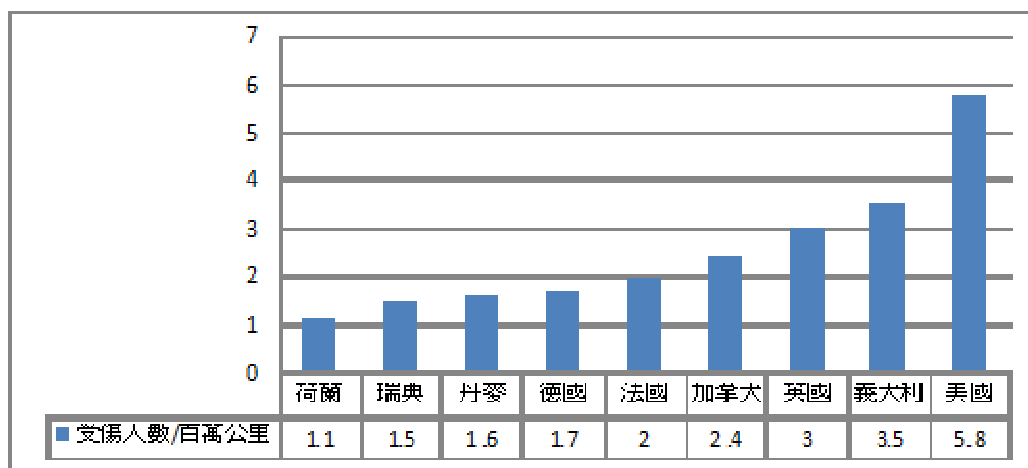


圖 2.3 各國自行車騎士受傷比例圖

資料來源: [2]

由於荷蘭與日本等人口密度高且自然資源有限的國家，與我國類似，較重視空間使用效率與成本效率皆高的運具，因此其大眾運輸與自行車運輸的旅次均佔有相當高的比例。就各種運具的空間佔有率而言，自行車道之土地使用效率與混合車流中的公車相似，遠高於自用小汽車。

在許多亞洲國家，由於所得較低，一般人民無法購買汽車，因此非機動車輛運具-自行車、黃包車、及手推車的旅次數，約佔其總旅次數的 25-80%，在都市運輸中扮演關鍵的角色。然而，亞洲地區國家隨著國民所得的增加，未來許多亞洲城市可能因為機動車輛數的持續成長，而威脅到自行車在街道上安全的使用空間，並且造成都市型態迅速地改變。而多數亞洲都市的運輸規劃與投資主要集中

於機動車輛部份，並且忽視非機動車輛運輸的需要；除非採用非機動車輛運輸策略來減緩或是逆轉此種趨勢，否則有關交通安全、空氣污染、能源使用、交通擁擠、都市擴張，以及低收入戶的移動性等問題，將會無法控制。

2.1.2 各國發展特色

本小節首先說明世界各國使用自行車的狀況，及推動自行車運輸的經驗，以供國內之參考。[3]

一、 美國

美國政府以國家的立場來支持自行車運輸。1991 年通過的冰茶法案 ISTEA(Intermodal Surface Transportation Efficiency Act)，改變聯邦政府自 1950 年代開始的運輸政策。其中，1024 與 1025 節要求州政府運輸組織必須將行人及自行車設施的改善納入年度及長期的運輸改善計畫中。1033 節規定州政府必須在陸路運輸計畫、擁擠緩和計畫、公路系統計畫、陸路公路計畫中必須編列預算改善自行車設施。1007 節中則規定自行車設施為 10 大地面運輸計畫之一。美國 2009 年行人及自行車旅次占 9.6%，交通設施中與自行車及行人相關之比例約 13.1%，聯邦預算中則有 1.2%用於自行車及行人設施。

美國各州亦有訂定各種推動自行車之策略，以北卡羅萊納州而言，其自行車政策主要由運輸部之自行車與行人運輸局(Division of Bicycle and Pedestrian Transportation, DBPT)負責規劃，對自行車使用者權利與責任皆有完整法律規範，並針對中學以下學童設計一系列自行車教學課程，訓練學生瞭解騎乘自行車基本知識與技巧後再行上路，增加安全性。此外，亦推動自行車註冊政策，將個人自行車建檔列管，使民眾騎乘自行車更有保障。

二、 德國

德國自行車之發展始於 1970 年代能源危機之後開始積極推動，在 1980 年出版自行車設施規範及手冊。於 2000 年通過未來十年期間自行車發展規則(2002-2012)，全面發展自行車交通。到目前為止，已有近 4 萬公里的自行車專用道，每天有超過 270 萬自行車旅次，佔總旅次百分之九。其發展目標訂為提昇自行車道品質及提昇自行車道吸引力，確保自行車交通安全並與大眾運輸完整的整合。在各都市皆有推動自行車的具體策略。

以 Erftkreis 當局推動自行車計畫為例，由於 Erftkreis 全境地勢平坦，自行車早已被當地居民使用作為閒暇活動，自行車亦為每日的交通工具。然而，

由於缺少安全的自行車道(特別是在主要道路),有許多的潛在自行車使用者只好使用汽車。因此從 1980 年代開始,Erftkreis 交通當局開始推動自行車作為每日使用的運輸工具,大量興建連接數個城鎮的自行車道;另外,並印製自行車道地圖免費供居民索取,推動自行車作為休閒活動的方式。而由於居民支持以自行車為運輸工具,Erftkreis 計畫將每日的自行車旅次由 11%提昇至 15%,亦即在 2005 年時,希望將自行車旅次由 163,000 人增加至 225,000 人;並且,在主要的運輸發展規劃中,儘量方便自行車旅次的使用,以自行車道連接所有自行車旅次的主要起迄點。另外,還將考慮提供自行車休息站及火車站的轉乘設施。

Erftkreis 推動自行車道計畫中,永久性自行車設施改善計畫包括下列兩計畫:

一、短期改善計畫

- (一)改善道路交叉路口的槽化設施,使自行車能更安全通過路口
- (二)加強自行車專用道起迄點的安全
- (三)重建較狹窄的自行車道以改善自行車安全
- (四)改善自行車專用車道行經公車站的問題

二、中長期計畫

- (一)優先興建整個自行車道路網中小於1公里的連接路段
- (二)興建大於1公里的自行車道
- (三)道路橫斷面重新設計、施工
- (四)將自行車道延伸至鄉村及連接至其他鄉鎮

以上這些計畫預計在十年內投資總金額為 1 億德國馬克,其中有 80%是由州政府補助,經費來源為都市發展基金以及在「地方運輸財源法案」所規定的基金。

三、荷蘭

荷蘭政府發展自行車運輸之政策,要求各地方都市在整體運輸規劃中均需考慮建立自行車路網,並將自行車路網分為三個層次:

1. 城市路網層次(city level network):各平行路段之間距約 500 公尺,主要服務穿越性旅次與起迄點分佈於市區外之旅次;其功能在於連接市區重要之活動地點。
2. 區內路網層次(district level network):各平行路段之間距約 200 至 300 公尺,服務之自行車運量較小且旅次長度較短;其主要功能在於連接區內各級學校與購物中心等設施。
3. 鄰里內路網層次(subdistrict level network):各平行路段之間距約 100

公尺，服務對象多為兒童，旅次長度很短，且設施之設計常與行人運輸同時考量。

另一方面，荷蘭政府為了達到自行車運輸安全與便利的目標，特別針對自行車運輸之交通管理作特殊考慮；例如在幹道上設置與行人、汽車分隔的自行車專用道、以及在路口號誌與行進路徑上給予自行車運輸特權或是優先使用權。此外，荷蘭許多地方自行車與電動自行車(moped)共同使用車道，因此二者間容易產生交通安全的問題；不過，近年因騎乘電動自行車必須戴安全帽，目前使用人數已大幅下降。

目前荷蘭政府正努力地藉由分離機動車輛、自行車、行人，以及提供自行車騎士寬敞、乾淨的環境，使騎乘自行車的環境更舒適。他們覺得將自行車自機動車輛交通中分離，可以增加自行車騎士的安全；因此，在荷蘭最普遍的設施是平行於主要道路之高品質自行車道。不但如此，自行車使用者在次要路口有優先通過的權力，並且在主要路口提供隔離的車道與交通號誌。依其經驗，在路口增加自行車道與停止線將可提高安全性；經由實證研究顯示，增加此類型設施將比分隔交叉點有效。

四、 日本

不同於荷蘭之分道理念，在路幅有限之地區係以原有人行道劃設或原有汽機車車道劃設，採自行車與人行共道、以標線鋪面變化區隔、以植栽帶區隔或以高差或緣石區隔。在許多公路人行道及汽機車無法獨立提供足夠寬度設置自行車道時，會利用人行道及車道之部分寬度或拓寬道路邊坡來畫設自行車道。而在新闢道路規定必須將自行車道納入，並須依道路總寬度比例、當地自行車需求量、道路車流量等現況來調整自行車道寬度。

在平衡日本國內的環境與未來的運輸發展趨勢時，日本自行車運輸的發展經驗值得借鏡。日本自 1970 年開始在運輸政策上鼓勵自行車運輸，並訂定法案建設四種類型的自行車道，其中約有 90%的自行車道是由路邊人行道上提供自行車與行人共同使用。

除此之外，另一值得注意的是，日本無論在主要幹道亦或巷道內之自行車道均具有連續性，且在自行車穿越路口時，所使用的號誌是與行人共用，而非與幹道之機動車輛共用，如此一來，騎乘自行車者就不會因自行車車速與機動車輛車速有太大的差異而感覺到壓迫。

另一方面，由於日本都市的發展依賴軌道運輸為骨幹，並維持高密度的居住環境，使得自行車與步行成為方便、經濟與環保之運輸方式，日本東京的大眾運輸旅次與自行車旅次佔有相當高的比例，故二者是呈現互補關係。所以，自行車對於日本民眾而言，可說是日常生活中不可或缺的運具，除了主要街巷均設有自行車專用道外，各停車場也附有自行車專用停車位，可見自行車在日本相當普

及。同時，政府利用重負稅政策、高停車費、高密度的都市人口與抑制通勤車輛成長的土地利用策略，故日本的自行車交通運輸是以通勤與購物為主，以休閒為輔。日本政府為了減少自行車違規停車的情形，自 1977 年起立法提供資金建設自行車停車設施，大量建設自行車位。除了上述建構停車位的措施之外，日本對於違規停放的自行車，也會以人員進行開單警告。

五、 小結

在國家總體政策方向上，為了永續發展而致力於推行自行車。其中包含有興建自行車道，以及調整自行車之優先順序以及鼓勵使用自行車等，各國皆有其發展特色。

美國：發展一完全整合的運輸路網，良好的連結步行與自行車路網，使步行和騎自行車能更加安全，創造更適宜居住的、對家庭友善的社區環境，促進身體活動與健康，並減少車輛廢氣排放和燃料使用。

德國：創造一個對自行車友善的環境，訂定自行車十年發展計畫，在 2002 年的聯邦預算加倍提撥資金專門用於建設和維護聯邦的自行車道沿線公路、改進法規架構、改善道路安全、統整國家和國際上對在城市內騎自行車之研究、支持德國競爭「最適合騎自行車之國家」、政府機構支持 ADFC（德國自行車俱樂部）和道路安全協會、建立一個共同平台。

荷蘭：首要交通安全，訂定目標為至 2020 年，道路交通安全達到不超過 580 人死亡，12250 受傷，降幅較 2007 年下降 25%。並對於危及公路安全之人（即超速或酒後駕車）處以更嚴重之罰則。其次，對於弱勢之道路使用者（如行人，騎自行車，兒童和老人）將提供更多的保護。

日本：以通勤與購物為主，以休閒為輔去建立自行車道路網，並大量設置停車格位以減少違規停車。

2.2 我國自行車發展概況

我國到目前為止的自行車基礎建設計畫主要分為三類：一為自行車道建置計畫，另一為計畫內容有包含自行車道建置部分，第三類為其他自行車相關硬體建設，如租賃設施等。如表 2.1 所示。

表 2.1 自行車基礎建設計畫整理[3]

	計畫名稱	年度	隸屬專案/單位
自行車道建置計畫	全國自行車道系統計畫	2002-2007	挑戰 2008-國家發展重點計畫等
	全國自行車道系統計畫	2008	2015 年經濟發展願景第一階段三年(2007-2009)衝刺計畫
	全國自行車道系統計畫	2009	一億元以上公共建設計畫
	自行車道整體路網規劃建設計畫	2009-2012	愛臺 12 建設
自行車道建設為計畫中之一部分	配合節能減碳東部自行車路網示範計畫	2009-2012	振興經濟擴大公共建設方案等
	既有市區道路景觀與人行環境改善計畫	2006-2008	2015 年經濟發展願景第一階段三年(2007-2009)衝刺計畫
	既有市區道路景觀與人行環境改善計畫	2009-2012	內政部營建署
其他硬體建設	接駁型公共自行車租賃系統示範運行計畫	2009	行政院環保署

(一) 全國自行車道系統計畫

「全國自行車道系統計畫」其計畫主要內容為輔助縣市政府建構可及性高、使用率高之自行車道以提供良好休閒運動環境，並規畫串聯自行車道形成路網，達到建構「綠色運動休閒旅遊網絡」之目的。後續之計畫——「自行車道整體路網規劃建設計畫」，則期望將現有片段、零星分佈的自行車道系統，建構成優質運動休閒之自行車道路網，預計新增 1,500 公里自行車道，完成至少 17 個區域路網，提升自行車道服務性，並有利相關產業發展。

(二) 配合節能減碳東部自行車路網示範計畫

「配合節能減碳東部自行車路網示範計畫」為近年來自行車發展最重要的

計畫之一，計畫範圍北起臺北縣貢寮鄉之福隆地區，沿臺2線南下，銜接臺9線與臺2線涵蓋之蘭陽平原，南至蘇澳，除因蘇花公路蘇澳至花蓮縣新城間臺9線無法提供服務而改採鐵路接駁外，由花蓮縣新城以南包括縱向臺9線、臺11線至臺東縣卑南等，以及臺7線、臺7丙線、臺8線、臺9丙線所涵蓋之東部地區。

（三）既有市區道路景觀與人行環境改善計畫

有鑑於臺灣既有市區道路景觀與人行環境品質之「質」與「量」皆尚未達一定之水準，為縮小過去經濟發展與生活環境建設背離之落差，建立以人為本之優質生活環境，重新檢視既有市區道路斷面，配置合理道路要素、擴增人行活動空間及道路綠帶面積、重塑市區道路，以提升都市環境品質、改善人行徒步空間、無障礙環境及連結建構市區自行車道，並形塑保有當地生態景觀、地區文化特色之生態都市。政府於民國95年度起開始推動「既有市區道路景觀及人行環境改善計畫」，本計畫係補助各直轄市、縣（市）政府辦理「全縣（市）或鄉鎮市型市區道路景觀與人行環境改善綱要計畫」、「人行道、自行車道、休閒環境及無障礙環境改善計畫」、「學區或區域內通學步道、自行車道改善計畫」、「植栽綠美化增設、連續性綠帶設置計畫」、「舊有設施整併減量與共構設置計畫」及「應用生態工程且能融入新工法、新創意、新技術者」等項目給予補助，補助項目如圖2.4所示：

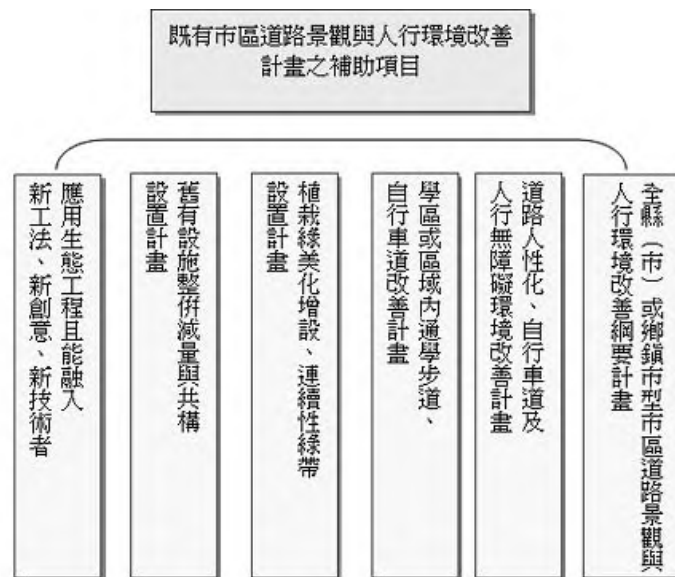


圖 2.4 「既有市區道路景觀及人行環境改善計畫」補助項目

（三）接駁型公共自行車租賃系統示範運行計畫

行政院環保署為改善都會區之空氣污染，鼓勵民眾以腳踏車做為短程交通工具，邀集國內主要都會型城市研商後，包括臺北市、臺北縣、臺南市及高雄市

等 4 個縣（市）政府提出建置接駁型公共腳踏車租賃系統示範運行計畫，並於 2007 年 11 月 20 日召開評選會議，選出由高雄市及臺南市率先試辦公共腳踏車租賃系統，希望藉由該系統之建置，提供民眾另一種無污染交通工具之選擇，減少污染排放。並於 97 年核定補助高雄市政府 1,500 萬元，並協助爭取擴大內需 6,000 萬元，補助辦理此一「接駁型公共腳踏車租賃系統示範運行計畫」，再加上高雄市政府自籌 1,500 萬元，總共耗資 9,000 萬元完成此一先進的系統。此系統於 2009 年 3 月 1 日啟用。而另一個獲選的臺南市則規劃以火車站為中心，優先於大眾運輸轉乘點設置 95 個公共腳踏車租賃站，提供市民 1,510 輛腳踏車，各租賃站間之距離以 500~800 公尺及提供 10~50 輛腳踏車為原則，並將路線區分為交通替代型及休閒觀光型等 2 種不同路線規劃。目前臺北市亦已規劃擴大全市性的公共自行車建置計畫。使得公共自行車的發展亦為我國自行車發展的特色。

在地方政府也針對其所在的行政區，依據相關的推動政策正積極規劃自行車道路網，各都市皆有配合行政院推動「千里自行車道、萬里步道實施計畫」、「全國自行車道系統計畫」，以及教育部「校園自行車運動及走路上學計畫」之下，擬以自行車道作為串聯各區域及轄區範圍的構想。

2.3 各國自行車路口設施設計規範

國外自行車穿越路口時，會針對下列事項做相關的交通安全設計：

- (1) 直進自行車與左、右轉車輛之間的衝突。
- (2) 雙向自行車道在路口範圍的動線處理。
- (3) 自行車左轉之處理。
- (4) 自行車之交通號誌管制問題的處理。

以下針對各國的設計手冊，加以摘要說明，其中包含各國設計手冊中有關路口自行車穿越及自行車號誌設置之內容，全文翻譯納為本研究附錄，詳見附錄 1~3。

2.3.1 德國

一. 路口設施配置

德國對於如何設計路口自行車穿越道提供各種不同的作法。可以因地制宜，穿越道配置方式設計，會依據路口的幾何條件，將自行車穿越道以不同程度方式區隔出來。依據其分離程度，而有不明顯分離式及明顯分離式，如圖 2.5、圖 2.6 所示。[4-8]

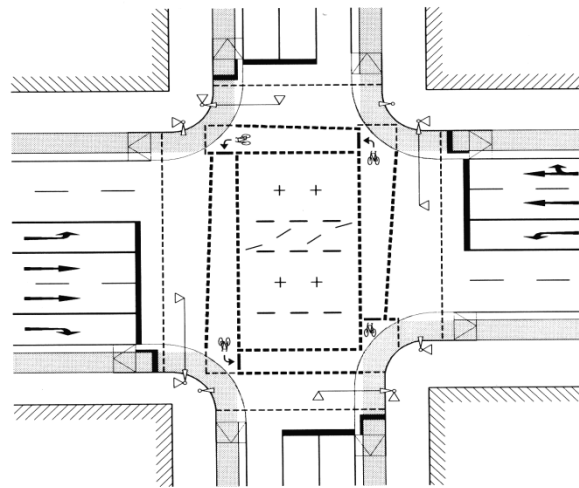


圖 2.5 不明顯的分離式自行車穿越道示例

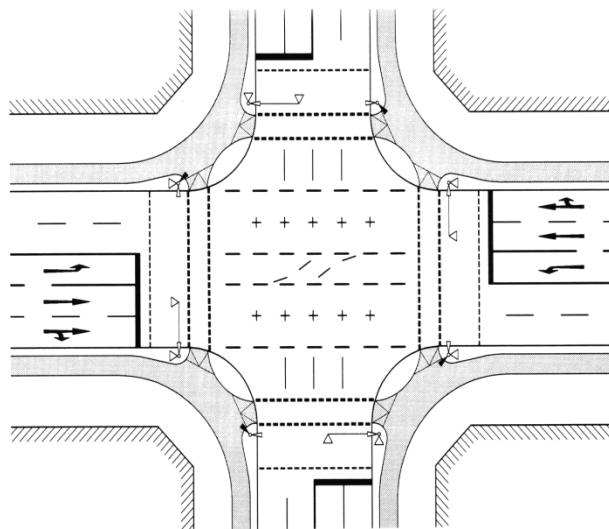


圖 2.6 明顯分離式穿越道示例

其中，不明顯分離式的好處在於：對於自行車而言具備較佳的視野，且較易行駛穿越，且所需空間較小。特別應加以注意自行車穿越道應在行人穿越道前即

降到與車道齊平。

另一方面，明顯分離式自行車穿越道對於轉彎車在停等時不會阻礙自行車，對於間接左轉之自行車可提供較為足夠的空間。有時候可以減少自行車穿越道路的寬度。

自行車在路口的左轉方式可分為直接左轉及間接左轉（兩段式）等兩種方式，如圖 2.7 所示：

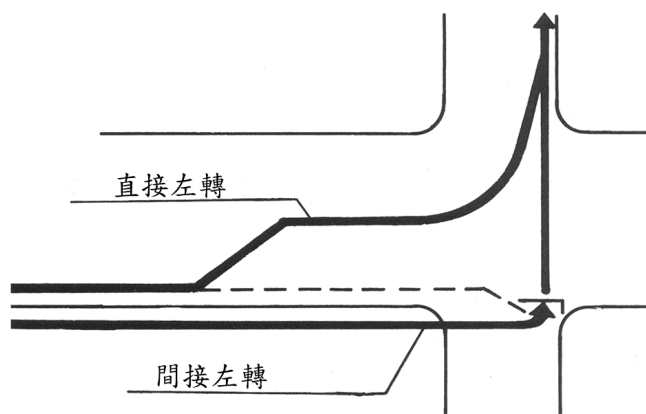


圖 2.7 自行車左轉方式示意圖

間接左轉可以避免直接左轉可能引起的交通衝突。雖然此種方法最安全，但有時候因為需要等待較久，不見得受自行車騎士之歡迎。其配置方式基本上分成兩類，一類係配合原有之自行車道停等空間，直接設置。此時，在左轉自行車較多時，可能要偏移放大部份自行車道，以便留設足夠的停等空間。另一種方式為可以在自行車道特別劃設一個左轉待轉區，供左轉自行車停等用。針對直行的自行車，當自行車數量較大時，亦可設置直行自行車停等區於停止線前。

二、自行車交通管制設施

自行車交通所需之交通管制設施包括標誌、標線及號誌等。標誌包括自行車專用道標誌。自行車交通號誌可與行人號誌共用或分開設計。其號誌時制之設計，則可按其停等與起動特性加以適當的考慮設置。



圖 2.8 自行車行人共用號誌

自行車號誌可分下面三種型式：

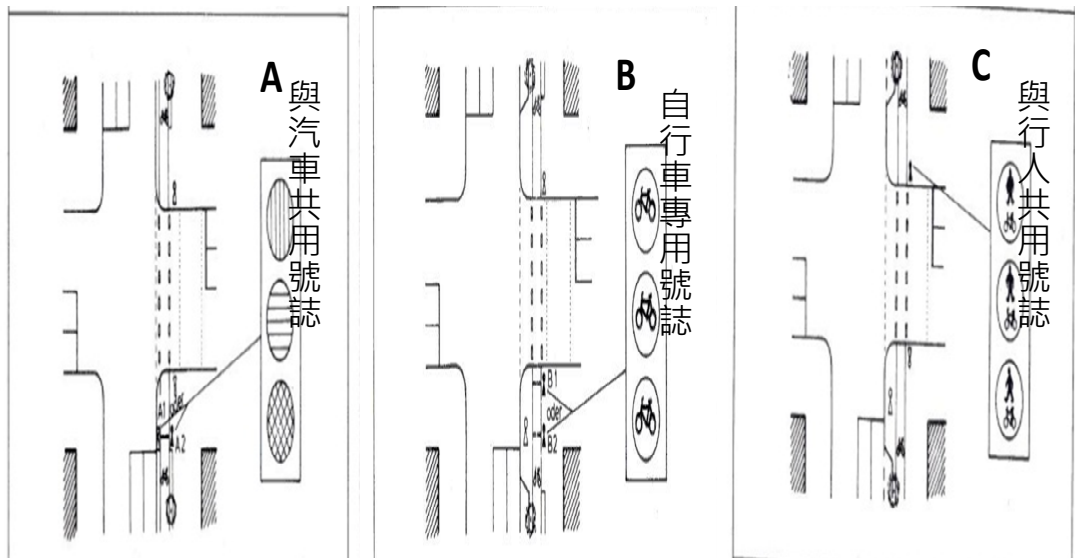


圖 2.9 德國自行車號誌圖

- 其中 A 為與汽車共用號誌；B 為自行車專用號誌；C 為與行人共用號誌。



圖 2.10 德國專用號誌型式示例

其遵行方式規定為：

A. 自行車遵守汽車號誌

在交叉路口無自行車專用號誌時，伴隨以下四種狀況，自行車須遵守汽車號誌。

- 無自行車專用道處，自行車騎乘於道路邊線右側。
- 自行車專用道和人行步道分離。
- 自行車專用道未和人行步道分離，但自行車停止線和汽車停止線齊平。
- 自行車道為標線型式。

B. 自行車遵守專用號誌

在交叉路口有自行車專用號誌時，自行車遵守專用號誌。

C. 自行車遵守行人號誌

在交叉路口無自行車專用號誌時，伴隨以下狀況自行車須遵守行人號誌

- 無獨立自行車專用道，且自行車無法騎乘道路邊緣右側，此時人行步道同時為自行車道。
- 有自行車專用道且自行車專用道未和人行道分離，但於交叉路口處無自行車專用之停止線。

2.3.2 英國

根據英國肇事資料顯示路口為自行車較為危險的地點路口之衝突點常發生於直行的自行車與左轉車流之間。路口放置自行車道可幫助隔離車流，且避開路口的衝突點，其自行車道之長度常取決於車流之排隊長度以及車道之可使用空間。而分隔之型式可依據交通狀況分為兩種[9]：

- 標線劃分自行車道(Cycle lane marking)：多使用於交通流量較低或是中等的路段，且自行車多為直行居多，此時建議可在直行車道與左轉車道之間增設 1.0~1.5m 之自行車道(如圖 2.11 所示)。此自行車道可保護自行車騎士免於車陣中等待，並且在通過路口後需將自行車導引至路邊。



圖 2.11 標線劃分自行車道

- 實體分隔(physical segregation)：多使用交通流量較大時，在接近路

口約 50 公尺時路邊開始有一個實體分隔之自行車道，直到路口停止線，通常以分隔島進行區隔。同時輔以專有號誌控制，以區隔直行自行車與機動車輛，然而為了減少對路口造成之延滯，其他不會造成衝突點之車流可在自行車時相時通過路口。

下列將針對英國關於號誌化與非號誌化路口自行車之設計加以說明：

自行車號誌化路口大致上可分為以下幾種形式：

- 排他性號誌控制路口：

自行車一般視同汽車，除了在有特定的自行車道獨立設號誌供自行車參照之路口外，其他地點一般依據汽車號誌行駛。特別設置的自行車號誌，一般用以幫助自行車通過較為繁忙之路口。自行車騎士可透過設計的自行車按鈕獲得專屬時相。通常此種設計分配給自行車之綠燈時相時間較行人短。為防止按鈕失效，有些路口亦有利用停止線附近之感應線圈感應通過之自行車以分配專用時相。

- 與行人平行之路口穿越方式(Parallel cycling & pedestrian crossing)：

在路口自行車穿越道與人行穿越道並行，如圖 2.12 所示。自行車與行人分配到之綠燈時間是相同的，此設計是為使自行車騎士不會侵入行人穿越道。此時自行車穿越道應設置在人行穿越道之隔壁。



圖 2.12 與行人並行穿越方式

並不是所有路口皆須號誌控制來輔助自行車穿越路口，尤其是在交通量較低之路口。在無號誌控制的路口中，可用一些方法來輔助自行車騎士穿越路口：

- 於地面上繪製特殊標誌輔助自行車穿越，提醒機動車輛禮讓自行車

- 接近路口時漆上讓道記號
- 路面上以標線劃分不同方向的自行車車流。
- 以箭頭與自行車圖案結合之標線提醒路線方向。
- 設置「前方有自行車道」標誌。
- 將人行道在路口處向外延伸(build-out)，用以降低車速且增加自行車與行人通行安全，並且可防止車輛停放

為使自行車於路口具有優先權，在路口會進行部分降速措施動作(包含縮減道路寬度、增加減速墊、路口鋪設不同顏色鋪面)，使自行車騎士可較易於停留於自行車道上，同時降低機動車輛之速度。

此外，可在路口增設中央庇護島，提供自行車以兩階段方式穿越路口。中央庇護島可提高穿越安全性，且能減少路口之延滯，最小之庇護島寬度為 1.8 公尺，長度為 3~5 公尺為宜。

2.3.3 日本

早期日本的自行車和行人的路權相似，通常自行車都是走人行道，將自行車與一般車流分開來處理，若有足夠之道路空間則盡可能劃設自行車專用道；大體規範自行車行駛人行道，此路口處人行道的邊緣都要求無障礙平滑處理。同時輪椅也能通行，滿足無障礙設計之需求。[10, 11]



圖 2.13 車站出入口邊緣要求平滑處理



圖 2.14 路口處人行道邊緣平滑處理

日本交叉路口自行車道佈設原則重點在於考量不同交叉路口的形狀及交叉角度，提高交通通行的能力以及降低交通事故的發生。

一、路口自行車通行原則

日本在現行法令中將自行車歸類為輕車輛，必須行駛於車道，而且必須靠左側通行。但有個特例，就是自行車可以在不妨礙行人的原則下，可行走於允許騎乘自行車的人行道上，但不得行駛於斑馬線。而在市區路口斑馬線旁另外劃設一條「自行車通道」。如圖 2.15、圖 2.16 所示。



圖 2.15 路口之自行車穿越道



圖 2.16 路口之自行車穿越道

二、路口的自行車道設計

(1) 自行車通行道的設置

自行車道連續的十字路口，考慮道路形式、交通狀況、自行車的動線等，得設立自行車通道。自行車通道以沿交叉路口直行前進為原則設置，其目的為確保自行車在交叉路口內之連續通行的安全。

(2) 交叉路口停留處的設計

- ① 交叉路口內，為避免自行車與汽車發生衝突之意外事故，故不設立自行車停留處。
- ② 交叉路口行人停留處，為確保行人的等待空間，不設立自行車道。
- ③ 在主要道路未設立人行道的交叉路口，等待處須設於連續的自行車道。
- ④ 自行車道的設置起始點距離人行道端點處最好有 5 公尺以上。
- ⑤ 自行車道的路口斜坡坡度為 5 ~8% 。
- ⑥ 自行車道的端點應清楚區隔自行車道和人行道。

2.3.4 荷蘭

一. 自行車分流與混流

荷蘭在路段上決定自行車分流與混流之考量因素如下：

- (1)其他車流之流量與速度。
- (2)自行車之流量與速度。
- (3)於接駁路段中各種型式自行車道或自行車優先道之位置。
- (4)自行車使用者不同之轉向需求。

而採用視覺或實體分隔的主要缺點為當路口規模較大時容易產生使用者困惑而降低警覺性，因此僅適用於自行車與汽車流量高時使用。

二. 自行車左轉設計

依據自行車車道的功能層級，其設計要件可以區分如下：

在穿越型自行車路線上，為了自行車右轉可以增設額外的自行車設施，或設置槽化島來提供自行車庇護，如圖 2.17 所示。



圖 2.17 轉角槽化的自行車設施設計

另一方面，在集散型自行車路線上，增設自行車左轉設施是有益於自行車穿越路口。

三. 路口自行車視距設計

自行車使用者應有足夠安全視距，以確保騎乘的安全，相關視距考量分述如下：

- (1)行進視距：採用時速 40 公里作為設計依據，此速度可能高於最高可允許速率。
- (2)停車視距：包含認識、反應、煞車生效到安全停止所需的距離，此視距隨駕駛速率而變。設計時取其認識反應時間為 2 秒，舒適煞車減速度約 1.5m/sec^2 。
- (3)接近視距：為能安全通過一個路口，自行車駕駛者須有一個足夠的距離判斷是否可以通過此路口，此設計時間計算為自停車起步開始，且須視駕駛者之狀況，例如：小孩跟老人需要較多時間。如圖 2.18 之示例。



圖 2.18 視距較佳的自行車停止線設計

四. 獨立自行車穿越設計

獨立自行車穿越指全部的自行車於跨越路口時皆未改變方向。依據自行車道之功能層級分類，將獨立自行車穿越之設計要件分述如下：

(1) 穿越性自行車路線：

除了 30 公里速限區外，原則上在跨越路口時皆採專用路權；自行車交叉路口可設置交通號誌、自行車天橋或自行車地下道之方式；採用交通號誌時須考量到停等與損失時間；基於舒適的觀點，穿越性自行車路線應採專用路權式自行車穿越道。

(2) 集散型與進出型自行車路線：

路權僅用於自行車流量明顯高於穿越之車流量，或自行車道之功能層級明顯高於機動車輛；在跨越主要道路時，設計時應考慮停等及等候時間的損失；獨立自行車穿越在集散型與進出型路線，必須提供自行車使用者跨越的路徑，於設計時應避免自行車在接近路口時未減速的情況發生。



圖 2.19 獨立的行車穿越路口設計

2.3.5 美國

美國自行車交叉路口設計，分為路口設置有自行車停等區與自行車專用道兩大部分，其設施包含有自行車停等區、兩段式左轉停等區、中央分隔島停等空間、自行車穿越道、自行車與轉彎車輛共用道、接近路口之自行車道等。[12, 13]

一、 路口設有自行車停等區

此部分路口設置有自行車停等區於停止線前，供自行車穿越時保障其位於路口之安全空間。因路口之型式不同，路口設施又有不同型式如下所示：

1. 自行車停等區(Bike Boxes)

自行車停等區為設置於停止線前以保障自行車騎士之停等空間。



圖 2.20 自行車停等區 3D 概念圖



圖 2.21 紐約自行車停等區

2. 路口穿越標線(Intersection Crossing Markings)

路口穿越標線是於路口劃設自行車道穿越之標線以凸顯自行車之行徑方向。

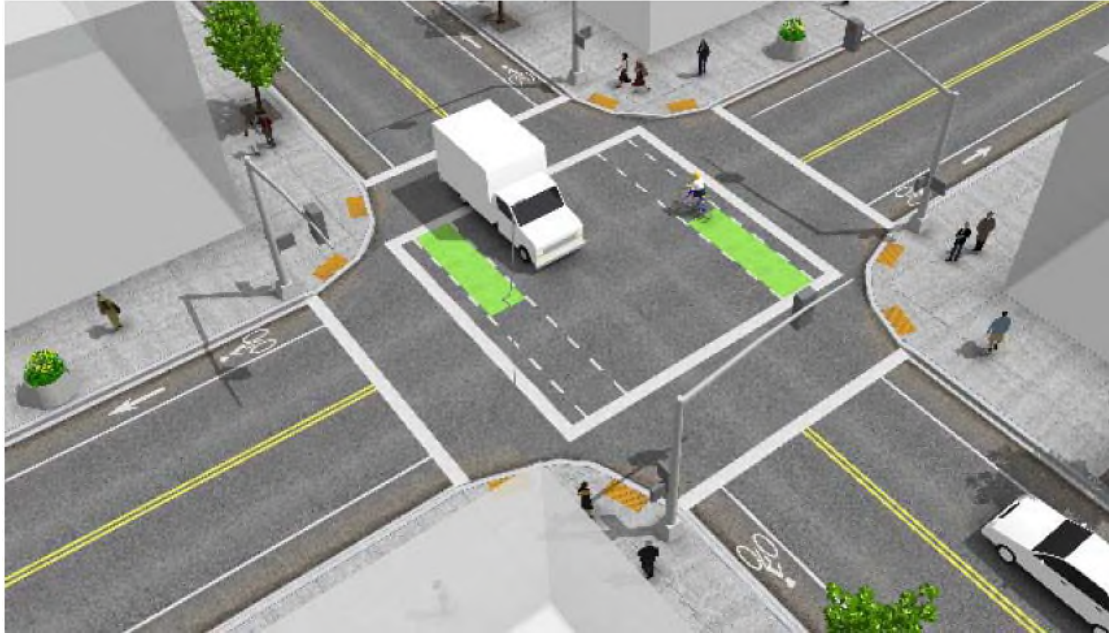


圖 2.22 路口穿越標線 3D 概念圖



圖 2.23 西雅圖之自行車路口穿越標線

3. 兩段式左轉停等區(Two-Stage Turn Queue Boxes)

兩段式左轉停等區為提供左轉之自行車騎士停等空間。



圖 2.24 波特蘭兩段式左轉停等區

4. 中央分隔島停等空間(Median Refuge Island)

中央分隔島之停等空間提供自行車騎士於路口中暫避之空間。



圖 2.25 貝爾維尤中央分隔島停等空間

二、路口設有自行車專用道

1. 自行車穿越道(Through Bike Lanes):

在接近路口時，為避免與轉彎車輛發生衝突，設置自行車穿越道以改變自行車之行進路線。

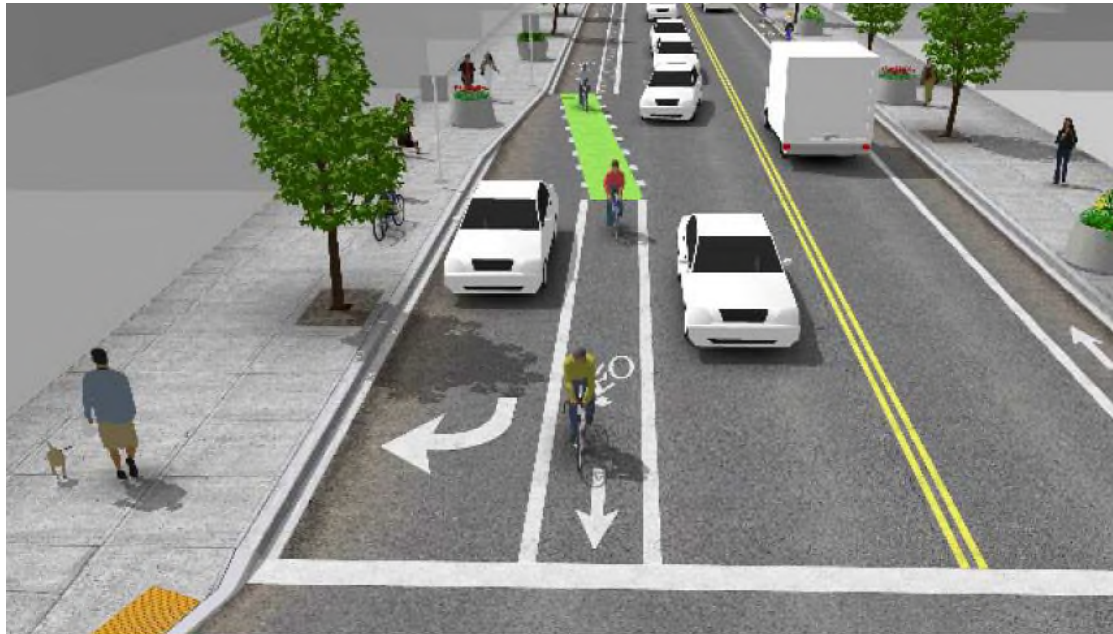


圖 2.26 自行車穿越道 3D 概念圖

2 自行車與轉彎車輛共用道 (Combined Bike Lane/Turn Lane)

將自行車道與右轉車道劃設為共用道。

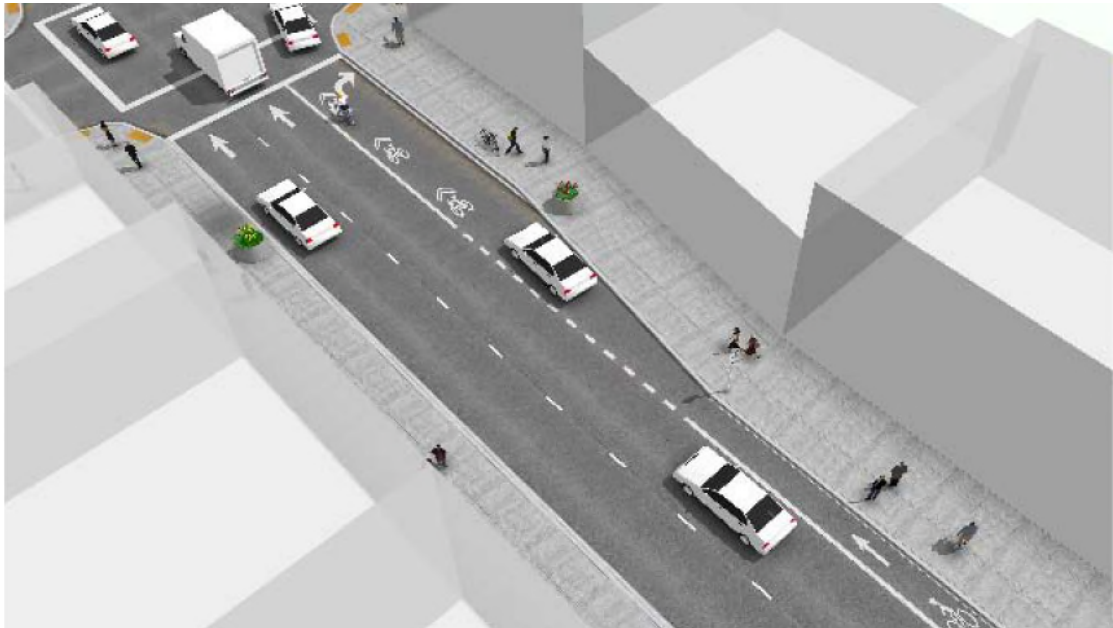


圖 2.27 自行車與轉彎車輛共用道 3D 概念圖



圖 2.28 奧斯汀之自行車與轉彎車輛共用道

3. 接近路口之自行車道 (Cycle Track Intersection Approach)

自行車道接近路口時，須使車輛能夠看見自行車騎士。



圖 2.29 自行車道導引方式

2.3.6 自行車號誌型式

目前各國使用之自行車號誌型式有許多種，原則上自行車號誌應設置於自行車騎士清楚易見之位置，配合自行車穿越型式配置，如果自行車號誌非固定時制，則需安裝適當之偵測器與觸動設備。而自行車號誌型式主要可分為兩大類：與行人號誌合併、自行車獨立號誌，目前在各國有以下幾種使用類型：

一、與行人號誌合併

此類型之自行車號誌基本上與行人號誌合併設置，燈箱位於同一燈桿也有同樣的時制，在不同的地區也有不同的設置方式如表 2.2 所示：

表 2.2 自行車與行人合併號誌型式說明

型式	說明	圖示
1.秒數置中	共分為三格，自上到下為自行車圖示、秒數與行人圖示，此號誌自行車與行人秒數相同，紅燈行人會顯示在中間，自行車皆顯示於頂部，此種設置可同時供自行車與行人觀看並顯示剩餘秒數。	
2.秒數置頂	共分有三格，自上到下為秒數、行人圖示與自行車圖示，此號誌自行車與行人秒數相同，但紅燈時行人會顯示於頂部，自行車位於最低，此種設置可同時供自行車與行人觀看並顯示剩餘秒數。	
3.同一燈箱圖示	共分有兩格，且行人與自行車合併為一個圖示，二者共用時相，且無法顯示秒數。	

二、自行車獨立號誌

自行車獨立號誌燈箱只有自行車圖示或是秒數，是專供自行車使用者使用，目前不同地區使用之不同型式如表 2.3 所示：

表 2.3 自行車獨立號誌型式說明

型式	說明	圖示
1.三色燈箱	自行車獨立號誌，自上到下為紅燈、黃燈、綠燈，皆顯示自行車圖示，不顯示秒數。	 Portland  San Francisco
2.兩色燈箱	獨立號誌僅顯示自行車，紅燈置於上方，綠燈時由自行車圖案顯示，不顯示秒數。	  Pingtung
3.秒數加圖示	獨立號誌僅顯示自行車，紅燈置於上方，綠燈時顯示自行車圖案以及上方秒數。	  Kaohsiung
4.小燈箱高度同自行車	獨立號誌僅顯示自行車，自上到下為紅燈、黃燈與綠燈，僅使用自行車圖案顯示，且燈箱高度與自行車相同。	 Budapest

2.3.7 自行車鋪面顏色

自行車道起初大部分都是標線加上圖示，而後新增鋪面色彩更可以增加自行車道之可見性，也更能警示所有用路人自行車之使用權利。但目前在國內外沒有相關規範，故使用的鋪面顏色互不相同，但不同的顏色對於道路使用者來說會產生不同感受，以下列圖示來說明：

1. 紅色

這是所有的顏色當中，較具有警示含意的顏色，國際間目前有越來越多地區使用紅色，將其設置在路口穿越或是自行車專用道都會有相當程度的效果，目前設置此種鋪面顏色的現況如圖示，由現況來看，紅色的鋪面確實能夠捕捉較高的視覺注意力，在路口可警示各用路人，在路緣也提供自行車保護的功能。



圖 2.30 紅色自行車道鋪面

2. 綠色

國際間自行車鋪面也常使用綠色，而綠色又有深淺差異，在路口穿越時使用綠色鋪面也增加路口的可見性，在路段上的自行車道若使用綠色的鋪面也可增加保護自行車的功能，但其顏色可能會與路段邊緣路面之設施顏色相似，而顏色可達到的區分效果較有限。



圖 2.31 綠色自行車道鋪面

3. 藍色

藍色的鋪面顏色也可增加自行車道的可見性，但於道路上的對比性較低，在路段上經過時也比其他顏色較不顯眼，目前使用藍色的地區如圖所示：



圖 2.32 藍色自行車道鋪面

4. 黃色

目前較少地區使用黃色的鋪面顏色，可能因黃色在穿越路口時其較不醒目，目前對此顏色也較無專用或是提醒的效果，使用的地區有臺南市。



圖 2.33 黃色自行車道鋪面

2.3.8 自行車偵測器

在道路路面設置偵測器來偵測車輛，以便與路口號誌做訊息的溝通。近年來伴隨自行車使用量的增加，不管是在使用上的需求以及安全疑慮的攀升現象顯示下，自行車即成為偵測對象之一。

一般偵測器運用在機動車輛的調查，作為交通量的管理、建檔或是配合適應性號誌等號誌調整所使用，可以說是廣泛地應用在交通控制與管理等方面上，然而當自行車綠燈號閃光顯示或是秒數剩餘不足而閃爍時，表示警告自行車騎士所剩餘之秒數不多，若已進入穿越道者應盡速通過，或停止於道路中之交通島上作迴避的動作，綠燈延長機制需配合微波式紅外線感應偵測器或是感應線圈偵測器來進行。其基本原理乃自行車綠燈時相在即將要結束前，偵測特定區域內是否仍有自行車，此區域藉由自行車速度之估算，判定為可能無法及時通過穿越路口時，即啟動綠燈延長機制，一般交叉路口穿越道的型式，多以自行車與行人穿越道結合之情形，是故在偵測上經常兩者一併進行。圖 2.34 為熱感應偵測(Pyro Box Compact)，之應用，使用被動式紅外線熱電技術和高精度的透鏡，在偵測範圍內透過感應溫度的變化，來偵測行人或是自行車之通過，其由於極高的靈敏度，亦可在同一時間點內近距離偵測到不同的使用者，並且能夠區隔出自行車與行人。



圖 2.34 被動式紅外線熱電感應偵測[14]

另一種設施為感應線圈偵測器，原來大部分運用在偵測汽機車等機動車輛為主，其形式多以鋪設於路口處停等線前做壓管感應偵測的動作，以往運用在偵測汽機車的感應線圈偵測器多以方形設計為主。然而自行車比起其他機動車輛，其輪寬較為細小，倘若行駛於混合車道或慢車道上，很有可能會發生如圖 2.35 自行車沿邊線穿越以致感應不到的狀況。

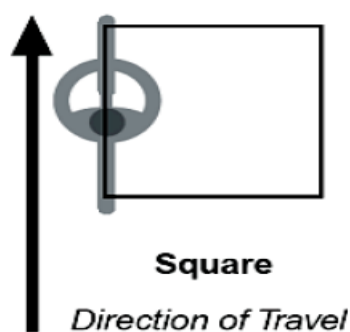


圖 2.35 傳統方形感應線圈

因此近年來多使用菱形、多邊形搭配不規則型做設計，以提升自行車行駛時感應偵測到的機率，如圖 2.36，其中 Quadrupole loops 通常適用於自行車專用道上，而 Diamond quadrupole 則較適用於混合車道上，現在感應線圈技術可以做到從眾多混合交通車流中辨識出自行車。如美國 ZELT 所研發的觸動感應線圈，亦可偵測在同一時間內有許多自行車同時通過線圈時，其精確度依然不變。

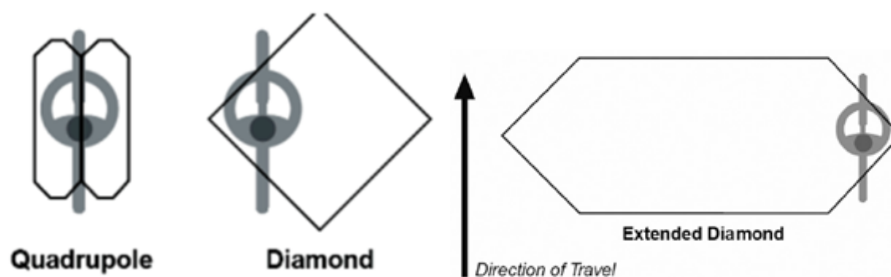


圖 2.36 菱形、多邊形以及不規則型感應線圈[14]

2.3.9 小結

綜合國外其他國家的自行車相關設施設計規範，可將路口自行車相關設計重點整理如下：

1. 路口自行車穿越道，以提供自行車獨立穿越空間為原則，一般分為『與行人 穿越道合併』、『與行人穿越道分離兩類』。相關路口設計如表 2.4 所示：

表 2.4 各國自行車穿越道比較

		共同設計原則	設計差異
美國		提供自行車獨立的穿越空間	穿越道與行人穿越道分離
英國			穿越道與行人穿越道分離
荷蘭			穿越道與行人穿越道合併
日本			穿越道與行人穿越道合併
德國			依路口空間分為明顯與不明顯分離兩類

2. 路口自行車左轉設計，以兩段左轉為原則。一般分為『使用車道空間待轉』或『使用人行道空間待轉』。在德國，若路口同時滿足交通量小於 800 pcu/hr、跨越車道數小於 2 車道、平均車速小於 50km/hr、自行車交通組成小於 10% 的情況下，會考慮採用直接左轉的方式設計，相關路口設計如表 2.5 所示：






表 2.5 各國自行車左轉設計比較

		共同設計原則	設計差異
美國		左轉設計皆以兩段左轉為原則	使用車道 空間
英國			使用人行道之獨立空間
荷蘭			使用人行道之獨立空間
日本			使用人行道之獨立空間
德國			使用車道空間（直接左轉/右側兩段左轉/左側兩段左轉）

1

3. 路口右轉一般多無特殊管制，一般可分為『與機動車共用外側車道』、『使用獨立自行車道空間』、『與行人共用空間』三類。相關路口設計如表 2.6 所示：

表 2.6 各國自行車右轉設計比較

		共同設計原則	設計差異
美國		多無特殊管制	自行車與機動車共用外側車道
英國			自行車使用獨立自行車道
荷蘭			自行車使用獨立自行車道，並在轉角處增設槽化設施
日本			自行車與行人共用空間
德國			自行車使用獨立自行車道

4. 路口停等區的配置，主要以不影響其他動線行進為原則，主要分為『設置於車道空間』、『設置於人行道』兩類。相關路口設計如表 2.7 所示：

表 2.7 各國自行車停等設計比較

		共同設計原則	設計差異
美國		停等空間不影響其他機動車或行人之動線為原則	設置於機動車停止線與行人穿越道之間
英國			將自行車停止線設置較機動車停止線前方
荷蘭	-		-
日本			設置於人行道，並且距離行人穿越道 5m 以上
德國	-		-

2.4 我國自行車路口設施設計規範

2.4.1 自行車相關法規

目前自行車在臺灣蔚為風潮，但是自行車在法規上的定位屬於「車」還是「人」卻未嚴格定位；因此自行車在人行道上時的行為像人，而在道路上馳騁時像車；而自行車通過路口時最容易發生違規穿越的情形。道路交通安全規則對汽機車的行駛有嚴格規範，路口違規穿越屬於嚴重違規，即使紅燈右轉也被視為是違規穿越的行為；但執法人員對於自行車違規穿越多以勸導取代處罰，因此自行車通過路口時較易容易發生違規穿越的情形。

自行車依照道路交通管理處罰條例定義，自行車屬於「慢車」，依規定慢車不允許在人行道上通行，但交通主管單位又礙於自行車無處可走，在行人通行或安全無虞的原則下，自行車專用道之設計又傾向於允許自行車行駛人行道。

運研所之自行車道系統規劃設計參考手冊，主要包含路網規劃原則、車道型式設置原則、車道幾何設計原則、車道設施設計原則、標誌標線號誌設置原則、休憩站與補給站設置原則，而內政部營建屬的都市人本交通規劃設計手冊，主要包含交通寧靜區規劃、自行車環境設計考慮因素、自行車環境規劃設計準則等。在市區道路及附屬工程設計規範中，則針對自行車道型式、鋪面、淨寬、線形、連續性，以及自行車道與車道的區隔方式、停車空間等加以說明。在道路交通標誌標線號誌設置規則中，則有部分針對自行車之標誌、禁制標線、指示標線等加以規定。以下針對道路空間、交通管制設施項目，說明目前法規現況與目前路口自行設施及管理規定不足之處。

1. 路段空間設計：

公路法明定公路主管機關得依自行車與行人之需求，於既有路面內或另以替代道路方式，設置可供自行車及行人安全通行之專用道。

依據公路路線設計規範規定，提供單一自行車通行之車道寬應 1.2 公尺以上；允許兩輛並行之自行車車道寬宜 2.0 公尺以上。雙向通行之自行車道應與行車道分隔設置，最小寬宜 2.5 公尺以上。都市人本交通規劃設計手冊、市區道路及附屬工程設計規範對於自行車車道的寬度也有相同規定。

市區道路及附屬工程設計標準則規定，腳踏自行車道寬度不得小於 1.2 公尺。

市區道路及附屬工程設計規範規定，腳踏自行車道與車道之區隔方式可以緣石、護欄、車阻、欄杆等方式實體分隔，或以其分隔方式為標線、標字輔以交通安全設施作非實體分隔。此外，自行車道線形方面，依附於道路斷面之腳踏自行

車專用車道及腳踏自行車與行人共用道，其線形與道路相同；獨立設置之腳踏自行車專用道路及腳踏自行車與行人共用道路，其線形規定則依設計速率、平曲線最小半徑、橫坡度、超高率等而定。

市區道路及附屬工程設計規範規定，腳踏自行車道在路口或路段中之穿越方式，宜配合行人穿越道設置。

檢討：目前對於自行車道之設計考慮要素較為完整，但由於相關資料主要參考國外規範，可能缺乏考慮路段中，機車對於行駛於車道的自行車之影響。

2. 路口空間設計：

市區道路及附屬工程設計規範規定，腳踏自行車道在路口或路段中之穿越方式，宜配合行人穿越道設置，且腳踏自行車穿越道之劃設可為標線或採不同顏色、材質之鋪面。

檢討：目前缺乏對於自行車行駛於路段空間與穿越道的銜接規範，也沒有自行車左轉、停等空間的具體設計規定。

3. 自行車交通安全設計：

交通工程手冊規定可設置交通島或槽化設施，提供自行車穿越時，臨時暫停庇護之用。若行車速限大於 50 公里/小時之道路，宜考慮設置適當的防護設施，使區隔車輛、行人及腳踏車。

檢討：自行車之防護設施，應綜合考慮交通特性、土地使用、道路幾何等因素，方能提供較適宜的防護效果。

4. 標誌標線號誌：

道路交通標誌標線號誌設置規則中，有提示駕駛人慢行以注意自行車或行人之標誌，以及自行車專用道、自行車穿越道標線。

交通工程手冊則規定自行車標字為白色變體字，自車種專用車道之起點開始標寫。

檢討：目前雖有標誌標線的相關規定，但缺乏自行車遵行號誌種類，或是自行車專用號誌之號誌時相設計原則。

由於目前各法規規範或參考手冊，皆缺乏系統性的規範自行車在路口設施設計所要考慮因素，故相關法規規範仍有探討改善之空間，而自行車相關法規現況整理如表 2.8 所示：

表 2.8 國內自行相關法規規範現況概況

	道路空間					交通安全	交通管制設施		
	路段		路口			自行車道安全設計	標誌	標線	號誌
	專用道空間配置	穿越道設計	左右轉設計	穿越設計	停等空間配置				
國內法規現況	車道寬（單向、並行、雙向、混合車道） 各類型自行車道適宜寬度（休閒、通勤、高架穿越、地下穿越） 不得有礙行人 車道斷面型式 車道線形（設計速率、平曲線最小半徑、坡度、超高等）	宜配合行人穿越道設置	（無）	宜配合行人穿越道設置 各類型使用道路型式之穿越道佈設	（無）	公路法:依需求設立專用道 設置路側護欄與防護網之準則 交通島設置	自行車相關標誌（警告、禁制） 標誌設置原則	自行車相關標線（標示、禁制、標字） 穿越道可為標線或不同顏色之鋪面 標線設置原則	試辦自行車專用號誌中

資料來源：[1, 15-18]

2.4.2 自行車道系統規劃設計參考手冊（第三版）

對各自行車使用道路型式、路口佈設、各類路口路權型式與對應之穿越道設計等，整理如表 2.9 所示：

表 2.9 路口路權型式說明

路口路權型式	說明	對應路口型式
共用路權與共用路權	機慢車或汽機車共用車道與機慢車或汽機車共用車道銜接路口	圖 2.37
專用路權與專用路權	自行車專用車道設置於人行空間之銜接	圖 2.38
	自行車專用車道設置於人行空間與自行車專用車道設置於車行空間之銜接	圖 2.39
	自行車專用車道設置於車行空間之銜接	圖 2.40
專用路權與共用路權之銜接	自行車專用車道設置於人行空間與機慢車或汽機車共用車道之銜接	圖 2.41
	自行車專用車道設置於車行空間與機慢車或汽機車共用車道之銜接	圖 2.42
自行車專用道路或自行車與行人共用道路穿越路口之佈設	自行車專用道路或自行車與行人共用道路穿越巷道、農路之佈設	圖 2.43
	自行車專用道路或自行車與行人共用道路穿越幹道（省、縣、道）之佈設	圖 2.44

- (1) 共用路權與共用路權之銜接：機慢車或汽機車共用車道與機慢車或汽機車共用車道銜接路口，適用圖 2.37 自行車道型式間之路口銜接佈設

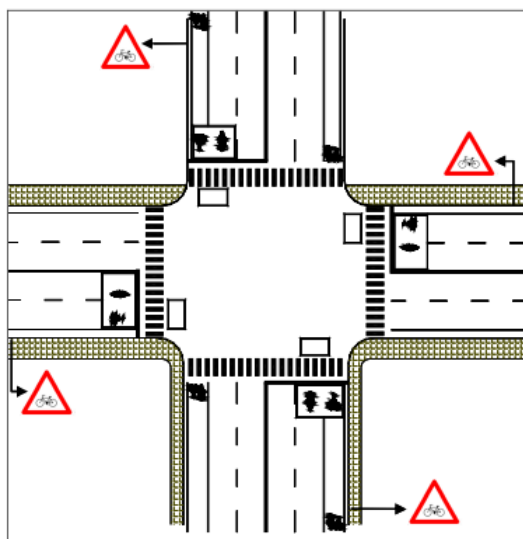


圖 2.37 共用空間銜接共用空間之穿越路口型式

檢討：此種型式存在路口中，並未加以區隔，易造成機動車輛與自行車衝突。

- (2) 專用路權與專用路權之銜接

A. 自行車專用車道設置於人行空間之銜接適用圖 2.38 自行車道型式間之路口銜接佈設。

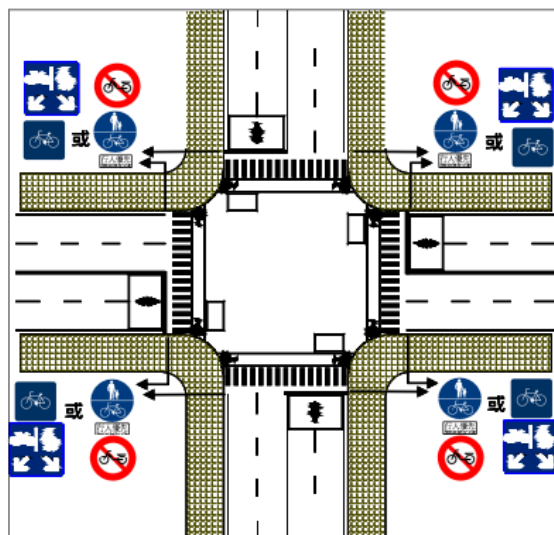


圖 2.38 專用路權與專用路權之銜接 A

檢討：自行車專用並行於人行道上，故而應標示自行車專用道，以利銜接。同時要注意此時自行車是遵行汽車號誌或行人號誌。

B. 自行車專用車道設置於人行空間與自行車專用車道設置於車行空間之銜接，適用圖 2.39 自行車道型式間之路口銜接佈設。

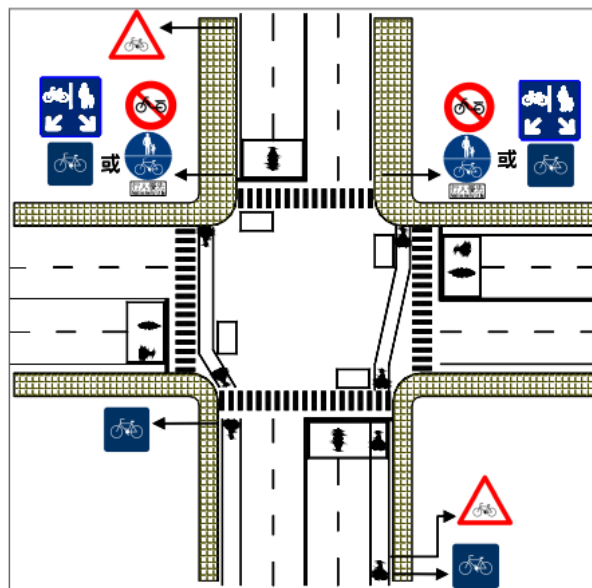


圖 2.39 專用路權與專用路權之銜接 B

檢討：此種銜接方式，自行車遵行人或汽車號誌需加以規範，而自行車直行與機動車輛右轉之間的衝突不易避免。

C. 自行車專用車道設置於車行空間之銜接：適用圖 2.40 自行車道型式間之路口銜接佈設。

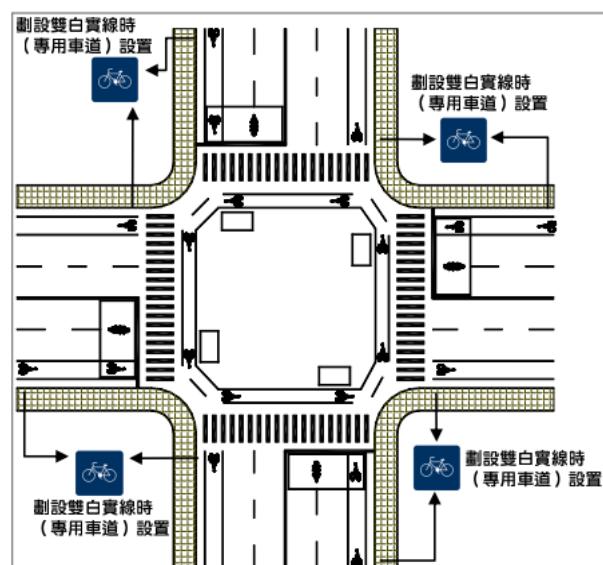


圖 2.40 專用路權與專用路權之銜接 C

檢討：此種自行車穿越道與行人穿越道應合併設置，而自行車號誌卻需以遵行汽車號誌為宜，此時是否另設自行車號誌應加以探討。

(3) 專用路權與共用路權之銜接

A. 自行車專用車道設置於人行空間與機慢車或汽機車共用車道之銜接：適用於圖 2.41 自行車道型式間之路口銜接佈設。

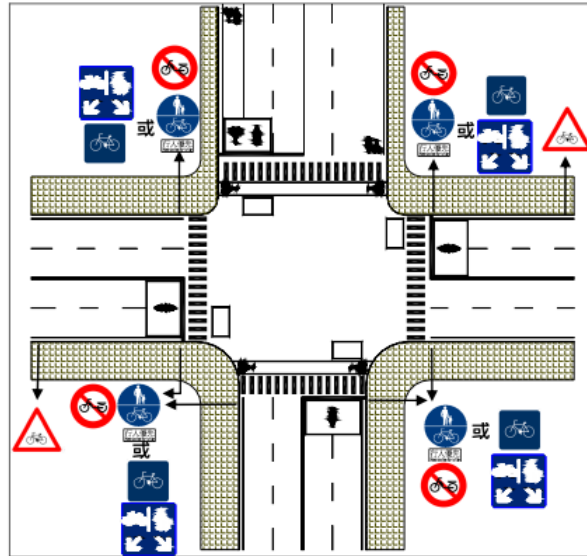


圖 2.41 專用路權與共用路權之銜接 A

檢討：自行車專用道與人行道或與混合車道之銜接應明確劃分。

B. 自行車專用車道設置於車行空間與機慢車或汽機車共用車道之銜接：適用於圖 2.42 自行車道型式間之路口銜接佈設。

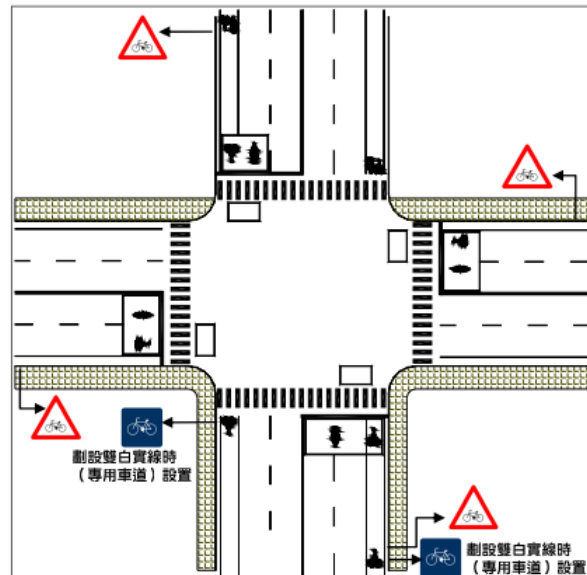


圖 2.42 專用路權與共用路權之銜接 B

檢討：此時只有路段有專用道，但路口並無自行車穿越道，易造成路口中自行車與機動車輛之衝突。且此時，自行車應依汽車號誌行駛。

- (4) 自行車專用道路或自行車與行人共用道路穿越路口之佈設
- A. 自行車專用道路或自行車與行人共用道路穿越巷道、農路之佈設。參見圖 2.43 所示。

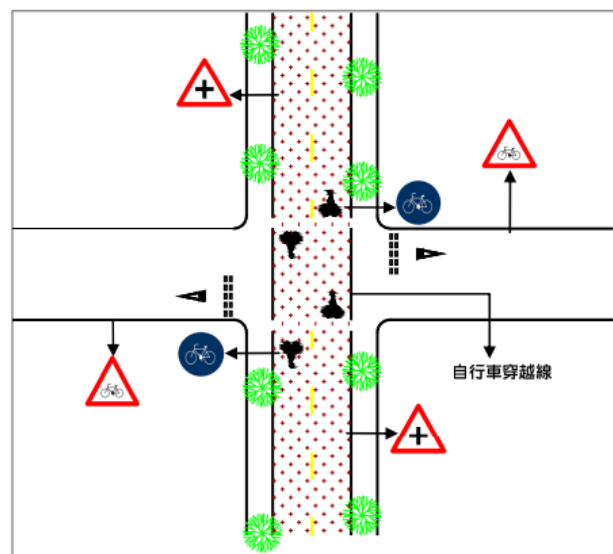


圖 2.43 專用路權與共用路權之銜接 A

檢討：此時以橫向必須停讓自行車穿越，需在視距設計上應加以強化考慮。

- B. 自行車專用道路或自行車與行人共用道路穿越幹道（省、縣、道）之佈設。請參見圖 2.44 所示。

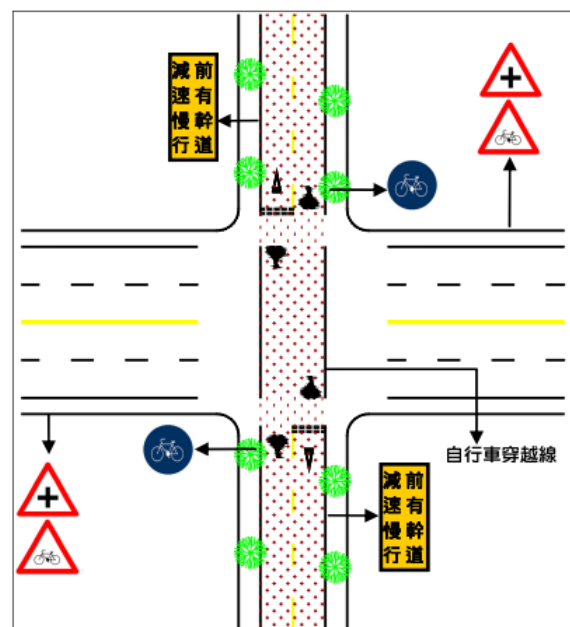


圖 2.44 專用路權與共用路權之銜接 B

檢討：自行車依前有幹道減速慢行，應以停等標誌管制為宜。

從以上的路口設計範例，可以歸納出以下兩類問題：

1. 自行車與機動車衝突

採用自行車與機動車共行或停等之空間設計，缺乏考慮在不同道路速限或交通流量下，自行車與機動車可能的衝突程度。除此之外，自行車在左轉或直行的過程中，與停等左轉之機車衝突也是相關設計範例可能遭遇的問題。對於這類型的路口設計，可優先考慮路口空間配置，以及如何透過號誌設計之方式，在路口停等啟動時分流自行車與機動車，降低兩者在路口的衝突程度。

2. 自行車與行人衝突

對於自行車與行人共用之空間設計，缺乏自行車停等區或停等線的設計，使行人與自行車車流量較大的狀況下，行人與自行車在穿越路口的過程中易產生衝突。應優先考慮停等區、停止線相關的標線設計，如有自行車專用號誌，可同時針對號誌時制做相關設計，以降低自行車車流量較大的路口（如：學校週邊）衝突。

2.4.3 都市人本交通規劃設計手冊

依此手冊，自行車道建制之考慮因素包括：路權分配方式、人行道服務水準、人行道淨寬度、人行道總寬度、外側車道交通量、外側車道寬度、是否有汽機車流分道等。其中，對於自行車道之建置型式之選擇，該手冊提出以下之評估流程：

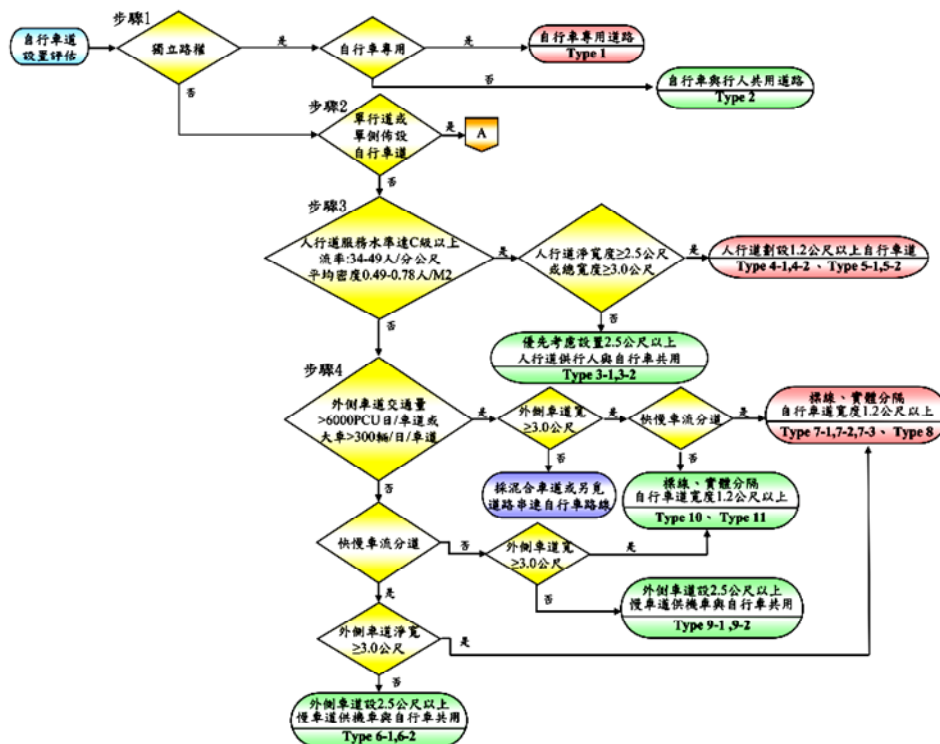


圖 2.45 自行車道型式選擇流程

依此手冊所訂之各種 Type 的自行車道意義如下。

Type1:

本類型「自行車專用道路」屬完全獨立之路權型態，此類型較常佈設於分隔島上，具實體區隔。可在風景區及觀光景點設置，本類型自行車道常見設置於湖畔堤道、溪岸堤道或園區道路上。本類型「自行車專用道路」可單向或雙向通行。



圖 2.46 完全獨立自行車專用道

檢討：此種自行車道若獨立於道路系統之外，並無穿越之特殊考慮，但在其起點或終點處，若是與道路銜接，則應加以特別設計，應避免無任何銜接之設計。

Type2:

與 Type1 相異之處在於道路設計納入行人的元素，使行人可與自行車共用此設施。本類型「自行車與行人共用道路」可單向或雙向通行。



圖 2.47 自行車與行人共用道路

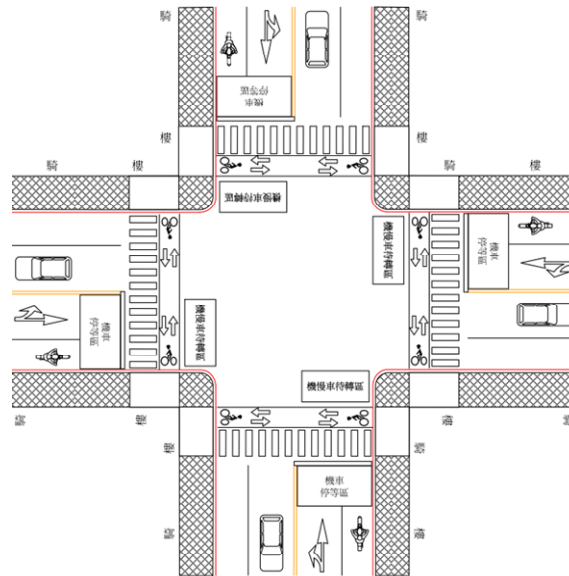
檢討：在路口時，自行車穿越道可繼續與行人穿越道合併或分開，若合併，自行車號誌亦應配合設計。

Type3:

為自行車與行人共用人行道

將自行車路線設置於人行道上，設置提醒自行車騎士與行人之警告資訊。

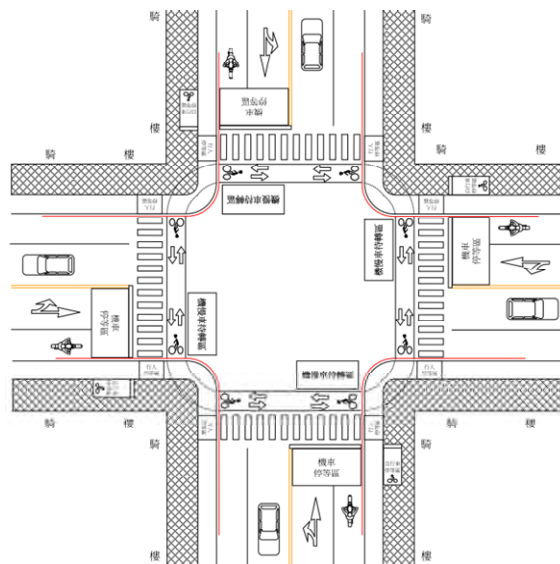
Type 3-1(禁止路邊停車)與 Type 3-2(允許路邊停車)。但手冊中所提之下列各圖範例，不易清楚區分。



Type 3-1 路口配置範例(a)

(適用類型：路口範圍較小或路口轉角區域面積較小)

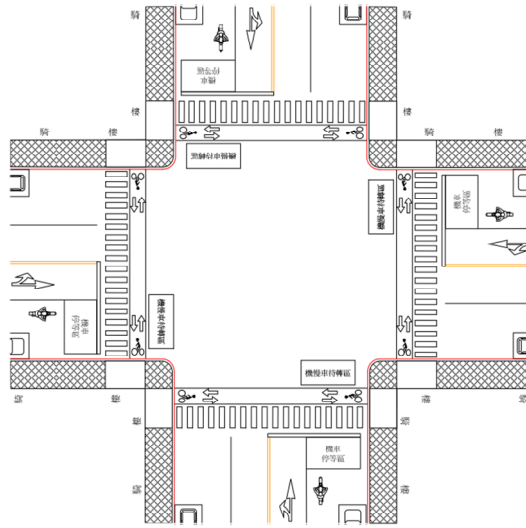
圖 2.48 Type3-1(a)



Type 3-1 路口配置範例(b)

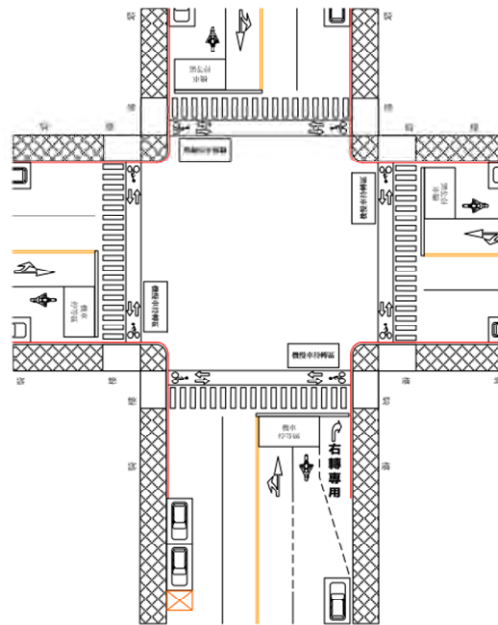
(適用類型：路口範圍較大或路口轉角區域面積較大)

圖 2.49 Type3-1(b)



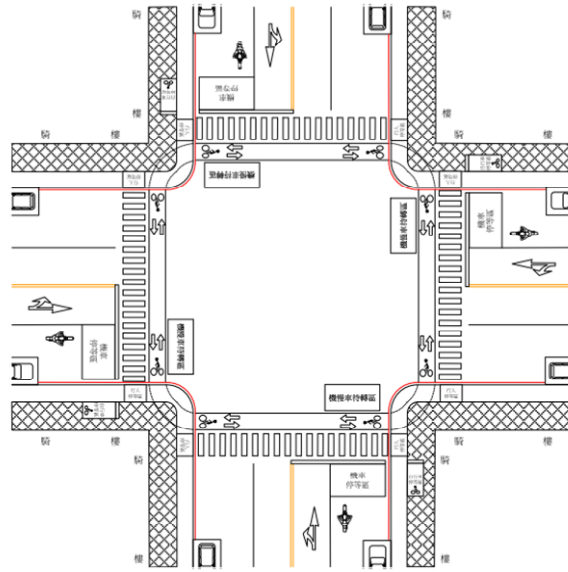
Type 3-2 路口配置範例(a)
(適用類型：路口範圍較小或路口轉角區域面積較小)

圖 2.50 Type3-2(a)



Type 3-2 路口配置範例(b)
(適用類型：路口有右轉專用道)

圖 2.51 Type3-2(b)



Type 3-2 路口配置範例(C)

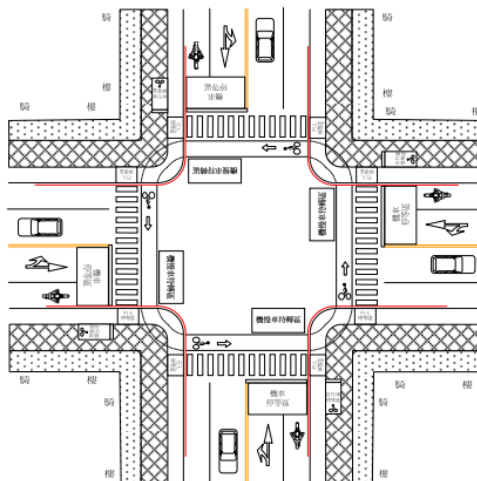
(適用類型：路口範圍較大或路口轉角區域面積較大)

圖 2.52 Type3-2 (c)

檢討：自行車與行人共用，到了路口時，若要分離自行車穿越道與行人穿越道，則需加以特別進行分離動線之設計，同時注意自行車停等位置之配置。

Type 4：

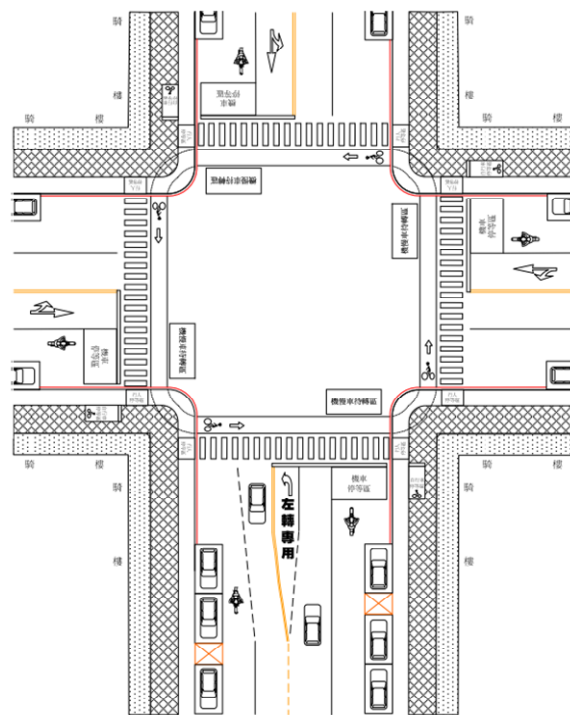
自行車使用原有人行道空間，且自行車道與人行道可以標線分離設置。與 Type3 同為自行車無法行駛於車道空間之類型，但將人行道劃出部分空間做為自行車專用道。可區分為 Type 4-1(禁止路邊停車)與 Type 4-2(允許路邊停車)。



Type 4-1 路口配置範例

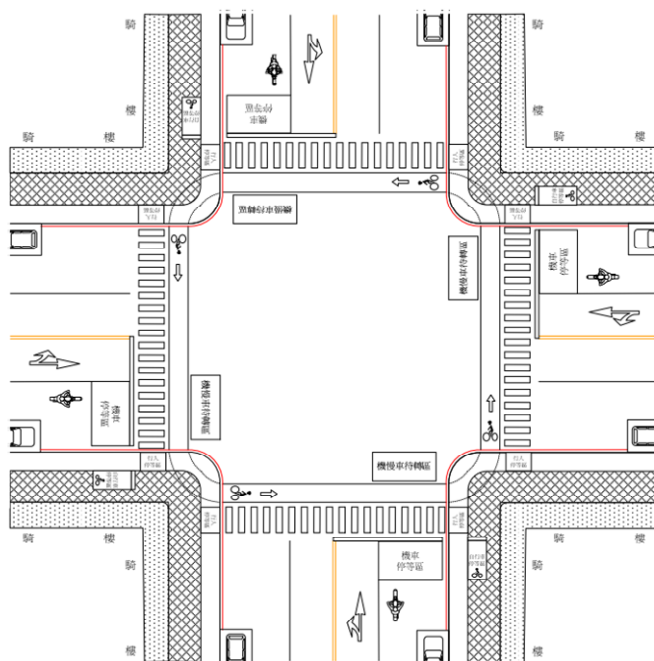
(適用類型：路口範圍較大或路口轉角區域面積較大)

圖 2.53 Type4-1



Type 4-2 路口配置範例(a)
(適用類型：路口有左轉專用道)

圖 2. 54 Type4-2(a)



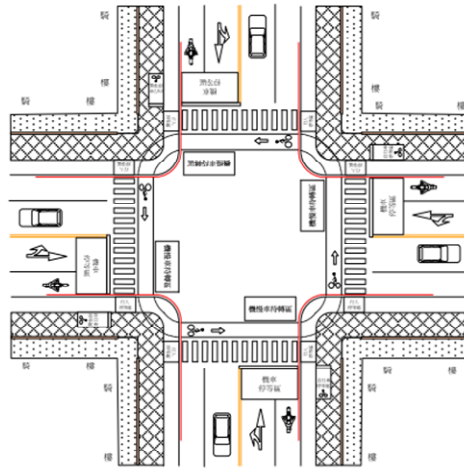
Type 4-2 路口配置範例(b)
(適用類型：路口範圍較大或路口轉角區域面積較大)

圖 2. 55 Type4-2(b)

檢討：由於自行車道與人行道有標線區分，自行車穿越道與行人穿越道較易與路段中的自行車道銜接。此時，自行車穿越道與行人穿越道較易合併設置。

Type 5：

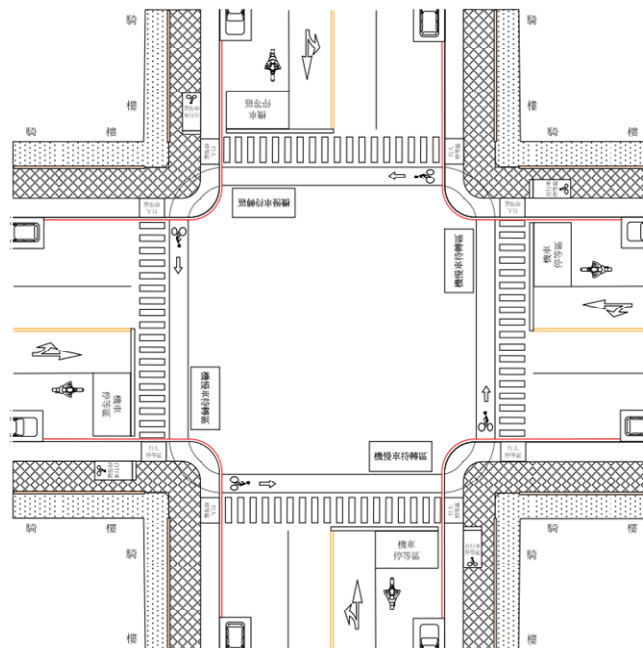
自行車道使用人行道空間，但自行車道與人行道可以實體設施分隔設置。與 Type4 類似，可區分為 Type 5-1(禁止路邊停車)與 Type 5-2(允許路邊停車)。



Type 5-1 路口配置範例

(適用類型：路口範圍較大或路口轉角區域面積較大)

圖 2.56 Type5-1



Type 5-2 路口配置範例

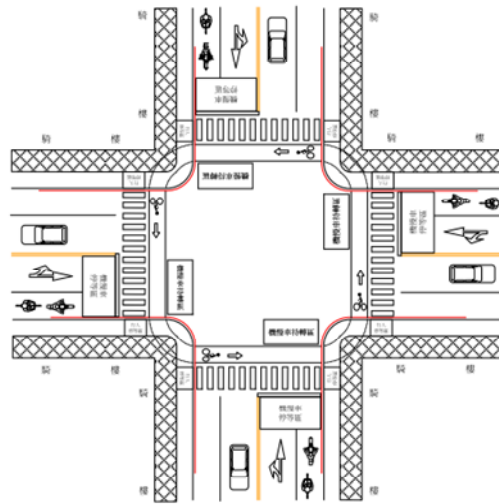
(適用類型：路口範圍較大或路口轉角區域面積較大)

圖 2.57 Type5-2

檢討：因為自行車道與人行道使用實體分隔，故而自行車穿越道與行人穿越道亦可保持一定間距，較易自行車行駛。

Type 6-1：

在禁止路邊停車且混合車道分道，自行車與機車可共用車道。



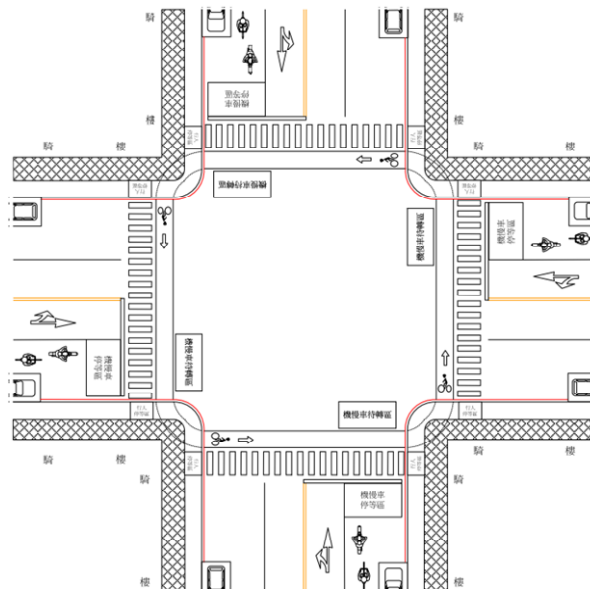
Type 6-1 路口配置範例

(適用類型：路口範圍較大或路口轉角區域面積較大)

圖 2.58 Type6-1

Type 6-2：

允許路邊停車且汽機車流分道，自行車與機車可共用車道。



Type 6-2 路口配置範例

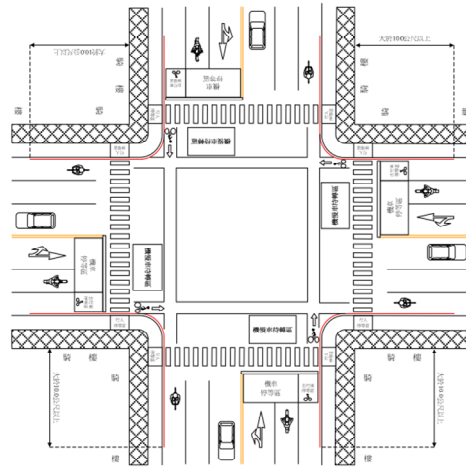
(適用類型：路口範圍較大或路口轉角區域面積較大)

圖 2.59 Type6-2

檢討：由於自行車使用外側混合車道或慢車道，故而不一定要設置自行車穿越道，若無自行車穿越道，自行車將依車道空間繼續行駛，且依汽車號誌行駛。

Type 7-1：

禁止路邊停車且汽機車流分道，外側車道可設置自行車道，自行車道與慢車道以標線分隔。

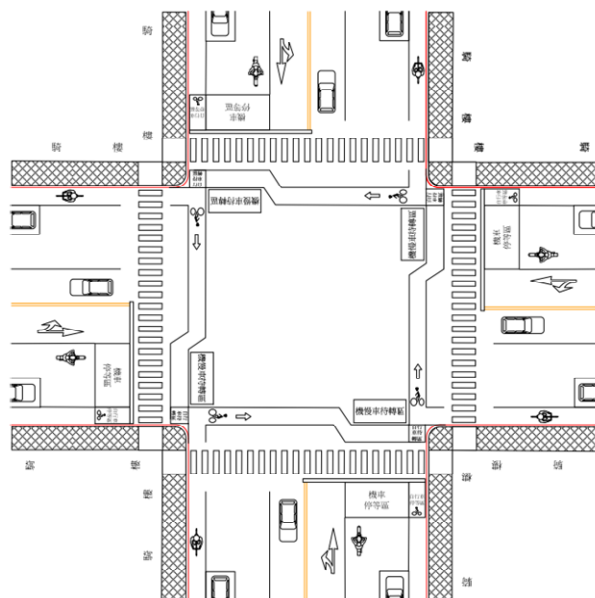


Type 7-1 路口配置範例
(適用類型：路口範圍較大或路口轉角區域面積較大)

圖 2.60 Type7-1

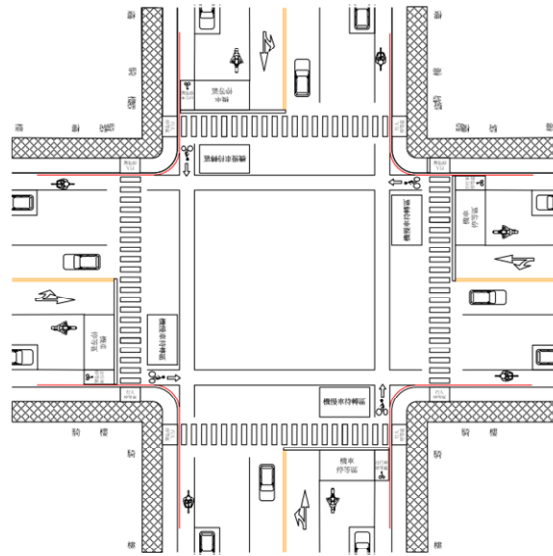
Type7-2：

允許路邊停車且汽機車流分道，停車格與人行道間允許設置車道，以標線畫設自行車道。



Type 7-2 路口配置範例(a)
(適用類型：路口範圍較小或路口轉角區域面積較小)

圖 2.61 Type7-2(a)



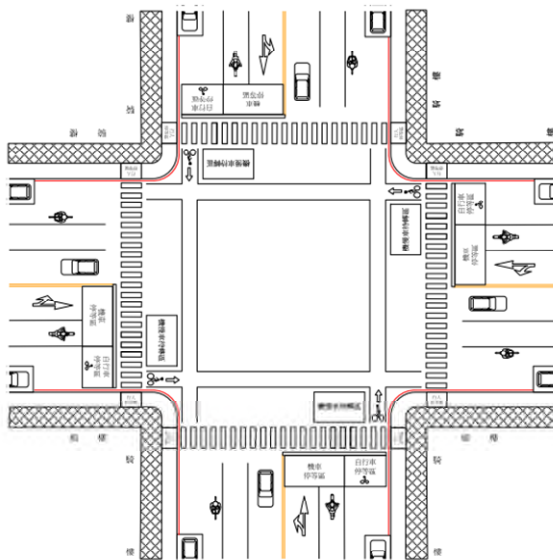
Type 7-2 路口配置範例(b)

(適用類型：路口範圍較大或路口轉角區域面積較大)

圖 2.62 Type7-2(b)

Type 7-3：

允許路邊停車且汽機車流分道，停車格左側之外側車道允許設置自行車優先道。



Type 7-3 路口配置範例

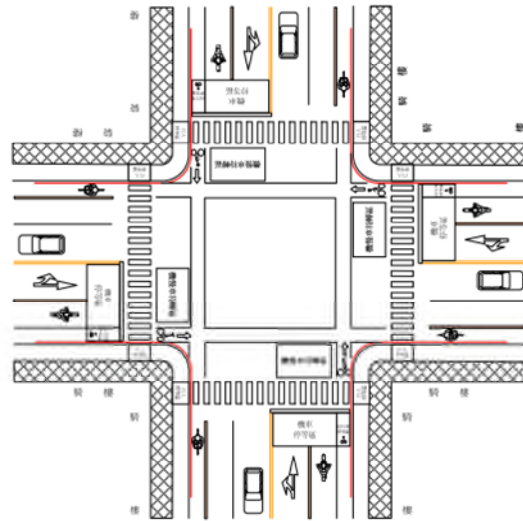
(適用類型：路口範圍較小或路口轉角區域面積較小)

圖 2.63 Type7-3

檢討：此時之自行車穿越道基本上與行人穿越道分離，但應注意與轉彎車輛及兩段式機車左轉之衝突。

Type 8：

禁止路邊停車且汽機車流分道，外側車道可設置自行車專用道。自行車道與慢車道以實體設施分隔。



Type 8 路口配置範例

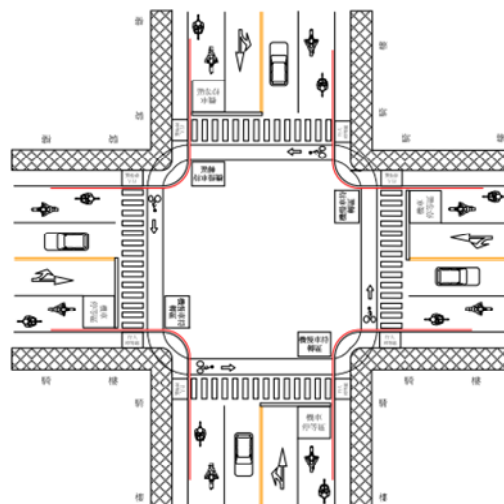
(適用類型：路口範圍較小或路口轉角區域面積較小)

圖 2.64 Type8

檢討：應注意自行車穿越與機車兩段式左轉之間的衝突。

Type 9-1：

禁止路邊停車且汽機車流不分道，自行車與汽機車可共用車道。混合車道讓汽機車與自行車共用。



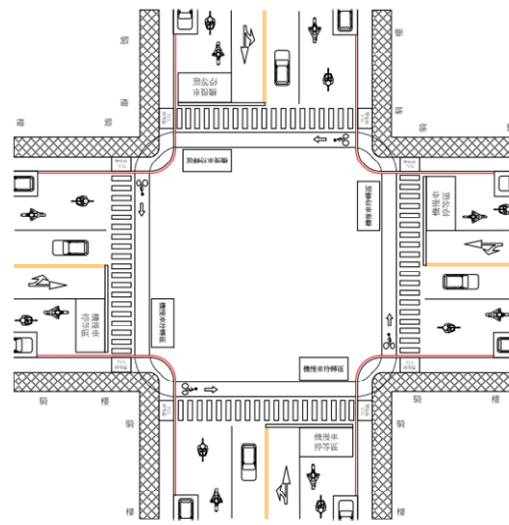
Type 9-1 路口配置範例

(適用類型：路口範圍較大或路口轉角區域面積較大)

圖 2.65 Type9-1

Type 9-2：

允許路邊停車且汽機車流不分道，自行車與汽機車可共用車道。允許路邊停車，外側混合車道讓汽機車與自行車共用。



Type 9-2 路口配置範例

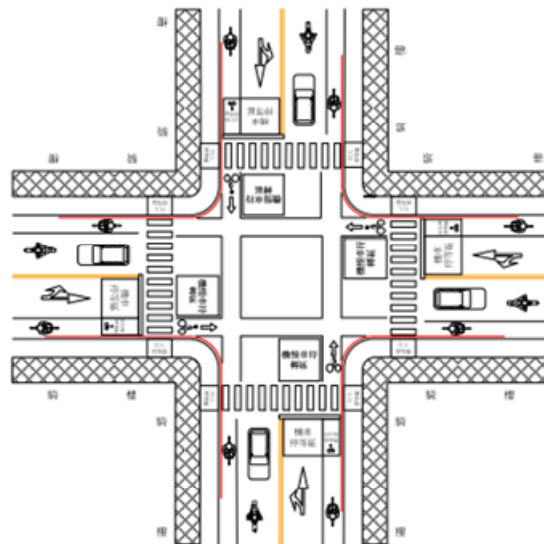
(適用類型：路口範圍較大或路口轉角區域面積較大)

圖 2.66 Type9-2

檢討：此時，若自行車穿越道與行人穿越道合併，應注意自行車道與自行車穿越道之銜接動線問題，及是否會與轉彎車輛衝突。

Type10-1：

禁止路邊停車且汽機車流不分道，外側車道可設置自行車道。自行車道與混合車道以標線分隔。



Type 10-1 路口配置範例

圖 2.67 Type10-1

Type10-2：

允許路邊停車且汽機車流不分道，停車格與人行道間允許設置車道。自行車道設置於停車格與人行道之間。

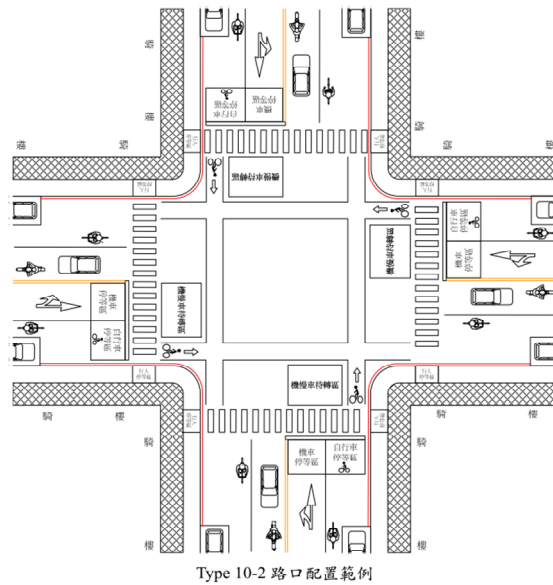


圖 2.68 Type10-2

檢討：自行車穿越道與機車兩段式左轉及車輛轉彎之衝突應加以注意。

Type11：

適用條件：禁止路邊停車且汽機車流不分道，外側車道可以實體設施分隔設置自行車專用道。

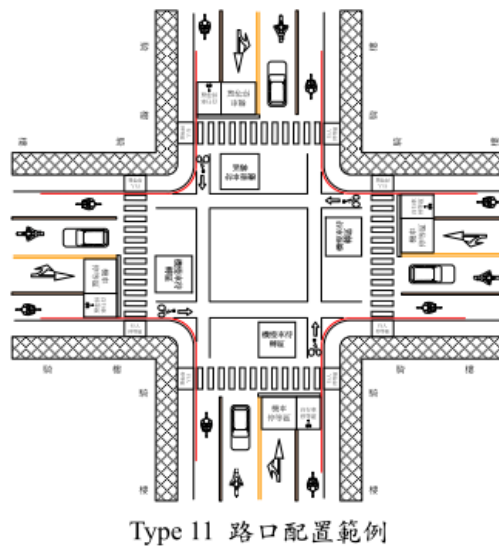


圖 2.69 Type11

檢討：應注意自行車穿越道與機車兩段式左轉及轉彎車輛之間的衝突。

以上各種類型的路口配置與自行車穿越道設計，除了 Type 1、Type 2 具有獨立的行駛空間，並不會與其他機動車輛有衝突，其餘路口設計可能衝突如表 2.10 所示：

表 2.10 路口自行車衝突

	待轉區（車流動線衝突）	待轉區與停等區（啟動延滯與加速度不同之衝突）	路口轉角區與轉角區周邊
自行車與機車衝突	Type3、Type4、Type5、Type6、Type7、Type8、Type9、Type10	Type6-1、Type6-2、Type7-3、Type10-1、Type10-2、Type11	-
自行車與行人路徑動線之衝突	-	-	Type3、Type4、Type5、Type6、
自行車與自行車路徑動線之衝突	-	-	Type7-2(a)

1. 在機車進入機慢車待轉區的過程中，會與穿越路口的自行車產生衝突。此衝突可分為兩類，一類為自行車穿越道設置於車道的路口，如：Type7、Type8、Type10。另一類為自行車穿越道與行人穿越道合併的路口，如：Type 3、Type4、Type5、Type6、Type9。
2. 兩段式左轉之自行車，由於其兩段式左轉的動線佔用行人空間，使兩段式左轉之自行車易與路口穿越或停等的行人產生衝突，如：Type3、Type4、Type5、Type6。
3. 在路口機慢車停等區或左轉待轉區停等之機車與自行車，由於目前路口多無自行車專用號誌與時制之設計，使得機車與自行車在啟動時易因兩者啟動言滯之不同而產生衝突，如：Type6-1、Type6-2、Type7-3、Type10-1、Type10-2、Type11。
4. 設置於路口轉角扇形區旁之自行車待轉區，直接阻斷路口自行車之穿越空間，使直行自行車與左轉待轉自行車產生衝突，如：Type7-2(a)。

綜合以上對於路口設計所產生的問題，大致可分為自行車與行人之衝突與自行車與機車之衝突。自行車與行人之衝突，主要發生在自行車穿越路口時，會與停等於轉角處的行人產生衝突。自行車與機車之衝突，主要發生在自行車穿越的過程中，除了可能與右轉的機車發生衝突，也可能在機車駛入機車待轉區的過程

發生衝突，且在紅燈停等時，因為機車與自行車啟動延滯與加速度之不同，會使停等於機慢車停等區的機車與自行車在啟動時發生衝突。

以路口設計的交通工程相關因素而言，大致可由路口幾何設計與交通管制措施來著手改善。在幾何設計方面，主要的問題在於自行車穿越道與停等區位置的安排。而對於僅提供機慢車停等區作為自行車停等空間的路口，在號誌設計方面，可能需要面對在待轉區或停等區時，自行車與機車綠燈啟動延滯時間不同的問題，相關衝突分類如表 2.11 所示：

表 2.11 衝突分類與路口設計管制

	幾何設計	交通管制
自行車與行人衝突	轉角處之自行車車道設計	
自行車與機車衝突	自行車穿越道位置 自行車停等區配置	在只有機慢車停等區之情形 -待轉區之不同運具綠燈啟動時間 -停等區之不同運具綠燈啟動時間

除了目前上述各種穿越設計所面臨的問題，目前自行車路口幾乎沒有對應的停止線設置，使得自行車在路口停等的位置沒有具體的相關規範，也不容易針對轉角區空間提出具體的配置方式。除此之外，由於自行車之煞車距離隨著速度不同而有所差異。因此，考慮其最長之需求為 30m 左右。故安全視距之要求可設定為 30m。

2.5 小結

目前我國自行車相關設施之法規、設計規範分散在不同法規、手冊、條例等。現行的自行車道系統規劃設計參考手冊主要是考慮路口穿越道銜接型式之不同而分類，都市人本交通規劃設計手冊則是先從交通特性來選定自行車道的設計方式，而以自行車道設計之型式，來思考對應的穿越設計。但對於如何適當銜接路段與路口的自行車設施，並且針對左轉、右轉、停等空間配置及交通號誌設施等設計，尚未能充分考量，故而有待本研究進行探討分析，研擬相關之策略與措施。

第三章 我國路口自行車設施設計課題分析

隨著自行車的推廣，過去我國自行車的研究重點除了如何設置自行車道之外，較少探討自行車穿越問題；而自行車肇事相關的研究亦較著重討論事故傷亡議題。因此，路口自行車之穿越設計與路口自行車肇事課題，為目前自行車相關研究所忽略的重點。為了瞭解目前路口自行車設施的問題，[19]本章將針對目前我國路口之自行車設施設計加以探討。依據全國肇事資料篩選六個縣市的 18 個路口，分析其設施現況及肇事情形。並為瞭解我國目前路口自行車設施的主要類型，本研究亦對臺北市及高雄市的主要道路進行設施現況調查，以檢討目前之設施分佈狀況。

本研究所篩選之易肇事路口分析，係針對高雄市、宜蘭縣、花蓮縣、臺中市、臺北市、新北市等六個地區，經由篩選 97 年至 99 年的全國自行車肇事資料進行分析，並透過肇事資料庫所登載的 GPS 地點所發生的肇事次數統計，共篩選出 18 個易肇事路口作為調查分析的地點，篩選易肇事路口步驟如圖 3.1 所示：

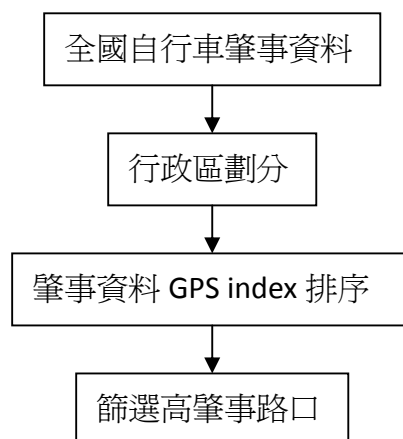


圖 3.1 肇事分析地點選擇流程圖

在全國肇事資料庫當中，先取出六個行政區的肇事資料。各筆資料將依據 GPS 座標位置與鄰近肇事資料合併，並加以編碼。由這些編碼對應的肇事資料數加以排序後，篩選出自行車易肇事路口位置如表 3.1 所示：

表 3.1 易肇事地點位置

行政區	路口位置	
	道路名稱	道路名稱
高雄	一心一路	一心一路 202 巷路口
	鼎山街	大昌一路
	中正二路	和平一路 路口
臺中	綠川東街	成功路
	忠明南路	興大路
	忠明路	博館路
花蓮	中山路	中正路
	仁愛街	中正路
	林森路	和平路
臺北	民權東路六段	行愛路
	承德路四段	通河街
	吳興街	吳興街 220 巷
新北	仁愛路	保生路
	民權路	得和路
	福和路	中正路
宜蘭	東港路	校舍路
	冬山路一段	香南路
	舊城南路	崇聖街

3.1 自行車易肇事路口之自行車設施分析

本節將針對本研究調查之 18 個易肇事路口目前的路口自行車設施與其發生之衝突情形進行說明。

3.1.1 臺北市

表 3.2 整理本研究選出三個臺北市易肇事路口之事故種類與路口空間描述：

表 3.2 臺北市易肇事路口事故與空間描述

路口	常發生 事故種類	路口空間描述
1. 民權東路六段 與行愛路路口 (如圖 3.2、圖 3.3)	同向擦撞 側撞 追撞	<ol style="list-style-type: none"> 1. 無自行車設施，自行車使用人行道。 2. 路口空間不足，尖峰時間機車停等空間不夠，佔用人行穿越道與部分路口空間，影響靠路側行駛之自行車。 3. 民權東路寬度約 30 公尺，無設置交通島做為行人或自行車穿越的庇護空間。
2. 承德路四段 與通河街路口 (如圖 3.4、圖 3.5)	同向擦撞 側撞 追撞	<ol style="list-style-type: none"> 1. 無自行車設施，自行車使用人行道。 2. 有機車佔用人行穿越道或部分直行道路空間，增加自行車穿越風險。 3. 承德路口的路面寬度約 34 公尺，無設置交通島為行人或自行車穿越的庇護空間。 4. 通河街之左轉機車並無兩段左轉之設計，在穿越通河街的過程中衝突的次數較多。
3. 吳興街與吳 興街 220 巷路口 (如圖 3.6、圖 3.7)	同向擦撞 側撞	<ol style="list-style-type: none"> 1. 無自行車設施，多使用人行道或外側車道。 2. 道路較窄卻常有計程車穿梭發生衝突。 3. 路口轉角處常設有攤販，路口視距不良。 4. 自行車、行人與機動車行駛於狹窄的道路空間，許多行人會在接近入口處直接穿越。



圖 3.2 民權東路六段與行愛路路口地圖



圖 3.3 民權東路六段與行愛路路口現況（101 年 5 月）



圖 3.4 承德路四段與通河街路口地圖



圖 3.5 承德路四段與通河街路口現況（101 年 5 月）



圖 3.6 吳興街與吳興街 220 巷路口地圖



圖 3.7 吳興街與吳興街 220 巷路口現況照片（101 年 5 月）

3.1.2 新北市

表 3.3 整理本研究選出三個新北市易肇事路口之事故種類與路口空間描述：

表 3.3 新北市易肇事路口事故與空間描述

路口	常發生 事故種類	路口空間描述
1. 中正路福和路路口(如圖 3.8、圖 3.9)	同向擦撞 側撞	<ol style="list-style-type: none"> 1. 無自行車設施，自行車使用人行道。 2. 路口之間隔距離小，設有轉向輔助線以導引路口車流。 3. 路口轉角處常設有攤販，路口視距不良。 4. 路口部分轉角處有斜坡不利自行車行駛。 5. 路口空間不足，尖峰時間機車停等空間不夠，佔用人行穿越道與部分路口空間，影響靠路側行駛之自行車。
2. 仁愛路保生路路口(如圖 3.10、圖 3.11)	側撞 追撞	<ol style="list-style-type: none"> 1. 無自行車設施，自行車使用人行道。 2. 在保生路往西方向之行穿線設置於轉角處，機動車轉彎後可能發生衝突。 3. 地下道之出口設置於轉角處，影響轉向車輛之視距。 4. 路口較寬且無設置交通島，無法適當保護行人與自行車。
3. 民權路得和路路口(如圖 3.12、圖 3.13)	側撞	<ol style="list-style-type: none"> 1. 無自行車設施，多使用人行道或外側車道。 2. 無機車兩段式左轉，自行車或機車左轉易與其他車輛發生衝突。 3. 有較寬的人行道可供自行車使用，但在轉角處設有攤販影響轉向車輛的視距。



圖 3.8 中正路福和路路口地圖



圖 3.9 中正路福和路路口現況 (101 年 5 月)



圖 3.10 仁愛路保生路路口地圖



圖 3.11 仁愛路保生路路口現況（101 年 5 月）



圖 3.12 民權路得和路路口地圖



圖 3.13 民權路得和路路口現況（101 年 5 月）

3.1.3 臺中市

表 3.4 整理本研究選出三個臺中市易肇事路口之事故種類與路口空間描述：

表 3.4 臺中市易肇事路口事故與空間描述

路口	常發生 事故種類	路口空間描述
1. 忠明南路與大 路路口(如圖 3.14、圖 3.15)	路口交叉撞 追撞 側撞	<ol style="list-style-type: none"> 1. 未劃設機車待轉區，機車易與自行車衝突。 2. 非垂直正交路口，且周邊出入巷道較多，造成路口車流交織情形嚴重， 3. 鄰近地下道出口，路口的視距不足。 4. 路口寬約 30 公尺，無設置交通島保護穿越行人與自行車。
2. 忠明路博管路 路口(如圖 3.16、圖 3.17)	側撞	<ol style="list-style-type: none"> 1. 無自行車設施，自行車使用人行道。 2. 路口轉角處易被廣告影響視距不佳。 3. 駕駛常未依號誌指示行駛。
3. 綠川東街成功 路路口(如圖 3.18、圖 3.19)	側撞 追撞	<ol style="list-style-type: none"> 1. 非號誌化路口，對於行人、自行車穿越不易。 2. 無自行車設施，多使用人行道或外側車道。 3. 路口視距不佳，有無車輛判斷不易。 4. 該路口與下個路口間隔僅約 15 公尺，路面寬度窄，行人會違規穿越路口或鄰近路段。



圖 3.14 忠明南路興大路路口地圖



圖 3.15 忠明南路興大路路口現況 (101 年 5 月)

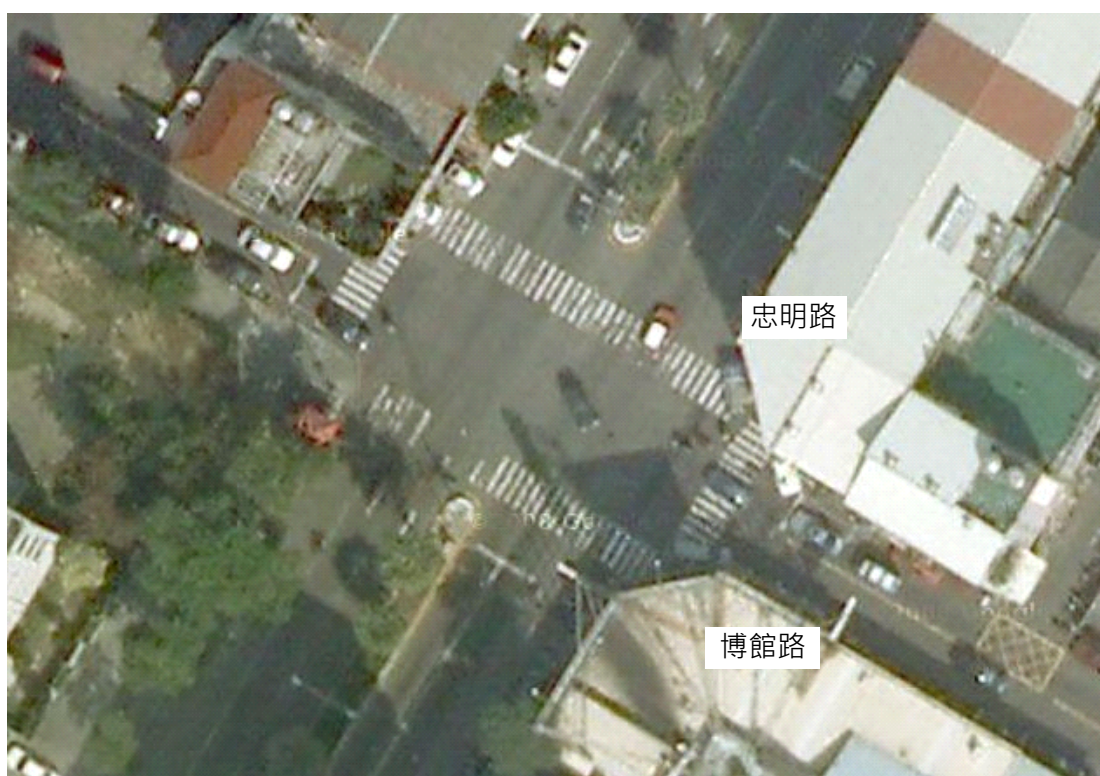


圖 3.16 忠明路博館路路口地圖



圖 3.17 忠明路博館路路口現況（101 年 5 月）

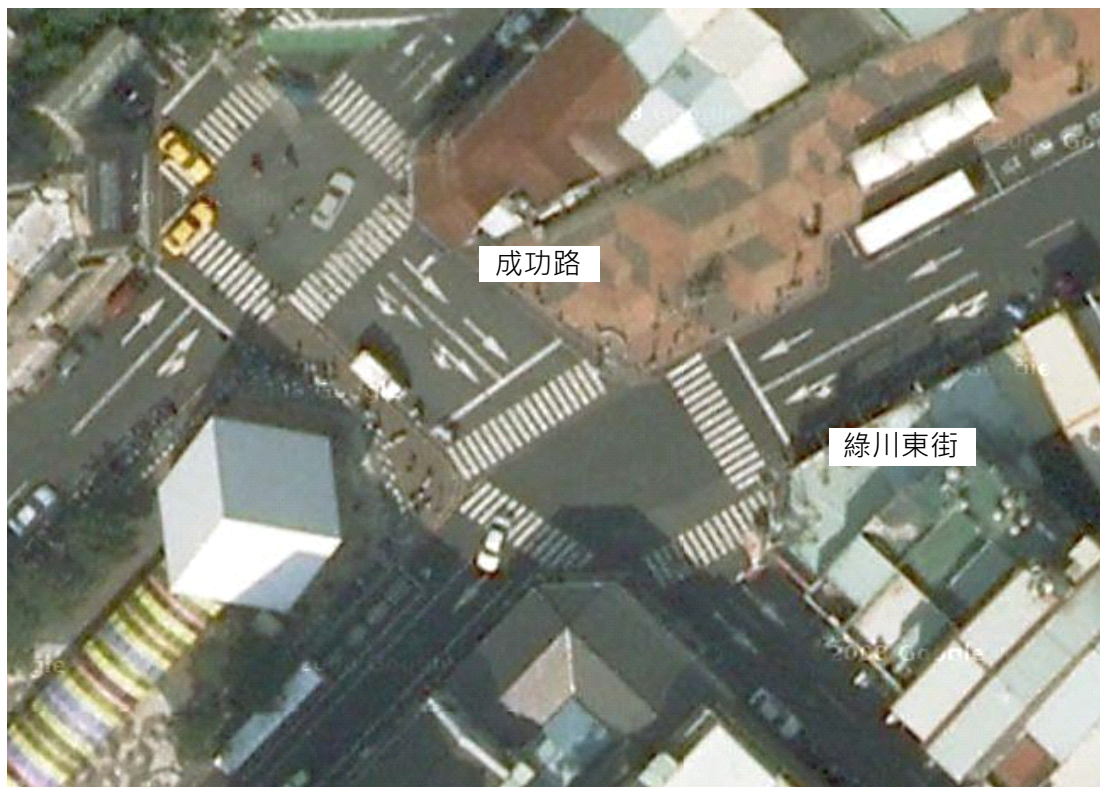


圖 3.18 綠川東街成功路路口地圖



圖 3.19 綠川東街成功路路口現況（101 年 5 月）

3.1.4 高雄市

表 3.5 整理本研究選出三個高雄市易肇事路口之事故種類與路口空間描述：

表 3.5 高雄市易肇事路口事故與空間描述

路口	常發生 事故種類	路口空間描述
1. 鼎山街與大昌一路路口(如圖 3.20、圖 3.21)	路口交叉撞 同向擦撞	1. 有行人號誌，也有機車兩段式停等設計，自行車通常騎乘在行人穿越道上。 2. 近加油站，機動車駕駛人常違規迴轉或違規進入加油站，易造成事故。
2. 一心一路與一心一路 202 巷路口(如圖 3.22、圖 3.23)	同向擦撞	1. 無號誌設施管制丁字路口。 2. 兩交叉路段流量差異大。 3. 轉角處計程車車行有計程車違規停放影響視距。
3. 中正二路與和平一路路口(如圖 3.24、圖 3.25)	側撞	1. 有自行車專用穿越道，但無自行車專用號誌。 2. 鄰近捷運文化中心站，尖峰時間行人流量較大，易與自行車發生衝突。 3. 路口寬度較寬，但缺乏交通島設施提供行人、自行車庇護。



圖 3.20 鼎山街與大昌一路路口地圖



圖 3.21 鼎山街與大昌一路路口現況 (101 年 5 月)

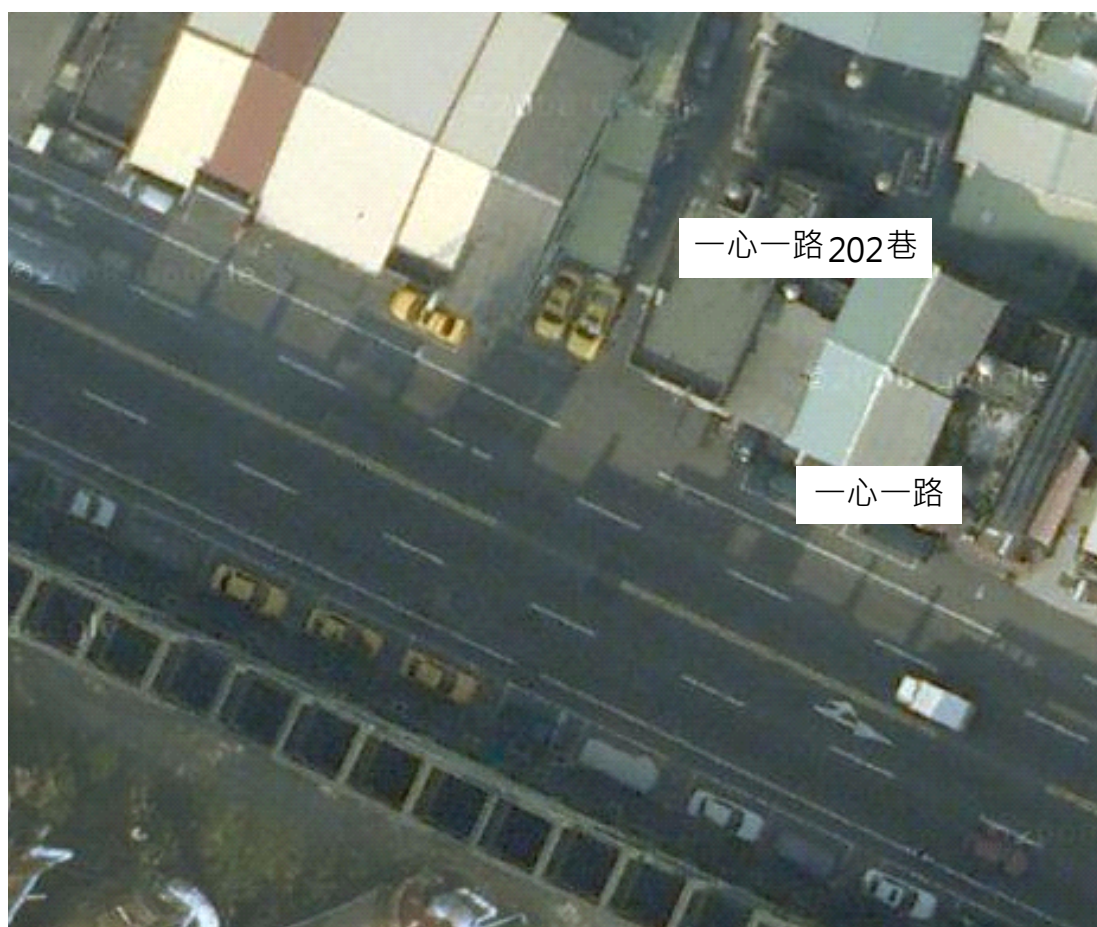


圖 3.22 一心一路與一心一路 202 巷口路口地圖



圖 3.23 一心一路與一心一路 202 巷路口現況 (101 年 5 月)

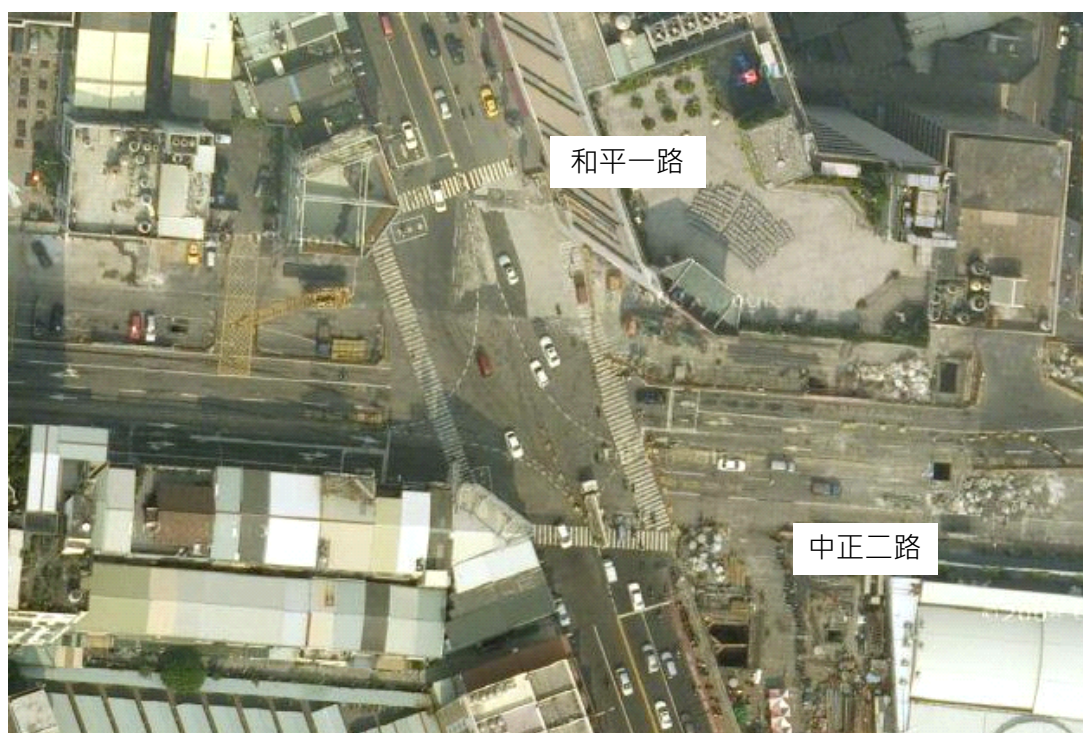


圖 3.24 中正二路和平一路路口地圖



圖 3.25 中正二路和平一路路口現況（101 年 5 月）

3.1.5 宜蘭縣

表 3.6 整理本研究選出三個宜蘭縣易肇事路口之事故種類與路口空間描述：

表 3.6 宜蘭縣易肇事路口事故與空間描述

路口	常發生 事故種類	路口空間描述
1. 舊城南路崇聖街路口(如圖 3.26、圖 3.27)	路口交叉撞側撞	<ol style="list-style-type: none"> 1. 路口有自行車穿越道，未標示自行車相關圖示，常被機車佔為停等空間。 2. 僅有行車號誌，但行人或自行車不易觀看行車號誌。 3. 路口非垂直正交之路口。
2. 東港路校舍路路口(如圖 3.28、圖 3.29)	路口交叉撞對向擦撞	<ol style="list-style-type: none"> 1. 路口缺乏行人號誌，行人或自行車不易穿越。 2. 東港路往南方向，轉角處之樹木對於右轉車輛之視野造成影響。 3. 有設置交通島，但僅有部分空間提供庇護，未有效發揮功能。
3. 冬山路一段與香南路路口(如圖 3.30、圖 3.31)	路口交叉撞側撞	<ol style="list-style-type: none"> 1. 路口缺乏行人號誌，行人或自行車不易穿越。 2. 轉角處設有便利商店，常有機動車輛臨停，影響通過車輛之視距。 3. 東山路較寬，有重車經過，缺乏庇護行人之交通島設施。 4. 冬山路設有左轉專用道與專用時相，在路側也劃設自行車與機車共用車道，提供自行車行駛之空間。



圖 3.26 舊城南路崇聖街路口地圖



圖 3.27 舊城南路崇聖街路口現況 (101 年 5 月)



圖 3.28 東港路校舍路路口地圖



圖 3.29 東港路校舍路路口現況（101 年 5 月）



圖 3.30 冬山路一段與香南路路口地圖



圖 3.31 冬山路一段與香南路路口現況 (101 年 5 月)

3.1.6 花蓮縣

表 3.7 整理本研究選出三個花蓮縣易肇事路口之事故種類與路口空間描述：

表 3.7 花蓮縣易肇事路口事故與空間描述

路口	常發生 事故種類	路口空間描述
1. 中山路中正路口(如圖 3.32、圖 3.33)	同向擦撞 側撞	<ol style="list-style-type: none"> 1. 路口之標誌標線設計，將機車停等區設置於內車道，故機車大都直接左轉。 2. 機車左轉待停區常是自行車左轉停等時使用。 3. 中山路往南之行車號誌其設置位置影響行人穿越。 4. 鄰近路口之人行道可停放機車，易與自行車、行人發生衝突。
2. 中正路仁愛街路口(如圖 3.34、圖 3.35)	路口交叉撞	<ol style="list-style-type: none"> 1. 缺乏自行車專用道，且路邊停車易產生自行車與汽機車爭道。 2. 轉角空間之違規搭建，影響路口之視距。 3. 非號誌化之路口，在尖峰時間行人與自行車不易穿越路口。
3. 林森路和平路路口(如圖 3.36、圖 3.37)	側撞	<ol style="list-style-type: none"> 1. 路口附近路邊停車之進出影響自行車安全。 2. 路口機車多以直接左轉方式左轉，僅在林森路上有待轉區，對於自行車 2 段式左轉有風險。



圖 3.32 中山路中正路口地圖



圖 3.33 中山路中正路口現況（101 年 5 月）



圖 3.36 林森路和平路路口地圖



圖 3.37 林森路和平路路口現況（101 年 5 月）

3.1.7 小結

從十八個易肇事路口之肇事型態與路口設施之狀況來分析，較常發生之肇事型態為側撞、同向擦撞、路口交叉撞及追撞。目前國內普遍缺乏自行車設施，大多數依循行人號誌與行人穿越道，左轉使用機車左轉待轉區，自行車穿越時明顯沒有足夠的保障措施。總結發生自行車相關事故的原因有：外側車道被占用，視

距被異物遮擋，導致駕駛人無法掌握整個路口穿越的狀況，且無足夠的行駛空間。自行車穿越較寬路口需較長時間，也需要增加機動車駕駛的注意力，但卻缺乏適當且足夠的交通島以供自行車與行人庇護；且自行車與行人在非號誌化路口不易穿越，左轉時也較容易與其他用路人造成衝突。

3.2 臺北市與高雄市之路口自行車設施現況

本節將透過實地調查臺北市、高雄市的自行車路口設施現況，統計市區內主要幹道路口的自行車設施現況型式，並探討可能發生的衝突問題。[20]

臺北市

本研究調查臺北市 13 條主要幹道，包含八德、仁愛、民生、民權、光復、和平、忠孝、信義、南京、建國、復興、敦化、新生等幹道，其中共有 18 個路口有自行車設施，每個路口分別依四個方向統計調查後，共 72 個調查樣本整理如下：

表 3.8 臺北市自行車路口設施類型

台北市路口自行車設施B _{ij}			有自行車穿越道(j)				無自行車 穿越道(i=0)
			穿越道與行人穿越道結合		穿越道設置於車道空間		
			有彩色鋪面(i=1)	無彩色鋪面(i=2)	有彩色鋪面(i=3)	無彩色鋪面(i=4)	
有自行車道 (j)	設置於人行 道	有彩色鋪 面(j=1)	-	V	-	-	-
		無彩色鋪 面(j=2)	-	V	-	-	V
	設置於車道	有彩色鋪 面(j=3)	-	V	-	-	V
		無彩色鋪 面(j=4)	-	-	-	-	-
無自行車道(j=0)			V	V	-	V	X

資料來源：本研究整理，調查期間:2012/7

表 3.8 之調查期間為 2012 年 7 月，由於近日臺北市在逐步畫設自行車穿越道，故將有所更動。本研究以 B_{ij} 作為各類自行車設計之代號。i 為自行車穿越道型式，j 表示自行車道型式。由調查統計可知，目前臺北市路口設施有 $B_{10}(4/72)$ 、 $B_{21}(2/72)$ 、 $B_{22}(22/72)$ 、 $B_{23}(11/72)$ 、 $B_{20}(7/72)$ 、 $B_{40}(1/72)$ 、 $B_{02}(10/72)$ 、 $B_{03}(4/72)$ 、 $B_{00}(11/72)$ 。而目前臺北市有自行車專用號誌的路口，分別位於臺大羅斯福路正門、羅斯福路&舟山路、信義計畫區（松智路松高路口、松智路松壽路口）。自行車彩色穿越道的分佈則以臺大周邊路口（羅斯福路、辛亥路、復興南路）、信義計畫區等路口為主。

高雄市

本研究調查高雄市的四條主要幹道，包含中正路、中華路、博愛路、明誠路，共計 106 個路口有自行車設施，並分別依路口 4 個方向統計相關設施。由調查結果顯示，高雄市目前自行車穿越道，皆與行人穿越道結合，且這些路口的自行車道皆設置於人行道。而在所有調查的路口中，擁有自行車專用號誌的比例約佔 50.9%。

表 3.9 路口自行車設施位置與專用號誌類型

高雄市路口自行車設施			有自行車穿越道		無自行車穿越道
			穿越道與行人穿越道結合	穿越道設置於車道空間	
有自行車道	設置於人行道	有專用號誌	27.8%(118/424)	0.0%	0.0%
		無專用號誌	20.8%(88/424)	0.0%	0.0%
	設置於車道	有專用號誌	0.0%	0.0%	23.1%(98/424)
		無專用號誌	0.0%	0.0%	11.8%(50/424)
無自行車道		有專用號誌	0.0%	0.0%	0.0%
		無專用號誌	0.0%	0.0%	16.5%(70/424)

資料來源：本研究整理，調查期間：2012/8

以下分別針對不同的穿越道與專用道設計型式探討可能的現況問題：

1. 『穿越道與行人穿越道結合/自行車道位於人行道』的路口，自行車易與同向右轉的機動車發生衝突，如茶 3.38、圖 3.39 所示：

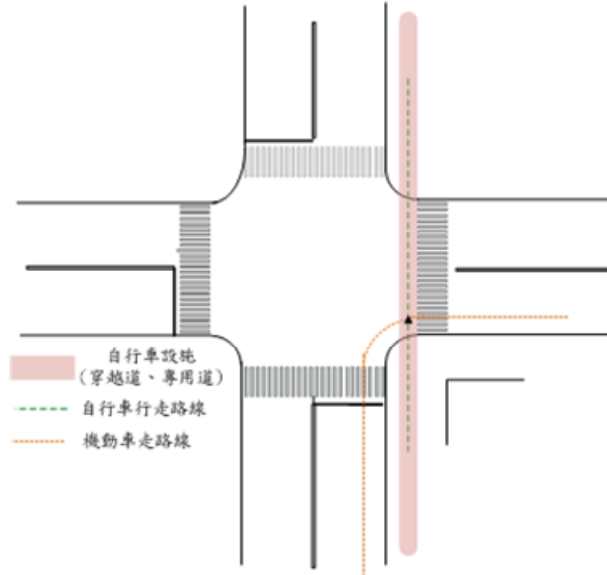


圖 3.38 穿越道與行人穿越道結合/自行車道位於人行道動線示意圖



圖 3.39 穿越道與行人穿越道結合/自行車道位於人行道（101 年 6 月）

2.『穿越道與行人穿越道結合/自行車道位於車道』的路口，易與同向右轉的機動車衝突，如圖 3.40、圖 3.41 所示：

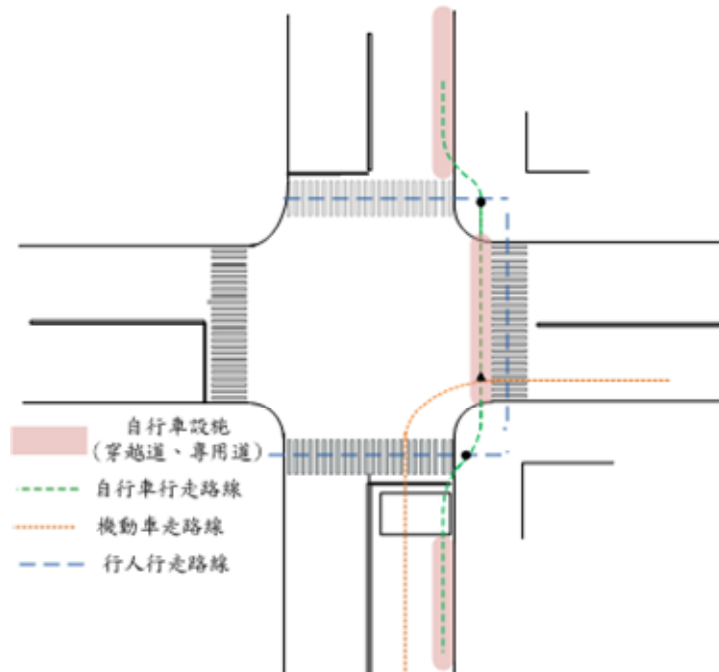


圖 3.40 穿越道與行人穿越道結合/自行車道位於車道之動線示意圖



圖 3.41 穿越道與行人穿越道結合/自行車道位於車道 (101 年 6 月，臺北市基隆路長興街口)

3. 『穿越道與行人穿越道結合/無自行車道』的路口，自行車易與同向右轉的機動車衝突。而路口人行道高度若未降至與道路齊平，自行車也不易進入穿越道行駛。

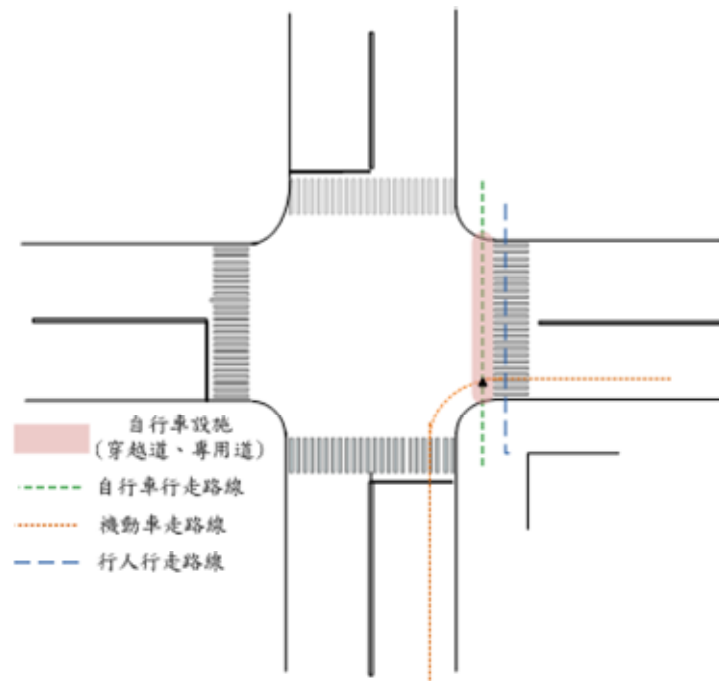


圖 3.42 穿越道與行人穿越道結合/無自行車道動線示意圖



圖 3.43 穿越道與行人穿越道結合/無自行車道 (101 年 6 月，臺北市松山路市民大道路口)

4. 『穿越道設置於車道/無自行車道』的路口，自行車易與同向右轉的機動車發生衝突，如圖 3.44、圖 3.45 所示：

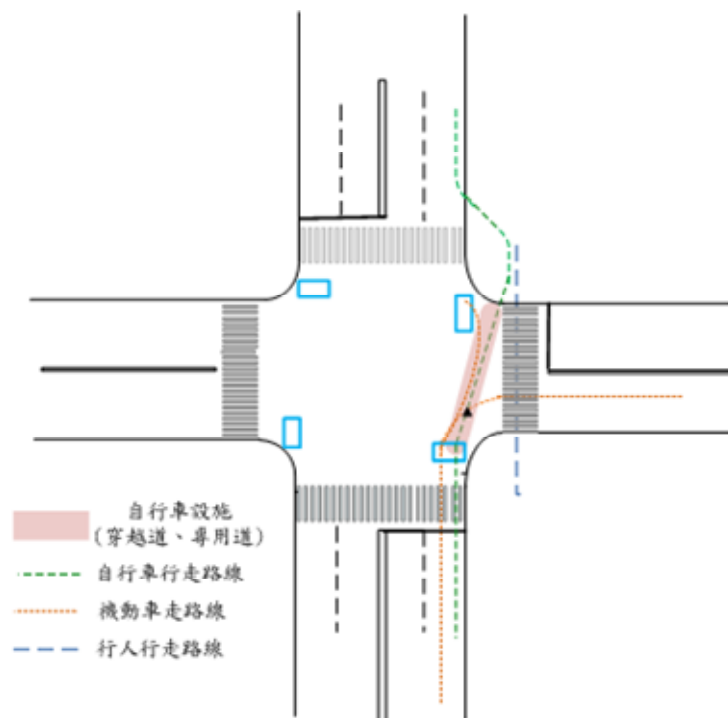


圖 3.44 穿越道設置於車道/無自行車道動線示意圖



圖 3.45 穿越道設置於車道/無自行車道（101 年 8 月，臺北市松德路信義路口）

5.『無自行車穿越道/自行車道設置於人行道』的路口，自行車行駛於行人穿越道穿越路口，易與行人發生衝突，如圖 3.46、圖 3.47 所示：

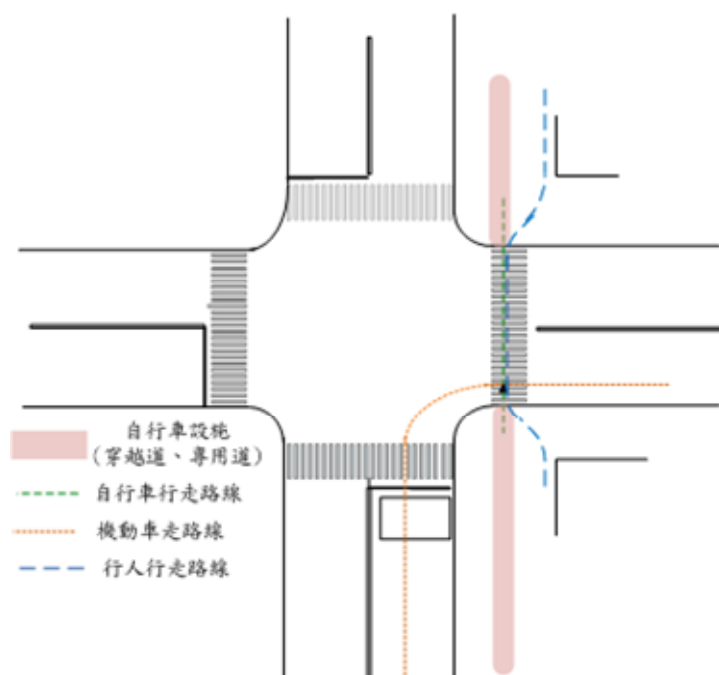


圖 3.46 無自行車穿越道/自行車道設置於人行道動線示意圖



圖 3.47 無自行車穿越道/自行車道設置於人行道

6. 『無自行車穿越道/自行車道設置於車道』的路口，自行車易與同向右轉的機動車發生衝突，如圖 3.48、圖 3.49 所示：

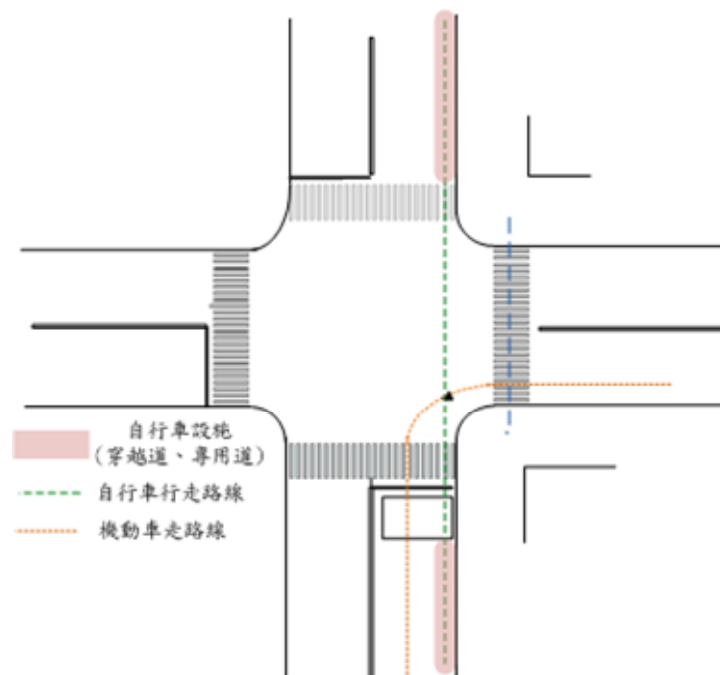


圖 3.48 無自行車穿越道/自行車道設置於車道動線示意圖



圖 3.49 無自行車穿越道/自行車道設置於車道（資料來源：google 街景圖）

3.3 自行車穿越道設置課題

目前自行車穿越道之設計，隨著路口環境與路口自行車設施的配置不同而有不同的課題須加以探討，以下針對不同的自行車路口穿越道設計，分別探討如下：

1. 自行車穿越道與行人穿越道合併

在路口的自行車穿越道與行人穿越道合併的情況下，又可以銜接端點形式分為『人行道銜接人行道』、『人行道銜接車道』兩類。

a. 人行道上自行車道銜接人行道上自行車道之穿越道

自行車穿越的過程，會與同向右轉的機動車輛產生衝突，在沒有左轉專用號誌的路口，也可能與對向左轉的機動車輛產生衝突。如圖 3.50 所示：



圖 3.50 自行車穿越道與行人穿越道合併

b. 人行道上自行車道銜接車道上自行車道之穿越道

由於一端的穿越起點位於人行道轉角，對於直行或右轉的機動車而言，不易及時反應竄出的自行車，易在路口發生擦撞。如圖 3.51 所示：



圖 3.51 未明顯區分之自行車穿越道（101 年 6 月，臺北市敦化南路）

2. 自行車穿越道與行人穿越道分離

在自行車穿越道與行人穿越道完全分離的情況下，對於同向右轉的機動車輛，在接近路口路段，機動車需要靠外側行駛時，易與自行車發生追撞衝突。如路段外側車道為自行車專屬空間，則機動車在路口右轉時易影響後方直行車輛行進，也易發生與機動車之間的追撞。如圖 3.52 所示：



圖 3.52 自行車穿越道與行人穿越道分離（101 年 6 月，臺北市敦化南路）

3. 自行車穿越道切斷行人穿越道空間

在自行車穿越道切斷行人穿越道的路口，行人穿越之路權受到侵害。而在部分路口，自行車穿越道將行人穿越道分割，也影響行人的用路權。如圖 3.53、圖 5.54 所示：



圖 3.53 自行車穿越道切斷行人穿越道（101 年 8 月，花蓮鳳林鎮光復路公園路路口）



圖 3.54 自行車穿越道分割人行穿越道（101 年 8 月，花蓮鳳林鎮民權路信義路路口）

3.4 自行車待轉與停等區設置課題

1. 自行車待轉區課題

a. 自行車與機車共用待轉區（自行車與機車共用）

自行車與機車進入待轉區時，兩者易生擦撞衝突。自行車與機車在啟動延滯不同的情況下，也容易產生衝突。如圖 3.55 所示：



圖 3.55 自行車與機車共用待轉區（101 年 8 月，臺北市松德路信義路口）

b 自行車使用路口轉角作為待轉區（自行車與行人共用空間）

自行車使用行人等候空間待轉，造成自行車佔用行人空間的狀況。如圖 3.56 所示：



圖 3.56 自行車使用路口轉角空間作為待轉區（101 年 10 月，臺北市基隆路長興街路口）

2. 自行車路口停等空間課題

a. 自行車與機車共用停等區

自行車與機車在啟動延滯不同的情況下，容易產生衝突。如圖 3.57 所示：



圖 3.57 自行車與機車共用停等區（101 年 10 月，臺北市基隆路長興街路口）

b. 自行車使用轉角空間作為停等區

自行車佔用行人等候空間，影響行人停等與步行。如圖 3.58 所示：



圖 3.58 自行車使用轉角空間作為停等區（101 年 5 月，臺北市吳興街/吳興街 220 巷路口）

c. 無適當停等空間

針對部分路口，自行車道並未劃設停止線或停等區，對於自行車使用者而言，要停等在何處才不會影響其他車流，並沒有相關依循的依據，如圖 3.59 所示。



圖 3.59 自行車路口停等空間不明確（101 年 6 月，臺北市敦化南路）

3.5 標誌標線號誌設置課題

1. 自行車號誌課題

a. 自行車號誌燈頭位置

目前我國的做法主要是設計一個有自行車圖案的燈頭，附掛在行人燈上方或旁邊，如圖 3.60 所示。自行車騎乘及停等位置與行人相同，常以行人專用號誌管制較為便利，目前高雄市與臺北市都於現有行人專用號誌旁，增設 1 組(個)自行車專用號誌，如圖 3.61 所示，作為提供自行車使用之辨識燈號，並配合人行道開放自行車騎乘。但是，目前此類型自行車專用號誌燈的號誌時制都與行人相同，對於自行車而言，容易與同亮綠燈的行人或機動車輛發生衝突。



圖 3.60 行人專用號誌增設 1 個自行車專用號誌燈



圖 3.61 行人專用號誌增設 1 個自行車專用號誌燈（101 年 5 月，臺北市羅斯福路）

b. 自行車號誌設置地點與時制設計

在無自行車號誌的路口設置自行車專用號誌，無法有效提供自行車穿越時相，且路口之專用觸動號誌缺乏，亦缺乏倒數秒數之設計，如圖 3.62 所示：



圖 3.62 自行車專用觸動號誌（101 年 8 月，花蓮市）

c. 自行車依循號誌不明確

許多路口並沒有針對自行車設置相關號誌設施，對於自行車而言，要依循自行車號誌或是行人號誌也沒有明確的法令依據，在部分自行車穿越空間配置為車道銜接人行道的路口，更容易造使用者的困擾，如圖 3.63 所示。



圖 3.63 自行車依循號誌不明確（101 年 8 月，臺北市松德路信義路口）

2. 自行車標誌標線課題

在路肩鋪設自行車專用鋪面，同時以虛線劃設自行車專用道。除此之外，也有以黃色分向線來劃設自行車道，相關設計含意不明。而在標誌方面，部分標誌以方形設計，與現行規範的圓形標誌不符，如圖 3.64、圖 3.65、圖 3.66 所示：



圖 3.64 在路肩以虛線劃設自行車專用道（101 年 8 月，花蓮縣鳳林鎮中和路 71 號）



圖 3.65 以黃色標線劃設自行車專用道（101 年 8 月，花蓮縣鳳林鎮光復路信義路路口）



圖 3.66 方形自行車標誌（101 年 8 月，花蓮縣瑞穗自行車道）

另外，自行車道之路口以實線劃設自行車穿越標線，易讓自行車使用者誤認為有優先路權。且在部分路口，標字或地面圖樣之設計含意不明，易引發路權爭議。如圖 3.67、圖 3.68、圖 3.69 所示：



圖 3.67 實線劃設之自行車穿越道（101 年 8 月，花蓮縣瑞穗自行車道）



圖 3.68 不明含義的標字標線（101 年 8 月，花蓮縣瑞穗自行車道）



圖 3.69 自行車專用道標示行人圖樣（101 年 8 月，花蓮縣鳳林鎮光復路公園路路口）

3.6 小結

由本章所探討的相關課題，可將我國目前主要的自行車設施現況與課題整理如表 3.10 所示：

表 3.10 自行車設施現況與主要課題

路口自行車設施	設施現況	主要課題
自行車穿越道	穿越道與行人穿越道結合	直行自行車與同向右轉機動車衝突。 直行自行車與同向左轉機動車衝突。
	穿越道設置於車道	直行自行車與同向右轉機動車衝突。 直行自行車與同向左轉機動車衝突。
	無自行車穿越道/自行車道設置於人行道	自行車與行人衝突
	無自行車穿越道/自行車道設置於車道	直行自行車與同向右轉機動車衝突。
	穿越道分割行人穿越道	影響行人用路權。
左轉待轉設計	自行車與機車共用待轉區	自行車與機車啟動延滯不同產生衝突。
	無左轉設計（自行車使用轉角空間待轉）	自行車佔用行人停等空間。
停等設計	自行車與機車共用停等區	自行車與機車啟動延滯不同產生衝突。
	無停等設計（自行車使用轉角空間停等）	自行車佔用行人停等空間。
自行車號誌	獨立自行車號誌	缺乏獨立自行車時制設計。
	自行車號誌與行人號誌結合	缺乏獨立自行車時制設計。
	專用觸動號誌	缺乏倒數秒數，且位於非號誌化路口，無法有效提供自行車專用穿越時相。
自行車標誌標線	白色虛線與實線共用劃設自行車道	設計含意不明。
	黃色實線劃設自行車道	設計含意不明。
	實線劃設穿越道標線	使自行車誤認為有優先路權。
	自行車道上劃設行人圖樣、不明的標字與標線	設計含意不明。

自行車穿越路口時是否與行人區分，及如何與機動車輛左右轉區分，皆存在討論的空間，而且經常有自行車未遵守交通規則之情形。未來，除確定自行車行駛專用空間外，針對路口自行車穿越設施及自行車號誌的設計等探討適當的設計方式，以便加強各項設施的設計，提升自行車交通安全。

第四章 自行車路口民意調查與訪談分析

為了進一步瞭解自行車路口的交通問題，本章將針對各主管機關及其承辦人員進行訪談，以瞭解各項設施之設置狀況。並針對用路人進行路邊訪問調查。同時，就各項設施的效率及安全，訪問專家學者，瞭解各項設施目前的問題及改善優先順序。同時，對於目前的穿越道鋪面顏色尚未統一，自行車號誌型式的選擇等課題，進行問卷評選的調查分析。

4.1 主管機關訪談分析

本節將透過訪談臺北市（交通管制工程處運輸規劃科）、臺中市（交通局）、高雄市（交通局運輸規劃科科長）、新北市（交通局運輸規劃科）、宜蘭縣（工商旅遊處遊憩規劃科）、花蓮縣（建設處土木科/交通隊）等自行車道路設施主管單位，探討目前自行車路口規劃經費、市區郊區設計差異、民眾反應問題、設計遭遇問題、目前所欠缺之設施等有關自行車管理之現況。

1. 路口自行車設施規劃經費方面

皆無獨立編列相關預算，最多只是在路口有問題或其他需求發生後，才分配經費處理

表 4.1 自行車設施經費

臺北	自行車預算納入自行車相關的預算中，成為一個完整的標案來處理
新北	無特別編列，若有需要可以一定額度做特定地點改善
臺中	會先以總額編列，在分別針對路口去分配（危險路口、維護費用、交通工程改善等專款專用）
高雄	1. 沒有單獨之編列，目前由新工處負責新建工程、養工處負責鋪面整理。 2. 每年由內政部『既有市區道路景觀與人行環境改善計畫』補助1000-1700 萬，但以往沒有針對路口自行車交通安全之議題。 3. 在高雄市區，人車共行之路口，常有方形的自行車號誌設置於行人號誌上方或設置自行車穿越道。針對獨立自行車道，則用專用的自行車號誌
花蓮	依整條路段編列，若路口有需要相關規劃，再從其中的預算執行
宜蘭	1. 沒有特別區分，通常自行車規劃單位也只負責自行車，較少與其他機動車設施規劃互相協調。 2. 由於縣府預算有限，多以休閒健身名義向體委會申請經費，自行車道路線規劃，多會避免重車行駛之路線

2. 市區與郊區設計上之差異

宜蘭花蓮市區較少自行車設施，多設在郊區作為觀光休閒使用。其他地區的市區主要作為通勤考量，郊區則作為運動遊憩之用。

表 4.2 市區與郊區設計差異

臺北	較難直接區分兩者差異，但郊區多以休閒為主，市區以通勤為主。目前法規只有提供穿越線的劃設，有時需要擴大路口方能處理。
新北	1. 市區多以既有道路之空間設置自行車道。 2. 郊區（河濱高灘地、公路系統）則以實體分隔之自行車道為原則。
臺中	1. 市區：設置於園道之自行車道，會重視車道周邊之環境綠化。 2. 郊區：多以有色鋪面區隔，在特殊路段會加標線，目前尚未有號誌設置之構想。
高雄	市區採人車共行方式設計，在人行道不夠寬的情況下，則以機慢車混合車道處理。郊區則採獨立自行車道為原則。
花蓮	市區很少自行車設施，郊區通常結合觀光休閒之考量規劃（因為目前主要是向體委會申請補助）
宜蘭	1. 市區的自行車道常設置於人行道，郊區省道路段，自行車道多設置於車道。 2. 一般自行車經過路口的管理方式，還是以行車號誌為主。

3. 民眾反應問題

主要反應自行車所需之夜間照明問題，此訪談結果與用路人問卷訪談的結果相似。整體而言，民眾反映給相關單位的問題相對較少。

表 4.3 民眾反映問題

臺北	曾有自行車專用道周邊停電，使民眾因夜間無照明設施而撞上車阻造成國賠。
新北	夜間照明問題。
臺中	逆向行駛、夜間照明、自行車道遭機動車佔用。
高雄	在學校、醫院周邊較常發生自行車與行人衝突，多以設立警示牌方式提醒自行車使用者尊重行人用路權益。
花蓮	市區採機慢車混合方式，使用行車號誌。
宜蘭	未接獲相關反應

4. 所採用的自行車設計法規與遭遇問題

使用運研所的『自行車道系統規劃設計參考手冊』為最多，也有參考建築法規、自行車道設施設計準則彙編、道路交通標誌標線設號誌置規則等方式。

表 4.4 所採用的自行車設計法規與遭遇問題

臺北	1. 目前使用北市委外研究制訂的設置準則。 2. 目前的手冊規範，很難處理路口自行車逆向之問題。
新北	以『道路交通標誌標線設號誌置規則』、『自行車道系統規劃設計參考手冊』為主，目前的問題在於路邊公車站、路邊停車易與自行車發生衝突。
臺中	1. 採『自行車道系統規劃設計參考手冊』、建築法規。 2. 目前在休閒型的部分由觀光局負責，通勤型的部分由交通局負責，相關設計建造會委外進行。
高雄	1. 交通局以『道路交通標誌標線號誌設置規則』、『市區道路及附屬工程設計規範』為準。但各單位（工務局、建設局、環保局等）沒有統一的標準，故自行車道也會有不同的標誌型式。 2. 原則上工務局負責硬體建設，交通局負責軟介面之處理（如：標誌標線）。
花蓮	早期沒有統一的參考設計規範，各自發包委外設計。後來採用『自行車道系統規劃設計參考手冊』，目前缺少路口的相關規範，且相關設施設置還是以郊區為主。
宜蘭	參考體委會的『自行車道設施設計準則彙編』。

5. 目前自行車缺乏之路口設施

普遍缺乏路口自行車設施之標誌標線號誌整體規劃，以及對於自行車之路權考量。

表 4.5 目前自行車缺乏之路口設施

臺北	主要是缺乏硬體環境建置，但民眾與政府的觀念不同，可能需要釐清各項目的優先順序。
新北	相關設置以民眾意見為主，但目前未接過相關反應。
臺中	相關設施民眾多不會滿意，且目前自行車缺乏優先路權
高雄	1. 工務局常以美學概念設計立體穿越，但最後仍須與地面結合，路口問題有時仍須由交通局處理。 2. 目前路口採用彩色標線，民眾滿意度超過7成，但到底對自行車安全有無改善，成效尚未可知。
花蓮	缺乏由中央提供的路口設施之相關規範。
宜蘭	目前自行車道多設置於河堤，路口則設置車阻，具體缺乏設施仍須調查民眾意見。

各地目前都沒有自行車設施的完整資料。一般來說，自行車事故或衝突問題比較多的地區，仍以自行車交通量較大的地區為主，目前各縣市都有日益嚴重的路口自行車交通安全問題，其原因在於以往都以路段為主要設施範圍，路口的相關設施較少。目前針對自行車之路口設施，相關單位能設置的設施主要仍以標線為主，但劃設的狀況是否符合實際需求仍有待討論。

4.2 用路人及專家學者意見調查

4.2.1 調查目的

為了瞭解一般用路人對於目前自行車路口設施的意見與感受，本調查針對使用者進行問卷調查。在如何抽樣調查對象方面，選取 18 個自行車易肇事之路口，在路邊進行訪問，共蒐集 698 份問卷，填寫的對象主要為路口附近經過的用路人或是附近店家，也詢問各路口的自行車使用狀況。從觀察使用者經驗與問卷蒐集結果進行路口自行車設施與安全性的分析，另外，也針對專家學者進行自行車路口設施的調查，以了解一般用路人與專家學者對於目前自行車設施於路口的安全影響認知。

同時蒐集專家學者對於現況之意見共 16 份問卷，5 位產業界人士、5 位政府官員、6 位學術界專家，詳細的問卷內容如附件，其中關於安全的問項共 21 題、關於效率的問項共 20 題。

4.2.2 調查內容

本問卷的項目主要分為安全指標與效率指標，其中又分別從設施寬度、停等設置、號誌標誌與標線設置、車流量來衡量安全性；以及從車流量、穿越性、方便性、引導性來衡量效率程度，定出不同項目以供填答。

安全項目中，在設施寬度方面，透過路口自行車穿越道寬度、路口自行車道寬度、人行道上自行車道寬度、庇護島設置的寬度等課題擬定問項；在停等設置方面，透過自行車兩段式左轉、自行車停止線、自行車停等空間、自行車待轉空間等課題擬定問項；在標誌標線與號誌設置方面，透過自行車專用鋪面、自行車專用號誌、自行車保護時相、路口資訊導引、夜間照明設備等課題擬定問項；在車流量方面，透過行人數量、自行車數量、汽車數量、機車數量、公車數量等議題擬定問項。

效率項目中，在車流量方面，透過行人數量、自行車數量、汽車數量、機車數量、公車數量等問題擬定問項；在穿越性方面，透過自行車穿越道、路邊自行

車道、人行道上自行車道、中央分隔島等問題擬定問項；在方便性方面，透過自行車待轉、自行車專用號誌、自行車保護時相、自行車停等等問題擬定問項；在引導性方面，透過自行車專用鋪面、自行車導引、夜間照明設備、自行車停止線等問題擬定問項；其架構如圖 4.1。問卷當中安全方面共有 21 個項目，效率方面共有 20 個項目，另外也針對每一項目詢問其重要性的感受給予評分。

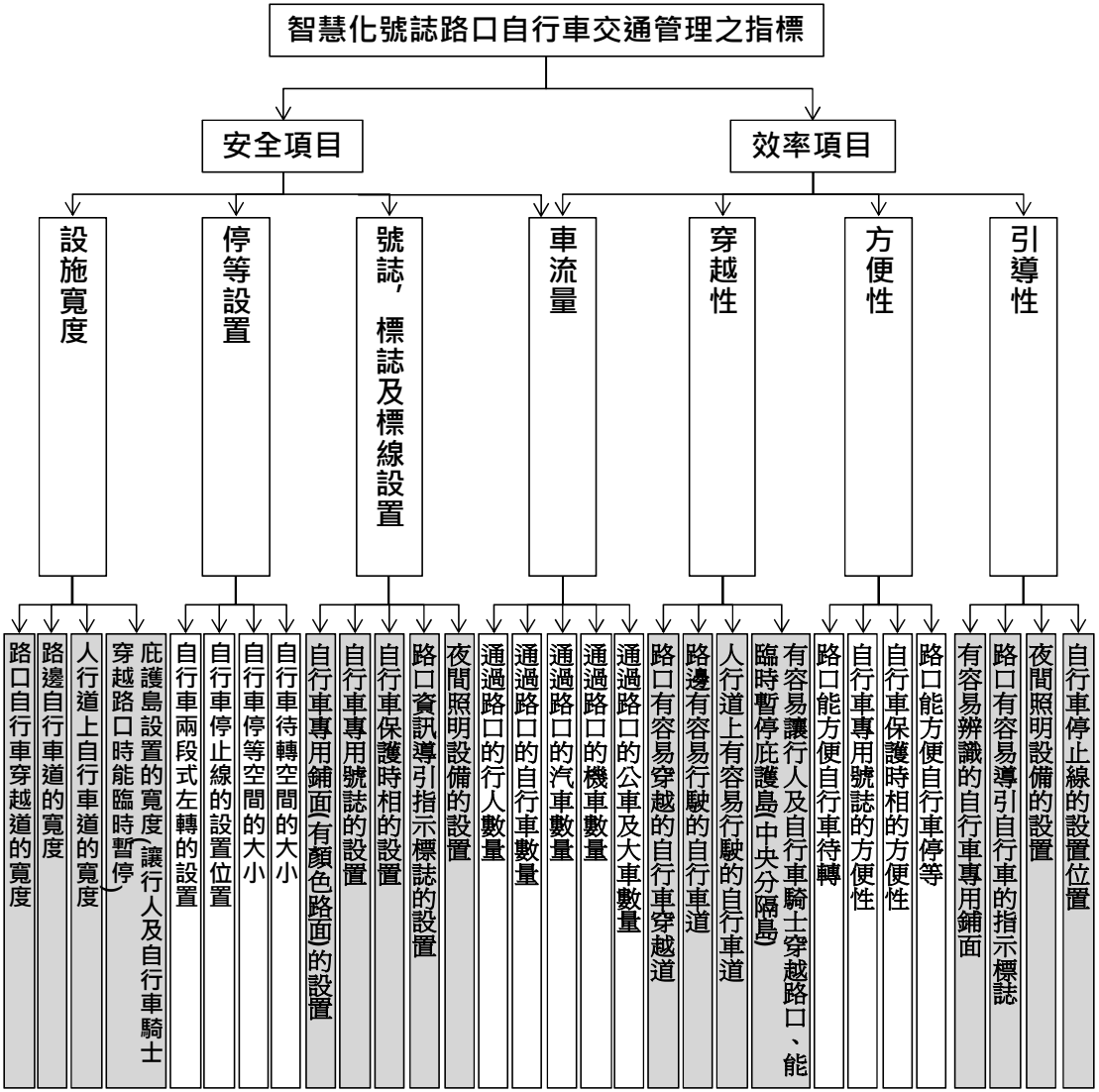


圖 4.1 自行車交通管理指標之項目分類示意[21]

各易肇事路口蒐集問卷狀況如表 4.6：

表 4.6 各路口不同運具使用者樣本數

路口	日期	受訪者使用之交通工具樣本數(人)			
		自行車	汽車	機車	步行
高雄市一心一路與一心一路 202 巷	2012/5/2	2	7	17	4
高雄市鼎山街大昌一路	2012/5/2	12	3	11	8
高雄市中正二路和平一路	2012/5/9	8	7	14	11
臺中市綠川東街成功路	2012/5/16	6	7	20	7
臺中市興大路忠明南路	2012/5/16	7	8	18	8
臺中市博館路忠明路	2012/5/17	10	10	10	10
花蓮市中山路中正路	2012/5/23	10	9	11	10
花蓮市仁愛街中正路	2012/5/30	5	7	19	9
花蓮市林森路和平路	2012/5/25	10	10	10	10
臺北市民權東路六段行愛路	2012/5/16	10	10	10	10
臺北市承德路通河街	2012/5/2	10	10	10	10
臺北市吳興街與吳興街 220 巷	2012/5/9	10	9	10	11
新北市仁愛路保生路	2012/5/3	10	10	9	10
新北市得和路民權路	2012/5/10	10	10	9	10
新北市福和路中正路	2012/5/24	9	8	10	8
宜蘭市東港路校舍路	2012/5/9	8	14	15	3
宜蘭市冬山路一段香南路	2012/5/17	16	12	8	4
宜蘭市舊城南路崇聖街	2012/5/18	10	10	10	10
總共樣本數		163	161	221	153

將蒐集而來的 698 分問卷進行統計整理與分析，首先是蒐集的問卷樣本結構如表 4.7：在所有 698 個樣本當中，有 47.7%為男性、52%為女性；年齡為 21-30 歲的比例最高為 35.8%；職業的比例以學生與服務業為多數，前者為 30.7%，後者為 27.8%；月收入的部分以 2 萬元以下佔 40.8%、2 萬到 4 萬佔 34.5%為多數；自己擁有自行車的比例高約 65.9%；使用自行車的頻率約 44.6%：一週 3 次以上佔 23.4%、一週 1-3 次佔 21.2%；最常使用自行車的目的為通學通勤與運動健身佔 20.3%與 39.5%。

表 4.7 受訪者之樣本結構

項目	分類	樣本數	百分比
性別	男	333	47.7
	女	363	52
	未填	2	0.3
年齡	10-15	52	7.4
	16-20	76	10.9
	21-30	250	35.8
	31-40	130	18.6
	41-50	103	14.8
	51-65	77	11
	65 以上	9	1.3
	未填	1	0.1
職業	家管	37	5.3
	工	23	3.3
	商	89	12.8
	公教	83	11.9
	農	3	0.4
	服務業	194	27.8
	學生	214	30.7
	其他	53	7.6
	未填	2	0.3
平均月收入	20000 以下	285	40.8
	20001-40000	241	34.5
	40001-60000	103	14.8
	60001-80000	28	4
	80000 以上	18	2.6
	未填	23	3.3
是否擁有自行車	是	460	65.9
	否	197	28.2
	未填	41	5.9

表 4. 7(續) 受訪者之樣本結構

項目	分類	樣本數	百分比
使用自行車頻率	一週 3 次以上	163	23.4
	一週 1-3 次	148	21.2
	一個月 1 次	112	16
	三個月 1 次	24	3.4
	三個月以上 1 次	136	19.5
	不曾使用	109	15.6
	未填	6	0.9
騎乘自行車時間	0-10	151	21.6
	11-15	170	24.4
	16-30	139	19.9
	31-45	74	10.6
	45-60	84	12
	其他	56	8
	未填	24	3.4
最常使用自行車目的	通學通勤	142	20.3
	觀光旅遊	65	9.3
	運動健身	276	39.5
	購物社交	100	14.3
	其他	83	11.9
	未填	32	4.6

4.3 自行車路口影響因子分析與討論

將前述之問卷調查所得資料，依各項目各地點的安全與效率程度進行統計分析如下。

4.3.1 因素分析

因素分析可用來減少變數的維度，且保持原始資料提供的大部分資訊，精簡變數的項目之後，容易將變數分類進行解釋，濃縮出所需要的影響因素。因素分析當中先進行 KMO 檢定，值越高，表示因素分析效果好。0.9 以上表示極佳，一般要在 0.5 以上。

為瞭解安全等級、效率等級與民眾對於各設施感受之重要性，此分析分為四個部分：安全等級、安全等級以重要性加權、效率等級、與效率等級以重要性加權，以這四個評估程度來找出所需要的變數。其中，將對安全的等級從極危險、

危險、普通、安全、極安全給予代表需求程度之分數，因越危險表示越需要，分數設定為：5、4、3、2、1，效率等級之設定方式相同。各項目對於安全或效率的重要性從極不重要、不重要、普通、重要、極重要給予分數，越重要分數就越高：1、2、3、4、5。加權時則將各變數的程度值與重要性值相乘。

(一) 安全等級原始量表

將資料先經過 KMO 取樣適當性檢定，KMO 值=0.881；巴氏球形檢定值 5420，顯著性 0.000，結果表示適合進行因素分析，結果如表 4.8。

表 4.8 安全等級因素分析檢定

KMO 與 Bartlett 檢定	
Kaiser-Meyer-Olkin 取樣適切性量數	0.88
Bartlett 球形檢定近似卡方分配	5420.79
顯著性	.000

經檢定之後，以主成份分析萃取共同因素，依照特徵值大於 1 為原則，結果依因素檢定可將 21 個項目濃縮為 4 個因素(主成分)，可解釋全部變異的 55.18%。整理轉軸後的成分矩陣，對於每一個因素中負荷量較高者加以標示。再經過最大變異數轉軸法對選出的因素轉軸，選出因素負荷量絕對值大於 0.45 者，使各因素能更明顯，再對負荷量高之因素的進行分類，可將問項以因素分析分為四個主成分，結果如表 4.9。

表 4.9 安全等級考慮因素主成份分析之結果

因素/變數名稱	項目名稱	因素負荷量	特徵值	解釋變異量
因素一 (停等區與交通工程設施)	5.在路口進行兩段式左轉的安全程度	.563	6.267	29.845
	6.在路口停等時可安全停等於停止線後方	.580		
	7.車多時在路口有足夠大小的安全停等空間	.680		
	8.在路口轉彎有明顯的待轉路線	.760		
	9.路口自行車專用路面的安全程度	.719		
	10.路口交通號誌是否確保安全穿越	.703		
	11.是否應設有指示牌引導	.724		
	12.路口的照明設備供夜間安全騎乘	.569		
因素二 (機動車交通量)	18.汽車交通量對自行車騎乘的安全威脅	.795	2.727	12.988
	19.機車交通量對自行車騎乘的安全威脅	.801		
	20.公車/貨車交通量對自行車騎乘的安全威脅	.780		
	21.路口左右轉交通量對自行車騎乘的安全威脅	.724		
因素三 (行人與自行車交通量及路側設施)	13.路口的路側設施是否對自行車騎乘造成安全威脅	.605	1.414	6.733
	14.在路口是否可清楚看清左右來車	.574		
	15.穿越路口時是否受人行道的高度差的威脅	.696		
	16.行人交通量對自行車騎乘的安全威脅	.726		
	17.自行車交通量對自行車騎乘的安全威脅	.683		
因素四 (設施寬度)	1.自行車在路口穿越的安全程度	.560	1.179	5.616
	2.在接近路口的外側車道行駛的安全程度	.670		
	3.自行車騎乘在人行道的安全程度	.690		
	4.在路口穿越時中央分隔設施(島)可供自行車臨時停等	.437		

以安全等級為考慮時，可以將安全的問題分為四個主成分，分別為停等區與交通工程設施、機動車交通量、行人與自行車交通量及路側設施、與設施寬度。

(二) 安全等級以重要性加權量表

KMO 值=0.89；巴氏球形檢定值 5718，顯著性 0.000，結果表示適合進行因素分析，結果如表 4.10。

表 4.10 安全等級以重要性加權因素分析檢定

KMO 與 Bartlett 檢定	
Kaiser-Meyer-Olkin 取樣適切性量數	0.890
Bartlett 球形檢定近似卡方分配	5718.131
顯著性	.000

經檢定之後，以主成份分析萃取共同因素，依照特徵值大於 1 為原則，結果依因素分析可將 21 個變數濃縮為 4 個主成份，可解釋全部變異的 55.725%。整理轉軸後的成分矩陣，對於每一個因素中負荷量較高加以標示，結果如表 4.11。

表 4.11 安全等級以重要性加權考慮因素主成份分析之結果

因素/變數名稱	項目名稱	因素負荷量	特徵值	解釋變異量
因素一 (停等區與交通工程設施)	4.在路口穿越時中央分隔設施(島)可供自行車臨時停等	.477	6.802	32.393
	5.在路口進行兩段式左轉的安全程度	.542		
	6.在路口停等時可安全停等於停止線後方	.579		
	7.車多時在路口有足夠大小的安全停等空間	.698		
	8.在路口轉彎有明顯的待轉路線	.745		
	9.路口自行車專用路面的安全程度	.679		
	10.路口交通號誌是否確保安全穿越	.714		
	11.是否應設有指示牌引導	.698		
	12.路口的照明設備供夜間安全騎乘	.548		
因素二 (機動車交通量)	18.汽車交通量對自行車騎乘的安全威脅	.794	2.283	10.873
	19.機車交通量對自行車騎乘的安全威脅	.802		
	20.公車/貨車交通量對自行車騎乘的安全威脅	.784		
	21.路口左右轉交通量對自行車騎乘的安全威脅	.738		
因素三 (行人與自行車交通量及路側設施)	13.路口的路側設施是否對自行車騎乘造成安全威脅	.531	1.347	6.414
	14.在路口是否可清楚看清左右來車	.487		
	15.穿越路口時是否受人行道的高度差的威脅	.669		
	16.行人交通量對自行車騎乘的安全威脅	.798		
	17.自行車交通量對自行車騎乘的安全威脅	.738		
因素四 (路口與路邊寬度)	1.自行車在路口穿越的安全程度	.713	1.269	6.045
	2.在接近路口的外側車道行駛的安全程度	.713		
	3.自行車騎乘在人行道的安全程度	.671		

由表 4.9 與表 4.11 可知，以安全等級以重要性加權為考慮時，同樣也可以將安全的問題分為四個主成分，分別為停等區與交通工程設施、標誌及標線設置、機動車交通量、行人與自行車交通量及路側設施、與路口及路邊寬度，此考量目的之主成分結果與單純考慮安全程度大致一致；不一致的部分在於有的設施對於

使用者在不同的認知下，可能會與不同的考量因素有直接的影響，所以造成不同考量下的結果非完全相同，如表中問項 4 之中央分隔設施在單純以安全面分析時歸類於寬度，而在考量到重要程度時歸類於停等設置，皆為路口穿越時重要的考量。

(三)效率等級原始量表

KMO 值=0.933；巴氏球形檢定值 6212，顯著性 0.000，結果表示適合進行因素分析，結果如表 4.12。

表 4. 12 效率等級因素分析檢定	
KMO 與 Bartlett 檢定	
Kaiser-Meyer-Olkin 取樣適切性量數	0.933
Bartlett 球形檢定近似卡方分配	6212.279
顯著性	.000

經檢定之後，以主成份分析萃取共同因素，依照特徵值大於 1 為原則，結果可將 21 個變數濃縮為 4 個主成份，可解釋全部變異的 59.911%。整理轉軸後的成分矩陣，對於每一個因素中負荷量較高加以標示，結果如表 4.13。

表 4.13 效率等級考慮因素主成份分析之結果

因素/變數名稱	項目名稱	因素負荷量	特徵值	解釋變異量
因素一 (通行寬度與待轉空間)	1.在路口是否有提供自行車專用穿越空間	.722	7.921	39.605
	2.在路口外側車道自行車是否可快速騎乘	.733		
	3.行駛在人行道上可以快速通行	.698		
	4.路口有中間庇護島可供自行車臨時暫停	.617		
	5.路口可供自行車有效率地兩段式左轉(待轉)	.661		
	6.路口的交通號誌(紅綠燈)可供自行車有效地穿越	.564		
因素二 (停等區與交通工程設施)	7.路口具備足夠有效的自行車停等空間	.509	1.733	8.665
	8.有提供自行車專用路面供有效快速的通過	.567		
	9.有提供有效的指標(告示牌)	.633		
	10.自行車於路口停等時，是否可明確有效的停在停止線處	.655		
	11.路口有夜間照明設施可方便自行車騎乘	.723		
	12.道路左右視線清晰可供自行車快速騎乘	.510		
	13.路口路面具有無障礙斜坡可供自行車快速騎乘	.560		
	14.路口具有汽機車分隔設施可供自行車快速騎乘	.545		
因素三 (機動車交通量)	17.路口的汽車交通量對自行車騎乘的干擾	.787	1.249	6.246
	18.路口的機車交通量對自行車騎乘的干擾	.813		
	19.路口的公車/貨車交通量對自行車騎乘的干擾	.819		
	20.路口左右轉交通量對自行車騎乘的干擾	.778		
因素四 (行人與自行車交通量)	15.路口的行人交通量對自行車騎乘的干擾	.742	1.079	5.395
	16.路口的自行車交通量對自行車騎乘的干擾	.788		

以效率等級為考慮時，可以將效率的問題分為四個主成分，分別為寬度與待轉、停等與設施及號誌、標誌、標線設計、機動車交通量、行人與自行車交通量。

(四) 效率等級以重要性加權量表

KMO 值=0.943；巴氏球形檢定值 7418，顯著性 0.000，結果表示適合進行因素分析，結果如表 4.14。

表 4. 14 安全等級以重要性加權因素分析檢定

KMO 與 Bartlett 檢定	
Kaiser-Meyer-Olkin 取樣適切性量數	0.943
Bartlett 球形檢定近似卡方分配	7418.085
顯著性	.000

經檢定之後，以主成份分析萃取共同因素，依照特徵值大於 1 為原則，結果可將 21 個變數濃縮為 4 個主成份，可解釋全部變異的 63.519%。整理轉軸後的成分矩陣，對於每一個因素中負荷量較高加以標示，結果如表 4.15。

表 4.15 效率等級以重要性加權考慮因素主成份分析之結果

因素/變數名稱	項目名稱	因素負荷量	特徵值	解釋變異量
因素一 (通行寬度與停等空間)	1.在路口是否有提供自行車專用穿越空間	.736	8.899	44.493
	2.在路口外側車道自行車是否可快速騎乘	.721		
	3.行駛在人行道上可以快速通行	.673		
	4.路口有中間庇護島可供自行車臨時暫停	.517		
	5.路口可供自行車有效率地兩段式左轉(待轉)	.719		
	6.路口的交通號誌(紅綠燈)可供自行車有效地穿越	.636		
	7.路口具備足夠有效的自行車停等空間	.540		
	8.有提供自行車專用路面供有效快速的通過	.531		
因素二 (機動車交通量)	17.路口的汽車交通量對自行車騎乘的干擾	.819	1.577	7.885
	18.路口的機車交通量對自行車騎乘的干擾	.825		
	19.路口的公車/貨車交通量對自行車騎乘的干擾	.811		
	20.路口左右轉交通量對自行車騎乘的干擾	.778		
因素三 (停等區與交通工程設施)	9.有提供有效的指標(告示牌)	.654	1.210	6.052
	10.自行車於路口停等時，是否可明確有效的停在停止線處	.674		
	11.路口有夜間照明設施可方便自行車騎乘	.762		
	12.道路左右視線清晰可供自行車快速騎乘	.559		
	13.路口路面具有無障礙斜坡可供自行車快速騎乘	.537		
	14.路口具有汽機車分隔設施可供自行車快速騎乘	.493		
因素四 (行人與自行車交通量)	15.路口的行人交通量對自行車騎乘的干擾	.826	1.018	5.090
	16.路口的自行車交通量對自行車騎乘的干擾	.769		

由表 4.13 與表 4.15 可知，以效率等級以重要性加權為考慮時，可以將效率的問題分為四個主成分，分別為通行寬度與停等空間、機動車交通量、停等區與

交通工程設施、行人與自行車交通量，此考量目的之主成分結果與單純考慮效率程度大致一致；不一致的部分在於有些設施對於使用者來說可能在不同的認知下，會與不同的考量因素有較直接的影響，所以造成不同考量下的結果非完全相同。

由上述四種不同的因素分析發現，依不同的評估方式會分出些微差異之主成分結果，但大致上會有通行寬度與停等空間、停等區與交通工程設施、行人與自行車交通量、機動車交通量等分別，因為分別考量安全與效率目標，故問項產生在不同的主成分類別之中。

為了了解問卷的可靠性，再進行信度分析，信度越高穩定性越高，常用信度檢定方法為 Cronbach's α 值，一般全部總信度要在 0.7 以上，以下的分析也分為四個部分：安全等級、安全等級以重要性加權、效率等級及效率等級以重要性加權，找出其可信度。信度分析的結果如表 4.16 中所示，其結果為：安全等級總信度 Cronbach's $\alpha=0.877$ 表示信度水準高。安全安全等級以重要性加權總信度 Cronbach's $\alpha=0.894$ 表示信度水準高。效率等級總信度 Cronbach's $\alpha=0.917$ 表示信度水準高。效率等級以重要性加權總信度 Cronbach's $\alpha=0.933$ 表示信度水準高。

表 4.16 可靠性統計量結果

可靠性統計量		
	Cronbach's Alpha 值	項目的個數
(一)安全等級信度	.877	21
(二)安全等級以重要性加權信度	.894	21
(三)效率等級信度	.917	20
(四)效率等級以重要性加權信度	.933	20

4.3.2 灰色關聯度分析

灰色關聯度分析是對於一個系統的變化趨勢進行定量的描述和比較。關聯度為對兩個系統或兩個因素之間關聯性大小的量度，描述系統發展過程中因素間相對變化的情況，也就是變化大小、方向及速度等指標的相對性。灰關聯度的意義是指在系統發展過程中，如果兩個因素變化的趨勢是一致的，也就是同步變化程度較高，則可以認為兩者關聯較大；反之，兩者關聯較小，因此灰關聯分析對於一個系統發展變化趨勢提供量化的度量。

以安全與效率兩方面來分析，評分 1 到 5 分，越高分表示越不安全與越無效率，計算所有安全面 21 個項目以及效率面 20 個項目對於安全或效率的關聯程度高低，較高的關聯程度表示民眾目前感受此設施(或是缺乏此設施)對於安全或效率的負面影響較大，安全與效率的問項如 4.17 表所示。

表 4.17 安全與效率問項對照表

項目	安全	效率
	1.自行車在路口穿越的安全程度為何?	1.在路口是否有提供自行車專用穿越空間
	2.自行車在接近路口的外側車道行駛的安全程度為何?	2.在路口的外側車道自行車是否可快速騎乘
	3.自行車騎乘在人行道的安全程度為何?	3.行駛在人行道上可以快速通行
	4.自行車在路口穿越時，其中央分隔設施(島)可供自行車臨時停等之安全情形為何?	4.路口有中間庇護島可供自行車臨時暫停
	5.在路口進行兩段式左轉的安全程度	5.路口可供自行車有效率地兩段式左轉(待轉)
	6.在路口停等時可安全停等於停止線後方	6.路口的交通號誌(紅綠燈)可供自行車有效地穿越
	7.車多時在路口有足夠大小的安全停等空間	7.路口具備足夠有效的自行車停等空間
	8.在路口轉彎有明顯的待轉路線	8.有提供自行車專用路面供有效快速的通過
	9.路口自行車專用路面的安全程度	9.有提供有效的指標(告示牌)
	10.路口交通號誌是否確保安全穿越	10.自行車於路口停等時，是否可明確有效的停在停止線處
	11.是否應設有指示牌引導	11.路口有夜間照明設施可方便自行車騎乘
	12.路口的照明設備供夜間安全騎乘	12.道路左右視線清晰可供自行車快速騎乘
	13.路口的路側設施是否對自行車騎乘造成安全威脅?	13.路口路面具有無障礙斜坡可供自行車快速騎乘
	14.自行車在路口是否可清楚看清左右來車	14.路口具有汽機車分隔設施可供自行車快速騎乘
	15.自行車穿越路口時是否受人行道的高度差的威脅	15.路口的行人交通量對自行車騎乘的干擾
	16.行人交通量對自行車騎乘的安全威脅	16.路口自行車交通量對自行車騎乘的干擾

表 4.17(續) 安全與效率問項對照表

項目	安全	效率
	17.自行車交通量對自行車騎乘的安全威脅	17.路口的汽車交通量對自行車騎乘的干擾
	18.汽車交通量對自行車騎乘的安全威脅	18.路口的機車交通量對自行車騎乘的干擾
	19.機車交通量對自行車騎乘的安全威脅	19.路口的公車/貨車交通量對自行車騎乘的干擾
	20.公車/貨車交通量對自行車騎乘的安全威脅	20.路口左右轉交通量對自行車騎乘的干擾
	21.路口左右轉交通量對自行車騎乘的安全威脅	

總結灰關聯的排序結果如表 4.18，由灰關聯程度排名結果來看，以安全與效率不同的觀點得到的優先順序會有所不同，以安全等級來看，導引、人行道的高度差以及自行車交通量，是此次調查中使用使用者對安全等級的感受相對較高的部分，有良好的導引、平穩的路面才能帶給自行車使用者安全的環境。以效率等級來看，路口左右的視線、自行車交通量以及無障礙坡度都是效率等級當中相對值得注意的部分，路口沒有視線與地面高度的障礙是影響效率的重要因素。

表 4.18 灰關聯度優先排序

名次	安全等級問項	效率等級問項
1	11 是否應設有指示牌引導	12 道路左右是否視線清晰
2	15 自行車穿越路口時是否受人行道的高度差的威脅	16 路口自行車交通量對自行車騎乘的干擾
3	17 自行車交通量對自行車騎乘的安全威脅	13 路口路面是否有無障礙斜坡
4	6 在路口停等時可安全停等於停止線後方	15 路口的行人交通量對自行車騎乘的干擾
5	8 在路口轉彎有明顯的待轉路線	10 自行車於路口停等時，是否可明確有效的停在停止線處
6	12 路口的照明設備供夜間安全騎乘	20 路口左右轉交通量對自行車騎乘的干擾
7	14 在路口是否可看清左右來車	5 路口可供自行車有效率地兩段式左轉(待轉)
8	7 在路口有足夠的安全停等空間	8 有提供自行車專用路面供有效快速的通過

表 4.18(續) 灰關聯度優先排序

名次	安全等級問項	效率等級問項
9	16 行人交通量對自行車騎乘的安全威脅	6 路口的交通號誌(紅綠燈)可供自行車有效地穿越
10	13 路口的路側設施是否對自行車騎乘造成安全威脅	7 路口具備足夠有效的自行車停等空間
11	10 路口交通號誌是否確保安全穿越	17 路口的汽車交通量對自行車騎乘的干擾
12	5 在路口進行兩段式左轉的安全程度	14 路口具有汽機車分隔設施可供自行車快速騎乘
13	1 自行車在路口穿越的安全程度	18 路口的機車交通量對自行車騎乘的干擾
14	2 在接近路口的外側車道行駛的安全程度	9 有提供有效的指標(告示牌)
15	3 自行車騎乘在人行道安全程度	4 路口有中間庇護島可供自行車臨時暫停
16	4 在中央分隔設施(島)可供臨時停等	2 在路口的外側車道自行車是否可快速騎乘
17	19 機車交通量對自行車騎乘的安全威脅	1 在路口是否有提供自行車專用穿越空間
18	9 路口自行車專用路面的安全程度	11 路口有夜間照明設施可方便自行車騎乘
19	20 公車/貨車交通量對自行車騎乘的安全威脅	3 行駛在人行道上可以快速通行
20	18 汽車交通量對自行車騎乘的安全威脅	19 路口的公車/貨車交通量對自行車騎乘的干擾
21	21 路口左右轉交通量對自行車騎乘的安全威脅	

4.3.3 集群特性分析

本分析將性質相近的樣本或變數歸為一類，從複雜且大量的特徵找出其中凝聚性的規律，所有樣本或變數分到各集群中不同類別內，使得各類別內的樣本或變數同質，但各類別之間為異質，其方法為將欲分析的樣本或變數都視為一類，根據各類之間的相似度逐步的合併，直到所有的樣本或變數合併到大的類別為止。

此部分的分析將所選 18 個地點依照安全與效率程度的評分進行集群分析，

將相似度較高的地點分類在同一群當中，觀察與分析各集群當中地點存在之共同特性，以利後續研究參考，18 個地點編號與路口名稱對照如表 4.19。

表 4.19 所選 18 個地點編號與路口名稱對照表

編號	代碼	路口名稱
1	高雄 a	一心一路與一心一路 202 巷
2	高雄 b	鼎山街與大昌一路
3	高雄 c	中正二路與和平一路
4	臺中 a	綠川東街與成功路
5	臺中 b	興大路與忠明南路
6	臺中 c	博館路與忠明路
7	花蓮 a	中山路與中正路
8	花蓮 b	仁愛街與中正路
9	花蓮 c	林森路與和平路
10	臺北 a	民權東路六段與行愛路
11	臺北 b	承德路與通河街
12	臺北 c	吳興街與吳興街 220 巷
13	新北 a	仁愛路與保生路
14	新北 b	得和路與民權路
15	新北 c	福和路與中正路
16	宜蘭 a	東港路與校舍路
17	宜蘭 b	冬山路一段與香南路
18	宜蘭 c	舊城南路與崇聖街

將上述 18 個路口依照安全與效率程度分別進行集群分析之結果如下：

(一)安全程度集群分析

安全程度集群分析的結果如表 4.20，以分成 5 個集群的結果來進行分析，第一集群包含高雄市一心一路與一心一路 202 巷以及臺北市承德路與通河街，這兩個路口都是寬度較窄，若有路邊停車或是計程車上下客時對於自行車安全會造成威脅。第三集群包含高雄市中正二路與和平一路、新北市仁愛路保生路，這兩個路口的路寬較大相對也有較多車流量，但路口對於自行車的行駛存在風險。第四集群包含花蓮林森路和平路以及宜蘭舊城南路崇聖街這兩個路口的的外側路旁的慢車道或自行車道常被機車所佔用，自行車於此路口只能依照汽車號誌行駛較不安全。第二集群則是其他 11 個路口，幾乎位於人潮多或是鄰近學校區域，機車流量也較多，造成道路之負荷，且路口很少對自行車進行規劃。

表 4.20 安全程度集群分析結果

集群編號	包含之路口
集群 1	1 高雄 a 一心一路與一心一路 202 巷
	11 臺北 b 承德路與通河街
集群 2	2 高雄 b 鼎山街與大昌一路
	4 臺中 a 綠川東街與成功路
	5 臺中 b 興大路與忠明南路
	6 臺中 c 博館路與忠明路
	7 花蓮 a 中山路與中正路
	8 花蓮 b 仁愛街與中正路
	12 臺北 c 吳興街與吳興街 220 巷
	14 新北 b 得和路與民權路
	15 新北 c 福和路與中正路
	16 宜蘭 a 東港路與校舍路
	17 宜蘭 b 冬山路一段與香南路
集群 3	3 高雄 c 中正二路與和平一路
	13 新北 a 仁愛路與保生路
集群 4	9 花蓮 c 林森路與和平路
	18 宜蘭 c 舊城南路與崇聖街
集群 5	10 臺北 a 民權東路六段與行愛路

(二)效率程度集群分析

效率程度集群分析的結果如表 4.21，以分成 5 個集群的結果來進行分析，其分群結果相對於安全程度時有相當大的不同，從第二集群只有臺中市綠川東街與成功路口，此路口為非號誌化路口、街廓短且視距不佳，車輛常要超過停止線才能判斷是否通過。第三集群為臺北市民權東路六段與行愛路路口，此路口接近公車站位而且銜接民權大橋所以車流量多且複雜，機車佔用停等之空間，對於自行車的穿越造成影響。第四集群為臺北市承德路通河街，此路口銜接承德橋，於上下橋時易生衝突，且下課時間有較多學生騎乘自行車，尖峰時間因路口車輛多又複雜且有機車占用的問題。第五集群為宜蘭冬山路一段與香南路，此路口有較多重車但沒有行人號誌與自行車設計，對於自行車穿越易造成負面的影響。第一集群為其他的 14 個路口，此集群內的路口大部份鄰近加油站、百貨公司或學校，使得經過的車流較多，尤其會影響尖峰時間穿越的效率。

表 4.21 效率程度集群分析結果

集群編號	包含之路口
集群 1	1 高雄 a 一心一路與一心一路 202 巷
	2 高雄 b 鼎山街與大昌一路
	3 高雄 c 中正二路與和平一路
	5 臺中 b 興大路與忠明南路
	6 臺中 c 博館路與忠明路
	7 花蓮 a 中山路與中正路
	8 花蓮 b 仁愛街與中正路
	9 花蓮 c 林森路與和平路
	12 臺北 c 吳興街與吳興街 220 巷
	13 新北 a 仁愛路與保生路
	14 新北 b 得和路與民權路
	15 新北 c 福和路與中正路
	16 宜蘭 a 東港路與校舍路
	18 宜蘭 c 舊城南路與崇聖街
集群 2	4 臺中 a 綠川東街與成功路
集群 3	10 臺北 a 民權東路六段與行愛路
集群 4	11 臺北 b 承德路與通河街
集群 5	17 宜蘭 b 冬山路一段與香南路

4.3.4 安全與效率程度

對於不同易肇事路口之安全等級的 21 個問項的得分進行比較，將安全的等級從極危險、危險、普通、安全、及安全給予分數，設定為：5、4、3、2、1，分數越接近 5 表示越不安全，以各問項的平均分數趨勢找出大部分用路人認為可能影響自行車安全的問項，結果如圖 4.2。

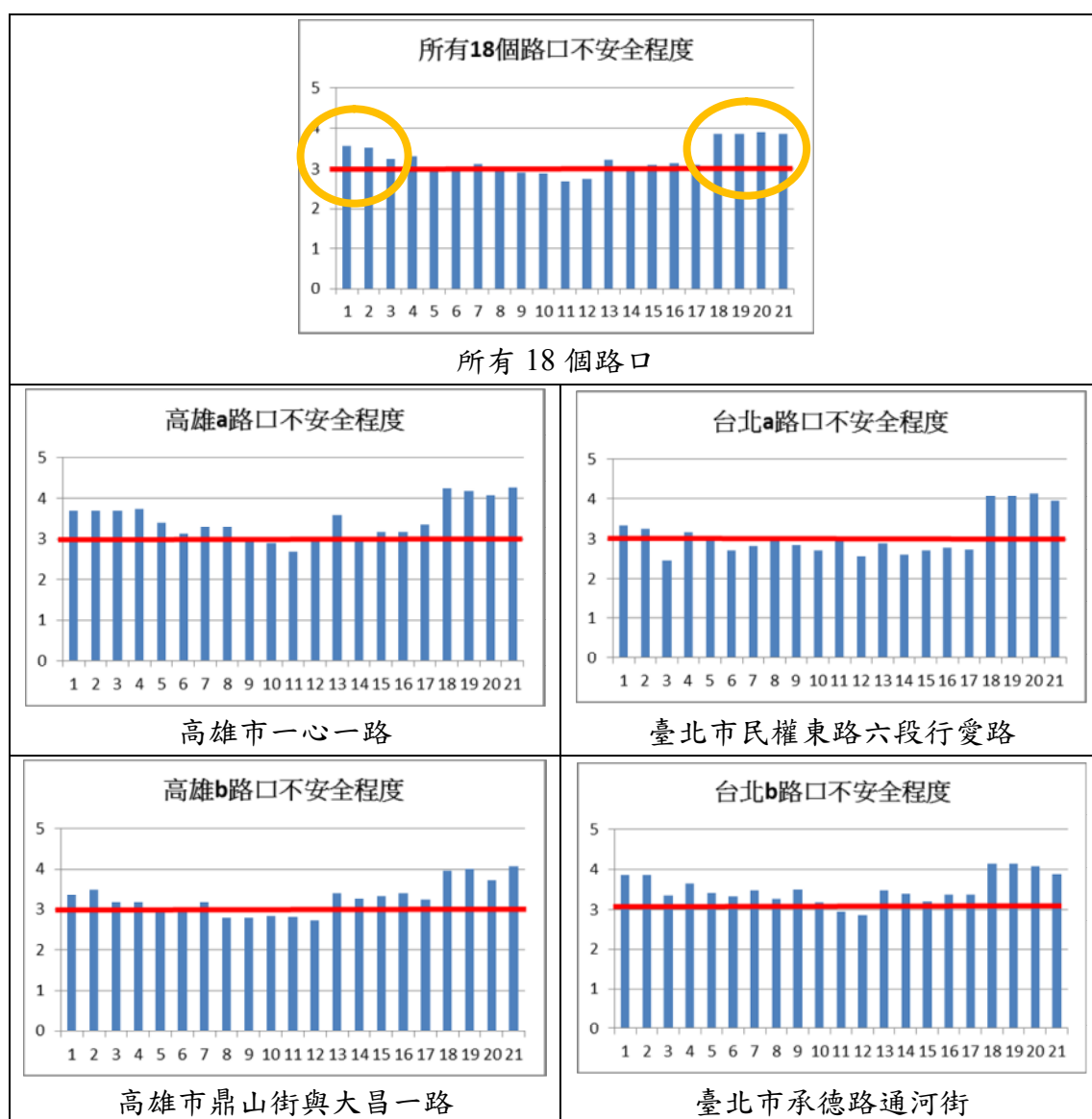


圖 4.2 各地點不安全程度項目平均得分分佈

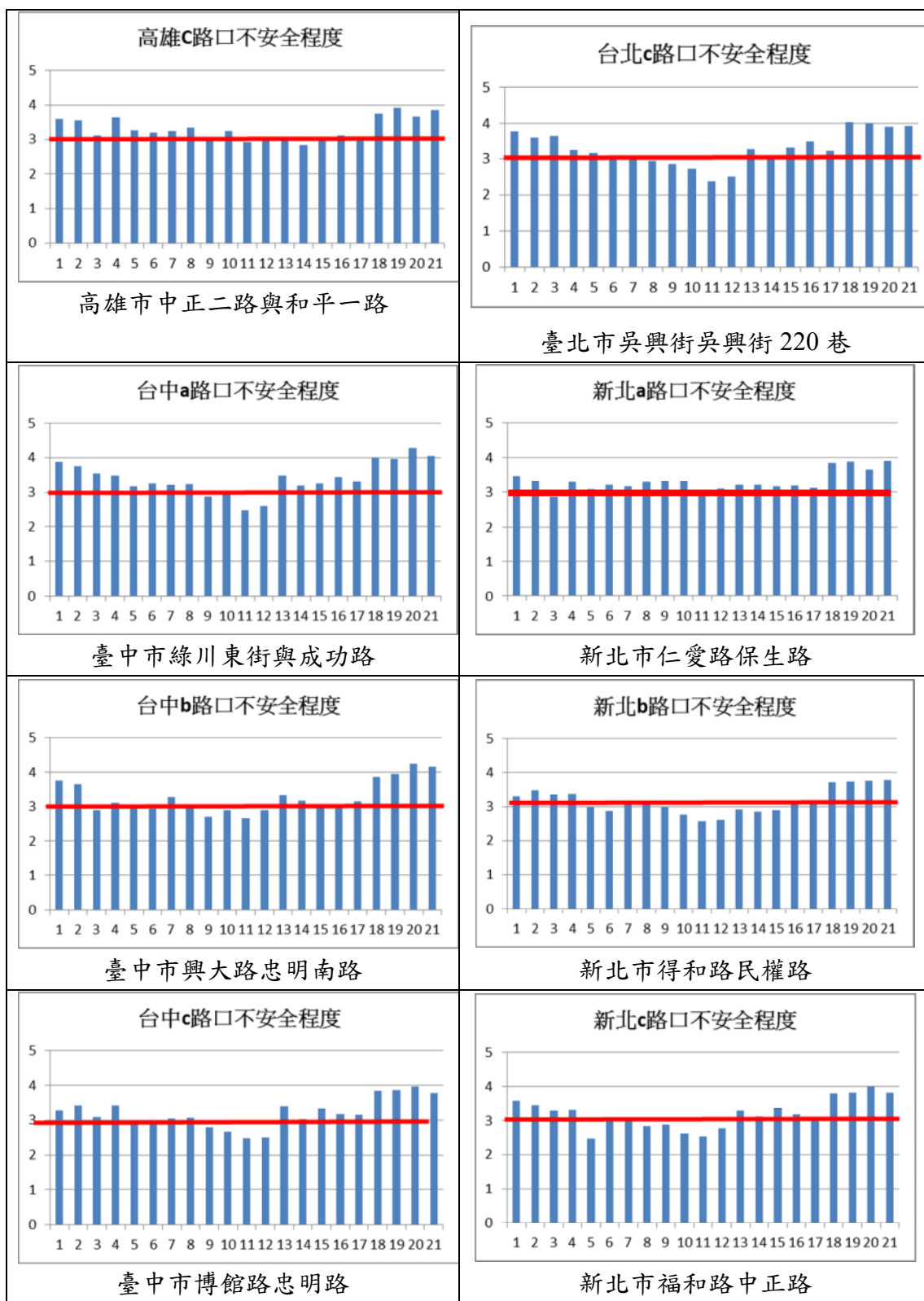


圖 4.2(續) 各地點不安全程度項目平均得分分佈

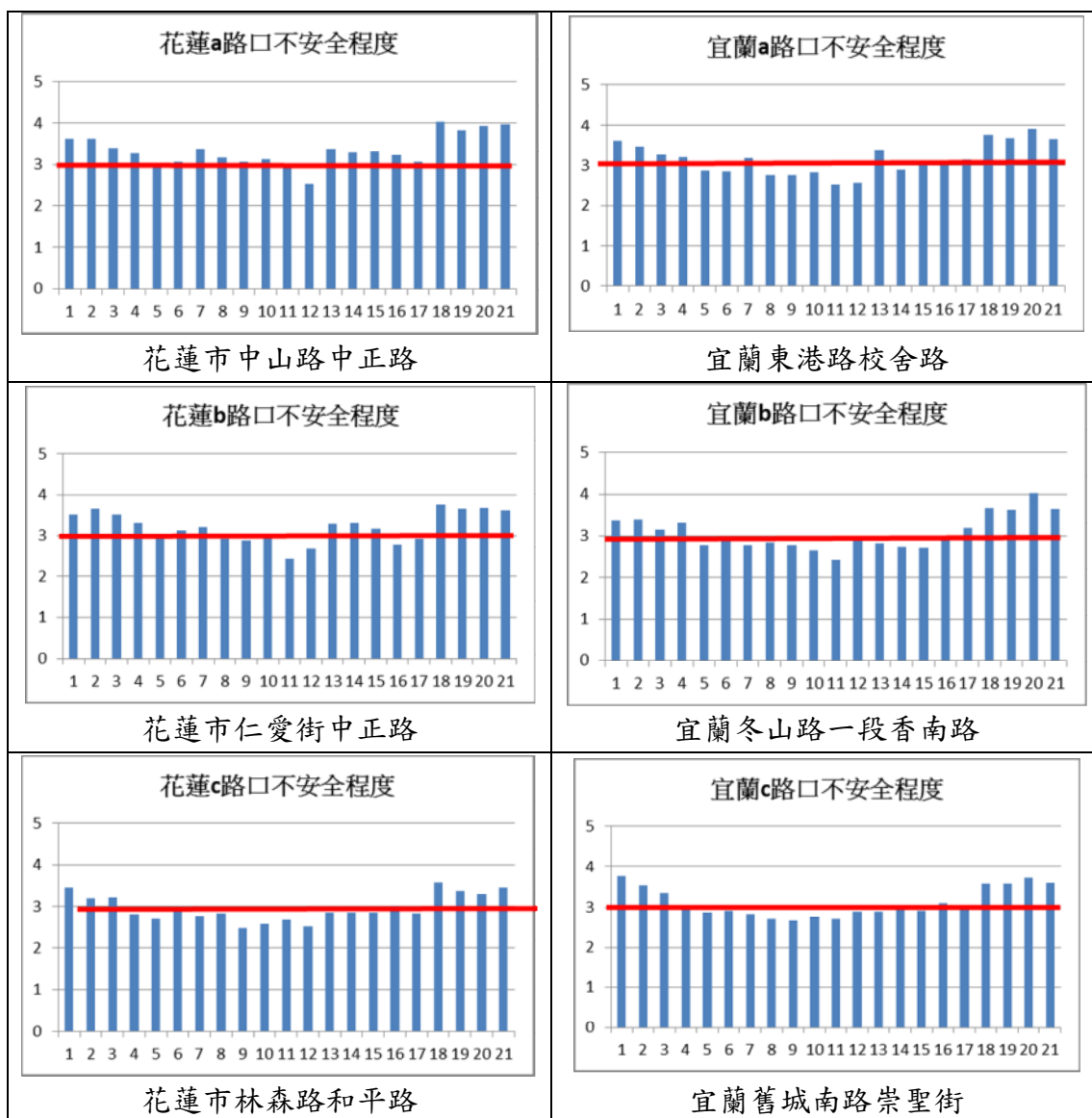


圖 4.2(續) 各地點不安全程度項目平均得分分佈

由所有的安全等級平均得分分佈來看，將各問項平均值 3 在圖中劃一條對照線。平均值在此線以上表示較不安全，在此線以下表示較為安全，大部分使用者給予危險分數較高的問項為 1~3 題與 16~21 題，顯示這些問項的內容對於路口自行車安全的影響較大，由 1~3 問項內容得知，在路口、路邊車道與人行道的寬度影響較大，因考慮到其他自行車、行人以及道路的設施會影響到自行車行駛安全；16~21 問項內容得知行人、自行車與其他運具的交通量有非常大的影響，其中又以汽車與機車的交通量幾乎在每一個路口的影響都很大，因較多的車流量以及較複雜的環境，可能會造成自行車騎乘的困難。

另外，也針對專家學者進行安全等級的 21 個問項之得分做比較，結果與一般民眾結果相似，但其中相異較大者為第 13 個問項路口的路側設施是否對自行車騎乘造成安全威脅，專家學者認為目前這是影響自行車穿越路口安全的一項較有疑慮的設施。而與一般民眾結果相似處為路口、路邊車道與人行道的寬度影響

以及行人、自行車與其他運具的交通量都是對於自行車穿越安全具有非常大的影響。

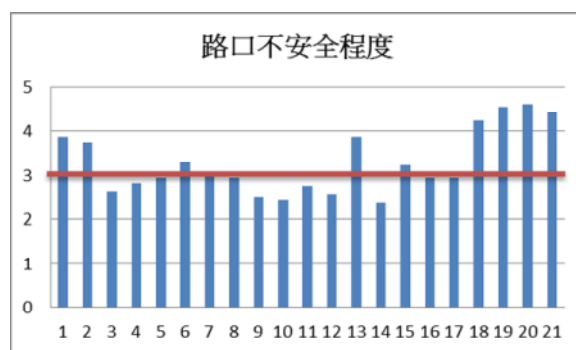
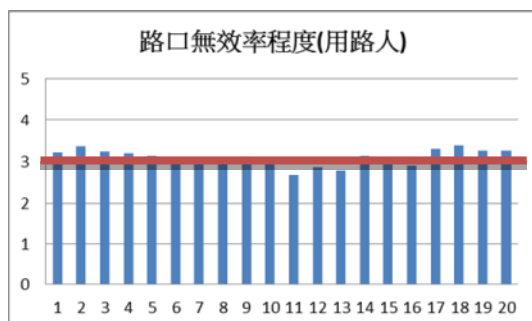
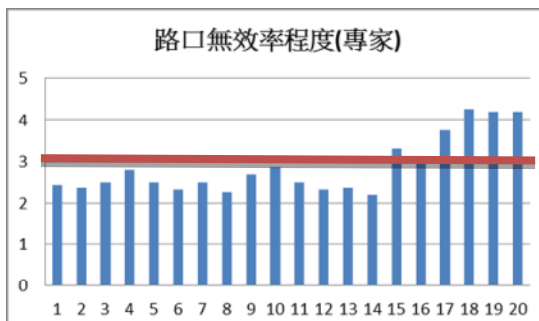


圖 4.3 專家學者問卷安全等級項目平均得分分佈

本研究調查的路口皆為易肇事路口，相關探討以安全為主。但若從不同的考量目的，對於不同易肇事路口之效率等級 20 個問項得到的程度分數進行比較，將效率的等級從極無效率、無效率、普通、有效率、及極有效率給予分數，設定為：5、4、3、2、1，分數越接近 5 表示越無效率，以各問項的平均分數趨勢找出大部分用路人認為可能影響自行車效率的問項，結果如圖 4.4。



a. 用路人問卷效率等級項目平均得分分佈



b. 專家學者問卷效率等級項目平均得分分佈

圖 4.4 用路人問卷與專家學者問卷效率等級平均得分分佈

由效率等級的評分結果來看，用路人問卷的結果認為目前 20 個項目之設施對於效率面的影響不大，大部分平均結果位於普通等級；專家學者的評分結果則是認為機動車與行人、自行車的流量會造成較無效率的影響，其他的設施影響的結果較小。

4.3.5 優先加強設施選擇

本節針對 16 個所考慮之自行車交通管理設施，將問卷中對於路口設施的排名 1 到 5 選取的次數與名次重要分數加權，計算得填答者感受較需要的設施並且排名，權重計算如下：排名 1(5 分)、排名 2(4 分)、排名 3(3 分)、排名 4(2 分)、排名 5(1 分)，再乘上被選擇次數得到其分數，再將各設施所有名次當中得分相加得到各設施最後的分數。問卷所提及之 16 個設施選項對應如表 4.22：

表 4.22 應優先設置之自行車交通管理設施

(1)路口自行車穿越道	(2)路邊自行車道
(3)人行道上的自行車道	(4)顏色醒目的自行車專用鋪面
(5)庇護島，讓行人及自行車騎士穿越路口時，能臨時暫停以作為庇護之用	(6)自行車夜間照明設備
(7)自行車兩段式左轉	(8)自行車專用號誌
(9)自行車保護時相	(10)路口資訊導引標誌
(11)自行車停止線	(12)自行車停等空間
(13)自行車停等路線設計	(14)自行車待轉空間
(15)其他	(16)不缺乏任何自行車交通設施

統計各個路口所有用路人問卷選擇得分最高結果與現況分析如以下詳述：

(一) 用路人問卷十八個路口各設施得分總和

統計所有用路人問卷，其結果如表4.23，將其結果進行分析：

表 4.23 用路人問卷應優先加強設施選擇結果

設施選項	總得分
1路口自行車穿越道	1052
2路邊自行車道	919
3人行道上的自行車道	772
4顏色醒目的自行車專用鋪面	1197
5庇護島，讓行人及自行車騎士穿越路口時，能臨時暫停以作為庇護之用	950
6自行車夜間照明設備	985
7自行車兩段式左轉	710
8自行車專用號誌	637
9自行車保護時相	460
10路口資訊導引標誌	617
11自行車停止線	280
12自行車停等空間	580
13自行車停等路線設計	278
14自行車待轉空間	541
15其他	25
16不缺乏任何自行車交通設施	122

結果分析：

1. 民眾對於需要的自行車設施排名前三名為 (4)顏色醒目的自行車專用鋪面、(1)路口自行車穿越道、(6)自行車夜間照明設備，此為未來可優先設置的部份。排名較前面的選項，如(1)和(4)都是給予自行車使用者明顯的路權，一般會認為有明確的分隔讓自行車穿越路口時較不會與其他車流混合可以兼顧安全與效率的目標，自行車行駛在專用的道路上也較有被保護的感受。而(6)在各路口都是很重要的安全設備，夜間因自行車車燈非標準配備，所以夜間的道路照明就相當重要，足夠的照明也才能讓其他車種的駕駛注意到自行車穿越，以禮讓自行車。
2. (5)庇護島，讓行人及自行車騎士穿越路口時，能臨時暫停以作為庇護之用和(2)路邊自行車道，是排名第四及第五的選項，在路口幅度較大的地方，建議

設置庇護島可以在路中央保護行人與自行車，也可以分流不同向的汽機車，較能顧及安全，但道路寬度較小的地點就不適合；路邊的自行車道設置時除了考慮路寬、使用的方便性可見性，最大的衝突就是與路旁的停車格動線之衝突，但在一般路寬較足夠的道路，若有自行車專用道可使自行車使用者有明顯的路權。

3. 其中，認為(16)不缺乏任何自行車交通設施者比其他選項少很多，可能與民眾對於自行車安全的意識慢慢在增加，且在臺灣騎乘自行車的使用者也逐漸增加，所以認為不缺乏設施的選項分數較低。
4. 設施的最後三個排名為(9)自行車保護時相、(11)自行車停止線、(13)自行車停等路線設計，這些都是自行車特別專用的設施，可能是因為臺灣目前使用自行車的數量不很高，且道路上的標線大部分皆已規劃完成，所以民眾對於這幾項就較無偏好選擇。

從這些選項排名當中，可以將民眾的排名當做設置的優先順序與必要性之參考，夜間的照明應是最首要的設施，爾後設置自行車道也以有顏色提示的效果較好，因為有些設施需要較寬的道路才能設置，且可能需要進一步的規劃與設計，這就需要考慮到其他的因素以及自行車在此路口造成影響的狀況。其他排名較後面的選項可能需要考慮先建立其他的設施，改變目前自行車使用的劣勢後，再行設置比較會達到其使用的績效。

(二) 各縣市對設施設置之優先性項目

各縣市的選擇結果依不同的道路狀況產生不同的優先順序，各縣市路口之選擇結果如附錄，從高雄市、臺中市、花蓮市、臺北市、新北市以及宜蘭市各縣市共 18 個路口的排名結果依各路口的狀況及選擇之優先順序設施設置結果可統整趨勢與現況分析：

1. 學校附近是較為需要自行車設施的區域，尖峰上下學時間會有較多自行車與行人穿越，以下設施(1)路口自行車穿越道、(2)路邊自行車道、(3)人行道上的自行車道、(4)顏色醒目的自行車專用鋪面及(6)自行車夜間照明設備等，是在學校附近用路人認為可以優先加強的設施。
2. 在與橋銜接之路口處因為車流多且複雜，結果為(1)路口自行車穿越道與(2)路邊自行車道可建議優先加強。
3. 在路口鄰近出口周邊巷道較多，建議優先設置(5)庇護島，讓行人及自行車騎士穿越路口時，能臨時暫停以作為庇護之用。
4. 路口寬度較寬穿越時需要較多時間，(1)路口自行車穿越道(5)庇護島，讓行人及自行車騎士穿越路口時，能臨時暫停以作為庇護之用是優先建議的設施。
5. 非號誌化路口在穿越時建議可優先考慮(4)顏色醒目的自行車專用鋪面以及(5)庇護島，讓行人及自行車騎士穿越路口時，能臨時暫停以作為庇護之用。

6. 路口轉角有商店的臨時路邊停車或是路邊停車格可能會威脅自行車之安全，故建議優先設置為(2)路邊自行車道以保障自行車騎乘的安全。
7. 當路口鄰近百貨公司及捷運站，缺乏機車兩段式左轉設施，又沒有足夠的路口空間增加設施時，建議優先設置(4)顏色醒目的自行車專用鋪面。

(三) 專家學者問卷路口各設施得分總和

統計專家學者問卷選擇得分最高結果與現況如表 4.24：

表 4.24 專家學者問卷應優先加強設施選擇結果

設施選項	總得分
1路口自行車穿越道	33
2路邊自行車道	20
3人行道上的自行車道	16
4顏色醒目的自行車專用鋪面	25
5庇護島，讓行人及自行車騎士穿越路口時，能臨時暫停以作為庇護之用	22
6自行車夜間照明設備	11
7自行車兩段式左轉	24
8自行車專用號誌	19
9自行車保護時相	8
10路口資訊導引標誌	4
11自行車停止線	7
12自行車停等空間	29
13自行車停等路線設計	5
14自行車待轉空間	17
15其他	0
16不缺乏任何自行車交通設施	0

結果分析：

專家學者對於需要的自行車設施排名前三名為 (1) 路口自行車穿越道、(12) 自行車停等空間、(4) 顏色醒目的自行車專用鋪面等，被認為是未來可優先設置的。從結果可知排名較前面幾項都是能夠保護自行車使用者穿越路口之設施與管制方式，被認為能夠保有安全的目標。

4.4 自行車號誌型式與鋪面顏色分析

本節利用專家學者問卷探討目前國內外現有之自行車號誌型式與鋪面顏色之適用性，分析並排序各種類型在不同考量目的下其建議程度。使用之問卷分析方法為 AHP 層級分析，以專家學者的意見計算不同考慮因素的權重再將不同的配置方式進行優劣的排序，其內容與結果如下：

(一) 層級分析法(AHP)介紹

層級分析法用來處理決策問題，利用科學方法進行評估之後當作決策的依據。此方法常用在具有數個評估準則的決策問題，使用此方法可以將複雜的問題簡化且建立一個有相互影響關係的階層結構。在有許多選擇方案時必須要依據一些基準進行各個方案的評估決定各方案的優先順序，以利找出適當的方案。而通常評估準則會有許多層面做整體的評估，AHP 將不同層面分解加以綜合評估，以提供適合的選擇方案，應用 AHP 將需要的準則經由比較後依重要程度給予不同的權重值，計算各評估準則在方案中所佔之權重。

(二) 自行車號誌評選層級分析

1. 自行車號誌評估指標

將自行車號誌的評估指標分為安全面、效率面與美觀面，在各面向之下又分為不同的特性以比較評估各個指標之間相對的重要性，評估指標之架構如圖 4.5。

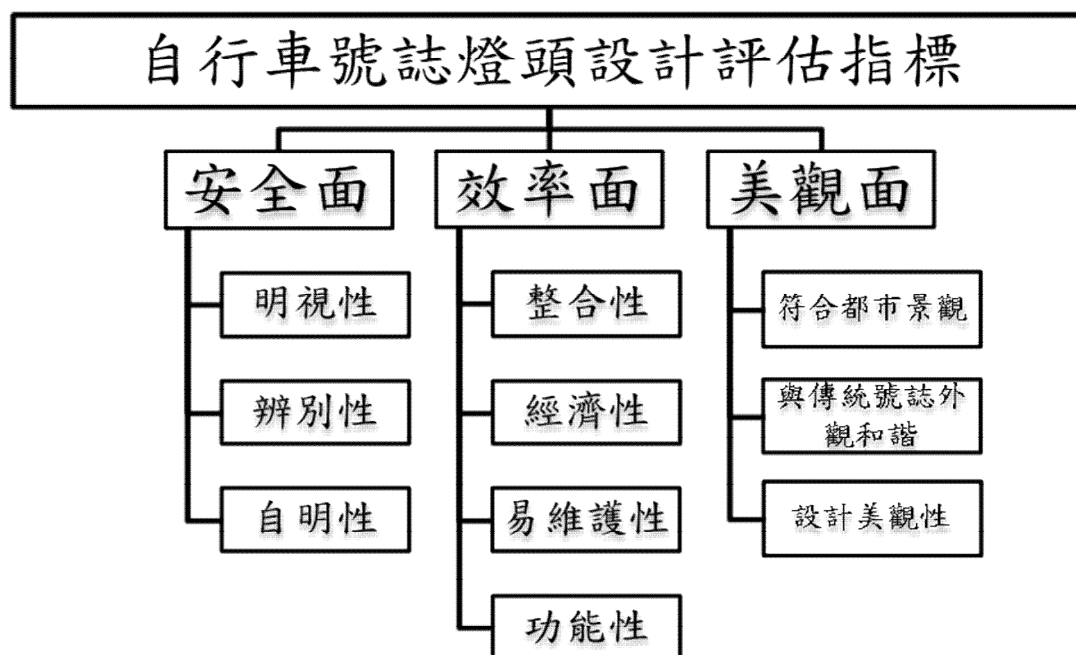


圖 4.5 自行車號誌燈頭設計評估指標

2. 各評估指標權重與評分

將蒐集之專家學者問卷進行上述各評估指標的一致性檢定後，兩兩特性之間作成對比較，得到各評估指標所佔的權重，表 4.25 為自行車號誌問卷計算後之評估指標權重。

表 4.25 自行車號誌評估指標權重

評估指標 (第二層)	權重	評估指標 (第三層)	權重
安全面	0.646	明視性	0.197
		辨別性	0.238
		自明性	0.211
效率面	0.239	整合性	0.049
		經濟性	0.034
		易維護性	0.034
		功能性	0.123
美觀面	0.115	符合都市景觀	0.025
		傳統號誌和諧	0.058
		設計美觀	0.031

將影響號誌的評估指標分為三個面項，經由專家問卷的計算結果，安全面所佔的權重 0.642 最重，表示對於以號誌來說安全面為較主要的考量因素，而其中又以辨別性為影響自行車號誌最大的考量指標。

3. 替選方案與結果

自行車號誌的替選方案以現行國內外號誌為例分為兩部分，一部分與行人號誌結合，另一部分為自行車獨立號誌，其設置又以有無顯示秒數為差異，所有七個替選方案圖示如表 4.26。

表 4.26 自行車號誌替選方案

與行人號誌結合	獨立號誌
 <p data-bbox="434 645 609 683">A1.秒數置中</p>	 <p data-bbox="960 645 1129 683">B1.三色燈箱</p>
 <p data-bbox="434 1048 609 1086">A2.秒數置頂</p>	 <p data-bbox="960 1025 1129 1064">B2.兩色燈箱</p>
 <p data-bbox="402 1473 641 1512">A3.同一燈箱圖示</p>	 <p data-bbox="944 1496 1145 1534">B3.秒數加圖示</p>
	 <p data-bbox="880 1921 1209 1960">C1.小燈箱高度同自行車</p>

將問卷當中各方案的平均評分以各個評估指標的權重加權後總和得分，得到各方案之最終得分，其方案選擇結果如表 4.27。

表 4.27 自行車號誌評估選擇結果

方案	得分	排序
A1 秒數置中	5.678	3
A2 秒數置頂	5.436	4
A3 同一燈箱圖示	5.347	5
B1 三色燈箱	5.105	6
B2 兩色燈箱	5.847	2
B3 秒數加圖示	6.587	1
C1 小燈箱高度同自行車	4.230	7

由專家學者的問卷中顯示，方案 B3 秒數加圖示為得分最高的配置方式，表示在不同的評估指標與專家的評分之下，認為自行車號誌以獨立號誌且有秒數與自行車圖示的號誌配置方式是最為適合，未來若要設置自行車號誌可優先考慮此種設置方式。

(三) 自行車道鋪面顏色評選層級分析

1. 自行車道鋪面顏色評估指標

將自行車道鋪面顏色的評估指標分為安全面、效率面與美觀面，在各面項之下又依不同的特性以比較評估各個指標之間相對的重要性，評估指標之架構如圖 4.6。

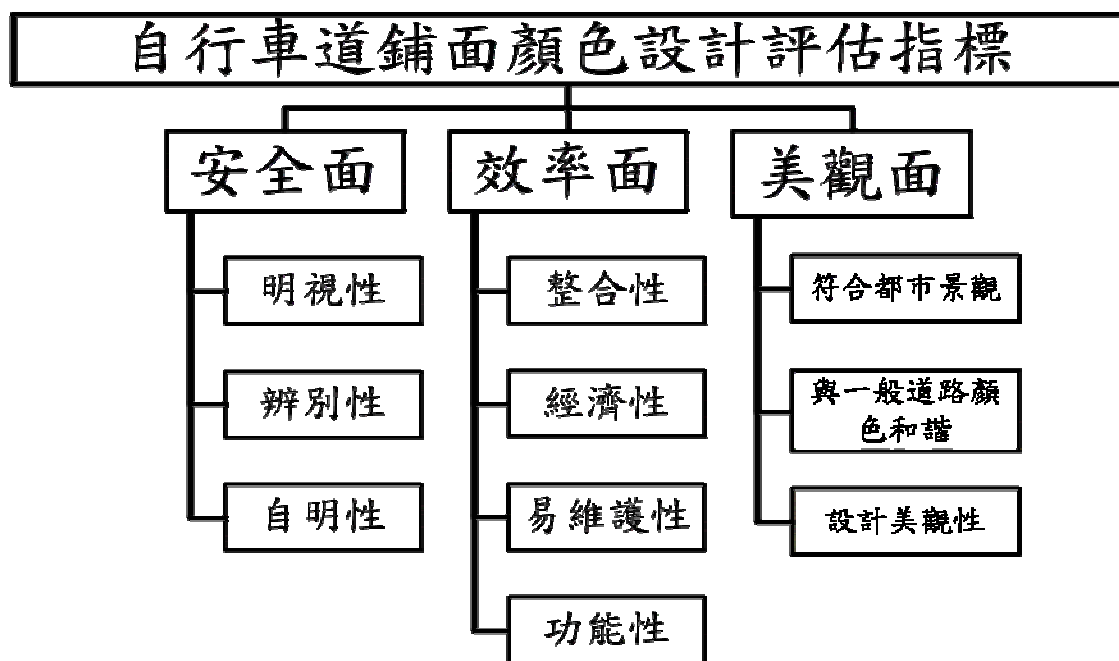


圖 4.6 自行車道鋪面顏色設計評估指標

2.各評估指標權重與評分

將蒐集之專家學者問卷進行上述各評估指標的一致性檢定後，兩兩特性之間作成對比較，得到各評估指標所佔的權重，表 4.28 為自行車號誌問卷計算後之評估指標權重。

表 4.28 自行車道鋪面顏色評估指標權重

評估指標 (第二層)	權重	評估指標 (第三層)	權重
安全面	0.593	明視性	0.206
		辨別性	0.226
		自明性	0.161
效率面	0.209	整合性	0.042
		經濟性	0.029
		易維護性	0.044
		功能性	0.094
美觀面	0.198	符合都市景觀	0.076
		傳統號誌和諧	0.074
		設計美觀	0.048

將影響號誌的評估指標分為三個面項，經由專家問卷的計算結果，也是安全面所佔的權重 0.593 最重，表示對於自行車道鋪面顏色來說安全面為較主要的考量因素。

3. 替選方案與結果

目前國內外較常見已設置之自行車道鋪面顏色替選方案共有五種顏色，以圖例觀察其對於自行車路口穿越的感受進行評分，替選方案如 4.29 表。

表 4.29 自行車道鋪面替選方案



A. 磚紅色



B. 黃色



C. 綠色



D. 草綠色



E. 藍色

將問卷當中各方案的平均評分以各個評估指標的權重加權後總和得分，得到各方案之最終得分，其方案選擇結果如表 4.30。

表 4.30 自行車道評估選擇結果

方案	得分	排序
A 磚紅色	6.421	2
B 黃色	5.413	5
C 綠色	6.549	1
D 草綠色	5.833	3
E 藍色	5.433	4

自行車道之評選結果以綠色為排序第一，這也是目前臺灣比較普遍常見的自行車鋪面顏色，其目的偏向於提示自行車使用者有專用的道路空間可使用，而排序第二為磚紅色，此種顏色可供提醒自行車使用者，同時也可由此警告其他用路人注意自行車之穿越，本研究建議以紅色為設置優先方案，因當道路鋪面使用紅色時較能增加其警示性，綠色的功能較偏向於導引，此兩種替選方案之評分差異不大，但其引起的概念有所差異，對於在道路上行駛的自行車可增加其可見度與路權的概念，是由專家學者之意見得到的結果。

4.5 小結

經由問卷對用路人及專家學者調查的結果，可從幾個方面來討論目前路口自行車設施在安全面與效率面的影響，大致上看來目前國內仍較缺乏自行車穿越路口的設施，且對於自行車穿越的路權較無全民的意識，但已逐漸重視自行車相關的議題。

自行車在穿越路口時，於安全與效率的影響因子大致可分為：停等區與交通工程設施、機動車交通量、行人及自行車交通量、和設施寬度。其中，以機動車與行人、自行車交通量對於目前的安全與效率程度造成的威脅最大。

因目前現場欠缺許多自行車設施，針對此部分用路人所選出的結果與專家學者的意見有所相異，民眾對於建議優先設置的自行車設施排名與專家學者之排名，在相同處為”自行車穿越道”及”顏色醒目的專用鋪面”，顯示對於路口穿越安全的重視。而相異處在於一般用路人以經驗認為”專用鋪面”與”夜間照明”需要優先設置，是希望能有明顯的路權，與夜間可見度。而專家學者的意見在於”自行車停等空間”與”兩段式左轉”，在路口若設置此兩種設施確實能夠增加自行車穿越路口的安全，但需要較佳的路口條件。為瞭解用路人的選擇排序與專家學者的排序是否有明顯的差異，將兩組結果進行排序檢定，以 spearman's 等級相關係數判定兩組之間的相關性，其相關係數為 0.538，屬中度相關，表示用路人與專

家學者之意見存在差異性。若未來依此建議設置自行車設施，則必須採取多方意見加以考量。

從專家學者問卷中，對自行車號誌型式與自行車道鋪面顏色的結果分析，可得知對於自行車設施來說，在許多設置的考慮指標當中，安全是最重要的考慮因素。自行車號誌型式建議以加設秒數及圖示之獨立號誌，自行車道鋪面顏色則建議以磚紅色較能夠達到提升安全與效率的目的。

第五章 路口自行車設施效率與安全現況分析

本章探討自行車各類路口型式的穿越效率，並由我國自行車肇事資料，瞭解目前自行車肇事型態以及趨勢。另外，由全國肇事資料庫中篩選出 18 個易肇事路口，以易肇事路口之肇事詳細資料，歸納得到自行車之肇事因子。除此之外，將應用交通衝突技術來分析易肇事路口，以探討號誌時相設計對於路口交通衝突之改善狀況。

5.1 路口自行車效率分析

本研究從調查不同路口特性與穿越路口設施之設置狀況，以探討自行車穿越道對於路口穿越效率之影響。在每個調查路口，各別抽樣 40~60 個穿越路口的自行車與行人樣本後，彙整各路口穿越調查資料如表 5.1 所示：

表 5.1 路口穿越設施與用路人穿越速度

路口位置		路口特性		自行車穿越		行人穿越	
		寬度 (m)	土地使用	平均速度 (m/s)	變異數 (m/s)	平均速度 (m/s)	變異數 (m/s)
有自行車 穿越道	a. 台北市辛亥路/復興南路	62.4	學校 (大學)	3.8	1.23	2	0.35
	b. 台北市松仁路/松高路	19.6	商業區	3.00	0.71	1.17	0.04
	c. 台北市羅斯福路/新生南路	31.8	學校 (大學)	2.00	0.21	1.15	0.03
無自行車 穿越道	d. 台中市興大路/忠明南路	26	學校 (大學)	3.33	0.78	1.42	0.10
	e. 台北吳興街/吳興街220巷	9	商業區	2.32	0.71	1.23	0.06
	f. 新北市仁愛路/保生路	34	學校 (國小)	4.17	2.02	2.18	0.47

資料來源：本研究整理

經以上六個路口之自行車與行人穿越實地調查可以得到以下結果：

1. 自行車穿越路口平均速度約 2~4.17(m/s)，行人穿越速度約 1.15~2.18(m/s)。
2. 在設置自行車穿越道的路口，當路口非常寬（如：路口 a）時，則自行車穿越速度將大幅提昇，在此種類型的路口需以空間分隔行人與自行車，以保障行人安全以及避免自行車與行人之間互相衝突。除此之外，行人穿越很寬的路口時，雖

然平均速度較高，但變異數相對比較高，需考慮設置安全島以保護未能及時穿越的行人，而安全島的另一功能也可提供自行車穿越時之保障。

3. 由路口行人穿越速度調查資料的變異數可知，在有自行車穿越道的路口，行人穿越速度的變異數較小較一致，其可能原因為路口自行車穿越道可降低自行車與行人交織衝突，進而改善行人穿越速度之穩定性。

5.2 路口自行車安全分析

5.2.1 我國自行車肇事趨勢

近年來自行車使用者的快速增加，但針對自行車之相關交通設施並無系統性的規劃與設計。相關數據顯示，因騎乘自行車受傷的人數在近年來快速攀升中，從民國 92 年至 99 年，全國因騎乘自行車受傷的人數已經增加近一倍，相關統計如圖 5.1 所示：

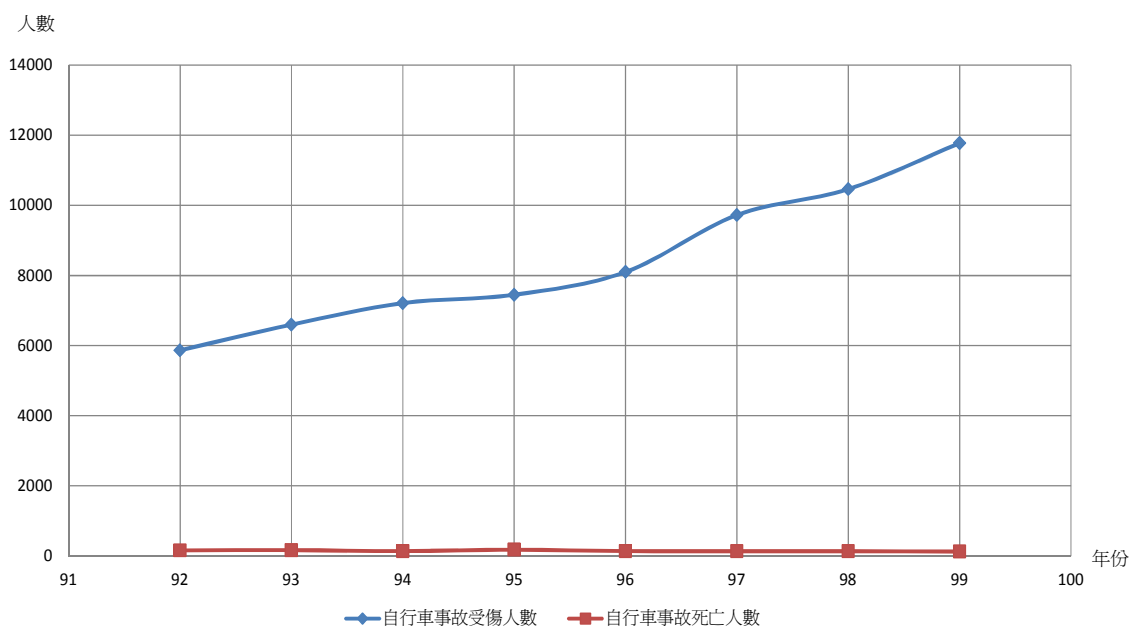


圖 5.1 自行車事故統計(92-99 年)

資料來源：運輸安全網站資料系統

從圖 5.1 的歷史資料，可以建構自行車受傷人數的趨勢線如下：

$$N = 5449.1e^{0.0947(x-91)} \quad , R^2 = 0.9803$$

其中， x 為民國年份。

N 為 x 年的自行車受傷人數預估值。

由求得之迴歸線的趨勢可以看出，近年來因騎乘自行車受傷的人數成長十分明顯，若目前道路環境不改變的狀況下，未來受傷的人數也必然逐年增加。因此，改善自行車騎乘安全的交通工程設施，為相關單位需要正視的交通議題。

5.2.2 自行車肇事因子分析

為了瞭解自行車肇事因子，本研究將透過肇事風險分析以瞭解各類肇事因子對於自行車安全的影響。首先，由自行車事故趨勢線，將 $x=101$ 帶入

$N=5449.1e^{0.0947(x-91)}$ 中，求得民國 101 年推估的自行車肇事總數 $N=14,048$ 。並由各行政區的肇事次數，依其比例將 101 年推估的自行車肇事總數分配至各行政區，求得各行政區 101 年預估自行車肇事數如表 5.2：

表 5.2 近年自行車肇事次數

	98 年自行車肇事數	99 年自行車肇事數	100 年自行車肇事數	預估 101 年自行車肇事數
高雄	1391	1109	1983(高雄縣與高雄市)	1545
臺中	334	788	2185(臺中縣與臺中市)	632
花蓮	263	245	255	295
臺北	824	978	994	1068
新北	815	865	831	1096
宜蘭	313	334	345	407

在肇事風險方面，定義肇事風險=(肇事嚴重度 x 肇事率)，其中肇事嚴重度採取事故財物損失當量(EPDO, Equivalent-Property-Damage-Only)方法，以 $EPDO=(45.9 \times \text{死亡事故次數} + 27.8 \times \text{受傷事故次數} + 1 \times \text{僅財損事故次數})$ 計算不同事故的當量值，並依歷史資料的成長趨勢，推算各路口的肇事次數。之後以 Poisson 分配，以易肇事路口的平均肇事次數，計算各路口的肇事率。

針對路口的自行車衝突風險模式定義為 $Y = Q_{bike} e^{X\beta}$ ，其中 X 為路口肇事因子集合， β 為路口肇事因子之參數集合， Q_{bike} 為通過路口的自行車交通量，並由表 5.3 各種因子種類，探討路口可能造成影響的肇事因子。[22-26]

表 5.3 交岔路口交通工程肇事因子分類[27]

因子種類	肇事因子		
地區環境因子	區位土地使用	視野	各動線視距
	漸近路口特性	道路坡度	照明狀況
	路側建築線位置	公共設施位置	植栽設置
幾何設計因子	道路功能	交岔路口間隔	設計路型
	進入路口線型	路口寬度	轉向半徑
	轉向車道	轉向儲車空間	車道連續性
	車流動線複雜度	交通島設置	路面特性
	排水設施		
交通管制措施因子	號誌位置與指示	號誌時相	轉向型式
	清道時間	續進控制	相關標誌設置
	相關標線設置	行車管制措施	停車狀況
交通特性因子	設計速率	行駛速率	交通量
	轉向比	車種比	

由上述的肇事因子總表，歸納本研究中造成影響的肇事變數因子說明與建立的模式分析如下：

1. 地區環境因子

是否下雨：此項為虛擬變數，當沒有下雨時為 0，有下雨時為 1。

是否為夜間：此項為虛擬變數，當非夜間時為 0，夜間時為 1。

路面是否潮濕：此項為虛擬變數，當非潮濕時為 0，潮濕時為 1。

路面是否有缺陷：此項為虛擬變數，當無缺陷時為 0，有缺陷時為 1。

是否有障礙物：此項為虛擬變數，當沒有障礙物時為 0，有障礙物時為 1。

視距是否受阻：此項為虛擬變數，當沒有受阻時為 0，有受阻時為 1。

行人穿越道末端受公共設施阻礙：此項為虛擬變數，當沒有受阻時為 0，有受阻時為 1。

轉角是否設有便利商店或加油站：此項為虛擬變數，當沒有商店或加油站時為 0，有商店或加油站時為 1。

2. 幾何設計因子

是否有左轉專用道：此項為虛擬變數，當沒有左轉專用道時為 0，有左轉專用道時為 1。

是否有機車待轉區：此項為虛擬變數，當沒有機車待轉區時為 0，有機車待轉區時為 1。

是否有中央分隔島：此項為虛擬變數，當沒有中央分隔島時為 0，有中央分隔島時為 1。

3. 交通管制因子

主幹道速限：此項為連續變數，依照主幹道速限為該變數之輸入值。

是否為無號誌路口：此項為虛擬變數，當有號誌時為 0，無號誌時為 1。

4. 交通特性因子

機動車左轉 PCU：此項為連續變數，依照機動車左轉 PCU 為該變數之輸入值。

機動車右轉 PCU：此項為連續變數，依照機動車右轉 PCU 為該變數之輸入值。

機動車直行 PCU：此項為連續變數，依照機動車直行 PCU 為該變數之輸入值。

自行車左轉數：此項為連續變數，依照自行車左轉數為該變數之輸入值。

自行車右轉數：此項為連續變數，依照自行車右轉數為該變數之輸入值。

自行車直行數：此項為連續變數，依照自行車直行數為該變數之輸入值。

機動車右轉轉向比：此項為連續變數，依照機動車右轉轉向比為該變數之輸入值。

機動車左轉轉向比：此項為連續變數，依照機動車左轉轉向比為該變數之輸入值。

汽車交通量：此項為連續變數，依照汽車交通量為該變數之輸入值。

機車交通量：此項為連續變數，依照機車交通量為該變數之輸入值。

重車交通量：此項為連續變數，依照重車交通量為該變數之輸入值。

右轉機車交通量：此項為連續變數，依照右轉機車交通量為該變數之輸入值。

自行車交通量：此項為連續變數，依照自行車交通量為該變數之輸入值。

從上述四種類型所選取的依變數，將其一併納入評估模式中後，綜合分析地區環境、幾何設計、交通管制措施、交通特性等四種類型因子，而建立之評估模式結果如下：

表 5.4 肇事模式摘要

模式	R	R 平方	調過後的 R 平方	估計的標準誤
1	.973 ^a	.947	.940	.26846

表 5.5 肇事模式變異數分析

模式	平方和	df	平均平方和	F	顯著性
1 迴歸	83.698	8	10.462	145.168	.000
殘差	4.685	65	.072		
總數	88.383	73			

表 5.6 肇事模式係數分析

模式	未標準化係數		標準化係數	t	顯著性
	B 之估計值	標準誤差	Beta 分配		
1 (常數)	-.991	.101		-9.784	.000
自行車左轉數	-.031	.004	-.282	-6.788	.000
是否有左轉專用道	-.794	.091	-.268	-8.759	.000
是否有機車待轉區	.294	.127	.135	2.312	.024
是否有中央分隔島	-.008	.000	-.827	-26.942	.000
機動車右轉 PCU	.001	.000	.239	3.398	.001
機動車右轉轉向比	1.429	.697	.080	2.051	.044
機動車左轉轉向比	1.382	.615	.088	2.249	.028

由其統計結果顯示 $R^2=0.947$ ，表示綜合路口交通工程肇事因子所建立的評估模式，可以有效解釋路口自行車衝突風險。且變異數分析之 F 檢定的顯著性為 <0.05 ，顯示所納入的自變數與依變數有明顯之迴歸關係存在。

透過四種肇事種類因子之變數篩選後，可發現左轉專用道、機車待轉區、自行車左轉數、機動車右轉 PCU、機動車右轉轉向比、機動車左轉轉向比、自行車交通量等，對於路口肇事影響較顯著。相關影響因子探討如下：

1. 左轉專用道

在有左轉專用道的路口，常設有對應的左轉專用時相，可以區隔不同方向車流以避免衝突，降低路口肇事風險。

2. 機車待轉區

在設有機車待轉區的路口，因機車行駛進入待轉區的路線會與直行的自行車產生衝突，進而增加肇事風險。

3. 中央分隔島

在設有中央分隔島的路口，可增加自行車穿越時的停等空間，進而降低路口肇事風險。

4. 自行車左轉數

對於自行車使用者而言，在道路較寬或車流量較大的路口直接左轉相對於其

他機動車輛較危險。故自行車直接左轉交通量較大的路口，其路口機動車交通量與寬度較能提供自行車左轉需求，而自行車使用者也由其自身騎乘經驗判斷是否直接左轉。

5. 機動車右轉 PCU

右轉的機動車會與直行的自行車產生衝突，進而增加側撞的風險。

6. 機動車右轉轉向比

右轉的機動車與直行自行車易產生衝突，此變數也反應了在本研究的易肇事地點中，有些路口車流量相對較低，但其右轉轉向比較高，容易發生肇事的狀況。

7. 機動車左轉轉向比

左轉的機動車與直行自行車易產生衝突，此變數也反應了在本研究的易肇事地點中，有些路口車流量相對較低，但其左轉轉向比較高，容易發生肇事的狀況。

5.3 路口自行車交通衝突分析

5.3.1 交通衝突技術理論

交通衝突涉及交通工具與用路人之行為，其中包含駕駛本身、駕駛的車子、道路環境狀況等，都與衝突發生之過程相關。以往分析衝突時，多以衝突發生的時間、地點、形式，作為衝突分析的方式。一般而言，最常發生衝突之關鍵，在於突然變換車道、緊急煞車等行為，在必要的時刻駕駛者可能會採取避免造成意外傷亡之預防的行為，以降低潛在的風險。[28]應用交通衝突技術可做為診斷評估路口潛在衝突的工具，以預防事故發生，本研究以各類道路使用者在穿越路口的動線作為基礎，分析一單向雙車道的路口之交通衝突如圖 5.2 所示：

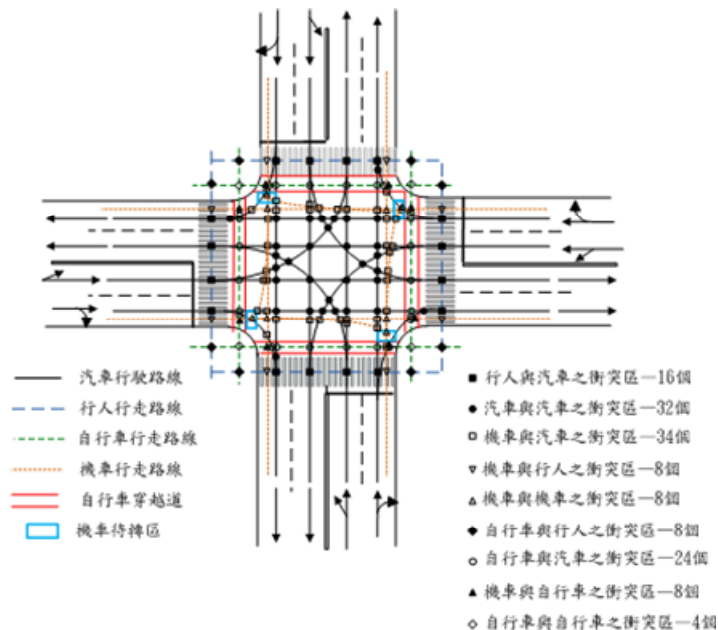


圖 5.2 路口交通衝突分析

由交通衝突分析技術可知，在沒有交通號誌管制的路口，行人與汽車的衝突區有 16 個，各方向的汽車與汽車的衝突區有 32 個，機車與汽車的衝突區有 34 個，機車與行人的衝突區有 8 個，機車與機車的衝突區有 8 個，自行車與行人的衝突區有 8 個，自行車與汽車的衝突區有 24 個，機車與自行車之衝突區有 8 個，自行車與自行車的衝突區有 4 個。對於自行車穿越路口，總共存在 36 個衝突區。

5.3.2 易肇事地點交通衝突實例分析

針對選取的六縣市 18 個路口進行現況之衝突分析，瞭解其目前的衝突狀況，以交通衝突技術分別分析不同路口特性的易肇事路口，包含：『單向雙車道/單向單車道』、『單向三車道/單向單車道』、『路口各方向皆設置機車待轉區』等不同類型的路口，搭配路口的號誌時制現況下，來分析路口交通衝突現況。各路口的交通衝突如圖 5.3、圖 5.4 所示：

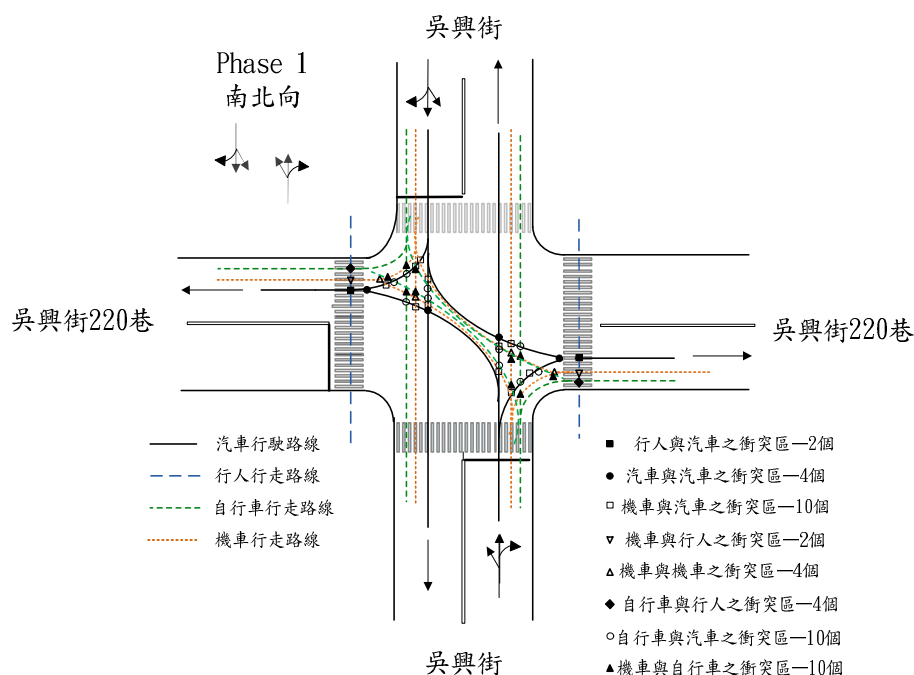


圖 5.3 臺北市吳興街路口（號誌時相 1）交通衝突分析

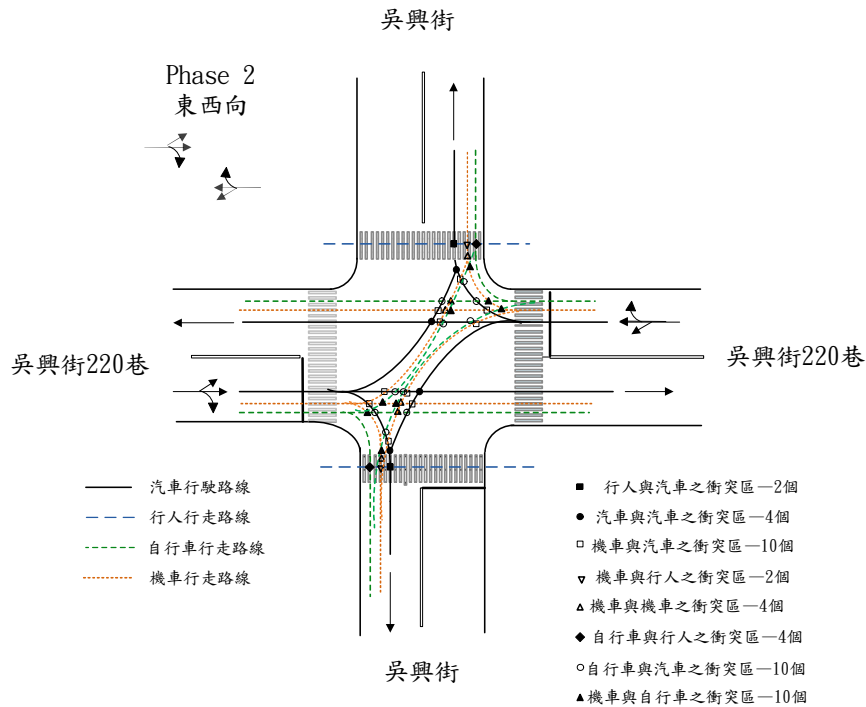


圖 5.4 臺北市吳興街路口（號誌時相 2）交通衝突分析

此例為臺北市吳興街口，平時在搭配兩時相的設計下，可將路口不同方向的衝突減少。其中，自行車與汽車之衝突區從 24 個降低為 10 個。由於該路口尖峰小時機動車交通量超過 800pcu/hr，故假設自行車採兩段式左轉，則自行車與汽車之衝突區更降為 2 個。

圖 5.5、圖 5.6、圖 5-7 為宜蘭冬山路香南路口，三時相的設計也可將路口不同方向的衝突減少，其中，因左轉專用時相之設計可完全區隔一些衝突，使得 phase 1、2 之各車種與自行車、行人之衝突區可減少至 0~4 個，此設計可看出依號誌分流可明顯減少衝突區增進安全，但會影響路口效率，需要考慮其影響程度。

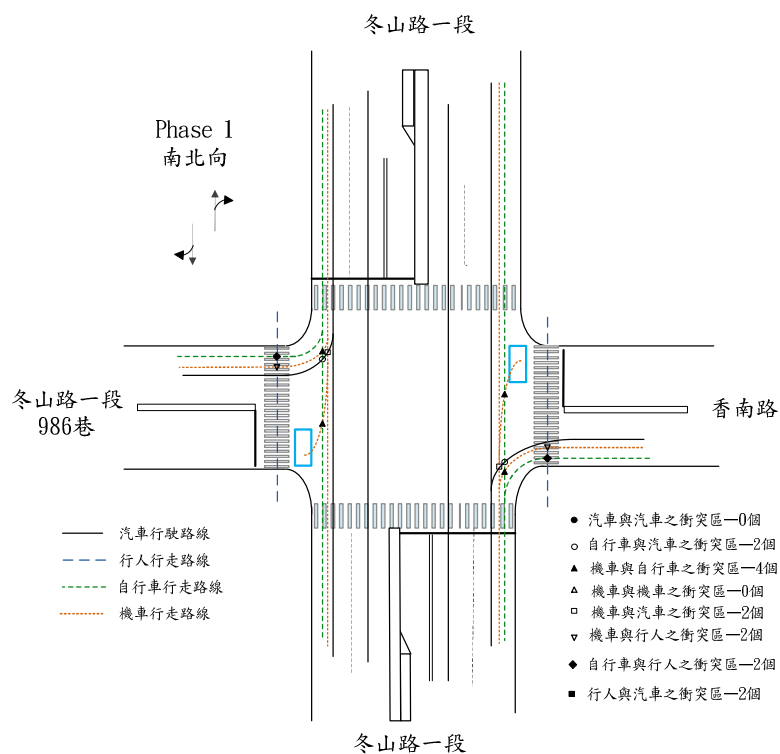


圖 5.5 宜蘭冬山路/香南路路口（號誌時相 1）交通衝突分析

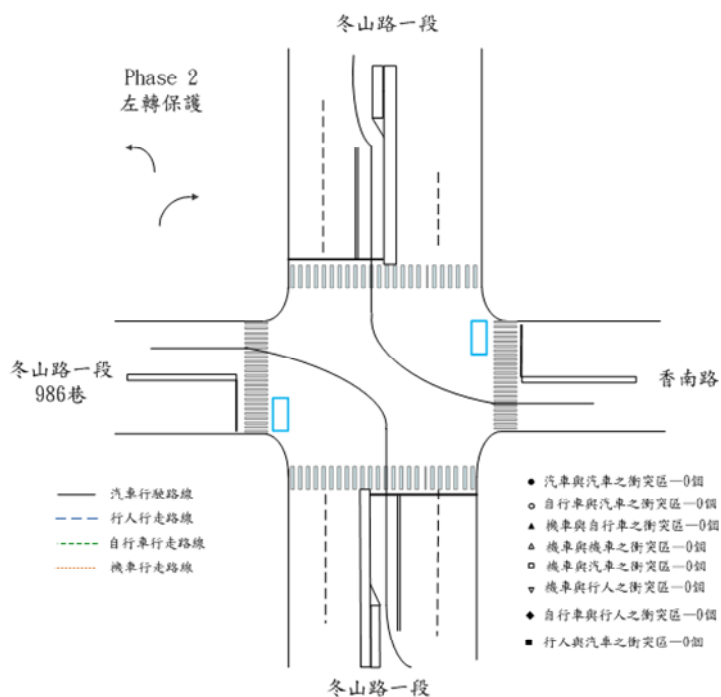


圖 5.6 宜蘭冬山路/香南路路口（號誌時相 2）交通衝突分析

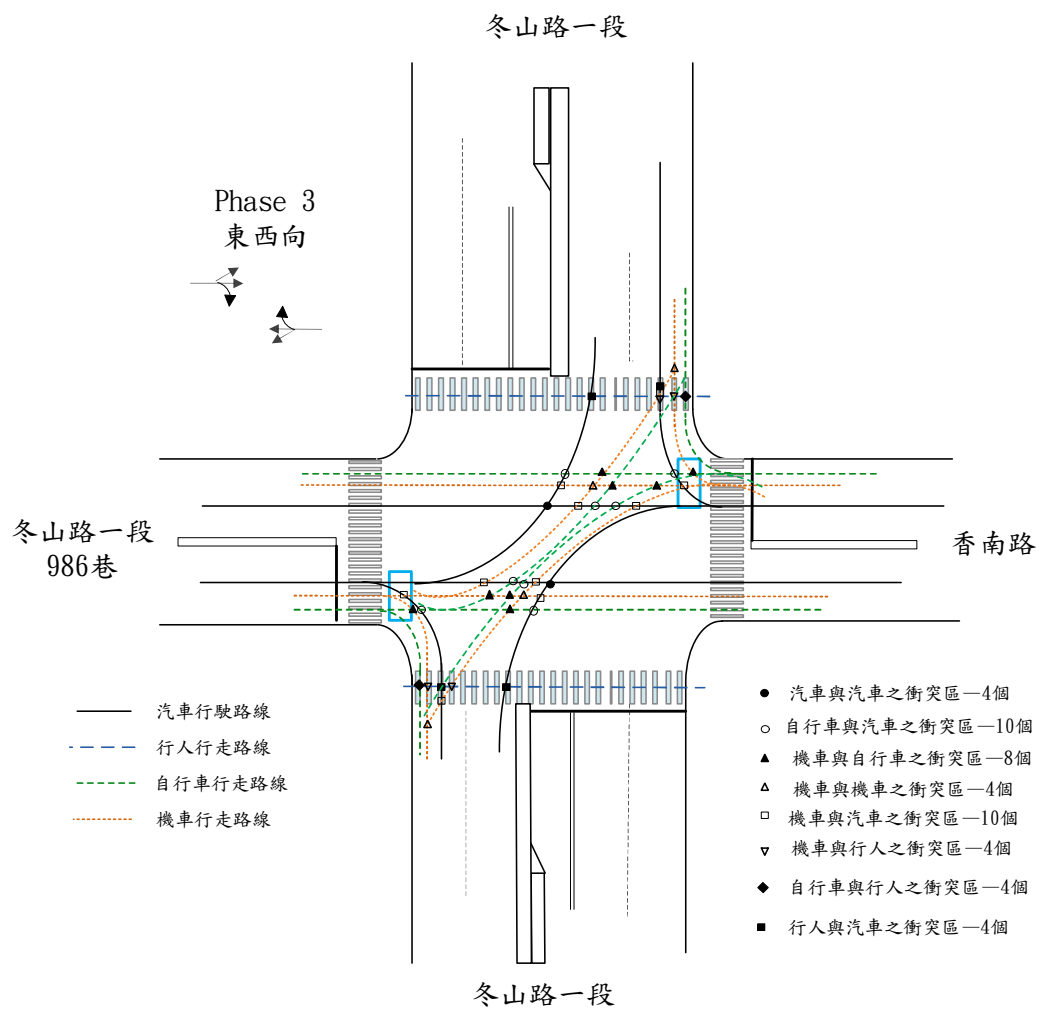


圖 5.7 宜蘭冬山路/香南路路口（號誌時相 3）交通衝突分析

圖 5.8、圖 5.9 為高雄鼎山街大昌一路路口，兩時相的設計可將路口不同方向的衝突減少，與之前所提到臺北市吳興街口之兩時相設計之結果相似，自行車於路口之衝突區都有明顯的減少。

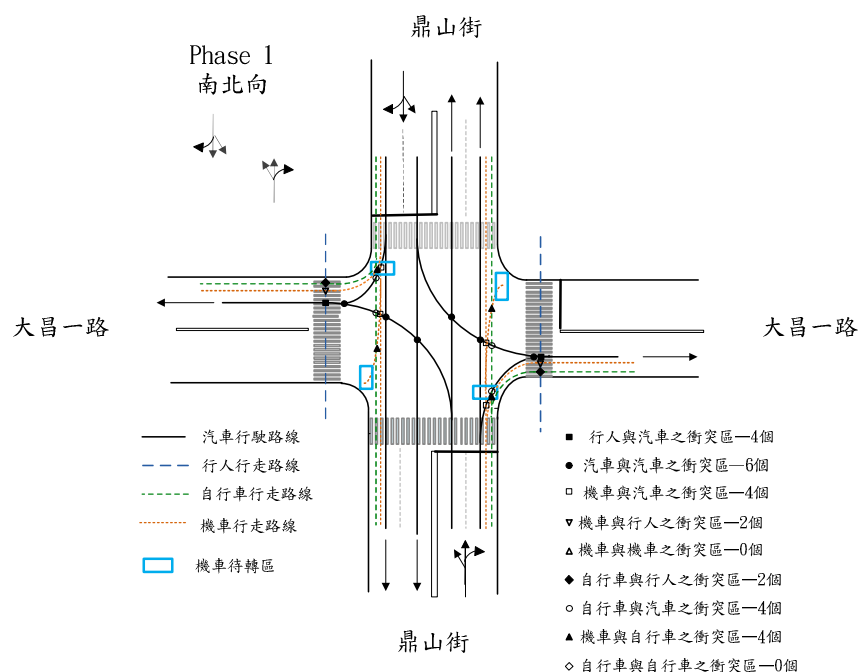


圖 5.8 高雄鼎山街/大昌一路路口（號誌時相 1）交通衝突分析

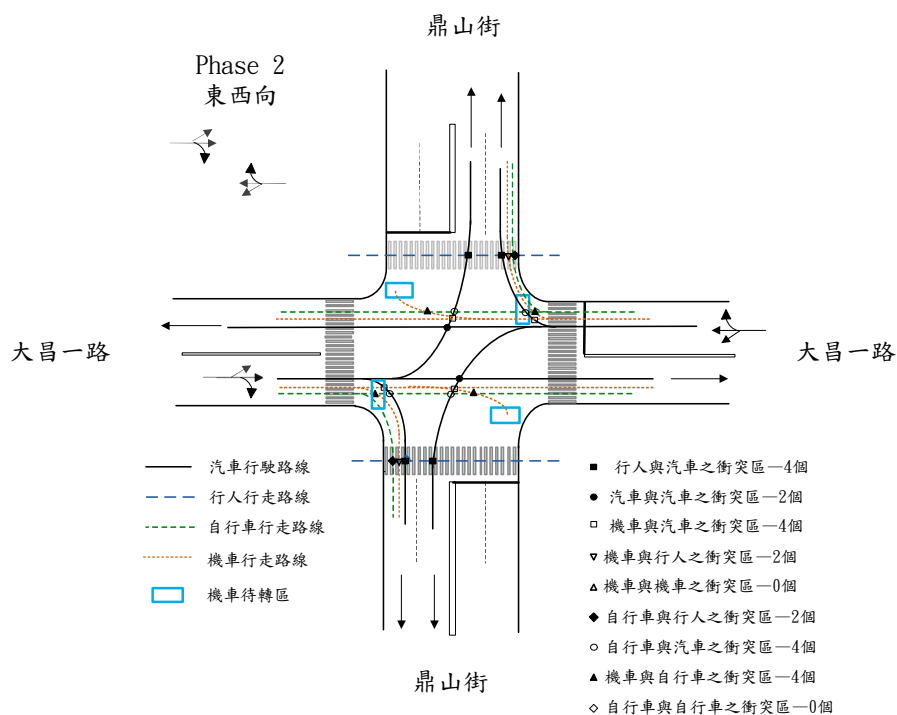


圖 5.9 高雄鼎山街/大昌一路路口（號誌時相 2）交通衝突分析

由以上交通衝突技術的分析結果圖示可知，在穿越不同幾何設計的路口，其自行車之衝突區數量，經由號誌分流後可減少許多，且各路口的所有衝突類型中衝突區減少的趨勢相似，其中，造成較大差異為設置左轉專用時相，設有左轉專用時相的路口，更可大幅降低自行車與汽車衝突甚至可完全分離左轉車流，各衝突類型於路口之衝突總數如表 5.7 所示：

表 5.7 各路口衝突類型與衝突數

	臺北吳興街			宜蘭冬山路香南路				高雄鼎山街大昌一路		
衝突類型	時相 1	時相 2	衝突總數	時相 1	時相 2	時相 3	衝突總數	時相 1	時相 2	衝突總數
自行車與行人	4	4	8	2	0	4	6	2	2	4
自行車與汽車	10	10	20	2	0	10	12	4	4	8
自行車與機車	10	10	20	4	0	8	12	4	4	8

5.4 小結

雖然本研究曾嘗試以一小時錄影之車流來分析探討自行車常見衝突，但因自行車數量低，看不到任何實際衝突特性。因此，以潛在衝突點的方式加以探討，自行車穿越設施的設計目的，應在降低穿越過程中自行車與其他車種之衝突。

目前自行車持有與使用人數越來越多，造成自行車近年來之事故數逐年增加，且自行車因行駛特性與汽機車不相同，卻又被迫與行人爭奪路權而險象環生，反而使得騎乘自行車不安全且無效率。

自行車騎乘時因為不同之路口幾何設計使其穿越效率不一致，應該因應不同類型之路口條件，並且考量實際自行車與其他用路人之交通量需求，來提供適合的號誌時相設計。而日益增加的自行車肇事數，透過肇事風險模式可以歸納出主要的風險因子，包含機車待轉區、機動車右轉交通量、機動車右轉轉向比等，這些因子都與機動車之交通量或轉向行為有密切相關，而這些因子也與交通衝突技術分析所探討的結果相呼應。因此，未來針對自行車穿越路口交通安全的改善，除了透過劃設自行車相關的標線設施，並可多方面考慮增加自行車專用號誌與時制，以降低自行車在路口的交通衝突類型與數目，同時改善整體路口效率。

第六章 自行車交通管理策略與應用

本章將針對路口自行車穿越道、左轉方式、停等區、號誌等設施研提設置準則，並以路口案例加以說明相關設計的改善方式。在自行車穿越道方面，可分為「自行車穿越道與行人穿越道合併（密接式）」、「自行車穿越道與行人穿越道合併（分離式）」、「自行車穿越道設置於車道」三類。在鋪面顏色方面，則有紅色、黃色、綠色、草綠色、藍色可供選擇。在左轉設計之型式，可分為位於「人行道之獨立待轉區」、「與行人共用轉角空間」、「位於車道之獨立待轉區」、「位於機車待轉區右側之自行車待轉區」四類。在停等區方面，可分為「位於人行道之獨立停等區」、「位於車道之獨立停等區」、「位於機車右側之自行車停等區」三類。而自行車號誌，則可分為「與行人號誌結合」、「獨立號誌」兩類。

6.1 路口自行車設施類型分析

本研究將自行車設施，依下列方式區分為不同類型：自行車穿越道之設置方式、穿越道鋪面色彩之有無、自行車道之設置方式、自行車道鋪面色彩之有無等，如表 6.1 所示。自行車穿越設施類型以 B_{ij} 表示，其中 i 表示自行車穿越道型式、是否與行人穿越道合併或設置於路邊車道空間、是否有彩色鋪面。 j 表示所搭配的自行車道型式、是否有彩色鋪面等。這些類型會因為路口幾何條件及交通特性而有不同的適用條件，本研究將依此擬定設計準則。

表 6.1 路口自行車設施類型

路口自行車設施 B_{ij}			有自行車穿越道(j)				無自行車 穿越道(i=0)
			穿越道與行人穿越道結合		穿越道設置於車道空間		
			有彩色鋪面(i=1)	無彩色鋪面(i=2)	有彩色鋪面(i=3)	無彩色鋪面(i=4)	
有自行車道 (j)	設置於人行 道	有彩色鋪 面(j=1)	B ₁₁	B ₂₁	B ₃₁	B ₄₁	B ₀₁
		無彩色鋪 面(j=2)	B ₁₂	B ₂₂	B ₃₂	B ₄₂	B ₀₂
	設置於車道	有彩色鋪 面(j=3)	B ₁₃	B ₂₃	B ₃₃	B ₄₃	B ₀₃
		無彩色鋪 面(j=4)	B ₁₄	B ₂₄	B ₃₄	B ₄₄	B ₀₄
無自行車道(j=0)			B ₁₀	B ₂₀	B ₃₀	B ₄₀	B ₀₀

6.2 穿越道類型與設置準則

自行車穿越道與行人穿越道結合的型式 (B_{1j} 與 B_{2j})，目前分成密接式及分離式兩類, 如圖 6.1 及 6.2。考慮自行車與行人穿越時可能發生衝突，故建議以圖 6.2 為主。另外，自行車穿越道設置於車道空間的型式 (B_{3j} 與 B_{4j}) 如圖 6.3 所示。

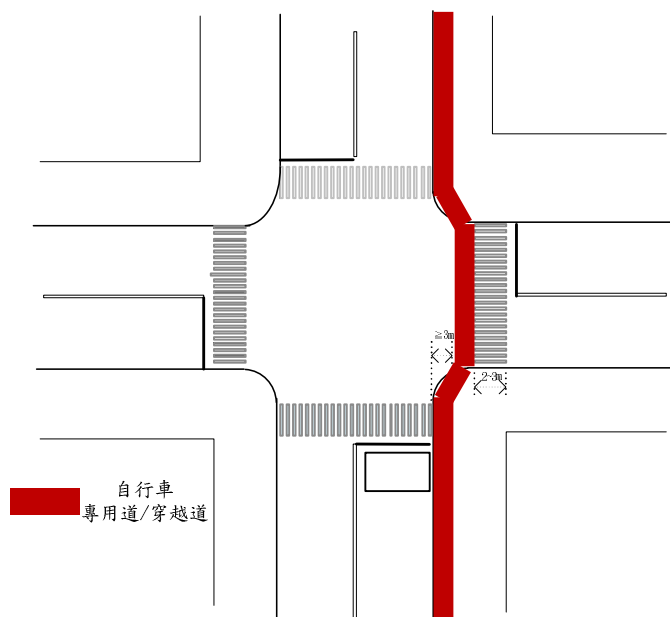


圖 6.1 自行車穿越道與行人穿越道合併（密接式）

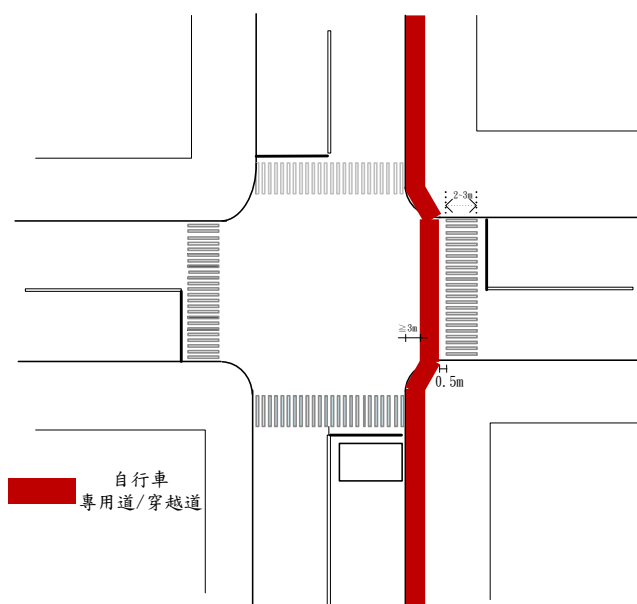


圖 6.2 自行車穿越道與行人穿越道合併（分離式）

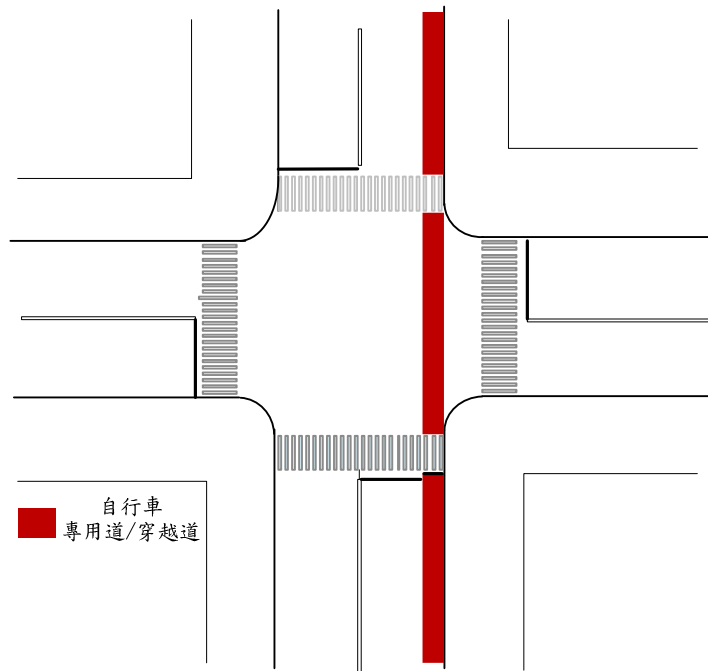


圖 6.3 自行車穿越道設置於車道

6.2.1 穿越道幾何配置類型與設置準則

自行車穿越道寬度，可配合自行車道寬度設計之（參考自行車道系統規劃設計參考手冊）。自行車穿越道以單向、順車流方向設置為原則，其寬度以 1.5m 為原則，可容納 2 輛自行車並行時，則不宜低於 1.2m。若為雙向通行的自行車道，應配合雙向自行車道之設置。此時之寬度應有 2.5m 以上。為了因應轉彎車輛有停讓時的等候空間，自行車穿越道應距離道路邊緣線 3m 以上，如圖 6.2 示意。

路口自行車穿越道幾何配置主要的類型可分為：自行車穿越道與行人穿越道合併、自行車穿越道設置於車道。其中，自行車穿越道與行人穿越道合併的情況下，可以採取適當間隔 0.5m 之方式設置，以有效分隔自行車與行人。

一、自行車穿越道設置準則

基於交通安全之考量，本研究考量土地使用與幾何配置之因素，建議在以下條件應設置自行車穿越道：

1. 路段設有自行車專用道之路口均應設置穿越道。
2. 在捷運站周邊、捷運沿線、學校、商業區等地區應考慮設置穿越道。當其尚未有自行車專用道時，以假設自行車將使用人行道或最外側車道，故而建立設置自行車穿越道。但為避免自行車誤以為有較高的優先權，故不一定要設彩色鋪面。
3. 路口近 1 年之自行車肇事次數達到 6 次以上，或路口單一支道肇事次數達 3

次以上，建議設置穿越道。且此穿越道應考慮使用紅色彩色鋪面，並且與行人穿越道合併，但與車道分離方式為原則，並提供轉彎機動車輛足夠的停讓空間及視距。

二、自行車穿越道型式設計準則

針對自行車穿越道設置的型式，綜合考慮幾何配置、交通管制、交通特性等因素下，可以下列條件作為評估準則：

1. 若有自行車道設置於人行道時，則穿越道與行人穿越道合併為原則。但若行人交通量較大的情況，可考慮將行人穿越道與自行車穿越道適當間隔。
2. 自行車道設置於車道或有設置穿越道的需求之情況下，若符合以下條件之一，則穿越道與行人穿越道合併為原則。若皆不符合，則以穿越道設置於車道為原則：
 - a. 自行車需穿越較大的號誌化路口。例如：雙向 2 車道及 2 車道以上。
 - b. 自行車左轉交通量較大。與行人穿越道合併之自行車穿越道較易設置自行車兩段式左轉所需空間。
 - c. 道路速限 $\geq 50\text{kph}$ 。
 - d. 機動車直進交通量大之道路，或穿越主要道路之路口。
3. 與自行車道銜接的自行車穿越道，其穿越幹道時，若原本自行車專用道在車道上，則以設置於車道上的自行車穿越道為宜。但若自行車道在人行道，則適當的規劃自行車動線，以提高被機動車輛察覺的效果。特別是在當自行車穿越出入幹道時，自行車穿越道的設置應以能提高幹道轉入巷道的車輛察覺自行車為原則。

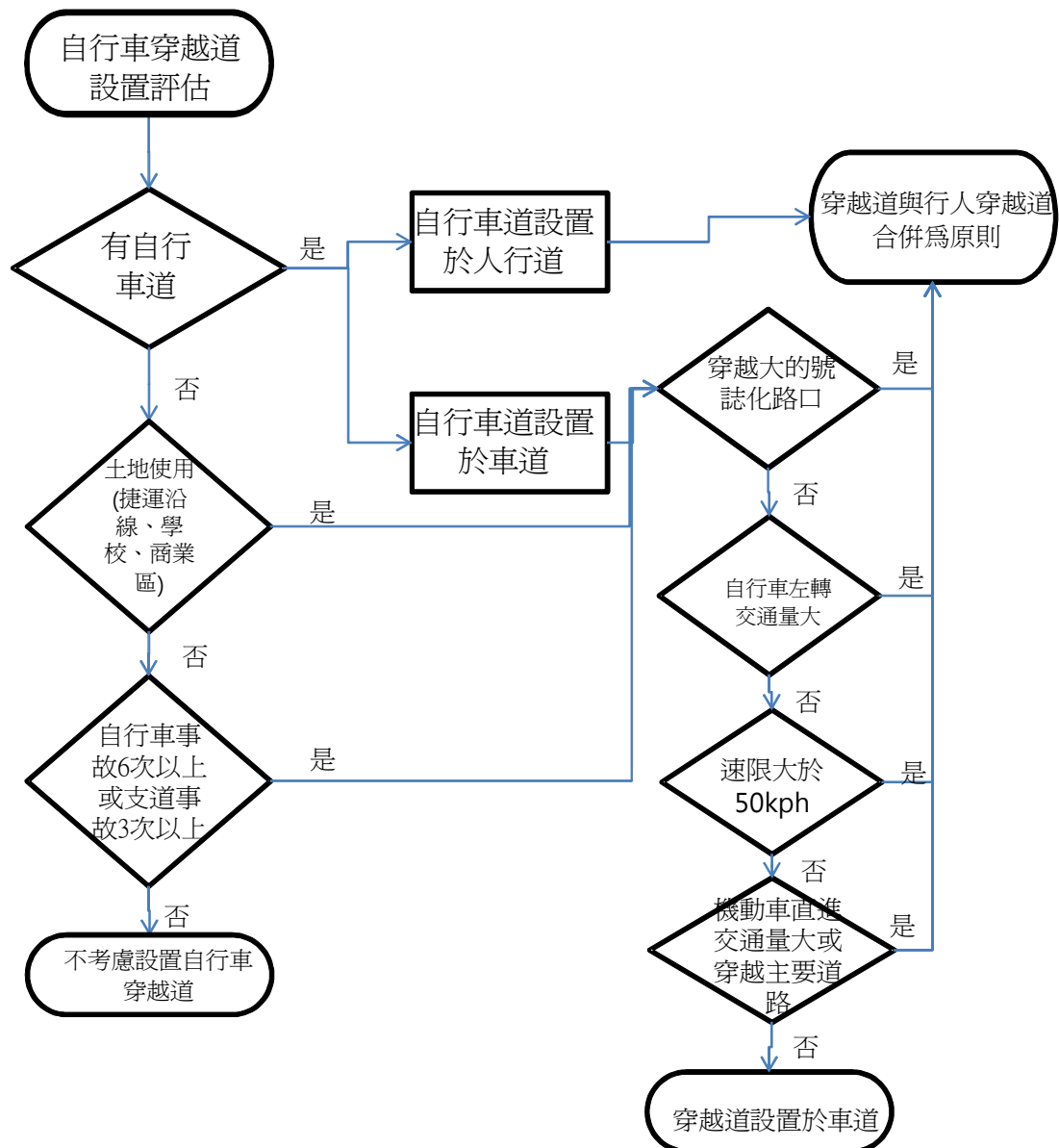


圖 6.4 自行車穿越道設置類型選擇流程

6.2.2 自行車穿越道鋪面類型設置準則

自行車道的鋪面主要目的為使自行車使用時能夠擁有明顯的路權，同時提升其他用路人的注意力，而鋪面的材質主要要重視防滑性、平整性等等。其中，使用不同的顏色可產生不同的視覺導引效果，有顏色的鋪面主要的優點為使自行車騎乘時不易偏離其專屬的車道，也避免其他車輛使用者誤闖進自行車道。

在選擇設置之顏色時，應該以達到提升安全為目標。自行車道鋪面顏色目前有許多顏色的選擇，目前國內採用的有以下五種顏色，如圖 6.5 所示。



A. 磚紅色



B. 黃色



C. 綠色



D. 草綠色



E. 藍色

圖 6.5 自行車道鋪面顏色示意圖

一、自行車穿越道顏色設置準則

在顏色選擇時，建議採用紅色以提高警示性。在路口有足夠空間設置自行車穿越道的狀況下，本研究建議在以下條件，可將自行車穿越道以顏色鋪面表示：

1. 當自行車需要穿越較大的號誌化路口，單向超過兩車道之道路。
2. 機動車右轉交通量大，需加強警示。每週期右轉機動車輛超過 10 輛，紅燈停等之右轉車超過 5 輛時。
3. 行人穿越量大，需與自行車穿越明顯區分。以每週期行人量大於 15 人以上。
4. 設置於幹道的自行車專用道穿越巷道時，為強化警示轉彎機動車輛，自行車穿越道亦以使用彩色鋪面為原則。

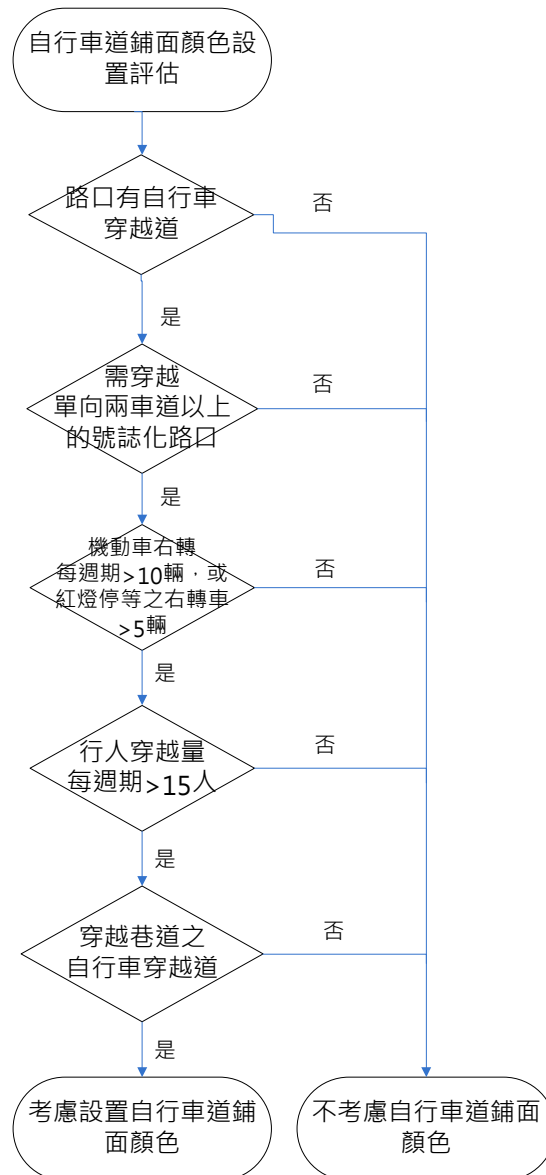


圖 6.6 自行車穿越道鋪面顏色選擇流程

6.3 自行車左轉設計類型與設置準則

路口自行車左轉設計主要的類型可分為：自行車兩段左轉、自行車直接左轉。自行車採用兩段左轉設計的情況，可分為設置於人行道之獨立待轉區、與行人共用轉角空間、設置於車道之獨立待轉區、設置於機車待轉區右側之自行車待轉區。相關示意圖如圖 6.7、圖 6-8、圖 6-9 所示：

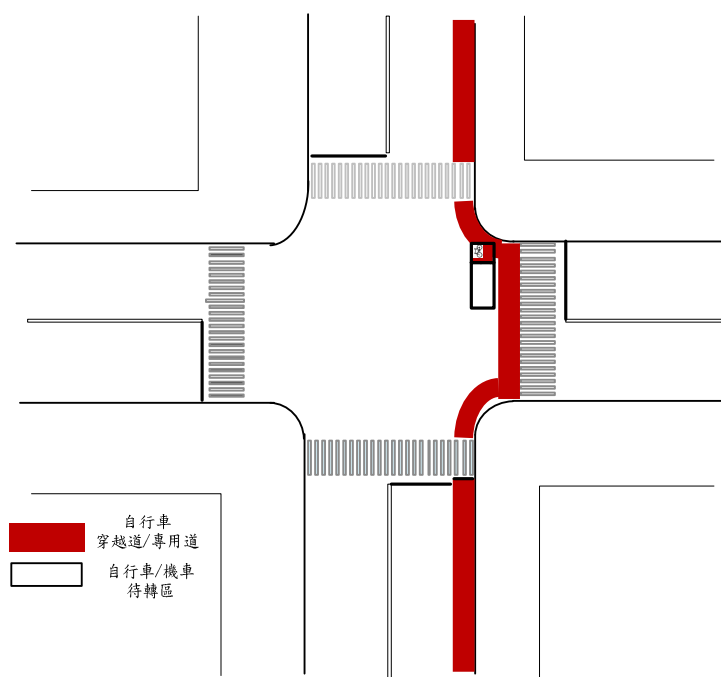


圖 6.7 設置於機車待轉區右側之自行車待轉區

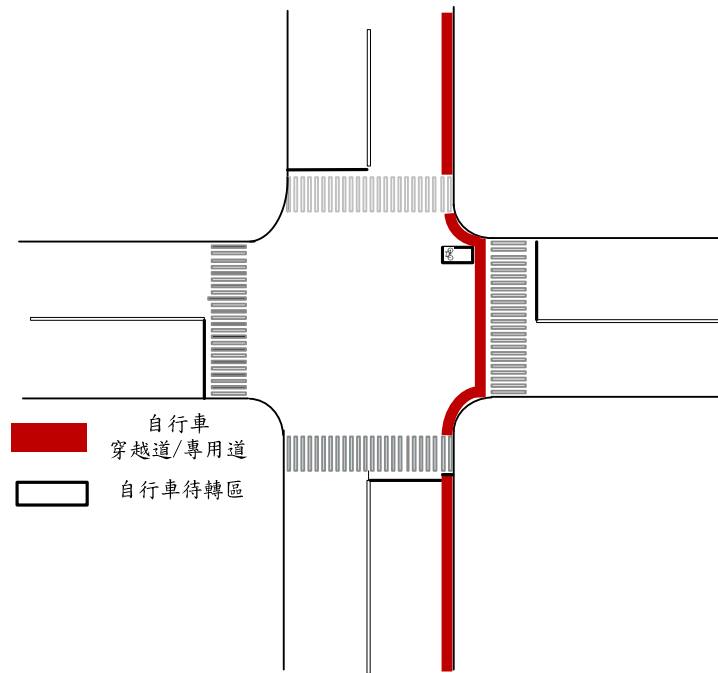


圖 6.8 設置於車道之獨立自行車待轉區

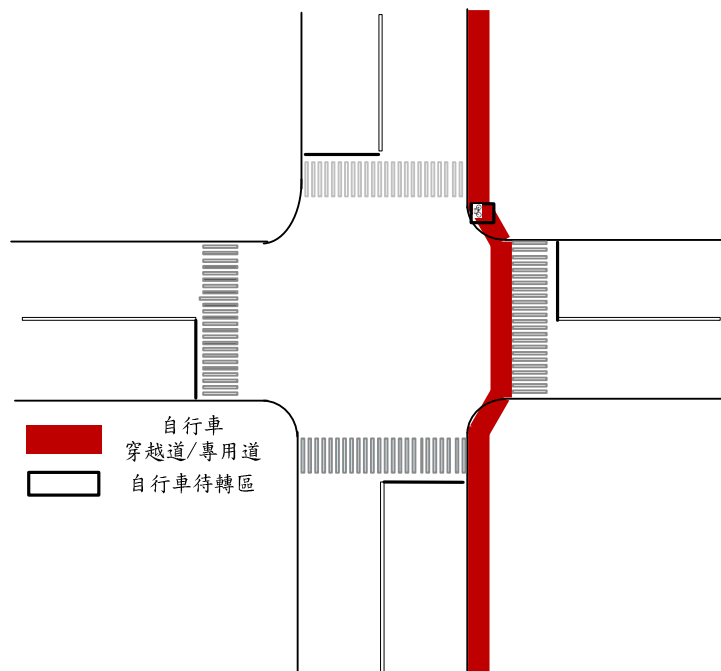


圖 6.9 左轉待轉區設置於人行道（穿越道與人行道合併）

一、自行車兩段式左轉待轉區設置準則

基於交通安全之考量，自行車以兩段式左轉為原則，並以設置自行車兩段式左轉待轉區為原則。只有在同時滿足以下條件時，才考慮自行車直接左轉：

1. 設有左轉專用號誌，且自行車道在車道上時。
2. 機動車交通量小於 800pcu/hr。
3. 機動車車速小於 50kph。
4. 自行車交通組成不超過 10%。
5. 雙向總車道數不超過 2 車道。

二、自行車兩段式左轉待轉區型式設計準則

考量路口的幾何配置因素，路口自行車左轉待轉區之設置原則如下：

1. 當路口自行車穿越道設置於車道時，自行車待轉區設置於車道空間為原則。
2. 當路口自行車穿越道與人行穿越道合併時：
 - a. 若有設置於車道上的自行車道，或為分離式自行車穿越道，則仍以使用車道空間作為待轉區為原則，並與機車兩段式左轉合併設置。
 - b. 當無設置於車道的自行車道時，若人行道的淨寬度大於 2.5m，則考慮設置自行車獨立待轉區於人行道，否則以自行車與行人共用轉角空間待轉為原則。但若人行道無空間時，才考慮設置在車道上，配合機車兩段左轉區配置。

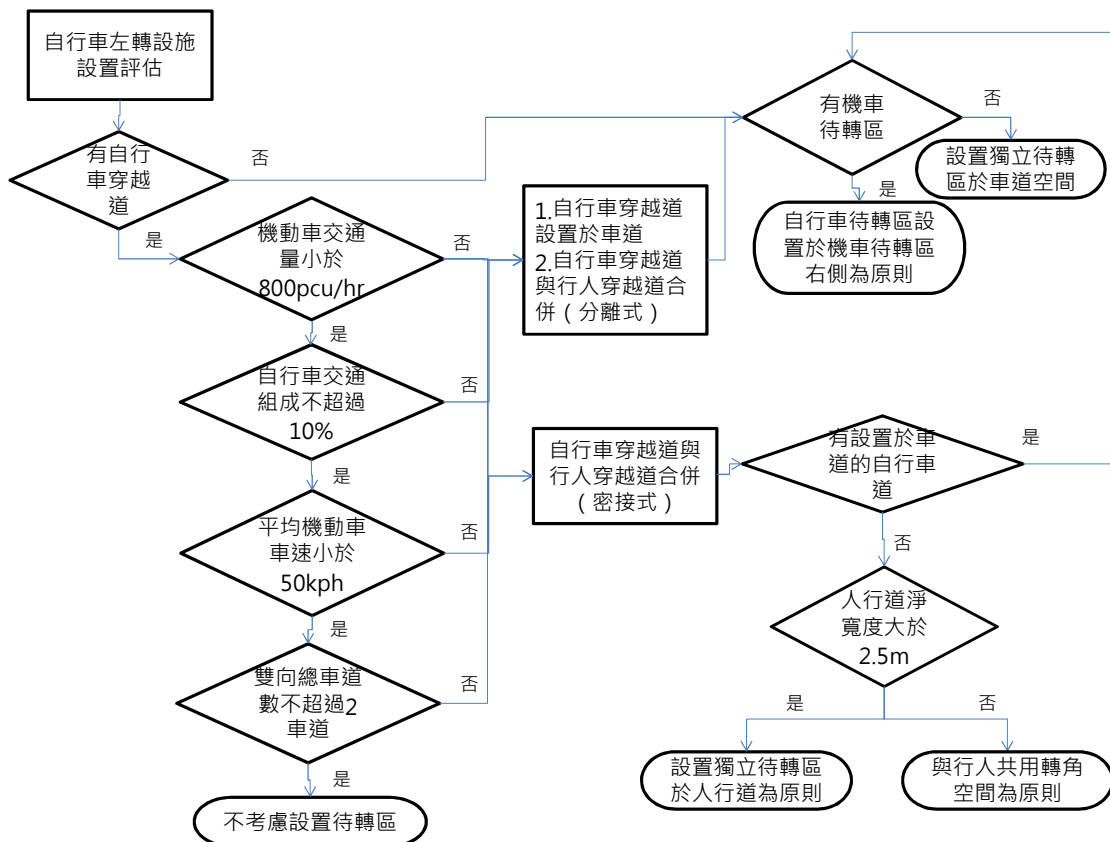


圖 6.10 自行車待轉區設置類型選擇流程

6.4 自行車停等區類型與設置準則

自行車專用道在路口處，必須劃設自行車停止線。此一自行車停止線具備規範自行車停等區的功能。自行車停等區之劃設若與原自行車道合併，則不用劃設。只有在自行車道因其他車輛阻隔而中斷。或者要與機車直行待轉區合併時才劃設。路口自行車停等區主要的類型可分為設置於人行道之獨立停等區、設置於車道之獨立停等區、設置於機車右側之自行車停等區。相關示意圖如圖 6.11、圖 6-12、圖 6-13、圖 6-14 所示：

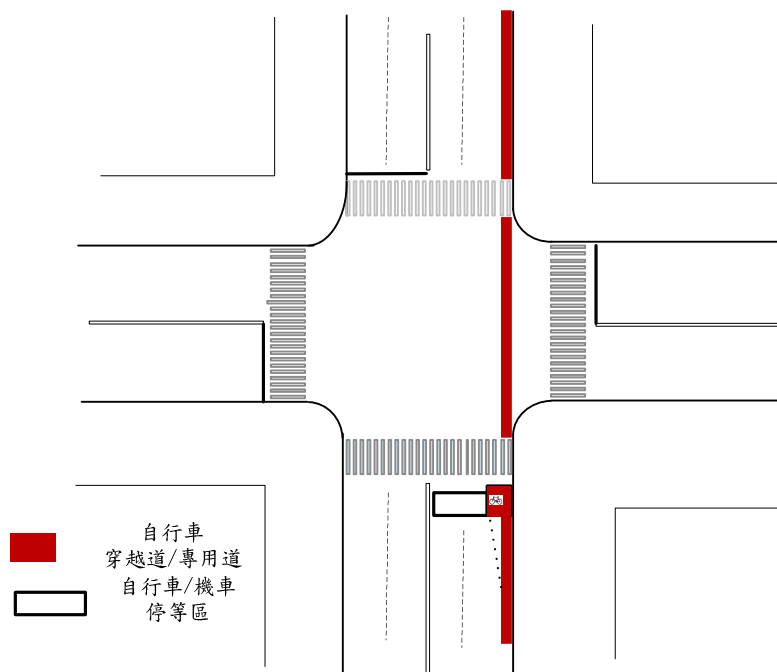


圖 6.11 設置於機車停等區右側之自行車停等區

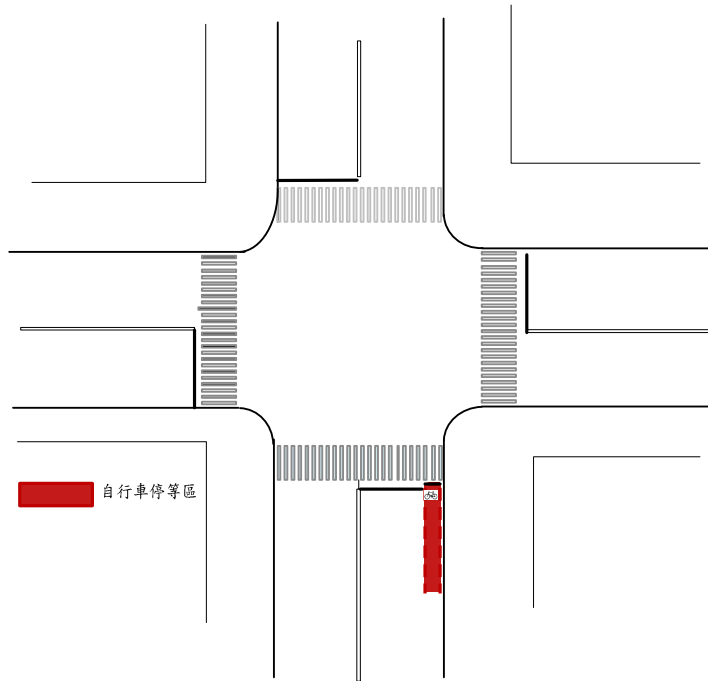


圖 6.12 設置於車道之自行車獨立停等區

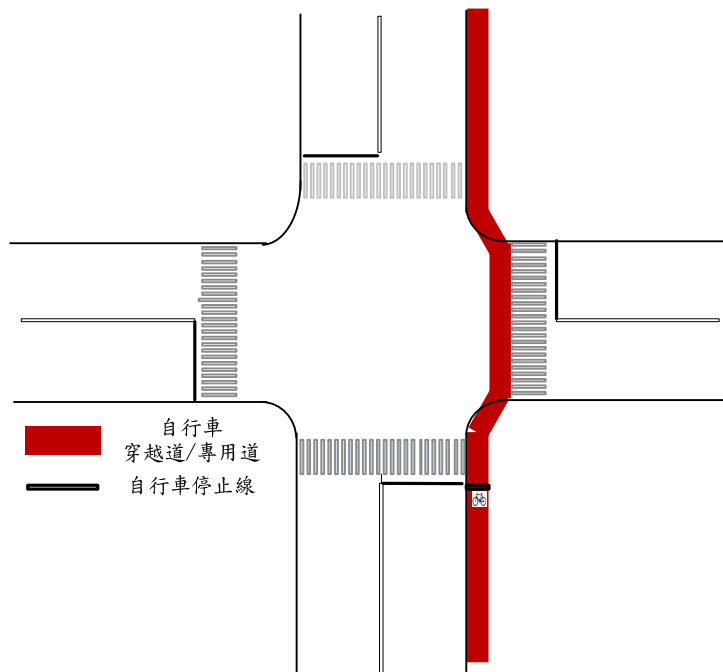


圖 6.13 設置於人行道之自行車停等區

一、自行車停等區設置準則

從路口自行車設施的幾何配置考量，本研究建議在以下條件應設置自行車停等區：

1. 設有自行車專用道的路口。
2. 設有自行車穿越道的路口。

3. 設有機車停等區的路口。

二、自行車停等區型式設計準則

針對自行車停等區設置位置，主要考慮因素如下：

1. 在設有自行車專用道的路口，若自行車道設置於車道，則將自行車停等區設置於機車停等區右側。若自行車道設置於人行道，則設置獨立自行車停等區於人行道。
2. 在路口無自行車專用道而有自行車穿越道時，若自行車穿越道與行人穿越道合併，且人行道淨寬度大於 2.5m，則停等區設置於人行道，若人行道淨寬不大於 2.5m，則讓自行車與行人共同停等於人行道。此時的自行車穿越道應與自行車停等區以標線或鋪面相銜接。
3. 在無自行車專用道且自行車穿越道設置於車道之狀況，自行車停等區要設置在車道上，以使與自行車穿越道銜接，而此時的自行車停等區應依機車停等區之有無決定自行車停等區設置位置。若有機車停等區時，則將自行車停等區設置於機車停等區右側。若無機車停等區時，則考慮設置獨立自行車停等區於車道空間。
4. 在無自行車專用道且無自行車穿越道時，若有自行車交通需求，且有機車停等區時，可設在機車停等區的右側；若無需求或無機車停等區則不設置。

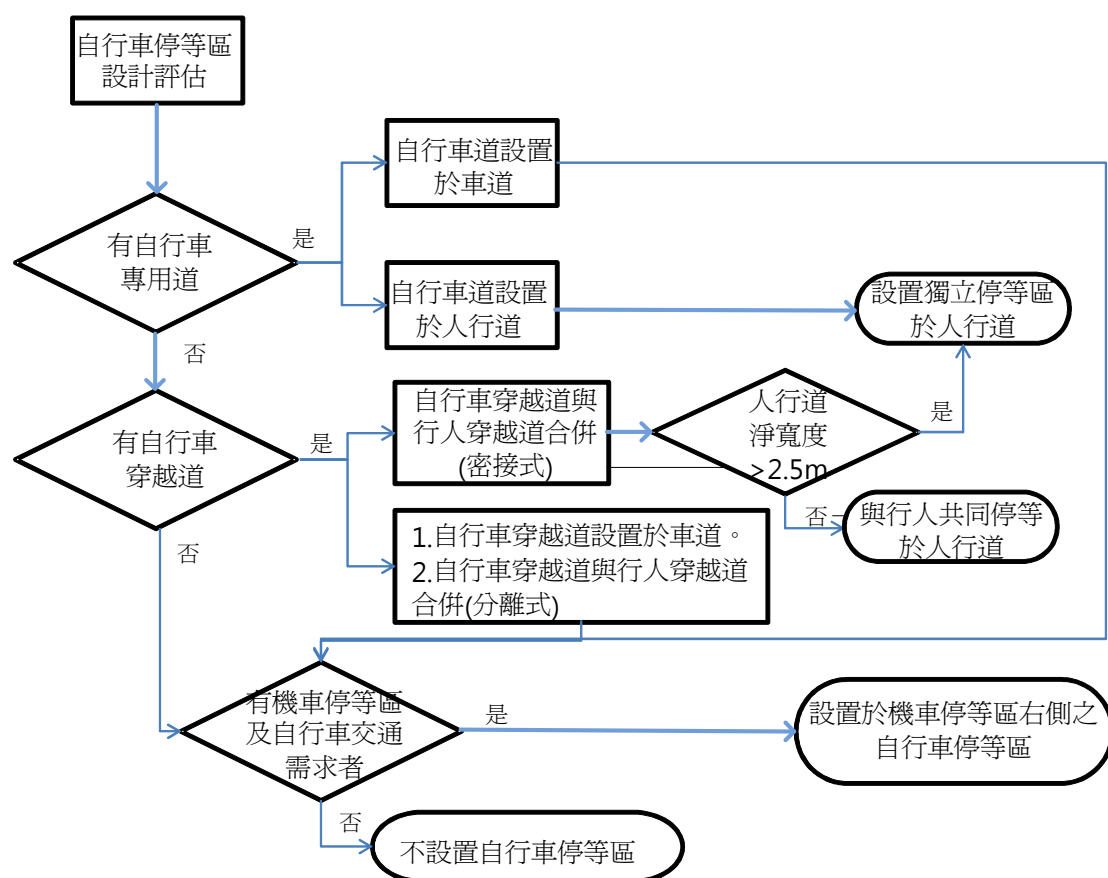


圖 6.14 自行車停等區設置類型選擇流程

6.5 自行車號誌設置準則

路口自行車號誌設計的類型可分為：自行車獨立號誌、自行車與行人合併號誌。自行車號誌可提供自行車使用者與其他用路人清楚之穿越路權。其中，國內外有多種自行車號誌燈箱配置，包含圖示位置的設計，各種現行的號誌燈箱示意圖如圖 6.15 所示：

與行人號誌結合	獨立號誌
 <p data-bbox="432 629 608 667">A1.秒數置中</p>	 <p data-bbox="954 629 1129 667">B1.三色燈箱</p>
 <p data-bbox="432 1061 608 1099">A2.秒數置頂</p>	 <p data-bbox="954 1016 1129 1055">B2.兩色燈箱</p>
 <p data-bbox="400 1491 639 1529">A3.同一燈箱圖示</p>	 <p data-bbox="938 1491 1145 1529">B3.秒數加圖示</p>
	 <p data-bbox="874 1921 1209 1960">C1.小燈箱高度同自行車</p>

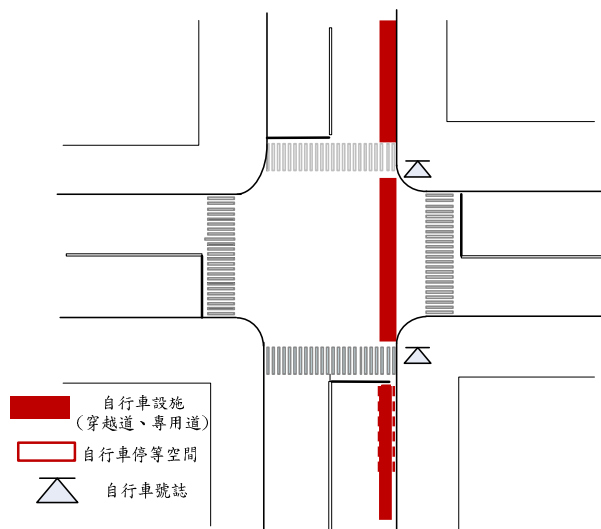
圖 6.15 自行車獨立號誌及與行人號誌合併示意圖

一、自行車號誌設置準則

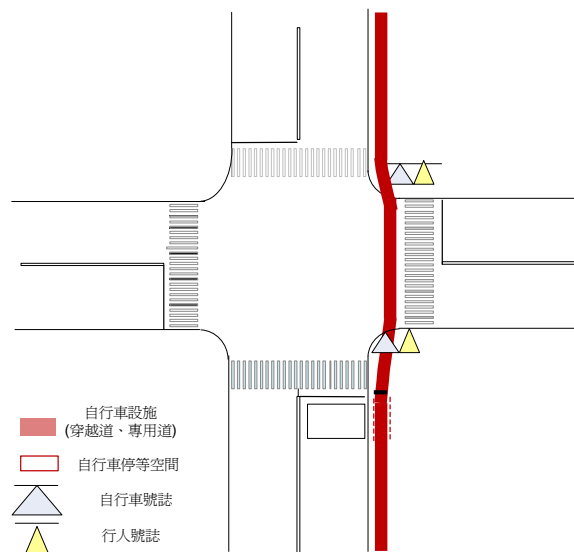
基於路口穿越安全之考量，建議在以下條件，可設立自行車獨立號誌：

1. 路口設有自行車穿越道供自行車路權。
2. 自行車穿越流量高，且自行車對行人、轉向車流均有衝突。
3. 路口型式不易察覺自行車穿越(如：非正交十字路口)。
4. 自行車於路口不易觀看行人號誌。
5. 號誌在路口設置位置依規定設置於近端與遠端，故建議在設立自行車獨立號誌時，應同時設置近端與遠端號誌，而近端號誌設置位置應靠近自行車停止線設置。遠端號誌若與行人號誌合併時，則依行人號誌規定位置設置；若採與行人號誌分離時，則以設置於自行車穿越道旁為原則。

至於自行車號誌燈頭設置位置，可參考配置如圖 6.16 所示：



a. 自行車號誌與行人號誌分離



b. 自行車號誌與行人號誌合併

圖 6.16 自行車號誌示意圖

二、自行車號誌型式設置準則

針對自行車號誌之設置，綜合考量路口之功能與幾何配置、位置及土地使用方式、車輛與行人交通量組成等因素下，可以下列條件作為評估準則：

1. 若有自行車穿越道、設有停止線且與行人穿越道分離時可考慮設置獨立之自行車號誌，與行人號誌分離。
2. 自行車號誌的設置在設有穿越道的情況下，若符合以下條件之一，則設立自行車獨立號誌與行人號誌分開設置為原則。
 - a. 自行車需穿越較大的號誌化路口。
 - b. 尖峰時間自行車穿越交通量大，會形成車隊型態。
 - c. 機動車右轉交通量大。
 - d. 一年內相關肇事達三件以上。
 - e. 平均汽車車速大過 50 公里/小時。
 - f. 路口機動車視距小於 30 公尺。
 - g. 自行車穿越道與人行道分離時。
 - h. 自行車號誌時制有必要與行人號誌區分時。
3. 若滿足設置自行車號誌條件，但未符合前述兩項之準則時，則以設置「與行人號誌合併之自行車號誌」為原則。

三、自行車號誌時制

自行車號誌時制設計一般與行人號誌之時制一致為原則，但下列條件下可考慮另行設計自行車號誌時制，條件與建議如下：

1. 因步行穿越路口速率約 5km/hr，自行車約 13km/hr，當自行車交通量不高且與行人衝突較少，則以現況或依循行人號誌為原則，但當自行車號誌與行人號誌分離，而自行車穿越道明顯與行人穿越道分離，且自行車穿越路口所需時間須加以區隔，應考慮另計算自行車號誌時制。
2. 自行車穿越路口可建議以增加黃燈或全紅時間處理。

四、自行車遵行之號誌

在設有自行車號誌之處，自行車一律遵守自行車號誌行駛。在無自行車號誌之處，自行車行駛於車道上時，依汽車號誌行駛，自行車行駛於人行道時，依行人號誌行駛。基本上自行車不能行駛於行人穿越道，只能行駛於行人穿越道旁邊或車道上。

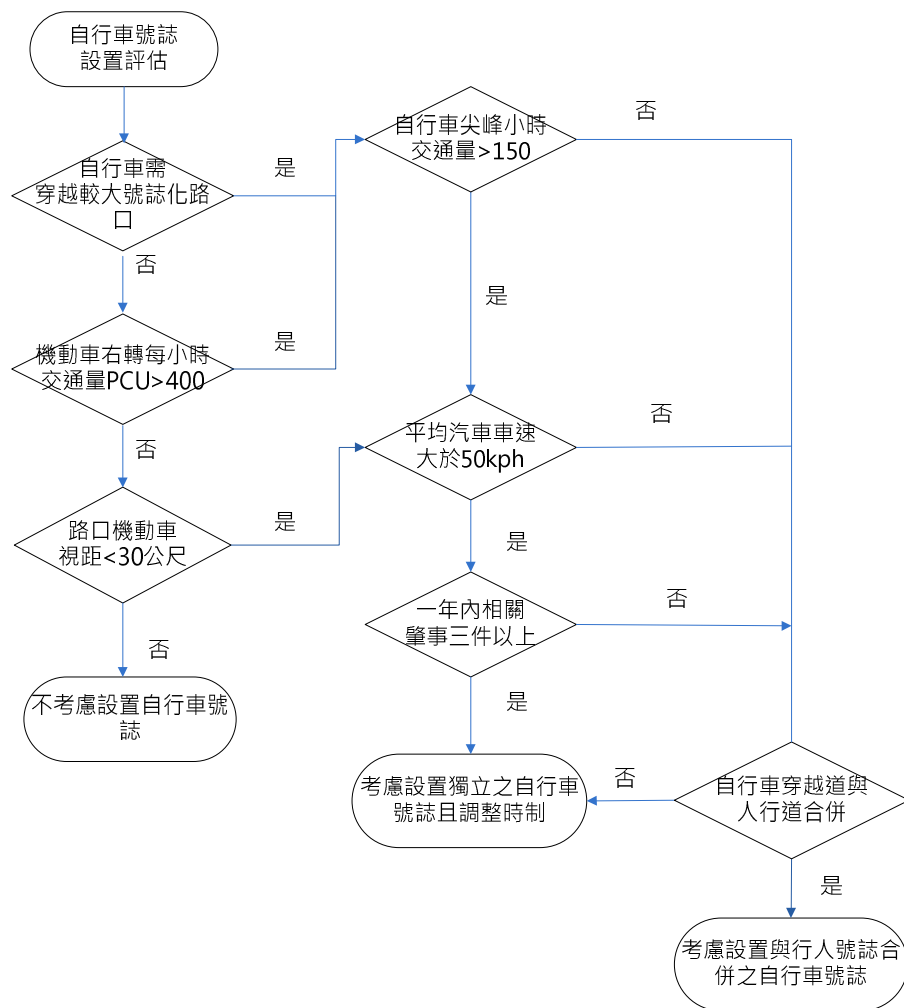


圖 6.17 自行車號誌設置選擇流程

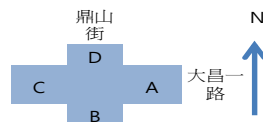
6.6 路口應用案例分析

6.6.1 案例：高雄市鼎山街/大昌一路

1. 穿越道評估：

此路口並無自行車道，但鄰近鼎金國小與鼎金國中，在較寬的鼎山街僅為雙向雙車道，而由交通特性調查所得的資料（如表 6.2），其直行機動車交通量較大，依穿越道設計評估後，選擇「穿越道與行人穿越道合併」。如圖 6.18 所示：

表 6.2 鼎山街大昌一路交通量調查



單位： 次/小時	左轉				右轉				直行					
	自行車直接左轉	重車	汽車	機車	自行車	重車	汽車	機車	自行車	行人	重車	汽車	機車	機車待轉
A	0	3	37	1	31	8	185	503	80	20	2	126	654	46
B	0	0	36	22	12	0	40	144	203	128	21	458	1389	91
C	0	2	26	4	6	0	67	244	60	56	1	145	1021	32
D	0	10	190	20	1	1	10	31	57	20	13	487	1357	276

資料來源：本研究整理

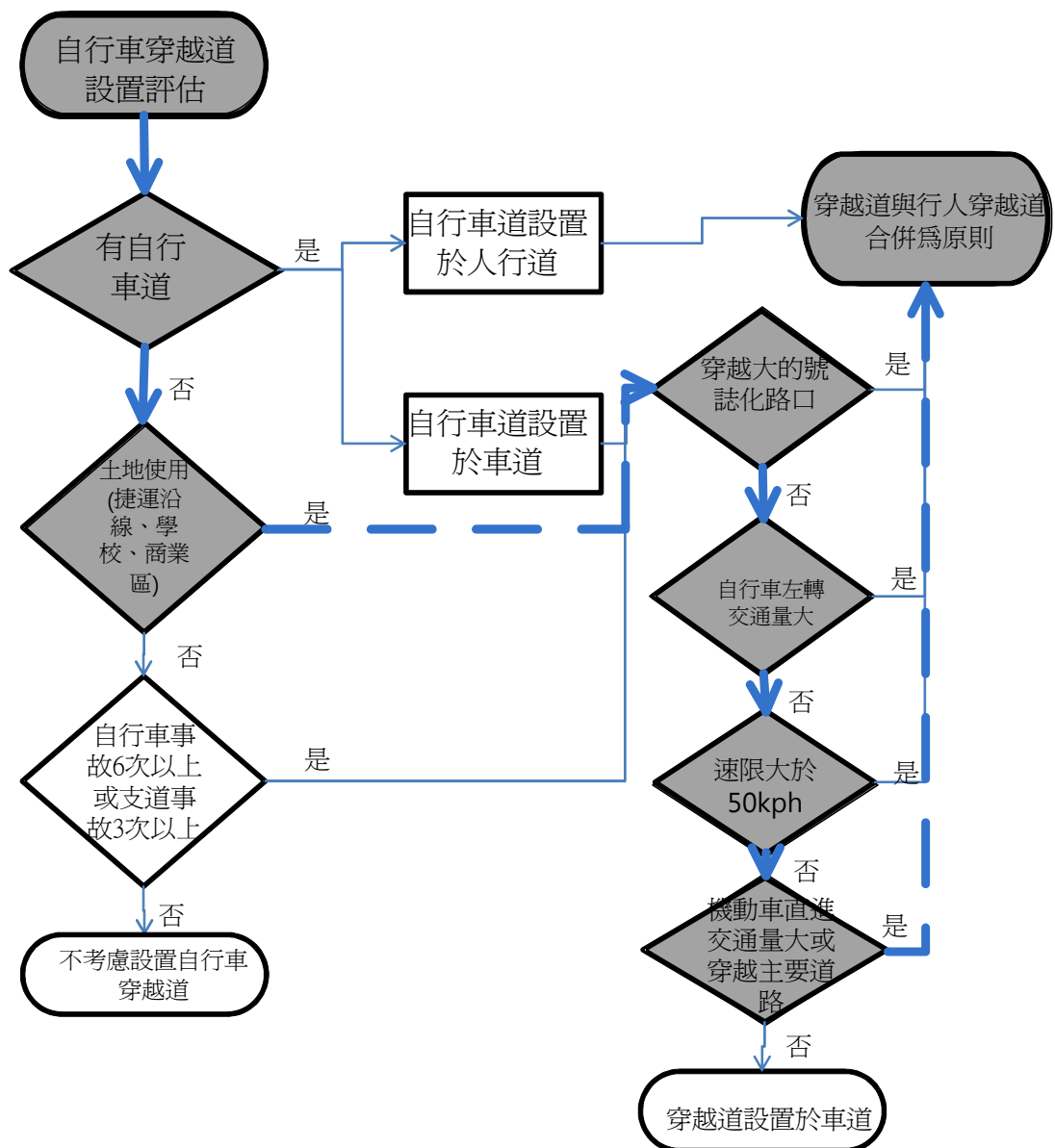


圖 6.18 鼎山街大昌一路自行車穿越道評估

2. 左轉設施評估

考量該路口設置自行車穿越道的前提下，且機動車交通量大於 800pcu/hr，在目前路口已設置機車待轉區的狀況下，考慮將自行車待轉區設置於機車待轉區右側。如圖 6.19 所示：

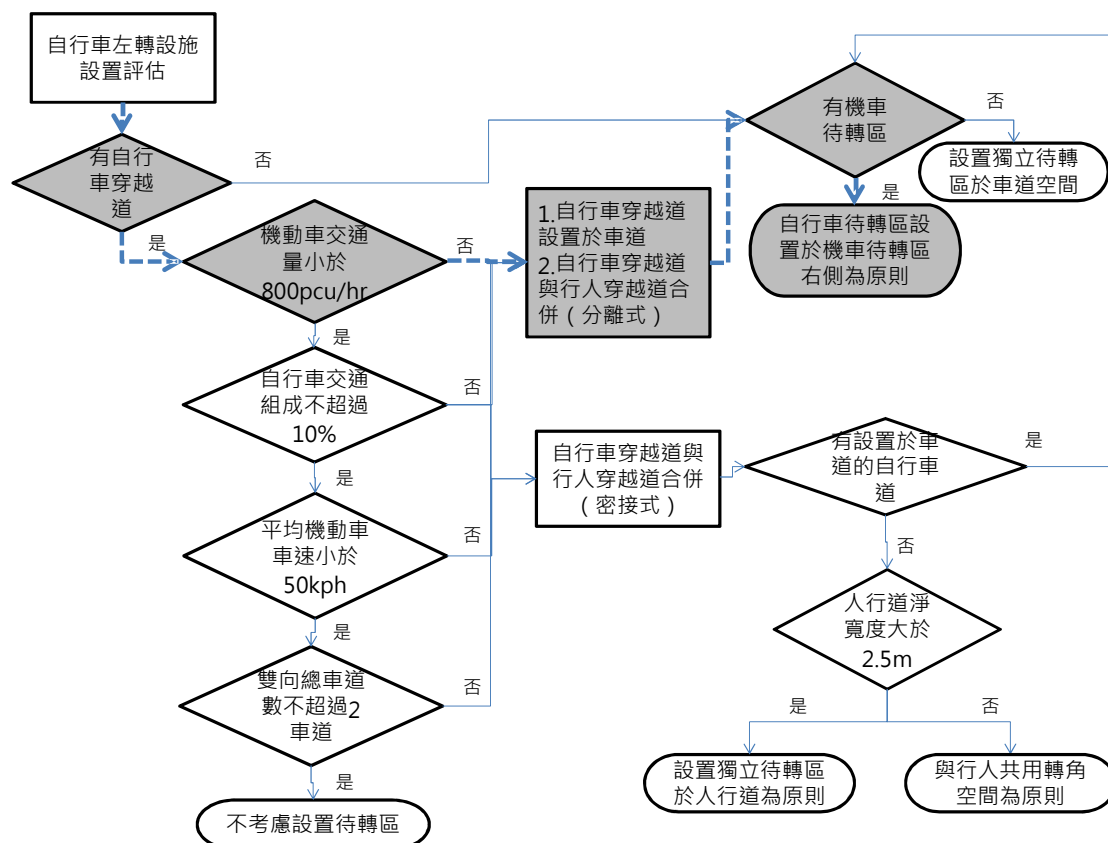


圖 6.19 鼎山街大昌一路自行車左轉設施評估

3. 停等區設計

該路口並無自行車專用道，在考慮設有位於車道的自行車穿越道，且無機車停等區之狀況下，考慮不設置自行車停等區。如圖 6.20 所示：

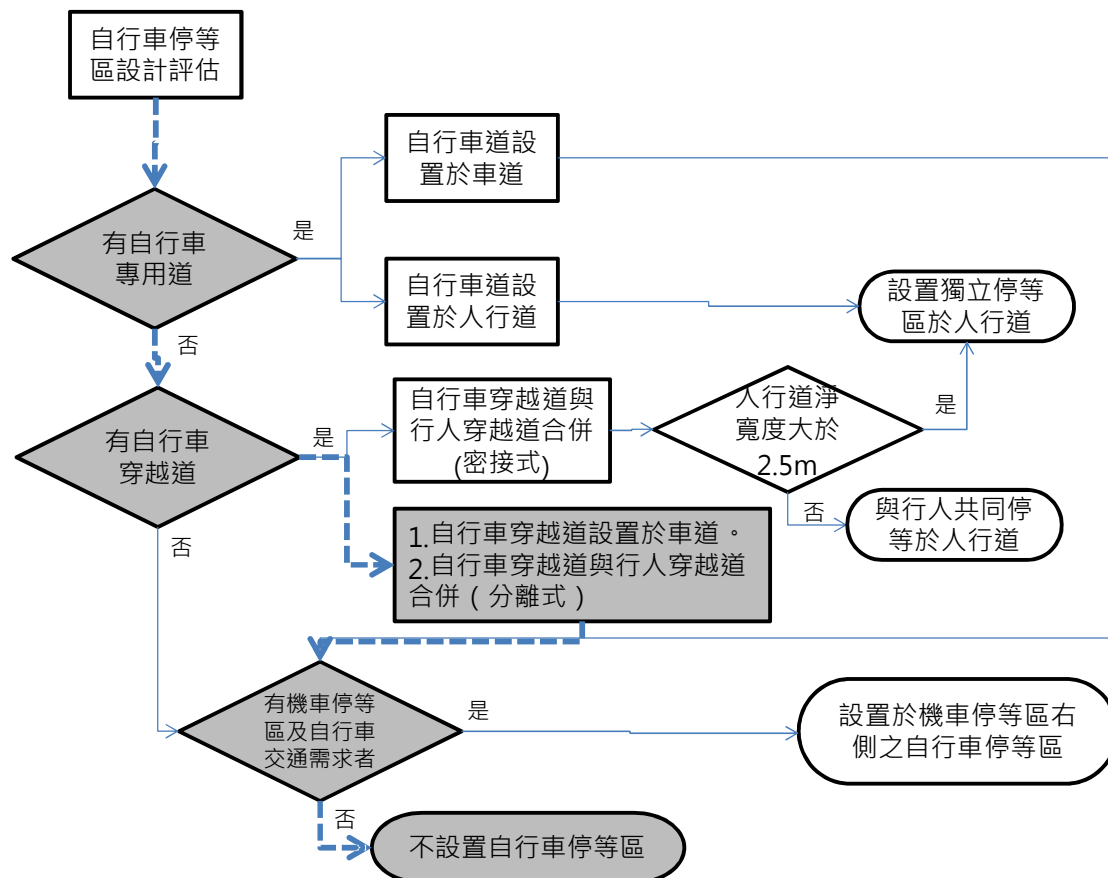


圖 6.20 鼎山街大昌一路自行車停等區評估

考慮設置自行車穿越道的情況下，且在較寬的中正路僅為雙向雙車道，考慮設置與行人號誌合併之自行車號誌。如圖 6.21 所示：



目前此路口的現況示意圖如圖 6.22 所示：

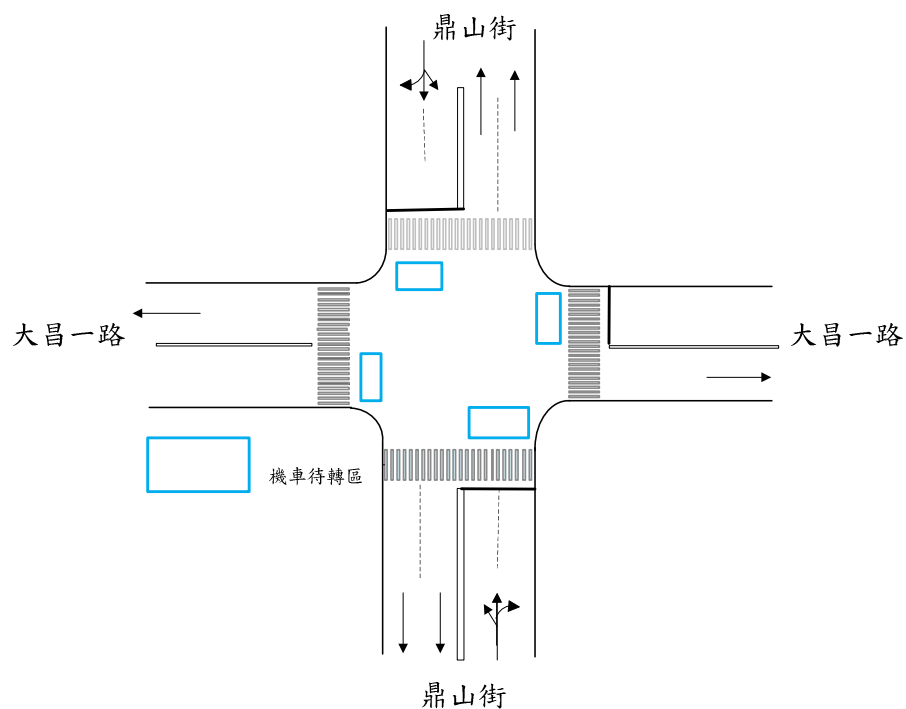


圖 6.22 鼎山街大昌一路路口現況示意圖

依以上各項自行車路口設施評估後，擬定之路口設計圖如圖 6.23 所示：

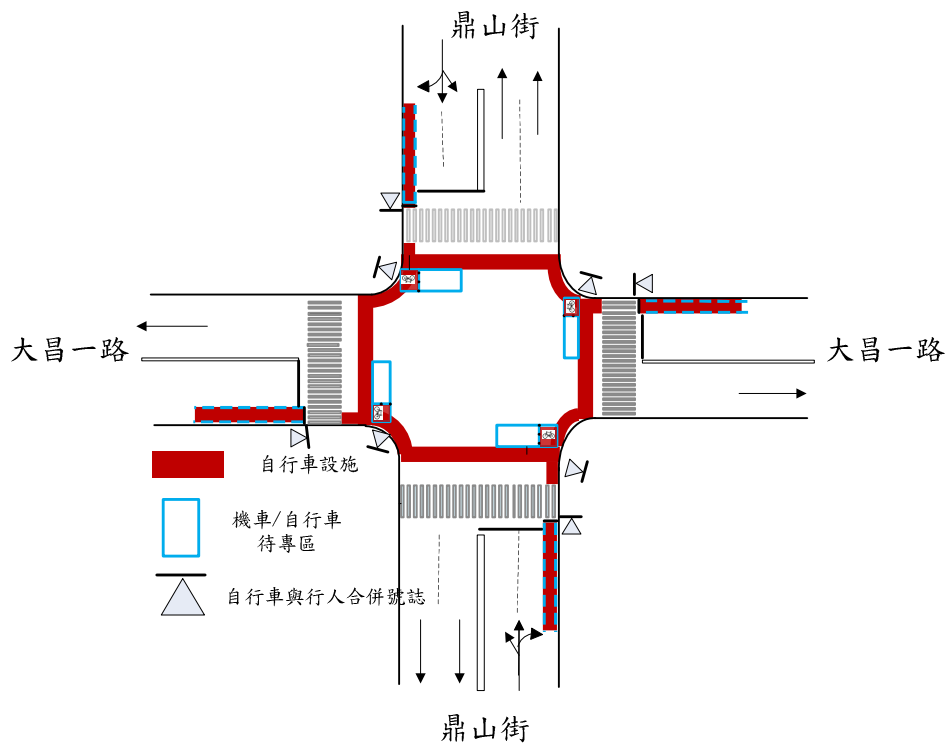


圖 6.23 鼎山街大昌一路自行車路口改善設計示意圖

6.6.2 案例：花蓮市中山路/中正路

1. 穿越道評估：

此路口並無自行車道，但該地區為商業區，在路口僅有一個方向為雙車道，而由交通特性調查所得的資料（如表 6.3），其直行機動車交通量較大，且該路口為市區主要幹道，依穿越道設計評估後，選擇「穿越道與行人穿越道合併」。如圖 6.24 所示：

表 6.3 中山路中正路交通量調查



單位： 次/小時	左轉				右轉				直行				
	自行車 直接左 轉	重車	汽車	機車	自行車	重車	汽車	機車	自行車	行人	重車	汽車	機車
A	3	9	68	35	9	3	49	86	10	95	11	258	445
B	15	0	0	10	12	9	65	120	19	62	15	168	310
C	6	11	76	41	11	6	84	120	24	156	16	365	652
D	7	3	0	13	15	11	78	138	31	102	35	178	325

資料來源：本研究整理

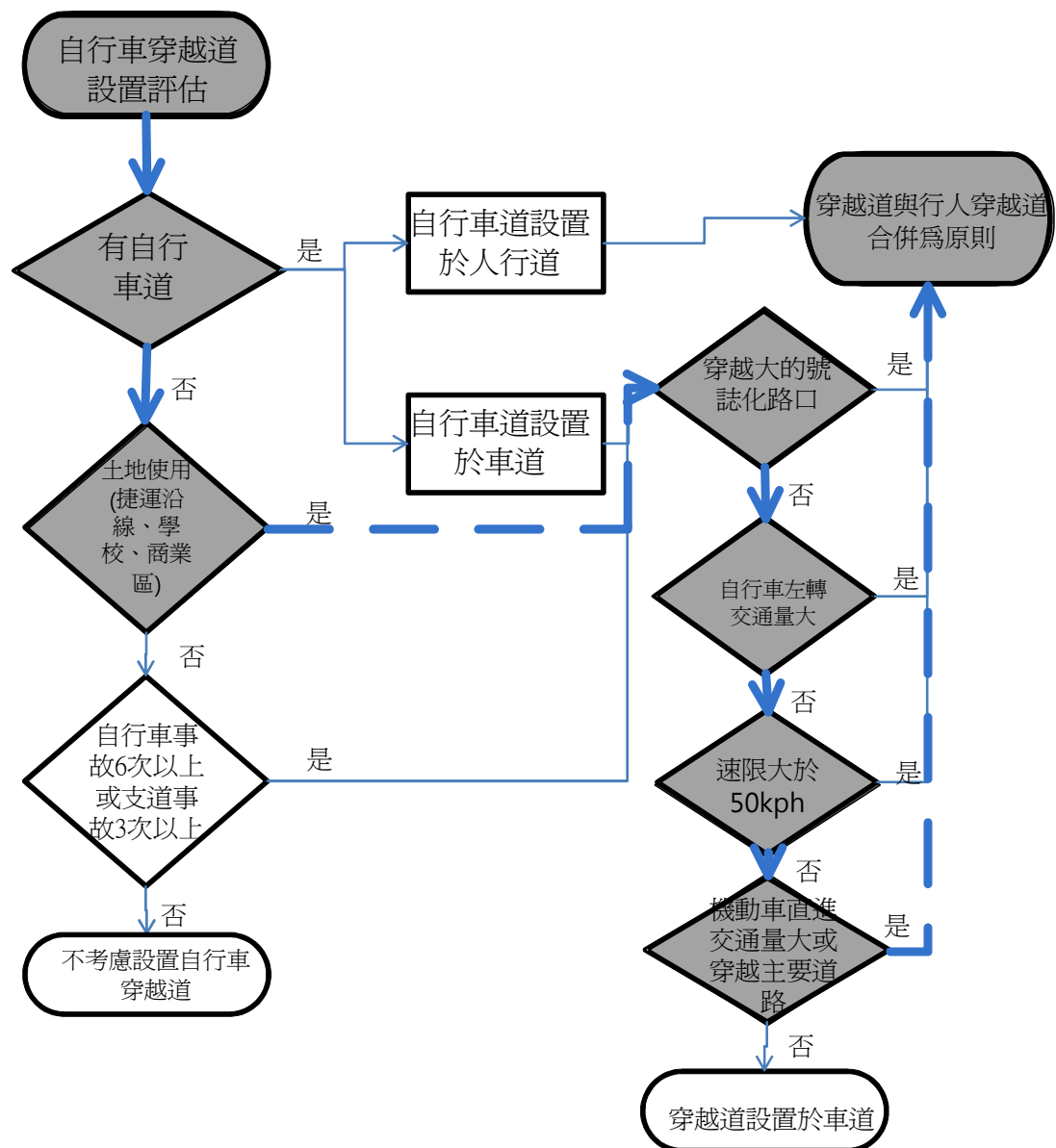


圖 6.24 中山路中正路自行車穿越道評估

2. 左轉設施評估

考量該路口設置自行車穿越道的前提下，且機動車交通量大於 800pcu/hr，在目前路口有設置機車待轉區的空間，考慮將自行車待轉區設置於機車待轉區右側。在無設置機車待轉區的空間，則設置獨立自行車待轉區於車道空間。如圖 6.25 所示：

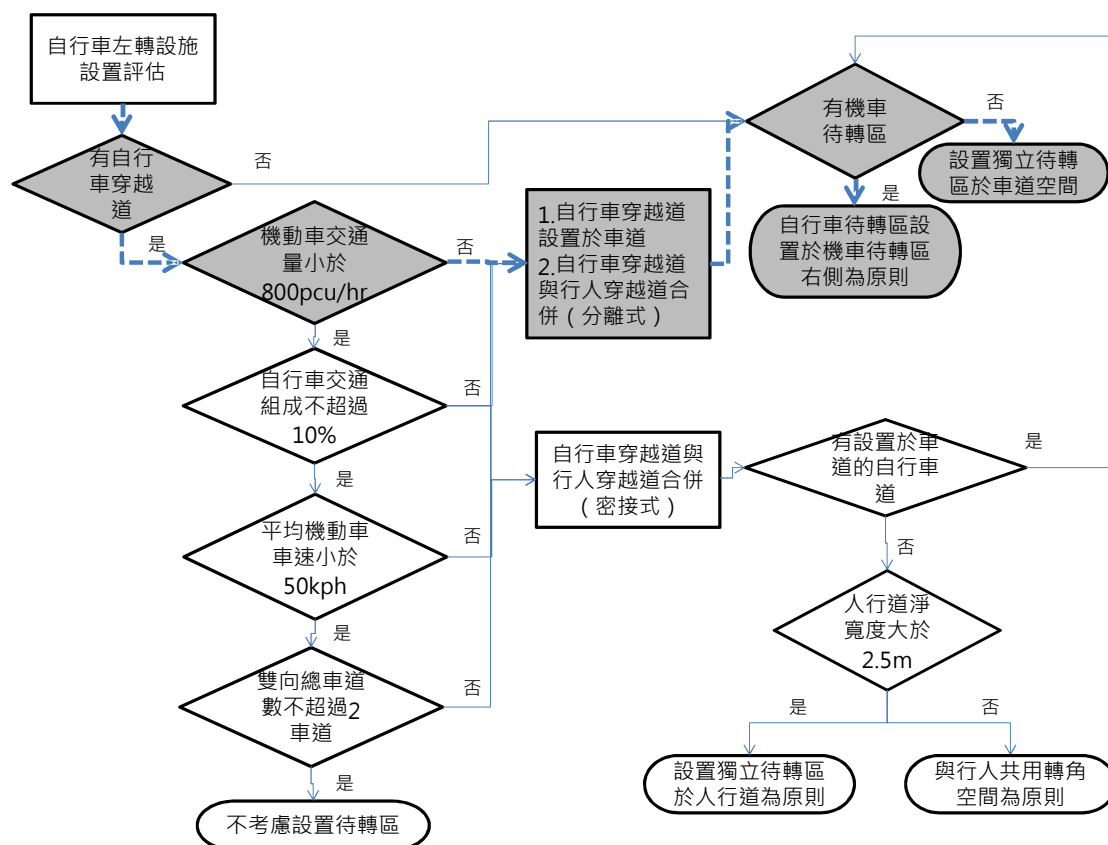


圖 6.25 中山路中正路自行車左轉設施評估

3. 停等區設計

該路口並無自行車專用道，在考慮設有位於車道的自行車穿越道，無機車停等區之狀況下，考慮設置獨立自行車停等區於車道。如圖 6.26 所示：

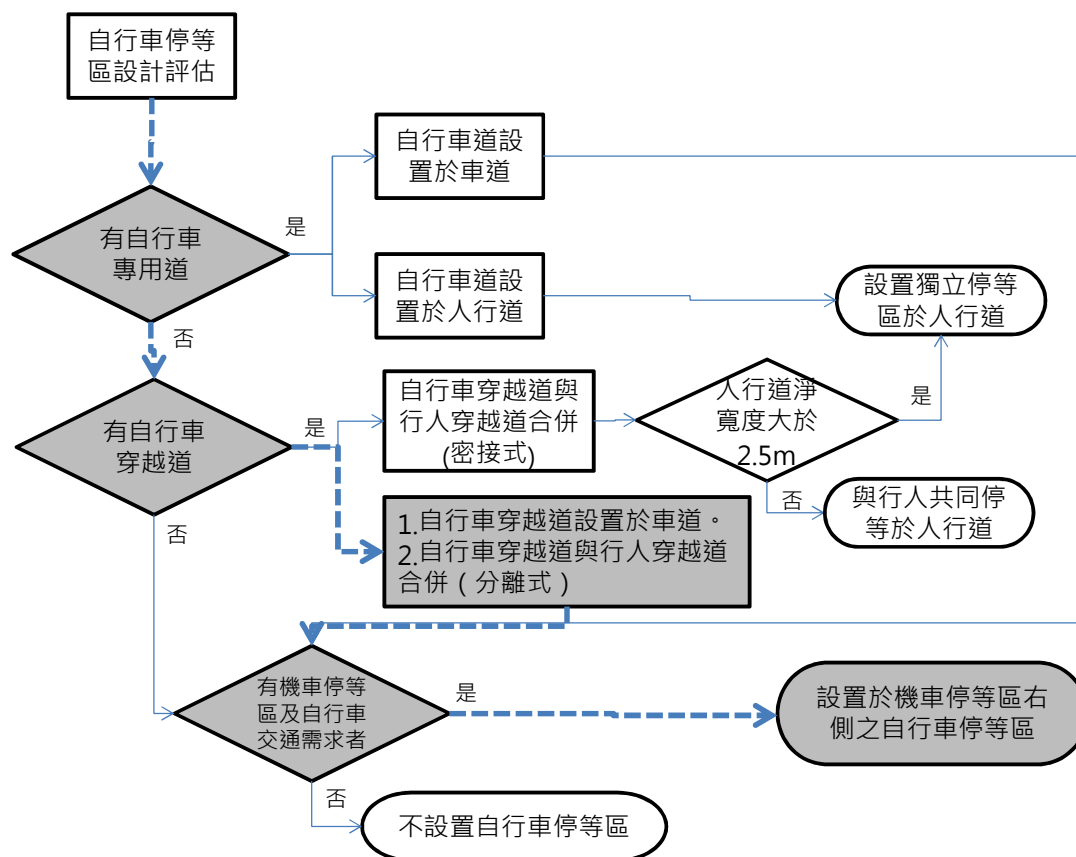


圖 6.26 中山路中正路自行車停等區評估

4. 自行車號誌

考慮設置自行車穿越道的情況下，且在較寬的鼎山街僅為雙向雙車道，考慮設置與行人號誌合併之自行車號誌。如圖 6.27 所示：

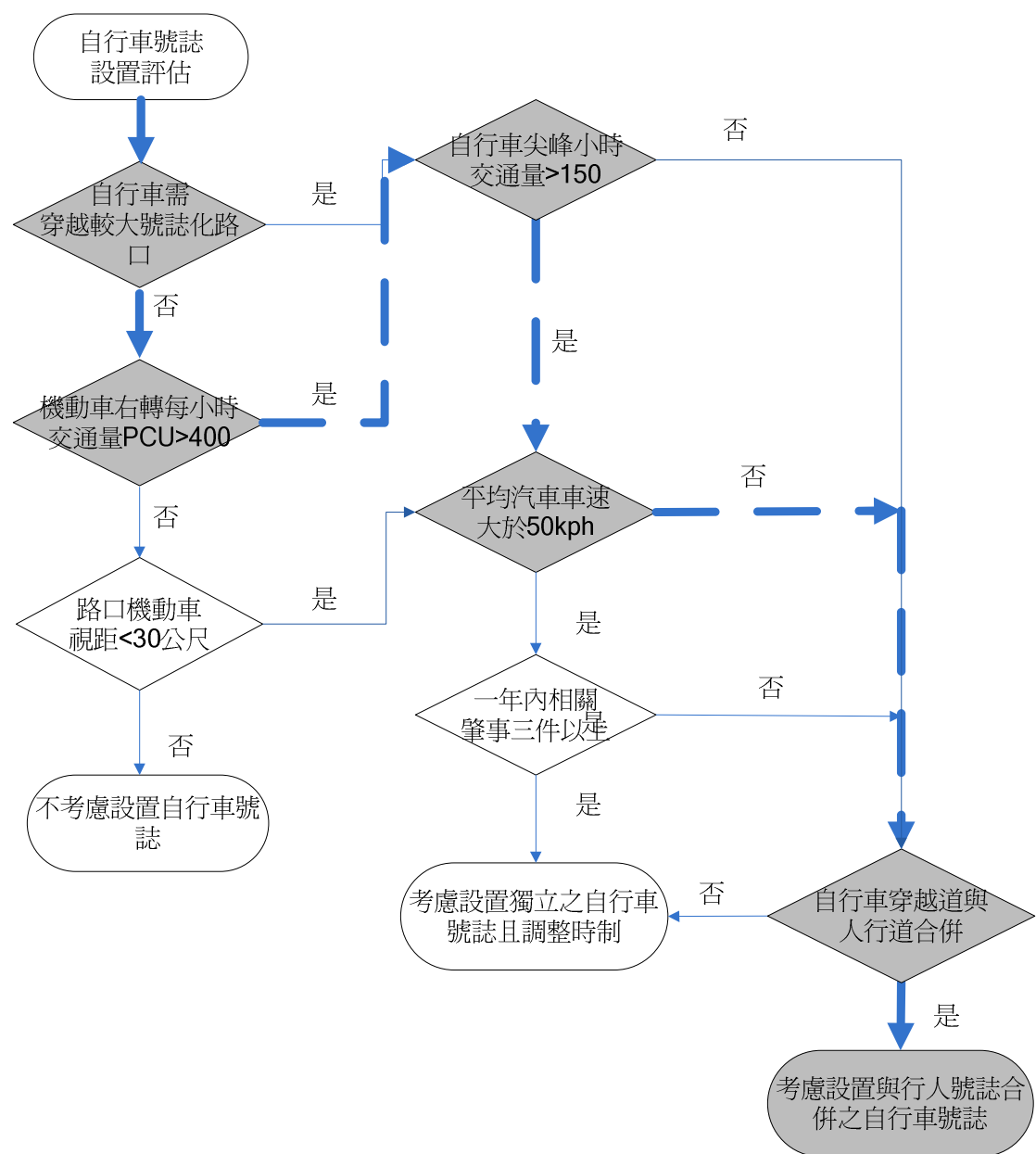


圖 6.27 中山路中正路自行車號誌評估

目前此路口的現況示意圖如圖 6.28 所示：

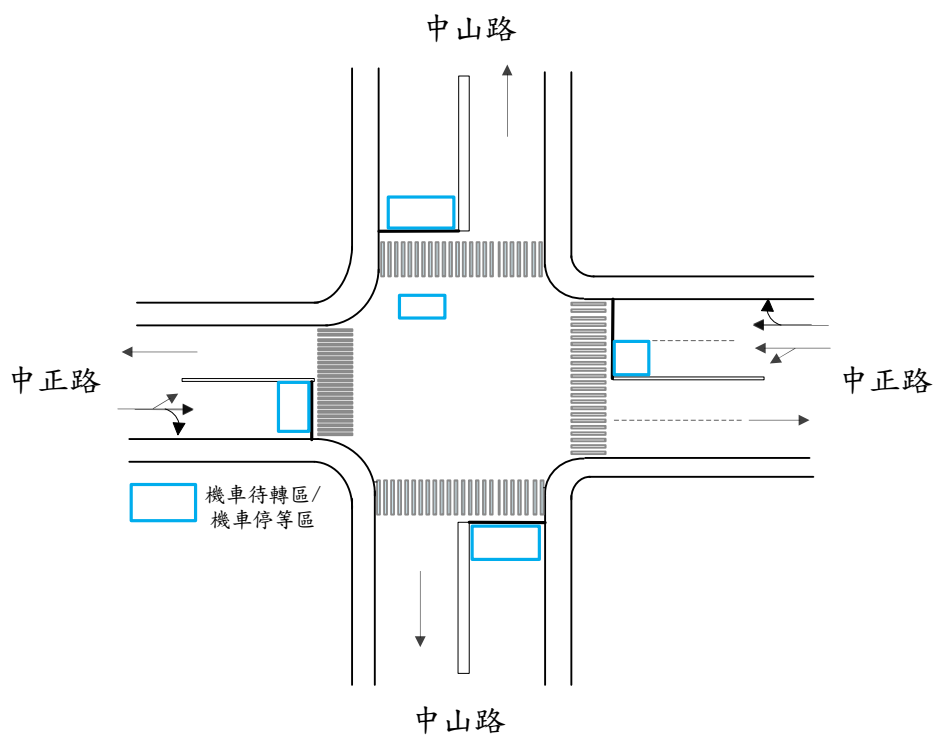


圖 6.28 中山路中正路路口現況示意圖

依以上各項自行車路口設施評估後，擬定之路口設計圖如圖 6.29 所示：

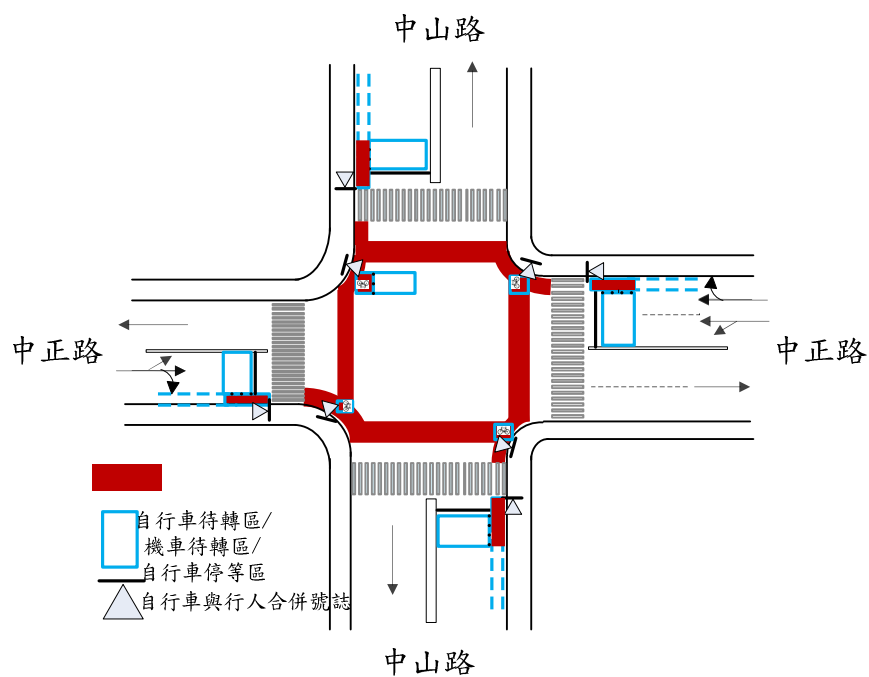


圖 6.29 中山路中正路自行車路口改善設計示意圖

6.7 道路交通標誌標線號誌設置規則之修訂建議

依據交通部與內政部所頒布之“ 道路交通標誌標線號誌設置規則 (101/10/13 修訂版)” (以下簡稱「設置規則」)，針對自行車的部分，分別對自行車穿越道與自行車號誌兩部分，配合本研究的成果，提出修訂建議。

6.7.1 自行車穿越設施

在設置規則裡第一百八十六條之一中提到，關於自行車穿越道線，係用以指示自行車於岔路口或路段中穿越道路的行駛範圍；其線型為白色實線，線寬為十公分，二條白色實線的間隔至少一點二公尺。穿越道線的入口及出口處應分別繪設自行車圖案，必要時，得增加組數及指向線。其標線設置圖例如圖 6.30：

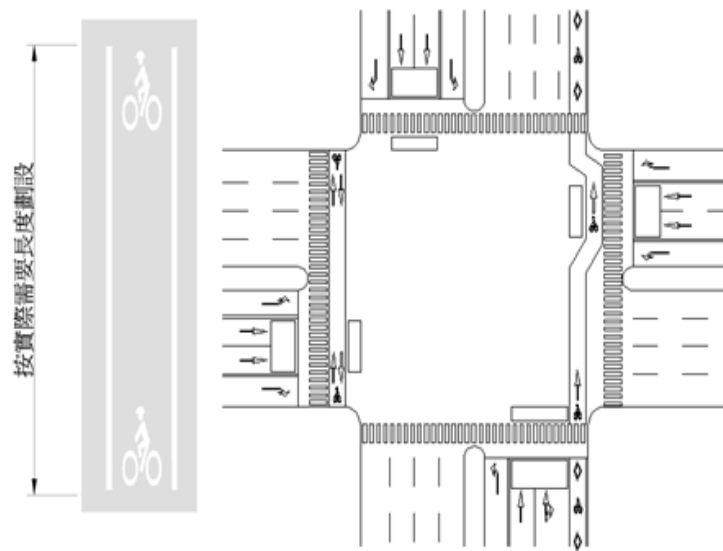


圖 6.30 自行車穿越道設置圖

此條例簡略定義出自行車穿越道設計線寬及繪製方式，並陳述其用途，明白標示自行車專用道設置位置，以圖例的方式將車道繪製於路口。本研究針對自行車穿越設施進行下列建議：

(一) 應增設穿越道鋪面顏色，本研究建議採用紅色。以臺灣地區現況自行車道設置情形而言，關於鋪面顏色的考量，各縣市選擇不一，例如臺北市以綠色鋪面為自行車穿越道為首要設置形式，其他縣市諸如高雄藍色為主，新北市及桃園則以紅色為主。現況設置規則並未針對顏色選擇加以敘述。故本研究建議，針對鋪面顏色應增列於內文條列中。

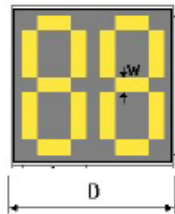
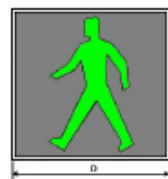
(二) 關於路口穿越道的部分，自行車穿越道劃設方式，建議以自行車穿越道與行人穿越道合併為主要型式，並在自行車穿越道與行人穿越道之間留設 0.5 公尺間隔，並且與自行車專用道加以銜接。

(三) 為了確認直行自行車之停等位置，應適當劃設自行車停止線。其設置原則為配合自行車號誌位置及汽機車停止線加以劃設。除此之外，考量自行車之啟動延滯與其他車種之差異，建議將自行車停止線往前設置，以降低自行車與其他車輛之衝突。

(四) 自行車應以兩段式左轉為原則，其兩段式左轉待轉區可與機車待轉區合併設置，或獨立設置在與自行車穿越道銜接之處。

6.7.2 自行車號誌

依據設置規則第二百零四及第二百零六條，有針對號誌鏡面及圖案之設計規定。其中行人專用號誌的部分，規定行人專用號誌之紅燈鏡面用「站立行人」圖案；綠燈鏡面用靜態或動態「行走行人」圖案，鏡面之圖案須可供清晰辨識。行人專用號誌於每一燈面之鏡面或其他適當位置，得附設可顯示數字之倒數計時顯示器，其邊長應與行人專用號誌之鏡面相同，顯示之顏色應為黃色或與行人專用號誌燈號顯示相同之顏色，圖例如圖 6.31：



(D：鏡面邊長)

圖 6.31 行人專用號誌燈面顯示圖例

然而自行車號誌的部分就欠缺相關規定，目前已有許多縣市設置了自行車專用號誌及倒數計時器。以臺北市為例，羅斯福路與新生南路 316 巷路口處，設有自行車穿越道以及專用號誌（如圖 6.32）。基於路口穿越安全之考量，建議於設置規則內，增列對於自行車專用號誌的敘述以及介紹，其中自行車專用號誌設置形式又可細分為與行人號誌結合以及獨立設置等類型，本研究建議以獨立設置自行車號誌為原則，其設置位置則配合自行車穿越道的位置加以設置之。



圖 6.32 自行車專用號誌與倒數計時顯示器(羅斯福路與新生南路路口)

6.8 小結

路口自行車穿越道之設計，可以將不同道路使用者加以區隔，並降低不同運輸工具之間的衝突。搭配自行車之彩色鋪面，更可提高其他機動車輛對於自行車之注意。自行車左轉設計與停等設置，若有搭配自行車專用號誌與時相，可以更進一步地有效降低路口交通衝突，大幅提昇自行車之交通安全。相關設施之設置，仍須依據當地路口特性與自行車之交通組成比例因地制宜，以提供各類用路人安全的使用環境。

第七章 ITS 與自行車應用課題分析

ITS 相關服務在歐美日等先進國家已發展近三十年以上，近年來更積極推動各服務領域之整合應用，我國雖然起步較晚，惟國內產官學研之各界皆體認 ITS 之應用潛力無窮，於是近年來結合資訊與通信科技的發展，透過 ITS 之建置，實施交通運作秩序的管理與維護，增進交通安全並減少傷亡事故及生命財產，亦可提供即時資訊，使得社會大眾能夠掌握其日常生活中所需的旅運時間、路線或運具的安排，其中普及以人為本的永續建設理念尤為重要。

然而縱觀國內外目前對於 ITS 之應用，無不致力於公路汽車為主體，大部分經費與研究皆投入在汽機車等機動車輛上面之應用，較未能重視廣大行人與自行車用路人。行人與自行車比起機動車輛，常被歸類為弱勢族群，即便自行車的使用量在交通組成中所佔比例雖少。然而自 1990 年代開始，各國經過長期之努力，分別在政策與執行層面上，強調自行車對於都市運輸之重要性，又因應自行車具節約能源、無空氣汙染及適用短程旅次之優點，成為綠色運輸之主流運具之一。在國人提倡節能減碳的風氣下，近年來在使用率及需求上確實有逐年攀升之現象，然而國內 ITS 於自行車上之應用，尚未有先驅研究或示範建置可供參考。故本章節除探討自行車 ITS 相關應用架構，並探討國外已建置於自行車的部分，另分別針對弱勢用路人保護服務(VIPS)與先進交通管理服務(ATMS)系統之兩者應用，逐一介紹並檢討，期望藉由設施技術的建立，提升自行車使用者之交通安全及便利，以提升自行車之安全與效率。

7.1 智慧型自行車交通系統發展

自行車在某些國家一直是相當重要的交通工具，它不應該在發展智慧型運輸系統(ITS)時被忽略，特別是在節能減碳的趨勢之下，各國皆積極投入自行車交通的發展。因此建立一個智慧化自行車交通系統(IBTS - Intelligent Bicycle Transportation System)，應成為 ITS 的發展重點之一。自行車擁有高度彈性，不會受到交通阻塞，所需停車空間較小，可以行走於任何交通空間或開放空間等優點。但因為不具機動力（註：電動自行車除外），無法供應電源，在發展 IBTS 時，必須兼顧自行車與自行車騎士的特性。本節參考 IMTS 智慧型機車運輸系統的概念架構，[29-31]提出智慧型自行車運輸系統發展概念。

7.1.1 智慧運輸系統與自行車

發展ITS有關自行車的概念，必須先確認自行車相關於ITS發展的特性。這可以由下列交通系統的元素加以說明：

- (1) 自行車騎士：自行車騎士的機能會受到限制。他需要靠一些額外的設備來提升其機能，以便提高安全及效率。
- (2) 自行車車輛：自行車以人力操作，必須隨時保持穩定，且其實體特性限制了裝設設備，以便取得相關資訊。
- (3) 道路與基礎設施：自行車可以混合或與其他行人及機動車輛隔離的績效與衝突特性，將會影響自行車的效率與安全。

若以ITS中的ATMS、ATIS及AVCS的關係，目前雖然將行人及自行車另外定義了VIPS(Vulnerable Individual Protection Service)，但若討論IBTS，則仍可以以自行車為本體，討論自行車有關的ITS課題將包括下列研究任務：

ATMS(先進交通管理系統)：a. 發展自行車偵測器。

b. 創立自行車交通的交通管理系統。

c. 自行車事件偵測管理系統。

d. 將行前資訊系統包括自行車的使用者。

ATIS(先進旅行者資訊系統)：a. 設置自行車車輛的車上設備。

b. 探討自行車接收與發放交通資訊的通訊技術。

c. 提供自行車安全警告資訊。

根據上述涉及ITS的自行車交通觀念有關之描述，一個涉及智慧運輸系統的自行車交通特性，應進一步加以分析。

7.1.2 智慧型自行車運輸系統之初步概念

ITS在自行車上的發展觀念有積極與消極的觀念兩種。由積極面而言，即在針對現有ITS子系統如：AVCS、ATIS及ATMS將直接以自行車交通系統的觀點來發展。另一方面，由消極面而言，在發展ITS時並非直接針對自行車發展，但應將自行車對汽車、機車及行人的影響列入考慮。積極及消極的ITS觀念列述於後：

積極的自行車ITS觀念亦即：

- a. 發展自行車的ITS設施。
- b. 發展自行車車上設備。
- c. 針對自行車的交通管理子系統。
- d. 如何給予自行車駕駛所需的交通資訊。

e. 如何針對自行車改變道路佈設及基礎設施，以提升 ITS 的績效等。

消極的自行車 ITS 觀念在於：

- a. 使現有的 ITS 設施將自行車列入考慮。
- b. 加強汽車及機車車上設備的性能以捕捉行駛在週圍的自行車。
- c. 建立自行車專用道及分流停等空間，修正行駛空間以降低自行車對交通的衝擊。

為了實踐整個自行車交通的 ITS 觀念，應發展自行車相關的智慧運輸系統，可以定義成一個智慧型自行車運輸系統(IBTS)。有關智慧型自行車運輸系統 (IBTS)的一些優先研發的課題包括下列各項：

A. 有關自行車駕駛人：

- a. 頭盔罩面視線功能強化設備或可攜式資訊顯示器。
- b. 佩掛式反光與警示標誌。

B. 有關自行車車輛：

- a. 超速警示器。
- b. 車上或可攜式安全間距警示器和自動碰撞偵測防範裝置，但須有配上電池。

C. 有關自行車道路設施：

- a. 安全間距或路口衝突警示器，可裝在路側偵測自行車到達及其他車到達。
- b. 車身側向防傾倒與平衡裝置。
- c. 偏向自動顯示方向燈。

表 7.1 IBTS 可能之發展項目

自行車騎士	自行車車輛	自行車基礎設施
1. 頭盔(即安全帽) 視覺資訊設備	1. 前後安全間距警示器	1. 車上車籍辨識裝置
2. 頭盔聽覺與傳訊 設備	2. 側向安全間距警示器	2. 自行車電子收費配備
3. 頭盔罩面視線功 能強化設備	3. 超速警示器	3. 自行車停車資訊接收器
4. 身體重點部位護 裝	4. 限速控制裝置	4. 自行車停車進出輸送帶 或平台
5. 全套安全衣	5. 自動碰撞偵測及防範裝置	5. 自行車專用路外停車場
6. 佩掛式安全氣囊	6. 車身周邊防護保險桿	6. 自行車專用道及停等空 間，配置偵測器
7. 佩掛式反光與警 示標誌	7. 自動安全防盜鎖或定位晶片	7. 自行車專用號誌及路口 自行車適應號誌
8. 反光&螢光警示	8. 偏向自動顯示方向燈	8. 設置公共自行車
	9. 行車紀錄器	9. 違規停車自動監測告發 裝置
	10. 車燈光線照明調整裝置	10. 自行車到達的偵測器
	11. 行車資訊導引系統(GPS)	11. 自行車速率偵測器
	12. 數位資訊顯示面板	
	13. 意外事故自動求救警訊發射裝 置	

在發展智慧運輸系統之時，自行車應該被納入考慮。若能發展智慧型自行車運輸系統(IBTS)，將有助於進一步提升自行車的效率與安全。

7.2. 弱勢用路人保護服務(VIPS)於自行車之應用

弱勢用路人(Vulnerable Road Users)係指在道路上移動時，因速度較慢或因防護設施較不充分，需要自身安全主動避讓其他運具之用路人。當發生交通事故時，可能蒙受更大傷害，是故，相較於有車廂保護的汽車而言，定義無車廂保護之行人以及非機動車(自行車)使用者為弱勢用路人。我國國家級 ITS 系統架構中，建有「弱勢用路人支援輔助系統(Vulnerable Individual Protection Service, VIPS)」之服務領域，以提昇交通弱勢族群之交通安全，其服務內容涵蓋機車騎士、腳踏車、行人、高齡者、身心障礙人士等弱勢用路人及團體，有鑒於目前各項運輸計畫仍以車輛為主體，未能重視廣大之用路弱勢團體，本章節將重點放在弱勢用路人中的自行車作探討。[32, 33]根據 100 年交通事故 A1 及 A2 死傷案件統計，騎乘自行車傷亡案例之發生竟高達 5219 件之多，顯示自行車使用上之安全疑慮必須加以深入探討，隨著使用量的增加，在道路安全上與混合車流之間的行為必定更加錯綜複雜。

依據「道路交通安全規則」規定指出，自行車係屬慢車，不得進入快車道或人行道行駛，且不得在禁止穿越之路段穿越道路。環顧國內自行車環境僅有自行車專用鋪面及相關專屬號誌設施，實乃欠缺充足之相關設施輔助，本小節針對國內外 ITS 中，已建置於自行車上之 VIPS 應用，以條列的方式詳細介紹。

1. 自行車號誌/倒數計時器

由於自行車的旅行特性介於行人與機車之間，在許多國家設有自行車專用道。若要求自行車騎士遵行一般交通號誌，容易使其暴露在混合車流之中，而若以行人專用號誌做為其行駛依據，則可能造成行人安全上的疑慮，因此配合自行車道，可設置自行車專用號誌。

自行車號誌的功用與行人穿越號誌類似，當一方向時相顯示紅燈時，自行車號誌亦顯示紅燈，以防止自行車貿然穿越路口。等到該方向時相綠燈開啟，得以通行。且當自行車輛欲穿越路口時，未必於綠燈開始時進入路口，所以為了降低自行車穿越不及的危險性，而設置倒數計時號誌，提供剩餘秒數供自行車使用者判斷可否在足夠時間內安全穿越路口，並提高使用者在穿越路口上的信心度。圖 7.1 為高雄市自行車穿越號誌，屬於與行人分離之路口穿越倒數計時號誌，關於各類型的自行車路口穿越號誌型式已於先前章節陳述。



圖 7.1 自行車號誌與倒數計時器(高雄)

2. 嵌入式自行車穿越道燈

嵌入式自行車穿越道燈係埋設於路面，主要設置於車流量與車速較高之無號誌路口之自行車道穿越處，用以提醒道路駕駛人或是其他用路人前方有自行車正準備穿越路口，需減速並注意前方道路狀況。其設置目的用以避免在天候狀況不佳、夜間駕車視線不良、路旁遮蔽物遮擋視線以及標線磨損退色等狀況發生，以免駕駛者無法清楚辨識自行車穿越騎士以至造成意外的發生。

其設計原理乃藉由感應線圈迴路原理，利用埋設於路面下之線圈傳送出的微波來啟動閃光。其閃爍時間通常延長至自行車均安全穿越為止。於交通量較高之路口亦可將穿越燈設定為永亮閃爍的設置情形。琥珀色的燈光鋪設於自行車穿越道兩側，並面對來車方向，若該設施配合行人穿越道則須納入行人通過路口之速率做考量設計。根據研究顯示，在設有穿越道燈與未設置之兩者前後比較下，機動車輛於外車道之平均速度，設置後的平均車速較未設置約下降 5km/hr，內車道的速率亦有明顯之下降，嵌入式車道燈確實可以提升自行車穿越安全。



圖 7.2 嵌入式穿越道燈(美國 Sacramento)[34]

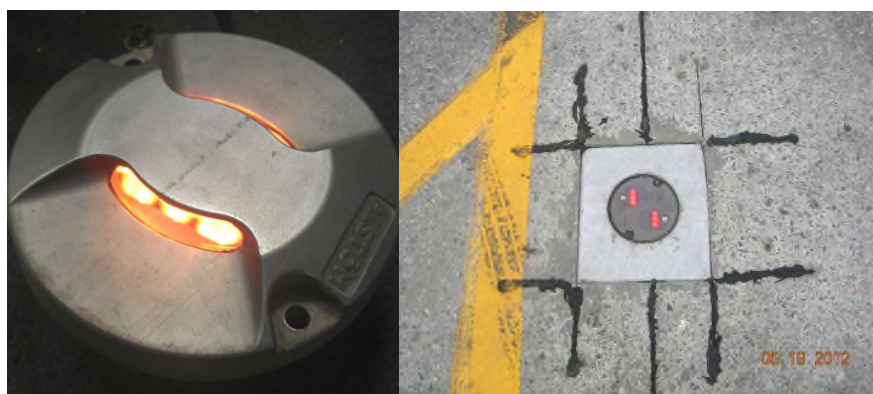


圖 7.3 嵌入式穿越道燈以及鋪設情形(網路照片)

3. 自行車專用路口穿越手動觸控裝置

自行車路口手動觸動號誌與行人觸動號誌其功能類似，一般設置於路口或路段中之專用或是混用號誌燈桿上。幹道方向號誌平時以閃光方式運行，惟當自行車騎士欲穿越路口時，藉由按下觸動控制按鈕，得以使交通號誌由閃光燈號轉變為三色燈運作，透過三色號誌燈號路權分配之運作，將路權分配給幹、支道方向車流及穿越道方向之自行車使用者。其目的是為了減少幹道車輛無謂停等紅燈之狀況，使得自行車穿越安全及效率提升。一般在路口設計時會考量行人穿越道共同設計，亦即結合行人穿越與自行車穿越流。惟須考量兩股穿越流之速率與所需秒數不同而做整體考量設計。



圖 7.4 自行車專用穿越手動觸控裝置(美國)[35]



圖 7.5 自行車專用穿越手動觸控裝置(德國)[36]

4. 自行車閃光標誌及發光按鈕

根據道路交通標誌標線號誌設置規則所述，標誌、標線設置之目的，在於提供車輛駕駛人及行人有關道路路況之警告、禁制、指示等資訊，以便利行旅及促進交通安全。其做法可於一般牌面上加裝 LED 燈或是其他閃光裝置牌面。閃光牌面的啟動方式亦可利用自行車偵測器偵測行穿道上使用者、或結合觸動號誌的按鈕啟動而作設計。然而閃光標誌一般來說其功用不僅為指示作用，透過閃光乃用以更進一步提高警示效果；於天候狀況不佳或是視線不良的情況下，閃光標誌可以有效提高明視度，尤其在晚上視線較黑時顯得特別明亮，然而在設置上亦需考慮用路人之視距不同而設計，其電力來源可利用太陽能板吸收並供電。

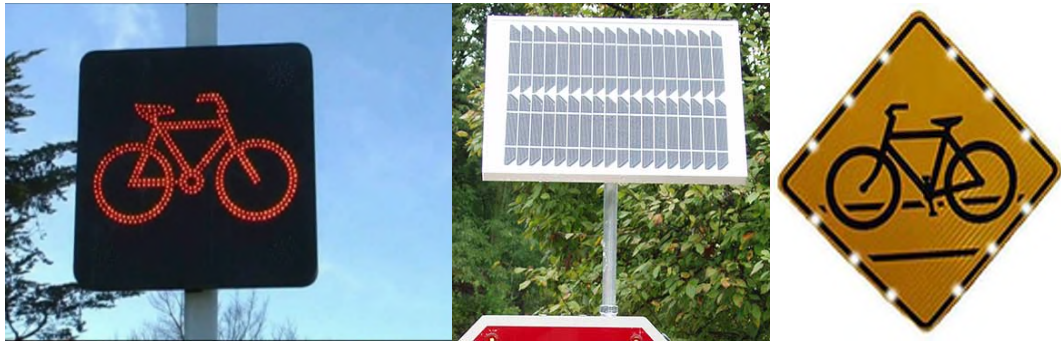


圖 7.6 自行車 LED 閃光標誌(網路照片)

自行車閃光標誌亦可運用在視距不良的無號誌化路口，藉由自行車壓過感應線圈偵測顯示而亮燈，提醒汽機車駕駛人前方路口有自行車即將通過或是穿越；或是運用在地形起伏劇烈的小山丘上，加裝閃光標誌後，自行車於其中行駛，同樣地可避免汽機車駕駛人因起伏峰地形的落差反應不及撞上自行車的現象；或者在進出隧道前後，因視覺明亮驟變而反應不及的危險狀況發生，是故閃光標誌對於自行車安全上有所助益。

目前美國已有設置此種自行車觸動按鈕，期望有效協助自行車騎士得於充足時間內完成通過路口之行為。然而據相關研究得知，多數自行車用路人往往無法注意到該項設備之存在，或是在使用按鈕後，因無明確資訊與指示，而致使使用者產生不確定性感。故而，使用發光按鈕其為改善上述情形而發展出之先進自行車輔助設備。同樣於天候狀況不佳以及夜晚時具更顯著之效果，此裝置擁有一組按鈕與有色發光燈泡。燈泡之功能類似電梯按鈕的發光設計，當自行車騎士使用按鈕後，即會發光以顯示系統已被觸動，且增設提醒標誌以告知使用者目前號誌顯示情形。



圖 7.7 手動觸控發光按鈕(美國)[2]

5. 自行車智慧型安全帽

不同於汽機車，一般腳踏車並未裝置「左、右方向燈」及「剎車燈」，因此當腳踏車過彎或急剎時，常導致後方用路人反應不及而發生意外事故，有鑑於此，

便發展出一智慧型安全帽及其救援系統之概念，其功能運作架構圖如圖 7.8:

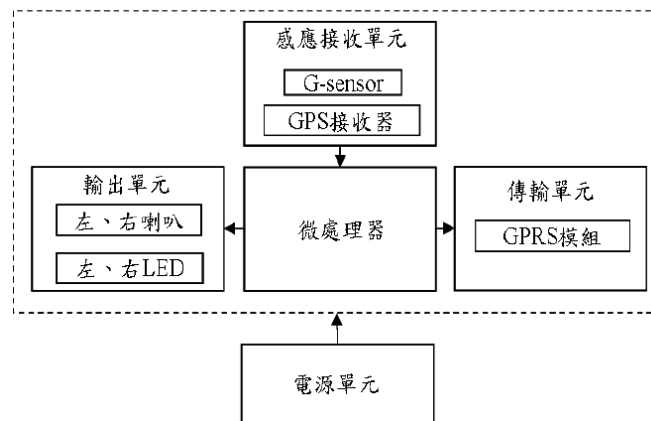


圖 7.8 智慧型安全帽系統運作架構[30]

此裝置乃一突破性創舉，智慧型安全帽配置全球定位系統接收器(GPS)、三軸加速度感應器(Accelerometer)、行動通訊模組(GPRS Module)以及高亮度 LED 閃光燈，安全帽裝置可感測自行車騎乘者之加減速度、特定動作或發生事故，以啟動閃光燈或發出含定位資訊之求救訊息。救援系統收到求救訊息將轉呈網頁瀏覽器介面以供查訊及救援，提高救援安全效率，提高行車安全；一旦發生意外事件則發求救訊息，及配合網頁瀏覽器(Browser)得知傷患基本資料及所在位置，提高救援效率及降低人員死亡機率。

當意外事件發生時，安全帽發出含定位資訊之求救訊息至伺服器端。當救援人員需確認受傷者的位置時，可透過 Web 瀏覽器登錄到伺服器以便查詢，其顯示介面如圖 7.9 所示。



圖 7.9 瀏覽器之查詢介面[30] (網路照片)

7.3 先進交通管理服務系統(ATMS)於自行車之應用

先進交通管理服務系統(ATMS)乃為智慧型運輸系統中的核心與基礎之一，起步最早也是較成熟的領域。其應用上多著重於各個子系統間之整合與即時管理的功能，例如像是提供匝道控制、號誌時制規劃、交通監測、事故管理、替代路線導引等。然而綜觀自行車的部分，可以發現在 ITS 上的應用絕大部分皆投入於弱勢用路人保護服務(VIPS)上，反觀在 ATMS 在自行車上之應用則較為鮮少。以下介紹目前國內外 ATMS 應用在自行車之設備或設計。

1. 自行車定位與路徑導引

駕駛人可透過小單元車載設備(OBU)嵌於自行車車幹上或是個人可攜式設備來導引行車路徑，並透過交通資訊中心所提供最佳路徑給駕駛人，並且及時定位自行車所在位置，中心與車輛通訊係透過附掛於燈桿之紅外線信號柱(Infrared Beacons)做資訊交換，而無信號柱之地區則可利用無線數據交通訊息頻道取得相關交通資料，構成雙頻路徑導引系統 (Dual Mode route Guidance System, DMRG)。個人可攜式設備主要包括手機、PDA或是遙控器，若為減少使用者負擔，另可將遙控器與隨身用品之整合做設計，例如加裝在眼鏡或是自行車上，個人可攜式設備之功能在於與路側設備發出請求訊號，由路側設備依其請求或是透過定位系統提供控制管理或資訊提供之策略，以下為其系統運作概念圖。

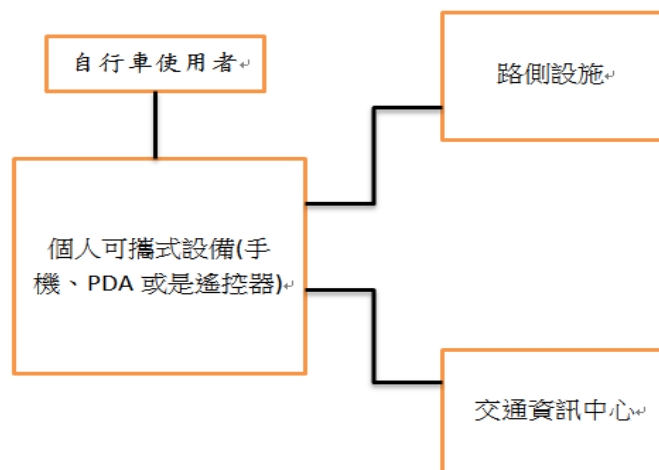


圖 7.10 自行車定位與路徑導引系統概念圖

資料來源：本研究整理

自行車路徑導引之功用有二，其一為透過交通資訊中心，可以得知自行車即時所在位置，並且透過回傳的資料得知旅行目的之起訖點，以方便決策中心做管

理與資訊交流，其二，此項設備可以與 VIPS 做結合應用，於緊急時利用路側設施或是個人可攜式設備進行資訊交換，取得即時之緊急事件或是告知緊急資訊，例如告知自行車道前方有車禍狀況或是回傳現場即時狀況給中心做應對處理。

圖 7.11 為日本奈良縣飛鳥地區簡圖，由於近年來到此地的觀光客眾多，由於此地大多為鄉道、農道等富有歷史風味的地區，為不破壞整個風景區的景致，因此大多以綠色運輸交通工具代步，而遊客亦多選擇以步行或自行車的方式做遊覽，約佔了所有運具中的 75%，是故自行車出租商店提供自行車租借，配合政府自行車路路徑導引試驗計劃之試驗，提供遊客內附 GPS 定位模組之自行車租借服務、電子地圖以及景點介紹之 PDA 等個人可攜式設備，提供所在位置以及觀光介紹路徑導引等資訊。



圖 7.11 自行車定位與路徑導引畫面使用狀況(日本奈良縣)[32]

2. 自行車 CMS 資訊可變標誌

資訊可變標誌系統(CMS)是一種可程式化的交通管理設施，在國內的應用方面主要仍是以高速公路之佈設為大宗，自行車方面之應用則尚無發展，其運作方式主要透過文字或圖形符號來傳達各項動態的控制或警告訊息給道路使用者，藉以增進道路使用效率，並降低意外事故發生的可能。

CMS的即時資訊發布能力可配合事件自動偵測系統，即可在旅行途中即時傳達道路上的事件資訊予其他準備進入路段的車輛，以達到交通控制的目的，由於自行車道上或是路口處並無匝道儀控或是速限限制，是故不需要顯示速限或是其他改道訊息，透過交通資訊中心的發布，自行車CMS設於道旁可以提供即時資訊給用路人，比方說當偵測到前方事件發生時，能在確認後自動依照事件的位置、種類、嚴重程度等警告訊息顯示於鄰近的CMS上，讓自行車道上之自行車用路人可及早判斷是否繼續行駛或是停止行駛等決策，如此即可避免自行車道上擁擠堵塞或是增加不必要的旅行停等時間。



圖 7.12 自行車 CMS 資訊可變標誌(美國 New Bern, NC)

CMS亦可結合自行車偵測做資訊傳遞之功能，如圖7.13所示，透過文字顯示出有多少輛自行車於車道上，以及累積的自行車感應通過輛數，透過這些資訊顯示，可以達到交通管理並且供使用者做決策的雙贏效果。



圖 7.13 自行車 CMS 資訊可變標誌(美國)[14]

3. 影像式監控偵測 (CCTV&VD)、行車記錄器(Event Data Recorder, EDR)

隨著經濟的逐步繁榮，城市交通的即時監控已變得越來越重要，建立完善的交通影像管理系統是交通管理部門的目標。近年來發展出設備升級的即時錄影監控設備，不僅可以監測道路上機動車輛，同樣地也可監測自行車與行人，是故透過這些設備的建置，可以透過畫面顯示即時的交通狀況。

設置於自行車道上的影像偵測器，由畫面顯示車道上使用狀況，若有緊急事故發生時，亦可藉由畫面的切換達到事件偵測及處理的作用，配合 CMS 資訊可變標誌的應用，使用監測到的影像做決策管理，並將資訊即時傳送道路側 CMS 可變

標誌上，供給用路人做進一步的決策。



圖 7.14 VD 影像式偵測器(網路照片)

行車記錄器(Event Data Recorder, EDR)亦可運用在自行車上，用於記錄駕駛狀態等資訊以便在交通糾紛或意外發生時提供依據，在現代的汽車上普遍設有行車紀錄器，且部分裝置已結合 GPS 導航以及定位功能，然而自行車之行車紀錄器除了記錄駕駛狀況外，亦可透過連線與交通資訊中心做及時的資訊回傳，透過即時影像的顯示，能夠在安全面向上增添保障，亦可達到整體交通管理的作用。



圖 7.15 自行車用行車紀錄器(網路照片)

7.4 ITS 於自行車未來應用方向分析

針對 ITS 於自行車之應用，已於前述小節介紹了目前 ITS 運用在自行車方面的現況，然而至目前為止，在蒐集國外案例的過程中，發現透過智慧化方式來提升自行車之安全性案例雖多，也就是所謂的 VIPS 上的應用，但其提升安全性

的做法仍主要是以自行車的安全設施做規劃建置，較欠缺實際 ITS 智慧化科技之結合，更遑論 ATMS 於自行車上的應用，有鑑於此技術上的失調，是故本節主要的目的為結合國內外現有 ITS 於機動車輛上之應用，探討未來我國發展 ITS 運用在自行車上設備之可行性與相容性，依據 ITS 架構的延伸，持續納入各領域中的元件作發展之探討，以下以條列式方式做介紹。

1. 有聲號誌於自行車之應用

有聲號誌原先主要設置的功能是為提供視覺障礙之行人所使用的號誌資訊設備，可藉由遙控或是觸動方式，以語音、聲響、旋律或振動等方式提供目前之號誌資訊，用以維護視覺障礙者在穿越道路時的安全。

然而自行車的使用者絕大部分並非視覺障礙者，是故在結合應用上就必須做些改變而考量到有聲號誌的另一項功能，也就是所謂的有利提升用路人辨識觸動號誌所在位置之功能，簡單來說若將此項設施運用在自行車觸動號誌上，可以藉由有聲號誌發聲的聲源，提升自行車使用者辨識到觸動號誌的機率，也就不會造成第一時間找不到觸動按鈕的情況發生，結合一些可攜式設備或遙控器，可於接近路口時，由發射器發射信號訊息進行遠端遙控，也就不必下車做按鈕的觸動動作，而語音式有聲號誌於綠燈周期開始時，會進行語音播報，聲響式則透過旋律、鳥鳴或是蟋蟀等蟲聲來表示幹道或支道的綠燈狀況，惟在設計上須考量環境噪音與分貝量的大小，環境吵雜區須使用較大分貝的音量，但卻也必須考量到夜間噪音擾民的現象，是故在設計上可搭配時間區段做音量的調整。



圖 7.16 有聲號誌(高雄)

2. 車輛自動辨識系統

車輛自動辨識系統(Automatic Vehicle Identification, AVI)，是指當車輛通過某一特定地點時，可以不用藉由人工而自動將該輛車的身份辨識出來的技術通稱，其方法透過對車輛之相關資料進行擷取用以辨識其身分，車輛辨識在智慧型運輸系統、交通管理、防治犯罪與車籍資料歸檔等作業中是為相當重要的課

題之一。

在車輛數日益增多的情況下，傳統上以車牌為主要辨識資料並以人力進行管理的方法已不敷使用，因而使得無線車輛辨識系統概念應運而生。然而將其運用在自行車上，則必須又考量到自行車並無牌照車牌的掛設，無法透過舊式機動車輛的影像車牌鎖定畫面做為車牌辨識，遂考量使用非影像式電子車輛辨識技術做搭配較為適宜。在做法上參考國內ETC電子收費方式，可於自行車上加裝電子標籤(Electronic Number Plate Tag)作為辨識依據。依擷取資料技術之不同，分為雷射光與及無線電射頻兩類，雷射光系統之技術原理係利用路側雷射掃瞄器發出之雷射光，掃瞄黏貼於車架或車上單元的條碼標籤以取得車輛資料。不過，由於雷射光系統之條碼本身易於偽造，且系統受天候影響與揚塵頗大，再加上掃瞄器必須與車輛較為靠近等不易克服之缺點，是故選擇無線電射頻系統作為優先考量。

無線電射頻識別電子標籤(RFID)之系統架構可區分為電子標籤(Tag)、讀取器(Reader)、控制電腦及後端資訊系統等四大部分。其中，電子標籤內部存放著一組唯一的識別編號(參見圖7.17)，貼附於自行車物件上，而後電子標籤再透過無線射頻訊號將其識別號傳給讀取器，讀取器透過網路或其他方式將識別號等資料傳送給交通資訊中心。中心遂可將這些所蒐集到的資料作處理，再進一步應用在自行車的即時定位、導引或是旅行時間估算等等先進交通管理策略，甚至也能將辨識偵測到的車輛數，透過類似適應性號誌即時邏輯運算的控制策略，將自行車穿越路口的號誌進行相關調整機制，以提升路口整體的效率及安全性。



圖 7.17 紙質電子標籤(網路照片)

無線電射頻識別電子標籤依據不同的頻段，會有不同的效能與用途，本研究整理出 RFID 於交通領域應用的頻段，參見表 7.2，其中考量自行車之特性與需求，其電子標籤之頻段考量自行車車速及單位時間內通過輛高的情況下，若不考慮成本，應適用於讀取範圍較長、讀取速度較快之高頻段電子標籤做應用。

表 7.2 無線電射頻識別電子標籤於交通應用

頻段	特色	典型應用
125KHz~135KHz	讀取範圍：短至中距離 價格：低價 讀取速度：慢 穩定性：易受干擾	門禁系統 存貨控制 汽車晶片防盜鎖
13.56MHz	讀取範圍：短至中距離 價格：低價 讀取速度：中等 穩定性：易受金屬影響	門禁系統 智慧卡 悠遊卡
433MHz 860~950MHz 2.45GHz	讀取範圍：長距離 價格：高價 讀取速度：快 穩定性：易受水分影響	鐵路車廂監控 道路收費系統 倉儲系統 車隊管理

資料來源：[37]

3. 前後車輛防撞系統

此理念構想源自於自行車後方視角安全始終是一個極大隱憂，自行車與機動車輛的車禍意外大多以後方追撞自行車之案件較為多。在一般自行車並未加裝後照鏡、剎車燈甚至是後車影像偵測顯示的情況下，若僅靠自行車後照閃光燈做為夜間及視線不佳的提醒作用是相當有限的，故本構想欲結合已建置於汽車等機動車輛的汽車自動防撞系統(Auomatic Bump-Shielded System of the Automobile)做為提升此安全方面的設備。汽車防撞系統大致可分為視覺影像式監控及信號採集偵測兩種，由於考量設置影像畫面於自行車上的成本及可行性較低，是故採納信號採集做為設計依據，透過雷達、雷射與聲納等技術，測出後車車速及與後車之距離。經由數據處理系統，對兩車距離及兩車暫態相對速度進行處理後，判斷兩車安全距離，若兩車車距小於安全距離，則數據處理系統會發出指令，以警聲音或閃燈等方式及時提醒駕駛者，現階段防撞技術辨識精確度相當高，可以正確地辨識出後方物體是為障礙物還是動態移動的車輛。

由於自行車的整體性能及構造與機動車輛差別太大，許多技術上的開發需各有考量，比方說大部分的自行車不具電力制動功能，是故在偵測到後方有車輛逼近時，也只能夠透過聲響或是閃光警示，無法做到類似汽機車自動剎停或是自動加減速等制動反應，所以本研究提出僅為理念構想，尚須要充足的實驗及成本考量其中的可行性。

4. 自行車動態即時路況顯示地圖

以臺北市及新北市的自行車使用狀況來看，以專用道而言，雙北的自行車道建置已趨於完善，其佈設的稠密程度亦逐漸攀升；以自行車擁有率及租借服務便利程度來看，現在每一家庭擁有一台以上自行車的比例相當高，再加上臺北市試辦微笑單車的成果優良的條件下，面對迎面而來的自行車相關旅運需求，整體的

服務及設施必須同步跟進。然而自行車車流早已納入交通流量設計考量的一環，參考臺北市即時交通資訊網，將全市主要幹道、次要幹道及巷道街弄皆數值化成電子地圖顯示於介面上，並配合一些設施像是於主要幹道路口的 CCTV 設置、即時影像、CMS 資訊、道路挖掘狀況以及旅行時間推估等等建置，可將臺北市內市區道路即時動態的資訊，以不同顏色的區隔來顯示道路上各路段即時的道路速率分部、壅塞順暢程度，並公佈於網頁介面上供使用者做瀏覽。

本研究構想是否能結合自行車道於動態電子地圖上，做道路速率及壅塞程度之顯示，目前臺北市自行車的部分，僅建置微笑單車租還設置地點與使用狀況之即時電子地圖，並未將自行車專用道上的交通使用狀況做資訊的提供，如圖 7.18。



圖 7.18 臺北市微笑單車租還地點設置圖(網路照片)

若自行車道可比照一般道路速率分部做顯示，提供自行車使用者在出發前做路線選擇的決策，亦可根據現有速率估計的顯示，得知大約的旅行時間，並作適當的旅次規劃。然而若此項設置若具可行性，則必須在自行車道上增設感應偵測器或是監視影像等設備，在經費上無疑地也是一筆龐大的負擔。是故自行車道即時動態路況顯示之建置，尚需透過更為縝密的規劃及績效評估而做更進一步的考量。



圖 7.19 臺北市即時交通資訊網道路速率顯示電子地圖(網路照片)

7.5 小結

本章廣泛地蒐集國內外案例與經驗，針對智慧型運輸系統關於 ATMS 與 VIPS 在自行車方面的結合應用作介紹。在本章一開始，先透過整體智慧型運輸系統架構概念，研擬可能的智慧自行車運輸系統(IBTS)架構。另一方面透過使用者服務單元(User Service, USR)的概念，由使用者需求為觀點，針對目前自行車 VIPS 與 ATMS 應用項目做一歸納與整理。並配合使用者需求，個別建立服務單元與其所對應之產品組合，並以表格的方式做呈現，其中我國 ITS 系統架構裏，對於 VIPS 使用者服務單元的界定，係分為自行車騎士/行人，以及機車騎士兩類，並分別著重於交通安全上的需求做討論，至於 ATMS 的部分，分作交通控制、交通監測事件管理、旅次需求管理與環境影響管理四部分。相關資料其整理如表 7.3。

表 7.3 VIPS 使用者服務單元名稱與服務產品組合

使用者服務單元(USR) 名稱	產品組合	
	服務需求名稱	內容說明
USR-1.1: 自行車穿越安全防護	自行車號誌	顯示自行車目前所屬之路權，並指示其行進或停止，用以防止自行車騎士貿然穿越路口與其他車輛發生衝突。
	自行車倒數計時器	於路口穿越時，顯示剩餘秒數供自行車騎士判斷可否在足夠時間內安全穿越路口，並提高使用者在穿越路口上的信心。
	自行車偵測器調整自行車綠燈延長	需配合偵測器來進行，若已進入穿越道者，判定為可能無法及時通過穿越路口時，即啟動綠燈延長機制。

表 7.3(續) VIPS 使用者服務單元名稱與服務產品組合(續)

使用者服務單元(USR) 名稱	產品組合	
	服務需求名稱	內容說明
USR-1.2: 自行車危險防範支援輔助	嵌入式自行車穿越道燈	係埋設於路面，用以避免在天候狀況不佳、夜間駕車視線不良等狀況發生時，提醒用路人減速並注意前方穿越道。
	自行車專用路口穿越手動觸控裝置	藉由按下觸動控制按鈕，改變交通號誌燈號，將路權分配給穿越道方向之自行車使用者，其目的是為了用以減少幹道車輛無謂停等紅燈之狀況，提升整體效率。
	自行車閃光標誌	於牌面上加裝 LED 燈或是其他閃光裝置牌面，更進一步提高警示效果，於天氣狀況不佳或是視線不良的情況下，可以有效提高明視度。
	發光按鈕	於天氣狀況不佳以及夜晚時具更顯著之效果，此裝置擁有一組按鈕與有色發光燈泡，當自行車騎士使用按鈕後，即會發光以顯示系統已被觸動，且增設提醒標誌以告知使用者目前號誌顯示情形。
USR-1.3: 自行車意外傷害降低	自行車智慧型安全帽	安全帽裝置可感測自行車騎乘者之加減速度、特定動作，或發生事故可以啟動閃光燈或發出含定位資訊之求救訊息。

表 7.4 ATMS 使用者服務單元名稱與服務產品組合

使用者服務單元(USR) 名稱	產品組合	
	服務需求名稱	內容說明
USR-2.1:自行車交通管理	自行車 CMS 資訊可變標誌	透過文字或圖形符號來傳達各項動態的控制或警告訊息給道路使用者，藉以增進道路使用效率，並降低意外事故發生的可能，以達到交通管理的目的。
USR-2.2:自行車交通監測	影像式監控偵測 (CCTV & VD)	藉由監測畫面顯示車道上使用狀況，若有緊急事故發生時，亦可藉由畫面的切換達到事件偵測及處理的作用，並配合 CMS 資訊可變標誌的應用，使用監測到的影像做決策管理。
	行車記錄器 (Event Data Recorder, EDR)	自行車之行車紀錄器除了記錄駕駛狀況外，亦可透過連線與交通資訊中心做及時的資訊回傳，透過即時影像的顯示，能夠在安全面向上增添保障，亦可達到整體交通管理的作用。
USR-2.3:旅次需求管理	自行車定位與路徑導引	駕駛人可透過小單元車載設備或是個人可攜式設備與交通資訊中心做資訊的交換，並得知自行車即時所在位置，以方便決策中心做管理與資訊交流。

資料來源：本研究整理

回顧前述的整理與介紹，就本國的技術水準而言，眾多 ITS 設備的建置其實皆已達離型階段。然而，卻也不難發現絕大部分應用都集中在機動車輛方面，所有滿足現況需求的考量，都以汽機車或是大眾運輸服務為主。

最後，本研究提出概略的建議與檢討，針對所蒐集的國外智慧型自行車案例是否適應本國國情，條列如下。

1. 新型設備之認知與使用上之熟巧度:新穎的設備即便再怎麼先進有效，若在操作上顯得較為繁複瑣碎、或是在使用上很難在短時間內即刻完成所需要的服務，則稱不上是一個良好的設備，以觸動式號誌而言。過去調查資料顯示行人觸動號誌按鈕的設立，雖能夠提升路口穿越上的安全與效率，但往往部分行人未能發覺觸動按鈕的存在。是故 ITS 設備必須建構在清楚明瞭、易懂且便利的條件下，方便使用者使用。

2. 國外技術未必能全盤移植國內:由於各國間的交通組成、地理條件或是風俗民情等差異，若將一套系統直接移植到本國使用，也許未能彰顯效果甚至造成反效果。舉例來說，自行車觸動號誌必須配合一定程度的自行車交通量做設計，以歐洲為例，在政府提倡以及都市道路設計以行人自行車為主的考量下，民眾使用的意願提升，是故自行車使用量相當大，反觀國內目前自行車的使用量雖然在提升，但未達蓬勃發展的程度，是故針對這些設備的建置必須做因地制宜考量。

3. 自行車 ITS 商品較無市場競爭價值:有鑑於需求尚未建立，自行車 ITS 商品的市場顯得較小，其中考量發展時所需的經費成本以及未來的可行性，畢竟以目前自行車發展的階段來看，尚未達到歐美國家之蓬勃程度，是故建設要配合國家發展階段做調整，盼未來能夠盡快步入歐美國家之水平。

4. 未來國內可推動方向:綜觀以上國內外智慧型運輸於自行車方面的應用介紹，不外乎皆將重心放在自行車使用”安全”的面向上，便利性與安全之間的權衡，一直都是交通工程上一個相當難以抉擇的環節，然而再怎麼有效的運具或設施，若存在危險性時，則必須加以捨棄，自行車的使用亦是如此，在人本意識高漲的環境下，自行車使用者本身在複雜的交通組成裡，屬於較為弱勢的族群。有鑑於此，建議將交通管理的概念納入考量，舉例來說，以自行車影像偵測而言，不僅用作事故監測，亦可納入交通管理，應用於旅次統計，以供決策的參考。

第八章 結論與建議

本研究之目的在於改善自行車穿越路口的安全風險，並期待透過有系統的道路設施設置方式達到此一目的。研究首先回顧國內外自行車設施的規劃設計規範及相關研究，透過文獻回顧與評析、再加諸訪問調查法、比較分析法、風險分析法等之綜合應用，搭配國內自行車設施現況的調查與自行車肇事資料分析，以及各類用路人的調查訪談結果，以瞭解現行相關設施之優缺點，提出自行車目前面臨的路口設計議題。再就幾何線型與空間配置、路口號誌、自行車事故型式與地點等進行探討，最後研擬自行車穿越與路口空間、自行車與號誌配置等設施之配置原則。

8.1 結論

1. 各國路口自行車設施設計方式雖不同，但其主要的概念仍在提高自行車被注意程度、降低自行車與其他用路人通行衝突為主。而國內目前的相關規範，欠缺綜合考量自行車之行駛空間、停等空間、左轉設計、自行車與其他用路人衝突降低，以及相關設計對應的路口整體標誌標線號誌設計課題。而過去自行車路口設施的研究，主要從路口與路段的幾何特性來探討自行車設施的設計，較缺乏自行車設施對於路口效率與安全的量化分析。
2. 透過實地調查我國目前的路口自行車設施可知，有關自行車穿越道的課題主要包含：直行自行車與同向右轉機動車衝突、直行自行車與同向左轉機動車衝突、自行車與行人衝突、穿越道影響行人路權等。在自行車左轉待轉設計與停等設計的課題主要包含：自行車與機車啟動延滯不同產生衝突、自行車佔用行人停等空間等。在自行車號誌的課題主要包含：缺乏獨立自行車時制設計、觸動號誌缺乏倒數秒數、觸動號誌缺乏有效的自行車穿越時相等。在自行車標誌標線的課題主要包含：相關標誌標線設計含意不明、誤導自行車騎士對路權的認知等。
3. 由本研究的調查與分析結果，一般用路人較重視自行車穿越道、彩色專用鋪面、夜間照明等設施，而專家學者則較重視自行車穿越道、彩色專用鋪面、自行車停等空間與兩段式左轉。另經由與各地區自行車設施權管單位的訪談顯示，僅部分單位在規劃時會參酌民眾之意見，故未來自行車相關設施的規劃工作，期能增進與一般民眾溝通的機會。
4. 在路口穿越效率調查中發現，對於有自行車穿越道的路口，其穿越效率相對於無穿越道的路口而言，自行車穿越速度較快。而且有自行車穿越道的路口，行人穿越速度的變化相對較低。因此可以得知自行車穿越道之設置，能增加自行車的穿越效率。但是，由於目前設置自行車穿越道時，主要靠縮減

行人穿越道空間來增設自行車穿越道，故對行人穿越效率有降低的效果。

5. 由肇事風險分析的結果可知，當路口設有左轉專用道、中央分隔島時，都可以降低路口的自行車肇事風險。而設有機車待轉區的路口，以及較高的機動車右轉 PCU、機動車右轉轉向比、機動車左轉轉向比，則會增加路口的自行車肇事風險。透過肇事風險分析所得之肇事因子也同時呼應路口交通衝突技術分析中，路口自行車衝突的主要類型。由此分析結果，也顯示路口自行車相關設施之設計的必要性。
6. 本研究提出的路口自行車設施設計準則，主要考慮因素包含：土地使用、近年肇事資料、路口交通特性（左轉、右轉交通量、行人交通量、各類使用者交通量等）、速限、路口幾何特性（車道數、人行道淨寬度）等，由於本研究分析與調查的路口仍以市區為主，針對郊區、遊憩區等地區之路口，其設計方式可由本研究所提出的配置型式配合現場實際情形加以調整。

8.2 建議

1. 由於目前各地的交通設施權管單位可能分散在各地方政府的交通局(處)、建設局(處)、與工務局(處)等單位，且權責單位不一定具備交通安全改善能量。建議未來地方交通機關，設立交通安全專責單位，針對路口交通設施進行整體考量與設計，以提升我國用路人之交通安全環境。
2. 專家學者對於路口自行車穿越道、彩色鋪面、兩段式左轉給予較高的重視程度，此結果也與肇事分析互相呼應。建議未來除了在路口設置自行車相關設施之外，同時應能搭配相關法令的制訂，以提供自行車使用者適當的路權與遵循的法令依據。
3. 在路口自行車設施設置方面，可從土地使用類型作為考慮因素。建議可先以自行車交通量較大的捷運站周邊、學校…等地點優先進行設置，而後逐步擴大設置區域至其他地點，以供自行車安全的騎乘環境。
4. 目前大多數的路口自行車號誌，主要仍以「與行人號誌同亮」之設計為主，但自行車、機動車、行人在啟動延滯與加速度都有顯著差異，若單以標線區隔不同用路人，所達到分流效果仍有侷限。建議未來針對自行車交通量較多的路口，可增加自行車號誌時相之設計，以改善自行車與其他用路人之交通衝突。

參考文獻

- [1] "自行車道系統規劃設計參考手冊(第三版)," 交通部運輸研究所, Ed: 運輸計畫組 民國 99 年.
- [2] "Cycling in the Netherlands," F. Ministerie van Verkeer en Waterstaatt, Ed : 2009.
- [3] 王義川, 許添本, 周榮昌, 王華琪, and 林郁璇, "我國自行車政策之研究," 行政院研考會, Ed., ed, 民國 100 年, pp. 22-24.
- [4] FGSV, "Empfehlungen fuer die Anlage von Hauptverkehrsstrassen-EAHV 93," ed, 1993.
- [5] FGSV, "Empfehlungen fuer planung ,Entwurf Und Betrieb von Radverkehrsanlagen," ed, 1082.
- [6] FGSV, "Empfehlungen fuer Radverkehrsanlagen ERA2010(德國自行車交通設施設計建議規範)," ed, 2010.
- [7] FGSV, "Richtlinien fuer die Anlage von Strassen-RAS," ed, 1996.
- [8] FGSV, "Richtliuien fuer die Bestigung Vou Rad- und Gehuwegeu-Standardous fuehrangen," ed, 1980.
- [9] (1998). *London Cycle Network Design Manual*.
- [10] 黃豐鑑, "日本推動腳踏車使用安全之簡介," ed: 國家政策研究基金會, 民國 97 年.
- [11] "自行車道等設計仕様書," 日本静岡縣道路交通環境安全局, Ed., ed, 民國 95 年.
- [12] "AASHTO Guide for the Planning, Design, and Operation of Bicycle Facilities," A. A. o. S. H. a. T. Officials, Ed. 2010.
- [13] NACTO. (2011). *Urban bikeway Design Guide*.
- [14] (2012). *eco counter website*. <http://www.eco-compteur.com/>.
- [15] "市區道路及附屬工程設計規範 ", 內政部營建署, Ed., ed, 民國 98 年.
- [16] 顏應明, 蘇育賢, 陳盈呈, 戴怡芝, 周依蓉, and 陳麗雯, "都市人本交通規劃設計手冊," ed: 內政部營建署道路工程組, 民國 98 年.
- [17] *道路交通管理處罰條例*, 民國 100 年.
- [18] *道路交通標誌標線號誌設置規則*, 民國 100 年.
- [19] 許添本 and 黃硯聖, "自行車共用道衝突風險指標之研究," 中華民國運輸學會 100 年學術論文國際研討會, 民國 100 年.
- [20] 許添本 and 陳泓宇, "人行道行駛自行車服務水準評估," 中華民國運輸學會 99 年學術論文國際研討會, 民國 99 年.
- [21] 許添本, 林卓漢, 徐培修, 許宏聖, 曾尹嫻, "腳踏車行駛特性之調查分

- 析," 中華民國運輸學會 96 年學術論文國際研討會, 民國 96 年.
- [22] L. Aultman-Hall and M. G. Kaltenecker, "Toronto bicycle commuter safety rates," *Accident Analysis and Prevention*, vol. 31, pp. 675-686, 1999.
 - [23] M. Ben-Akiva, A. Ceder, L.-h. Cheng, and C. M. Liss, "A Methodology For Estimating Traffic Safety Improvement At Intersections," *Journal of Advanced Transportation*, vol. 33, pp. 273-293, 1999.
 - [24] Y. Wang and N. L. Nihan, "Estimating the risk of collisions between bicycles and motor vehicles at signalized intersections," *Accident Analysis and Prevention*, vol. 36, pp. 313-321, 2004.
 - [25] M. Stone and J. Broughton, "Getting off your bike:cycling accidents in Great Britain in 1990-1999," *Accident Analysis and Prevention*, vol. 35, pp. 549-556, 2003.
 - [26] R. Elvik, "The non-linearity of risk and the promotion of environmentally sustainable transport," *Accident Analysis and Prevention*, vol. 41, pp. 849-855, 2009.
 - [27] 許添本 and 李明聰, "地區性道路人車衝突交通安全風險評估模式之建立," *運輸計畫季刊*, vol. 31, pp. 245-266, 民國 91 年.
 - [28] R. O. Phillips, T. Bjornskau, R. Hagman, and F. Sagberg, "Reduction in car-bicycle conflict at a road-cycle path intersection:Evidence of road user adaptation," *Transportation Research Board*, vol. 14, pp. 87-95, 2011.
 - [29] 陳一昌, 黃運貴, 張芳旭, 卓訓榮, 蕭偉政, 王晉元, 王國材, 朱松偉, 李永駿, "臺灣地區發展智慧型運輸系統(ITS)系統架構之研究(I)", 交通部運輸研究所, Ed.鼎漢國際工程顧問股份有限公司:, 民國 90 年.
 - [30] 曾騰輝, 林暉翔, 黃信博, 吳尚旻 "智慧型安全帽及其救援系統 " *亞東學報* 第 30 期, 民國 99 年.
 - [31] 許添本, "機車交通智慧化發展策略," 臺灣地區運輸系統智慧化推動策略研討會, 臺北, 民國 87 年.
 - [32] 李永駿, 王國材, 陳柏君, 陳偉業, 簡益正, "先進弱勢用路人支援輔助系統之示範與建置," 交通部運輸研究所, Ed. 民國 94 年.
 - [33] 張建彥, 張景皓, 張為量, 莊智強, "弱勢用路人之號誌時制設計特性分析," 中華大學,運輸科技與物流管理學系, 民國 97 年.
 - [34] "Bicycle Facilities Planning and Design Handbook," F. D. o. T. S. S. Office, Ed., ed, 2000.
 - [35] L. Transportation Consultants "CITY OF MEMPHIS BICYCLE DESIGN MANUAL," ed, 2008.
 - [36] "Signale_Radverkehr leitfaden," ed: 德國.
 - [37] 涂元光 and 王景弘, "協助交通資訊蒐集之無線射頻識別(RFID)電子標籤技術應用研究," 交通部運輸研究所, Ed. 民國 95 年.

- [38] 楊蕉榕,許添本, "臺北市自行車綱要計畫," 臺北市交通管制工程處, Ed., ed, 民國 101 年.
- [39] "臺北市議會公報," vol. 086 卷, ed: 臺北市議會, 民國 101 年
- [40] 許添本 and 饒智平, "交岔路口肇事風險安全檢核模式之構建與應用," 運輸學刊 vol. 第 9 卷, 民國 86 年.
- [41] 許添本, 交通工程學-現代都市交通工程 (課程講義). 國立臺灣大學工學院土木工程學系, 民國 99 年.
- [42] 許添本, 邱子揚, 楊洵筑, "自行車持有與使用之研究-以中山區和大安區為例," 中華民國運輸學會 99 年學術論文國際研討會, 民國 99 年.
- [43] (民國 96 年). 自行車容易被撞 你不得不小心 Available:
<http://www.co2.taipei.gov.tw/ct.asp?xItem=921599&ctNode=32637&mp=100082>
- [44] 許添本, "自行車推動的 6E 策略," 2011 自行車道系統規劃設計模式及績效管理研討會, 民國 100 年
- [45] 許添本, "我國自行車政策之研究," 行政院研考會, Ed.民國 100 年, pp. 10-20.
- [46] 張開國, 蘇志哲, 林宜達, 王雲霄, 王起祥, 石丸, 林豐福,賴靜慧, "易肇事地點改善作業技術參考手冊," 交通部運輸研究所, Ed. 民國 92 年.
- [47] 許添本, 鄭祺樺, 林哲立, "社區巷道交通寧靜設施評估模式與設置準則之研究," 國科會, Ed. 民國 93 年.
- [48] 道路工程組, "既有市區道路景觀及人行環境改善計畫," 內政部營建署, Ed. 民國 97 年.
- [49] 許添本, "腳踏車交通空間之基本設計原理," 中華道路季刊, vol. 39, p. 13~34, 民國 89 年.
- [50] 許添本, "號誌燈頭設置位置更新之研議," 臺北市政府交通局, Ed. 民國 83 年.
- [51] 道路交通安全規則, 民國 100 年.
- [52] 郭瓊瑩, "臺灣中南東部地區自行車道路網細部規劃研究案," 民國 96 年.
- [53] 許添本, 陳詠泉, "應用 Smeed's Formula 進行道路交通安全之比較分析," presented at the 中華民國第四屆運輸安全研討會, 民國 86 年.
- [54] 林依葶, "都市自行車路徑評估與規劃之研究," 國立臺灣大學工學院土木工程學系, 民國 101 年.
- [55] "98 年自行車使用狀況調查摘要表," 交通部, Ed.民國 98 年
- [56] "<Accessible Public Rights-of-Way.pdf>."
- [57] D. B. Taylor, "ANALYSIS OF TRAFFIC SIGNAL CLEARANCE INTERVAL REQUIREMENTS FOR BICYCLE-AUTOMOBILE MIXED TRAFFIC," *Transportation Research Board*, pp. 13-20, 1993.

- [58] P. E. Sam Peiris, "Bicycle Detection at Signalized Intersections," 2007.
- [59] P. Robert Duckworth, "Combined Ranking Method for Screening Collision Monitoring Locations along Alberta Highways," presented at the 2011 Annual Conference Transportation Association of Canada Edmonton, Alberta, 2011.
- [60] "CYCLE TRACKS:Lessons Learned", P. C. T. E. R. Burchfield, Ed., ed, 2009.
- [61] "Design manual for bicycle traffic," ed, 2011.
- [62] C. V. Zegeer, K. S. Opiela, and M. J. Cynecki, "EFFECT OF PEDESTRIAN SIGNALS AND SIGNAL TIMING ON PEDESTRIAN ACCIDENTS," *Transportation Research Record*, pp. 62-72, 1982.
- [63] F. H. A. t. t. U. o. N. Carolina and H. S. R. Center, "An Evaluation of a Crosswalk Warning System Utilizing In-Pavement Flashing Lights," S. o. C. O. o. T. Safety, Ed., ed, 1998.
- [64] D. FLOWERS and T. R. WARNE, "Guide for the development of bicyclities facilities," a. association, o. s. h. and, and t. officials, Eds., ed, 1999.
- [65] R. H.etc, "Handbuch fuer Radverikehrsanlagen OTTO ELSNER Verl," 1986.
- [66] *Intermodal Surface Transportation Efficiency Act*, 1991.
- [67] "Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways," U. S. D. o. Transportation, Ed., ed, 2009, pp. 789-816.
- [68] "Mn/DOT Bikeway Facility Design Manual," M. S. D. o. Transportation, Ed., ed, 2007.
- [69] "<NOTICE OF AVAILABILITY OF DRAFT PUBLIC RIGHTS-OF-WAY ACCESSIBILITY GUIDELINES.pdf>."
- [70] H.-V. B. f. Schadenverhuetung, "Radverkehr," ed, 1991
- [71] A. Wachtel and D. Lewiston, "Risk Factors for Bicycle-Motor Vehicle Collisions at Intersections," *Institute of Transportation Engineers*, pp. 30-35, 1994
- [72] A. Wachtel, J. Foreste, and D. Pelz, "Signal Clearance Timing for Bicyclists," *ITE*, vol. 65, pp. 38-45, 1995-3.
- [73] "WISCONSIN BICYCLE FACILITY DESIGN HANDBOOK," W. D. O. TRANSPORTATION, Ed. 2004.

附錄 1 用路人問卷

交通部運輸研究所
智慧化號誌路口自行車交通管理調查問卷

調查員姓名 _____： 調查日期 101年__月__日週__： 調查時間 _____ 問卷編號 _____：

您好：

爲了解自行車騎乘於路口之交通安全問題，做爲未來改善、提升路口自行車騎乘之安全與效率爲目標，特製作本問卷。本問卷爲學術研究不具任何商業用途，請您依實際經驗與個人認知，回答下列所有的問題，並在適當□打√，感謝您撥冗填寫！

研究單位：台大土木所交通組
委託單位：交通部運輸研究所

調查地點爲_____路與_____路交岔口，

調查對象所使用的交通工具爲□(1) 自行車□(2) 汽車□(3) 機車 □(4)步行

一、自行車(非自行車者由第二項填起)：

1.請問您本次使用自行車最主要的目的爲：

- (1)通勤 □(2)通學 □(3)觀光旅遊 □(4)運動健身 □(5)購物社交
□(6)其他_____

2.本次共計騎乘（或預計騎乘）多久的時間：

- (1)10 分鐘以內□(2)11-20 分鐘以內□(3)21-30 分鐘以內
□(4)31-40 分鐘以內 □(5)41 分鐘-50 分鐘以內 □(6)51-60 分鐘以內
□(6)其他_____

3.請問您所騎乘的自行車來源爲：

- (1)自備□(2)租借 □(3)住宿地點提供 □(4)旅行社提供
□(5)其他_____

二、各種交通工具之使用者(請勾選以下個問題所用何者運具的角度來看問題，
例如您以汽駕駛者角度來看，則勾選汽車，然後續答下列問題：

自行車□、汽車□、機車□及步行□)

4-1.您覺得本路口整體安全程度：

- (1)極危險□(2)危險 □(3)普通 □(4)安全 □(5)非常安全

4-2. 您覺得本路口整體效率程度:

☐ (1)非常無效率 ☐ (2)無效率 ☐ (3)普通 ☐ (4)方便 ☐ (5)非常方便

4-3. 整體而言您對本路口滿意程度為：

☐ (1)非常不滿意 ☐ (2)不滿意 ☐ (3)普通 ☐ (4)滿意 ☐ (5)很滿意

4-4. 請問您是否知道自行車於路口處須兩段式左轉：☐ (1) 知道 ☐ (2)不知道

5. 您覺得本路口缺乏哪些自行車交通設施與管理，並建議未來應優先設置：(請填 _____)

入排序 1>2>3>4>5，至少須到 5)

- ☐ (1)路口自行車穿越道 ☐ (2)路邊自行車道
- ☐ (3)人行道上的自行車道 ☐ (4)顏色醒目的自行車專用鋪面
- ☐ (5)庇護島，讓行人及自行車騎士穿越路口時能臨時暫停以作為庇護之用
- ☐ (6)自行車夜間照明設備
- ☐ (7)自行車兩段式左轉設計 ☐ (8)自行車專用號誌(紅綠燈)
- ☐ (9)自行車(綠燈)保護時相(保護自行車路口通行之安全)
- ☐ (10)路口資訊導引指示標誌 ☐ (11)自行車停止線
- ☐ (12)自行車停等空間 ☐ (13)自行車停等路線設計
- ☐ (14)自行車待轉空間 ☐ (15)其他 _____
- ☐ (16)不缺乏任何自行車交通設施與管理

6. 您覺得本路口自行車交通穿越設施的安全等級及其重要性為何：_____

路口自行車交通穿越設施 之安全程度及其重要性為何?	您認為此項目對自行車 行駛的安全程度為何?					此項目對於交叉口自行 車安全的重要性為何?				
	極 危 險	危 險	普 通	安 全	極 安 全	極 不 重 要	不 重 要	普 通	重 要	極 重 要
1. 自行車在此路口穿越的安全程度為何? (不會與其他車輛、行人或道路設施衝撞)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 自行車在接近路口的路邊車道行駛的安全程度為 何?(不會與其他車輛、行人或道路設施衝撞)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. 自行車騎乘在此人行道的安全程度為何? (不會撞到其他自行車、行人或道路設施)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. 自行車在此路口穿越時，其中央分隔設施(島)可供 自行車臨時停等之安全情形為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. 自行車在此路口安全進行兩段式左轉空間的安全程	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

路口自行車交通穿越設施 之安全程度及其重要性為何?	您認為此項目對自行車 行駛的安全程度為何?					此項目對於交叉口自行 車安全的重要性為何?				
	極 危 險	危 險	普 通	安 全	極 安 全	極 不 重 要	不 重 要	普 通	重 要	極 重 要
度?(不會撞到其他車輛、行人或道路設施)										
6.自行車在此路口停等時，可以安全停等於停止線後方的安全程度為何?(不會受到其他行駛或停等車輛的威脅)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.當自行車較多時，在此路口有足夠大小的自行車安全停等空間的安全程度為何?(不會受到其他行駛或停等車輛的威脅)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.自行車在路口轉彎時有明顯的待轉路線可供自行車依循的安全程度為何?(轉彎時不會受到其他車輛的威脅)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.自行車在此路口自行車專用路面，以供安全行駛的安全程度為何?(以避免自行車與其他車輛產生衝突) 此路口是否有專用道? <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 此一專用道的路面若有顏色更安全? <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.此路口交通號誌(紅綠燈)可確保自行車安全穿越，其安全程度為何?(避免與汽機車、行人產生衝突)(若無專用號誌一般較危險)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.您認為路口是否應設有指示牌(標誌)以安全導引自行車騎乘的安全?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. 您認為此路口的照明設備是否可供自行車夜間安全騎乘的安全程度為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. 您認為此路口的路側設施(消防栓、電信/電力設施、植栽、公車站、停車格)是否對自行車騎乘造成安全威脅?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. 您認為自行車在此路口使否可清楚看清左右來車，其安全程度為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15.您認為自行車穿越路口時是否受人行道的高度差的威脅，其安全程度為何?(沒有阻礙或不會摔倒)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16.行人交通量對自行車騎乘的安全威脅如何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17.自行車交通量對自行車騎乘的安全威脅如何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18.汽車交通量對自行車騎乘的安全威脅如何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.機車交通量對自行車騎乘的安全威脅如何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

路口自行車交通穿越設施 之安全程度及其重要性為何?	您認為此項目對自行車 行駛的安全程度為何?					此項目對於交叉口自行 車安全的重要性為何?				
	極 危 險	危 險	普 通	安 全	極 安 全	極 不 重 要	不 重 要	普 通	重 要	極 重 要
20.公車/貨車交通量對自行車騎乘的安全威脅如何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21.路口左右轉車量對自行車騎乘的安全威脅如何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. 您覺得本路口自行車交通設施的效率等級及其重要性為何:_____

路口自行車交通穿越設施 之效率程度及其重要性為何?	您認為此項目對自行車 行駛的效率程度為何?					您認為此項目對於自行 車在交叉口效率影響的 重要程度為何?				
	極 無 效 率	無 效 率	普 通	有 效 率	極 有 效 率	很 不 重 要	不 重 要	普 通	重 要	很 重 要
1.自行車在此路口是否有提供自行車專用穿越空間_____ 可利自行車快速通行與穿越，不須剎車及左顧右盼的 效率程度為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.自行車在此路口的路邊車道自行車是否可快速騎_____ 乘，不須剎車及左顧右盼的效率程度為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.自行車若行駛在人行道上可以快速通行，不受行人 干擾，不須剎車及左顧右盼的效率程度為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.此路口有中間庇護島可供自行車臨時暫停，不受其 他車輛干擾(有此設施才填寫)的效率程度為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.此路口可供自行車有效率地兩段式左轉(待轉)，不 須剎車及左顧右盼的效率程度為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.路口的交通號誌(紅綠燈)可供自行車有效地穿越，____ 不須猶豫的效率程度為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.路口具備足夠有效的自行車停等空間，其效率程度 為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.從效率來看自行車在此是否有自行車專用路面，可 供自行車有效快速通行與穿越路口，其效率程度為 何? 此專用路面若有顏色是否會更有效率? <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.路口是否有提供有效的指標(告示牌)以供自行車____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

路口自行車交通穿越設施 之效率程度及其重要性為何?	您認為此項目對自行車 行駛的效率程度為何?					您認為此項目對於自行 車在交叉口效率影響的 重要程度為何?				
	極 無 效 率	無 效 率	普 通	有 效 率	極 有 效 率	很 不 重 要	不 重 要	普 通	重 要	很 重 要
快速通行與穿越路口，其效率程度為何?										
11. 自行車於此路口停等時，是否可明確有效的停在停止線處，其效率程度為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12.此路口有夜間照明設施可方便自行車騎乘，其效率程度為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.道路左右視線清晰可供自行車快速騎乘 不須剎車，及左顧右盼的效率程度為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12.此路口路面具有無阻礙坡度可供自行車快速騎乘與穿越的效率程度為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13.此路口具有汽機車分隔設施可供自行車快速騎乘，不受其他車輛干擾	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17.此路口的行人交通量對自行車騎乘的干擾之下，自行車的效率為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18.此路口的自行車交通量對自行車騎乘的干擾之下，自行車的效率為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.此路口的汽車交通量對自行車騎乘的干擾之下，自行車的效率為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20.此路口的機車交通量對自行車騎乘的干擾之下，自行車的效率為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21.此路口的公車/貨車交通量對自行車騎乘的干擾之下，自行車的效率為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22.此路口左右轉車量對自行車騎乘的干擾之下，自行車的效率為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 1.性別：☐ (1)男 ☐ (2)女
- 2.年齡：☐ (1)10~15 歲 ☐ (2)16~20 歲 ☐ (3)21~30 歲 ☐ (4)31~40 歲
☐ (5)41~50 歲 ☐ (6) 51~65 歲 ☐ (7)65 歲以上
- 3.職業：
☐ (1)家管 ☐ (2)工 ☐ (3)商 ☐ (4)公教 ☐ (5)農
☐ (6)服務業 ☐ (7)學生(國小/國中/高中/大學) ☐ (8)其他
- 4.平均月收入：
☐ (1)20000 元以下 ☐ (2)20001~40000 元 ☐ (3)40001~60000 元
☐ (4)60001~80000 元 ☐ (5)80000 元以上
- 5.自己是否有自行車：☐ (1)是 ☐ (2)否
- 6.現在的居住縣市為：
(1)☐ 新北市 (2)☐ 台北市 (3)☐ 宜蘭縣 (4)☐ 花蓮縣 (5)☐ 台東縣
(6)☐ 基隆市 (7)☐ 桃園縣 (8)☐ 苗栗縣 (9)☐ 新竹縣 (10)☐ 新竹市
(11)☐ 台中市 (12)☐ 彰化縣 (13)☐ 雲林縣 (14)☐ 南投縣 (15)☐ 嘉義縣
(16)☐ 嘉義市 (17)☐ 台南市 (18)☐ 高雄縣 (19)☐ 高雄市 (20)☐ 金門縣
(21)☐ 澎湖縣 (22)☐ 福建省連江縣(23)☐ 其他 (☐ 外國)
- 7.請問您使用自行車的頻率？
☐ (1)一週騎乘 3 次以上 ☐ (2)一週騎乘 1~3 次 ☐ (3)一個月騎乘 1 次
☐ (4)三個月騎乘 1 次 ☐ (5)三個月以上騎乘 1 次 ☐ (6)不曾使用
- 8.請問您平均每次騎乘自行車的時間為？
☐ (1)0-10 分鐘以內 ☐ (2)11-15 分鐘以內 ☐ (3)16-30 分鐘以內
☐ (4)31-45 分鐘以內 ☐ (5) 45-60 分鐘以內 ☐ (6)其他_____
- 9.請問您最常使用自行車的目的為？
☐ (1)通學通勤 ☐ (2)觀光旅遊 ☐ (3)運動健身 ☐ (4)購物社交 ☐ (5)其他_____

附錄 2 專家問卷

智慧化號誌路口自行車交通管理調查問卷

鈞鑒

您好：

素仰 您對於我國自行車交通管理學養豐富，懇請撥冗填答問卷。

本問卷目的為增進號誌化路口自行車交通管理績效，了解現有交叉口自行車設施的安全與效率水準以及自行車號誌燈箱設計、自行車道鋪面顏色設計之替選方案評估，了解各評估準則相對重要性與各替選方案在各準則評分，做為未來改善的參考。礙於時間與經費限制，故致上薄酬500元，懇請專家學者於 月 日前，填寫收據並連同問卷寄回。再次感謝您於百忙中填答此問卷。本問卷為學術研究不具任何商業用途，請您依實際經驗與個人認知，回答下列所有的問題，並在適當☐打勾，感謝您撥冗填寫！

研究單位：台大土木所交通組

委託單位：交通部運輸研究所

計畫主持人：許添本敬上

平時所使用的交通工具為 ☐ (1)自行車 ☐ (2)汽車 ☐ (3)機車 ☐ (4)步行，
接駁搭乘 ☐ (5)捷運 ☐ (6)公車 ☐ (7)其他
(若選捷運或公車者則在(1)到(4)中勾選到達車站方式)

第一部分、路口自行車交通問題調查

1. 您覺得目前我國交叉口應優先設置哪些自行車交通管理設施：
(請填入排序 1>2>3>4>5，至少須到 5)
2. 整體看來，您覺得目前我國交叉口的自行車交通穿越設施的安全等級及您認為此設施的重要性為何：

路口自行車交通穿越設施之安全程度及其重要性為何?	您認為此項目對自行車行駛的安全程度為何?					此項目對於交叉口自行車安全的重要性為何?				
	極危險	危險	普通	安全	極安全	極不重要	不重要	普通	重要	極重要
1.自行車在 <u>路口穿越</u> 的安全程度為何? (不會與其他車輛、行人或道路設施衝撞)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.自行車在接近路口的 <u>路邊車道行駛</u> 的安全程度為何?(不會與其他車輛、行人或道路設施衝撞)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.自行車騎乘在 <u>人行道的</u> 安全程度為何? (不會撞到其他自行車、行人或道路設施)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- ☐ (1)路口自行車穿越道
 ☐ (2)路邊自行車道
☐ (3)人行道上的自行車道
 ☐ (4)顏色醒目的自行車專用鋪面
☐ (5)底護島，讓行人及自行車騎士穿越路口時能臨時暫停以作為底護之用
☐ (6)自行車夜間照明設備
☐ (7)自行車兩段式左轉設計
 ☐ (8)自行車專用號誌(紅綠燈)
☐ (9)自行車(綠燈)保護時相(保護自行車路口通行之安全)
☐ (10)路口資訊導引指示標誌
 ☐ (11)自行車停止線
☐ (12)自行車停等空間
 ☐ (13)自行車停等路線設計
☐ (14)自行車待轉空間
 ☐ (15)其他_____
- ☐ (16)不缺乏任何自行車交通設施與管理

4.自行車在路口穿越時，其 <u>中央分隔設施</u> (島)可供自行車臨時停等之安全情形為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.自行車在路口安全進行 <u>兩段式左轉空間</u> 的安全程度?(不會撞到其他車輛、行人或道路設施)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.自行車在路口停等時，可以 <u>安全停等於停止線</u> 後方的安全程度為何?(不會受到其他行駛或停等車輛的威脅)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.當自行車較多時，在路口有 <u>足夠大小的自行車安全停等空間</u> 的安全程度為何?(不會受到其他行駛或停等車輛的威脅)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.自行車在路口 <u>轉彎時有明顯的待轉路線</u> 可供自行車依循的安全程度為何?(轉彎時不會受到其他車輛的威脅)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.自行車在路口 <u>自行車專用路面</u> ，以供安全行駛的安全程度為何?(以避免自行車與其他車輛產生衝突)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.路口 <u>交通號誌(紅綠燈)</u> 可確保自行車安全穿越，其安全程度為何?(避免與汽機車、行人產生衝突)(若無專用號誌一般較危險)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.您認為路口是否應 <u>設有指示牌(標誌)</u> 以安全導引自行車騎乘的安全?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. 您認為 <u>路口的照明設備</u> 是否可供自行車夜間安全騎乘的安全程度為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. 您認為 路口的路側設施 (消防栓、電信/電力設施、植栽、公車站、停車格)是否對自行車騎乘造成安全威脅?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. 您認為自行車在路口使否可 清楚看清左右來車 ，其安全程度為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. 您認為自行車穿越路口時是否受 人行道的高度差 的威脅，其安全程度為何?(沒有阻礙或不會摔倒)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. 行人交通量 對自行車騎乘的安全威脅如何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. 自行車交通量 對自行車騎乘的安全威脅如何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. 汽車交通量 對自行車騎乘的安全威脅如何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. 機車交通量 對自行車騎乘的安全威脅如何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. 公車/貨車交通量 對自行車騎乘的安全威脅如何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. 路口左右轉車量 對自行車騎乘的安全威脅如何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. 整體看來，您覺得目前我國交叉口自行車交通設施的效率水準及您認為此設施的重要性為何：

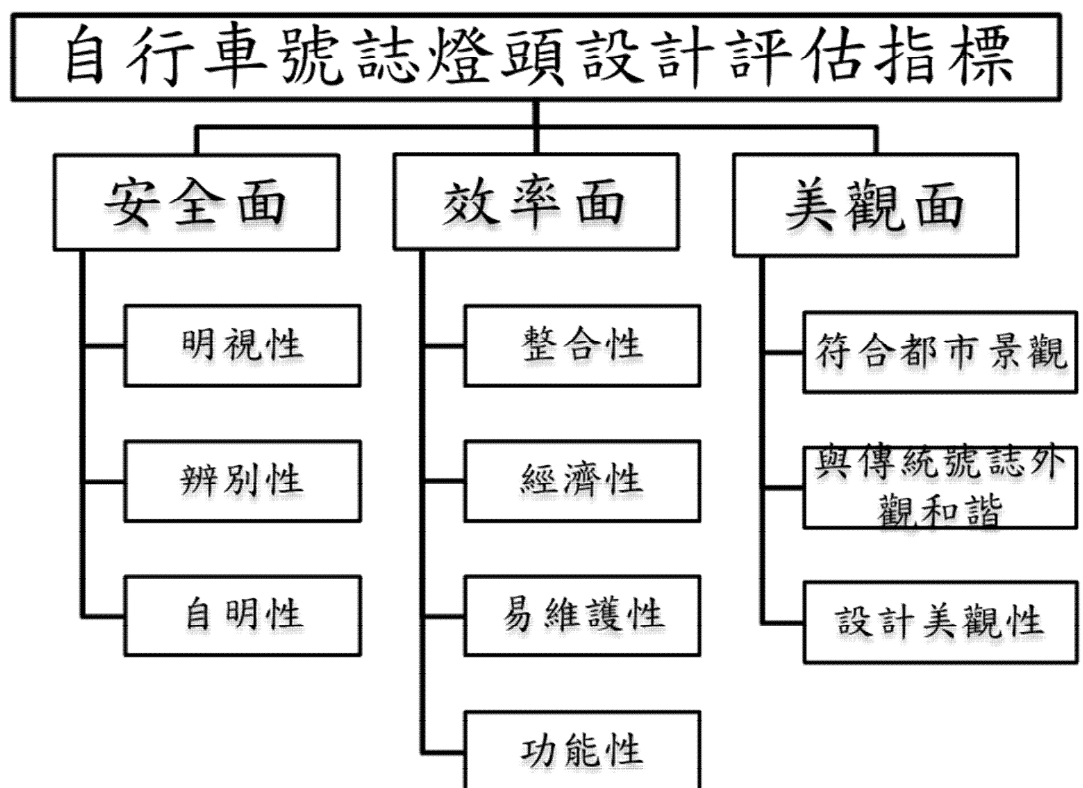
路口自行車交通穿越設施之效率水準及其重要性為何?	您認為此項目對自行車行駛的效率程度為何?					您認為此項目對於自行車在交叉口效率影響的重要程度為何?				
	極無效率	無效率	普通	有效率	極有效率	極不重要	不重要	普通	重要	極重要
1. 自行車在路口是否有提供	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

自行車專用穿越空間可利自行車快速通行與穿越，不須剎車及左顧右盼的效率水準為何？										
2.自行車在路口的路邊車道自行車是否可快速騎乘，不須剎車及左顧右盼的效率水準為何？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.自行車若行駛在人行道上可以快速通行，不受行人干擾，不須剎車及左顧右盼的效率水準為何？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.路口有中間庇護島可供自行車臨時暫停，不受其他車輛干擾的效率水準為何？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.路口可供自行車有效率地兩段式左轉(待轉)，不須剎車及左顧右盼的效率水準為何？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.路口的交通號誌(紅綠燈)可供自行車有效地穿越，不須猶豫的效率水準為何？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.路口具備足夠有效的自行車停等空間，其效率水準為何？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.從效率來看自行車在有自行車專用路面，可供自行車有效快速通行與穿越路口，其效率水準為何？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.路口有提供有效的指標(告示牌)以供自行車快速通行與穿越路口，其效率水準為何？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. 自行車於路口停等時，是否可明確有效的停在停止線處，其效率水準為何？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.路口有夜間照明設施可方便自行車騎乘，其效率水準為何？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12.道路左右視線清晰可供自	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

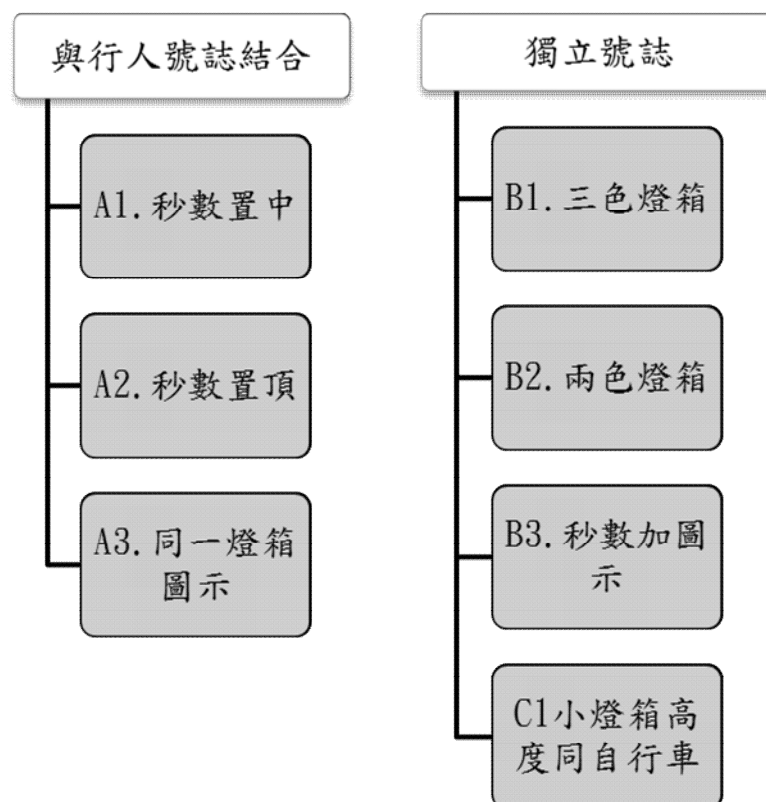
行車快速騎乘 不須刹車，及左顧右盼的效率水準為何?										
13.路口路面具有 <u>無阻礙坡度</u> 可供自行車快速騎乘與穿越的效率水準為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14.路口具有 <u>汽機車分隔設施</u> 可供自行車快速騎乘，不受其他車輛干擾?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15.路口的 <u>行人交通量</u> 對自行車騎乘的干擾之下，自行車的效率水準為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16.路口的 <u>自行車交通量</u> 對自行車騎乘的干擾之下，自行車的效率水準為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17.路口的 <u>汽車交通量</u> 對自行車騎乘的干擾之下，自行車的效率水準為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18.路口的 <u>機車交通量</u> 對自行車騎乘的干擾之下，自行車的效率水準為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.路口的 <u>公車/貨車交通量</u> 對自行車騎乘的干擾之下，自行車的效率水準為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20.路口 <u>左右轉車量</u> 對自行車騎乘的干擾之下，自行車的效率水準為何?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

第二部分、交叉口自行車號誌燈頭型式評選準則權重評分問卷

以自行車號誌設計而言，包含的評估指標可以下架構圖表示：



自行車號誌燈頭設計之替選方案說明



A1. 秒數置中圖示

A2. 秒數置頂圖示

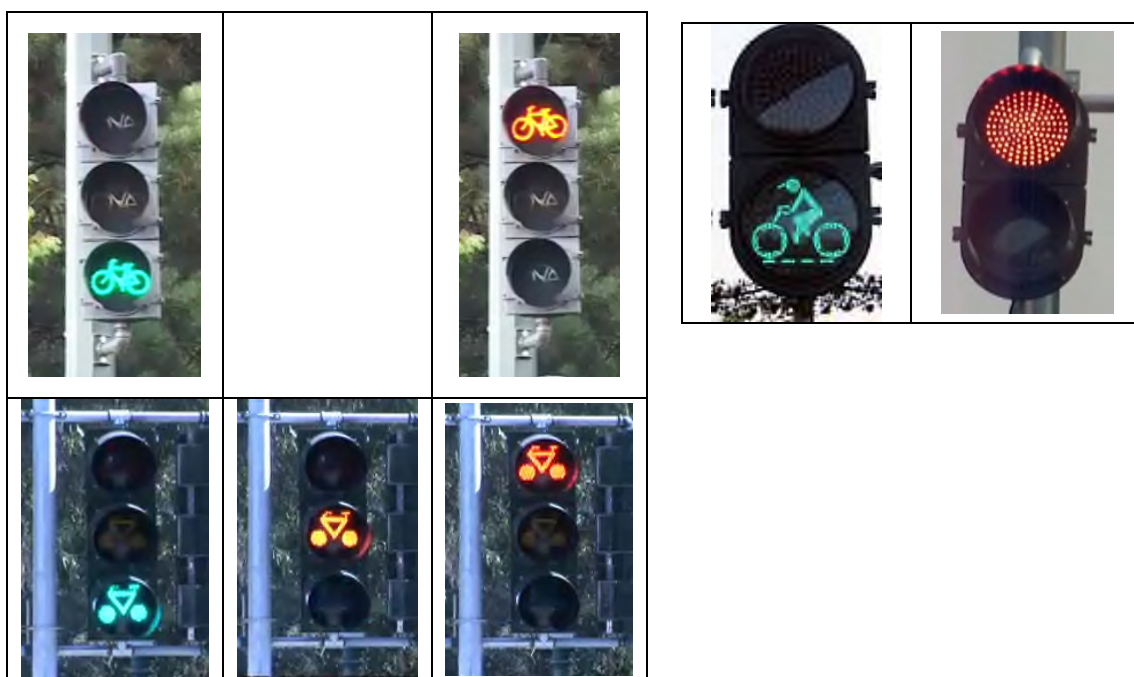
A3. 同一

燈箱圖示



B1. 三色燈箱圖示

B2. 兩色燈箱圖示



B3. 秒數加圖示

C1. 小燈箱高度同自行車



2.1 號誌燈頭型式評選準則權重評估填答釋例：

對自行車號誌燈頭設計而言，其安全面可考慮的因素眾多，以其中兩個因素為例，「明視性」與「辨別性」。如果您認為「辨別性」的重要性頗強於「明視性」，則請您在右方的『頗強（5）』打「✓」，如下所示：

	絕對		極對		頗對		稍對		等對		稍對		頗對		即對		絕對	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
明視性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	辨別性

2.2 交叉口自行車號誌燈頭型式評選準則得分評估填答釋例：

對自行車號誌燈頭設計而言，假設以 A1.兩點式之評分為例，以 1 分最差、10 分最佳為基準之下，如果您認為此方案之「明視性」表現為 7 分的話，即在 7 分的地方畫圈，其他如「辨別性」3 分，「自明性」6 分，如下所示：

2.3 自行車號誌燈頭設計之替選方案評估問卷

(一)各項準則之間相對重要性評估

1. 對自行車號誌而言，您認為下列三因素之相對重要性如何？

評估要素說明：

(1)「安全面」定義為：不易與傳統號誌混淆誤判，可讓使用者

可以看得清楚，明確知曉燈頭欲傳達之訊息。

(2)「效率面」定義為：易與傳統號誌整合，在號誌設計的功能上、經濟上，能以最小成本達到最大效益。

(3)「美觀面」定義為：能融入周圍環境，在外觀設計上本身兼具美感。

	絕對		極對		頗對		稍對		等對		稍對		頗對		極對		絕對	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
安全面	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	效率面
安全面	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	美觀面
效率面	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	美觀面

2. 對自行車號誌的安全面而言，您認為下列四因素之相對重要性如何？

「安全面」之評估要素說明：

(1)「明視性」定義為：能讓使用者看得清楚燈頭之亮度、顏色、形狀等。

(2)「辨別性」定義為：易與傳統紅綠燈號誌作區別，不同的用路人不容易混淆。

(3)「自明性」定義為：能簡易明確地、易於表達地傳達指示給自行車使用者。

	絕對		極對		頗對		稍對		等對		稍對		頗對		極對		絕對	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
明視性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	辨別性
明視性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	自明性
辨別性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	自明性

3. 對自行車號誌的效率面而言，您認為下列四因素之相對重要性如何？

「效率面」之評估要素說明：

(1)「功能性」定義為：能否有效地傳達停、開、或注意等正確訊息給使用者。

(2)「經濟性」定義為：能否以最小成本完成製造、施工、營運，例如能用較少燈頭數傳達足夠訊息。

(3)「整合性」定義為：易與傳統號誌整合與組裝，不需拆卸傳統號誌。

(4)「易維護性」定義為：維修是否容易，例如零件易拆卸等等。

	絕對		極對		頗對		稍對		等對		稍對		頗對		極對		絕對	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
功能性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	經濟性
功能性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	整合性
功能性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	易維護性
經濟性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	整合性
經濟性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	易維護性
整合性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	易維護性

4. 對自行車號誌的美觀面而言，您認為下列四因素之相對重要性如何？

「美觀面」之評估要素說明：

(1)「符合都市景觀」定義為：能否融入都市原本之風格、景觀。

(2)「與傳統號誌外觀和諧」定義為：考慮外觀上自行車號誌能否與傳統號誌整合。

(3)「設計美觀性」定義為：單純考慮自行車號誌燈頭本身設計的是否美觀。

	絕對		極對		頗對		稍對		等對		稍對		頗對		極對		絕對	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
符合都市景觀	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	與傳統號誌外觀和諧
符合都市景觀	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	設計美觀性
與傳統號誌外觀和諧	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	設計美觀性

(二) 替選方案之評分

A1. 秒數置中 		極差											極佳
安全面	明視性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	辨別性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	自明性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
效率面	整合性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	經濟性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	易維護性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	功能性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
美觀面	符合都市景觀	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	與傳統號誌外觀和諧	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	設計美觀性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		

 A2. 秒數置頂		極 差									極 佳
安全面	明視性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	辨別性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	自明性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
效率面	整合性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	經濟性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	易維護性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	功能性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
美觀面	符合都市景觀	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	與傳統號誌外觀和諧	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

 A3. 同一燈箱		極 差									極 佳
安全面	明視性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	辨別性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	自明性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
效率面	整合性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	經濟性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	易維護性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	功能性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

美觀面	符合都市景觀	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	與傳統號誌外觀和諧	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	設計美觀性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

B1. 三色燈箱		極差									極佳
											
安全面	明視性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	辨別性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	自明性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
效率面	整合性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	經濟性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	易維護性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	功能性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
美觀面	符合都市景觀	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	與傳統號誌外觀和諧	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	設計美觀性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

B2. 兩色燈箱		極差									極佳
											
安全面	明視性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	辨別性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	自明性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

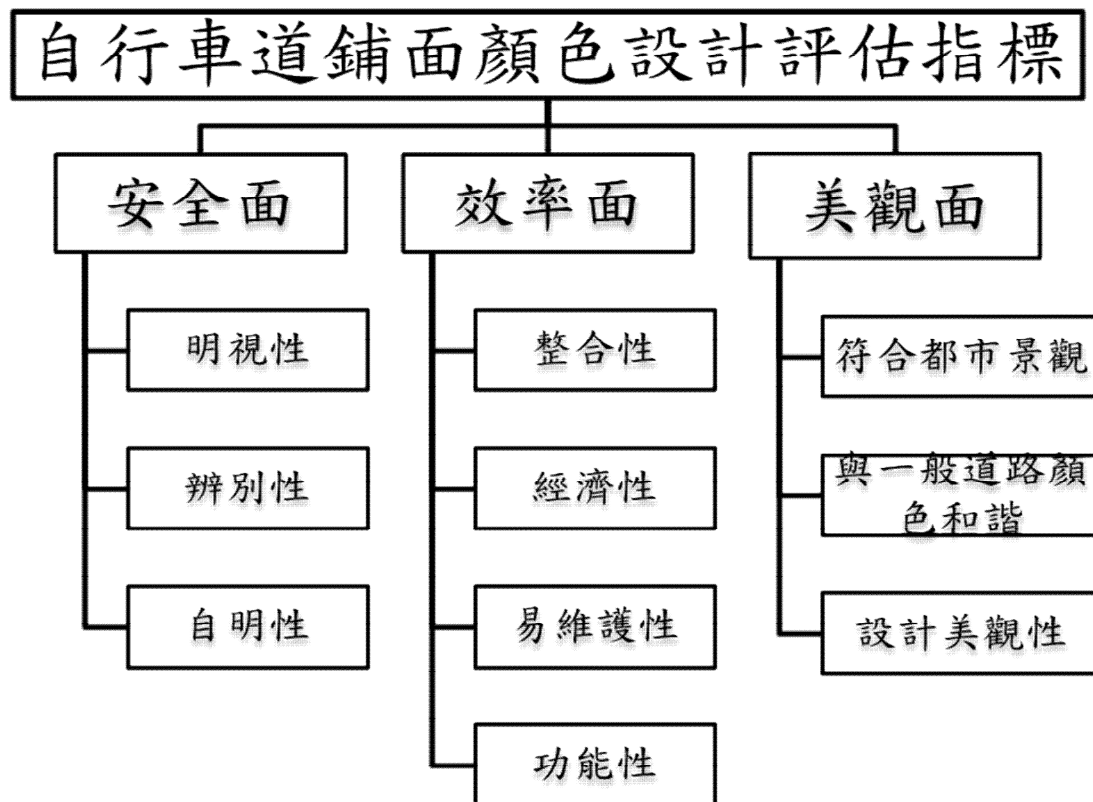
效率面	整合性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	經濟性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	易維護性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	功能性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
美觀面	符合都市景觀	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	與傳統號誌外觀和諧	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	設計美觀性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

B3 秒數加圖示 		極差									極佳
安全面	明視性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	辨別性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	自明性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
效率面	整合性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	經濟性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	易維護性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	功能性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
美觀面	符合都市景觀	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	與傳統號誌外觀和諧	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	設計美觀性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

C1. 小燈箱 		極 差									極 佳
安全面	明視性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	辨別性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	自明性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
效率面	整合性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	經濟性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	易維護性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	功能性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
美觀面	符合都市景觀	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	與傳統號誌外觀 和諧	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	設計美觀性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

第三部分、自行車道鋪面顏色評選準則權重評分問卷

以自行車號誌設計而言，包含的評估指標可以下架構圖表示：



自行車道鋪面顏色設計之替選方案說明



	
C.綠色	D.草綠色
	
E.藍色	

3.1 自行車道鋪面設計之替選方案評估問卷

(一)各項準則之間相對重要性評估

1. 對自行車道鋪面顏色而言，您認為下列三因素之相對重要性如何？

評估要素說明：

(1)「安全面」定義為：不易與傳統號誌混淆誤判，可讓使用者可以看得清楚，明確知曉自行車道欲傳達之訊息。

(2)「效率面」定義為：易與一般道路整合，在自行車道的功能上、經濟上，能以最小成本達到最大效益。

(3)「美觀面」定義為：能融入周圍環境，在外觀設計上本身兼具美感。

	絕對		極對		頗對		稍對		等對		稍對		頗對		極對		絕對	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
安全面	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	效率面
安全面	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	美觀面
效率面	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	美觀面

2. 對自行車道鋪面顏色的安全面而言，您認為下列四因素之相對重要性如何？

「安全面」之評估要素說明：

(1)「明視性」定義為：能讓使用者看得清楚自行車道之顏色、路線導引等。

(2)「辨別性」定義為：易與傳統一般道路作區別，不同的用路人不容易混淆。

(3)「自明性」定義為：能簡易明確地、易於表達地傳達指示給自行車使用者。

	絕對		極對		頗對		稍對		等對		稍對		頗對		極對		絕對	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
明視性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	辨別性
明視性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	自明性
辨別性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	自明性

3. 對自行車道鋪面顏色的效率面而言，您認為下列四因素之相對重要性如何？

「效率面」之評估要素說明：

(1)「功能性」定義為：能否有效地傳達自行車專用之正確訊息給使用者。

(2)「經濟性」定義為：能否以最小成本完成製造、施工、營運，例如用較符合需求的路線傳達足夠訊息。

(3)「整合性」定義為：易與傳統一般道路整合，不需挖除現有

道路。

(4)「易維護性」定義為：維修是否容易，例如易於維修磨損等等。

	絕對		極對		頗對		稍對		等對		稍對		頗對		極對		絕對	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
功能性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	經濟性
功能性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	整合性
功能性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	易維護性
經濟性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	整合性
經濟性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	易維護性
整合性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	易維護性

4. 對自行車道鋪面顏色的美觀面而言，您認為下列四因素之相對重要性如何？

「美觀面」之評估要素說明：

(1)「符合都市景觀」定義為：能否融入都市原本之風格、景觀。

(2)「與一般道路顏色和諧」定義為：考慮外觀上自行車道顏色能否與一般道路整合。

(3)「設計美觀性」定義為：單純考慮自行車道顏色本身設計的是否美觀。

	絕對		極對		頗對		稍對		等對		稍對		頗對		極對		絕對	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
符合都市景觀	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	與一般道路顏色和諧
符合都市景觀	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	設計美觀性
與一般道路顏色和諧	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	設計美觀性

(二) 替選方案之評分

A. 磚 紅 色		極 差									極 佳
安全面	明視性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	辨別性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	自明性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
效率面	整合性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	經濟性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	易維護性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	功能性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
美觀面	符合都市景觀	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	與一般道路顏色和諧	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	設計美觀性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

B. 黃 色		極 差									極 佳
安全面	明視性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	辨別性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	自明性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

效率面	整合性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	經濟性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	易維護性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	功能性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
美觀面	符合都市景觀	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	與一般道路顏色和諧	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	設計美觀性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

C. 綠色											
		極差									極佳
安全面	明視性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	辨別性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	自明性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
效率面	整合性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	經濟性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	易維護性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	功能性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
美觀面	符合都市景觀	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	與一般道路顏色和諧	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	設計美觀性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

D. 草綠色			極差								極佳
安全面	明視性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	辨別性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	自明性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
效率面	整合性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	經濟性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	易維護性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	功能性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
美觀面	符合都市景觀	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	與一般道路顏色和諧	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	設計美觀性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

E. 藍色			極差								極佳
安全面	明視性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	辨別性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	自明性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
效率面	整合性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	經濟性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	易維護性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	功能性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
美觀面	符合都市景觀	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	與一般道路顏色和諧	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	設計美觀性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

基本資料

1.性別：☐ (1)男 ☐ (2)女

2.年齡：☐ (1)小於40 歲 ☐ (2)41~65 歲 ☐ (3)65歲以上

3.職業：☐ (1)產業界 ☐ (2)政府部門 ☐ (3)學術界 ☐ (4)其他

4.自己是否擁有自行車：☐ (1)是 ☐ (2)否

6.現在的居住縣市為：

- ☐ (1)新北市 ☐ (2)台北市 ☐ (3)宜蘭縣 ☐ (4)花蓮縣 ☐ (5)台東縣
☐ (6)基隆市 ☐ (7)桃園縣 ☐ (8)苗栗縣 ☐ (9)新竹縣 ☐ (10)新竹市
☐ (11)台中市 ☐ (12)彰化縣 ☐ (13)雲林縣 ☐ (14)南投縣 ☐ (15)嘉義縣
☐ (16)嘉義市 ☐ (17)台南市 ☐ (18)屏東縣 ☐ (19)高雄市 ☐ (20)金門縣
☐ (21)澎湖縣 ☐ (22)福建省連江 ☐ (23)其他

7.請問您使用自行車的頻率？

- ☐ (1)一週騎乘 3 次以上 ☐ (2)一週騎乘 1~3 次 ☐ (3)一個月騎乘 1 次
☐ (4)三個月騎乘 1 次 ☐ (5)三個月以上騎乘 1 次 ☐ (6)不曾使用

8.請問您平均每次騎乘自行車的時間為？

- ☐ (1)0-10 分鐘以內 ☐ (2)11-15 分鐘以內 ☐ (3)16-30 分鐘以內
☐ (4)31-45 分鐘以內 ☐ (5)45-60 分鐘以內 ☐ (6)其他_____

9.請問您最常使用自行車的目的為？

- ☐ (1)通學通勤 ☐ (2)觀光旅遊 ☐ (3)運動健身 ☐ (4)購物社交 ☐ (5)其他_____

——本問卷到此全部結束，再次感謝您的協助——

附錄 3 期中、期末審查會議紀錄

「MOTC-IOT-101-SDB004 智慧化號誌路口自行車交通管理策略之研究」期中報告審查會議紀錄

一、時間：101 年 7 月 24 日(星期二)上午 9 時 30 分

二、地點：本所 10 樓會議室

三、主持人：

紀錄：

四、出席委員及單位：

單 位 及 委 員	職 稱	出 席 簽 名
台北市交通管制工程處 陳總工程司榮明	總工程司	陳榮明
國立交通大學交通運輸研究所 汪教授進財	教授	(請假)
淡江大學運輸管理學系 羅副教授孝賢	副教授	羅孝賢
逢甲大學運輸科技與管理學系 楊副教授宗璟	副教授	楊宗璟
功學社 KHS 單車學校 謝校長文秀	校長	謝文秀
交通部路政司		
交通部公路總局	幫工程司	曾乙庭
臺北市政府交通局		
新北市政府交通局	技士	周裕學
台中市政府交通局		
台南市政府交通局		
高雄市政府交通局	主任	Y4241
宜蘭縣政府建設處		

單 位 及 委 員	職 稱	出 席 簽 名
花蓮縣政府警察局	分隊長	李志屏
本所運輸計畫組		
本所運輸工程組		
本所運輸安全組		張開國
國立臺灣大學嚴慶齡工業發展 基金會合設工業研究中心		許培幸 林沛婕 溫名琳

五、主席致詞：(略)

六、簡報：(略)

七、綜合討論：

【謝文秀委員】

1. 自行車道與路口分道之間的連接問題，的確應加以釐清。
2. 目前號誌多為長週期，紅燈時間常有 80 秒或 90 秒，如何再分配或加入自行車專用號誌時相應詳予探討。
3. 理論上電動機車等於機車、電動自行車等於自行車，但可沒有腳踏板，將如何區別電動機車與電動自行車，這可能造成管理上的困擾。另有電動輔助自行車，問題較小，因其僅作為上坡或啟動時增加助力之用，行為仍像腳踏車。

【羅孝賢委員】

1. 必也正名乎？！自行車是「人」或是「車」的定位宜先釐清，建立一致性的用路邏輯，據以進行規劃、設計與管理。如果讓自行車使用者可以自行變換角色認定，無法有安全的使用。法的完備與合理很重要。
2. 路口的處理很重要，應重視行人、自行車、機車、汽車之操作特性差異，主要是速率與方向性。路口是路段交通流集散的樞紐，潛在衝突最多樣，與路段的介面包括動線的連續性、衝突點應有系統性的探討。
3. 路口的處理與路段的佈設型式有密切關聯，文獻回顧時宜注意時效，以日本為例，因應高齡社會的來臨，行人自行車共道的概念，已被要求檢討改變。
4. 路口的幾何設計，要確保『To see and be seen』的原則，在鋪面處理上，加強潛在衝突區塊的自明性很重要，提醒各種用路人注意。
5. 自行車事故分析，僅有與機動車輛事故的統計，自行車-自行車，自行車-行人，未納入。影響肇事因素探討設施設計的盲點，要另外納入思考。
6. 肇事風險模式的表達與書寫可以再做調整改善可讀性， $R^2=1$ 的意義請在確認。
7. P103, p105 因素定義為(左右設施)的定義為何？
8. 前述的問題釐清確定後，再來考量路口號誌的處理，包括：與車同步或與行人同步？確定其定位與邏輯。個人經驗，與車同步的情況時常無法續進，在未來是否有可能納入自行車續進的可行性。
9. 交通法規的訂定要做系統化的檢討編修，目前實際上會把機慢車放在一起，設計。結果道安規則對機車和慢車的用路規範是不一

致的(如兩段式左轉、右轉的規範,如何遵循?[自行車(125條)、機車(99條)])

【楊宗璟委員】

1. 在各國自行車文獻的回顧、事故資料的蒐集,以及用路人意見調查部分,本研究作得相當完善,值得肯定。
2. 如何藉由各國的經驗引用至台灣各種大小路口或路段類型(依車道數目、車道寬度、以及各種交通量來分類)的作法,可提出原則性具體可行的作法,特別是針對下列各項地點或行駛動作的部分:
 - (1) 路口的停等(介於行人、機車之間)
 - (2) 路口的左轉(介於行人、機車之間)
 - (3) 路口動線的導引(介於行人、機車之間,考慮動線的路面高低落差)
 - (4) 路段直行的導引(若無專用道)
 - (5) 路段穿越的導引(適當處所穿越路段)
 - (6) 路段兩路口動線的銜接(目前狀況只有路段設計但欠路口設計,或只有路口設計而欠路段設計)
3. 統計模式的部分,請將變數的說明,比較基準描述清楚,參數估計正負符號不合理的原因註明,最終模式之不顯著變數是否刪除,文字說明與統計參數之正負不一致的修改。各種車動作與流量影響如何作用在管理策略之說明的補充。卜瓦松之衝突風險為每單位自行車之自行車事故率,則影響因素可否再納入自行車的流量變數。
4. 第119頁,倒數第2行,『及安全』→可增一字為『及極安全』。
5. 第122頁,倒數第2行,評分1到5分,但灰關聯的數字都小於1,則如何利用表49及表50的結果,來排出表51的順序。
6. 期待在期末報告看到ITS的相關課題,包括VIPS以及ATMS的內容。
7. 當將自行車考慮與行人共用路權時,請考慮對行人安全的影響。
8. 安全的相關分析,希望能對症下藥,事故資料的分析只有變數的相關趨勢,而自行車用路人的意見會不會有認知誤差的問題(即認為可促進安全及效率的項目,不見得真正是可改善的優先順序),均不容易釐清事故的因果關係。
9. 利用車隊來增進自行車的可視性,或可納入管理策略之研究,來提升自行車的安全。

【陳榮明委員】

1. 整體期中的進度符合本研究計畫內容需要，也可以再行改進。
2. 3.1 節在設施課題的分析說明上，建議再補充說明使用行為及國內用路人的習慣，分析行為面與習慣面的現象。
3. 3.1.1 節、第四章與 5.3 節應可再補充其相關行為認知做整合性的分析。
4. 自行車在路口管理方面上，應可再區分穿越性路口及非穿越性路口(十字路口、巷道進出 T 字路口)，若再配合修訂法令面而言，應可再簡化(如分成人行道、外側車道及共用車道)，並能就變更設施及標誌標線設置方式給予提出建議。
5. 自行車專用號誌燈箱的規格大小是否與行車號至有所區分，應可再補充分析說明，若有必要區分，應可提出建議。
6. 自行車號誌時制及運作方式應可從前述之簡化分類方式釐訂，俾利未來號誌時制軟體及時序合於規範，包含行駛方向及人行專用時相等。
7. 建議在第三階段(分析階段)中，對自行車在路口管理策略應有明確方案或想法建議，以利後續的法規修訂參據。

【花蓮縣政府警察局】

1. 花蓮目前有大規模設置自行車道，但衍生的問題很多也不太一樣，文獻回顧參考的大部分為比較先進國家，但其機車數量較少，是否可參考其他機車量同樣較大的國家之設置方式。
2. 報告中設施要與汽車或行人搭配，但要如何與機車做搭配，台灣自行車主要與機車混流，運行的動線與方式和機車相像，此車種間的影響更應重視。
3. 電動車大部分視為慢車，但有些車的馬力高速率也高，在花蓮來說電動車比自行車還多，在路權分配議題當中，是否應一起討論此等車輛的問題。
4. 自行車與電動自行車違規比例均高，因其無牌照難以管制，可能也造成近幾年因自行車之事故增加。
5. 自行車在目前的环境條件之下，單獨設置若無一定的使用量，自行車設施可能會變成機車使用，但是一般長者若騎乘自行車時也還是會去使用，如此將產生安全問題。
6. 自行車穿越路口以目前的標線設計有許多錯誤，若穿越方式與停等空間不明確，可能會誤導使用者認為擁有路權而任意穿越或降低警覺，所以停等的問題與設計方式應詳加討論。
7. 兩段式左轉的方式對用路人而言越簡單較好，需要有標準化統一化的規定。

【高雄市政府交通局】

1. 高雄市自行車肇事率，多發生在路口，曾加設彩色鋪面與號誌以為改善。
2. 高雄市國中生多騎乘自行車上學，老人與小孩也是常用族群，但他們對交通規則的認知相對薄弱，常有違規的情形發生。
3. 市區慢車道狹窄又常有停車，所以自行車空間易受壓縮。

【新北市政府交通局】

1. 自行車常自認為行人，容易有違規行為。
2. 通勤型自行車道，多設於人行道上，但又怕寬度不足，若設於路邊以標線區隔，又常與路邊停車與公車停靠站衝突，均為自行車道佈設上的困難。
3. 設置自行車專用號誌時應考慮路口號誌控制器的容量。

【交通部公路總局】

1. 報告書內容之錯字偏多，在內容對應的語意上也有問題，應再確認文字內容。(例如 P. 84 …由 3.2.2 中所求得各行政區肇事次數…，但 3.2.2 為都市人本交通規劃手冊。P. 75…以避免自行車使用者無法有效號誌燈…)
2. 運研所”自行車系統規劃設計手冊”已有 100 年 7 月版本。
3. P73 自行車與行人速度分布圖中無法明顯辨識行人與自行車。
4. P76 圖 81 之橫軸與縱軸要加入單位，並附註資料來源。
5. P80~P84 事故斑點圖及碰撞圖建議能加上路名。
6. 自行車使用者漸增，第四章推估之趨勢線的分布，僅有考慮年份與受傷人數，有無考慮到自行車數量，可能因為數量多事故變多？
7. 路口自行車之交通管理是有趣的課題，建議考慮到使用自行車號誌不會影響到整體路口的效率。
8. P78 易肇事地點位置(表 4)是由前述選擇流程篩選出之肇事次數較高的路口位置，但表 4 之中台北三處地點與 P79 表 5 之肇事路口不同。

【本所運安組】

主要意見：

1. 本研究旨在回顧國內外自行車設施的規劃設計規範及相關研究，研擬兼顧安全與效率的自行車路口交通管理策略，並對號誌化路口的行車號誌與行人號誌，以至於自行車專用號誌的設置、運作、時制設計等課題進行探討。

2. 第二章文獻回顧內容雖有包含德、英、荷、日、美等國相關規範，但僅簡要羅列各國對自行車道的佈設態樣，且以文字敘述較多，應有路口佈設圖示以利閱讀理解。且未說明各國對各種路口分流策略的適用條件，選用理由與背後原因等。
3. 3.3.2 自行車號誌與設置課題，本研究應注重自行車應遵行行車、行人、專用號誌的時機，以及自行車專用號誌的設置地點、設置條件與時制計畫等。
4. 報告書內有多處文字誤植，請詳予檢視更正。並列出更正清單供本組檢覈。
5. 目前報告書中對本研究之主要議題：「路口人車分流與混流策略、路口空間分配策略、號誌運作配合策略、自行車專用號誌設置策略」，尚未有較詳盡與具體之成果，請研究團隊加緊掌握剩餘時間，務必於期末時完成具體成果。

文字撰寫意見：

1. P15，第1段第2列中間：“依據調查_”，其間空格請移除。
2. P15，最後一段常出現“土地使用效率”一詞，是否改用空間佔用率或其他名詞較佳。
3. P16，2.1.2的一、美國中之第1段第5列，地面運輸與地面公路是否可改為陸路運輸或陸路公路，另“聯幫”應為誤植，請修正。
4. P19，第1段第3列，汽車”到”；與第3段第1列，日本無論”勢”在，應屬誤植請予更正。
5. P20，表1，自行車基礎建設計畫整理請補充推動單位欄位。
6. P23，2.3節的第1段，“國外自行車穿越交叉口交通方式，設置原則自行車道在接近路口時，會針對下列事項將別處理”，語意不清，請改善。
7. P23，2.3.1節第1段第4列，將自行車穿越道與汽車道與人行”到”，應為誤植，請修正。
8. P24，圖7，“”顯分離式穿越道示例，闕漏文字，請更正。
9. P25，第2段敘述直行自行車，與前段迥異，以”另一方面”引導時易生誤導，請更正。
10. P25，二、自行車交通管制設施第1段第3列，則可按其”停”與啟動特性，建議改為”停等”。
11. P25，圖10的說明，B為”與”自行車專用號誌，請將”與”移除。
12. P28，倒數第2列，中央庇護”倒”，應屬誤植，請更正。
13. P29，第1段第3列，”引”此路口處，應屬誤植，請更正。
14. P30，2.3.4 荷蘭規範的回顧，言不及義，請重新撰寫。
15. P38，主動警告標誌無相關說明，請補充。

16. P39，第 1 段第 1 列，但是自行車”再”法律上，應屬誤植，請更正。
17. P39，第 3 段第 1 列，運研所之自行車”到”系統規劃設計，應屬誤植，請更正。
18. P40，2.5 小結，應就國內外法規做整體的比較，列表，而非僅就國內法規列表，表 2 應為第三章之內容。
19. P53，(1)共用路權…，段落無標點符號難以閱讀。
20. P54，Type1~11 亦請製表說明，其中圖示因為對稱，可僅採用半張圖。
21. P58，最後一段的衝突敘述請製表說明較清楚。
22. P60，圖示太小無法辨識各類配置有何不同
23. P71，表 3 僅簡單表列自行車與行人衝突，以及自行車與依車衝突，但未探討究竟如何衝突，請補充。
24. P73，圖 75~78，無圖示，且難以區分自行車與行人
25. P76，第 1 段文字請重新撰寫。
26. P84，請補充碰撞構圖的圖例。

八、主席結論：

1. 各單位與委員之審查意見與建議，請研究團隊研提處理情形對照表，送主辦單位作期末報告辦理之依據。
2. 本案研究成果就是要提出自行車號誌化路口的管理策略，現在看來只有構想，請研究團隊加緊掌握時間，以獲致具體策略與規範。
3. 同意期中報告原則通過審查，後續請研究團隊依規定辦理請款與相關事宜。

九、散會時間：11 點 30 分

「MOTC-IOT-101-SDB004 智慧化號誌路口自行車交通管理策略之
研究」期末報告審查會議紀錄

一、時間：101年9月23日(星期五)上午10時00分

二、地點：本所10樓會議室

三、主持人：

張阿國

紀錄：孔智昌

四、出席委員及單位：

單 位 及 委 員	職 稱	出 席 簽 名
台北市交通管制工程處 陳總工程司榮明	總工程司	陳榮明
國立交通大學交通運輸研究所 汪教授進財	教授	(請假)
淡江大學運輸管理學系 羅副教授孝賢	副教授	(請假) 已提供書面書具
逢甲大學運輸科技與管理學系 楊副教授宗璟	副教授	楊宗璟
功學社 KHS 單車學校 謝校長文秀	校長	(請假)
交通部路政司		請假
交通部公路總局		呂云儒
臺北市政府交通局		請假
新北市政府交通局		請假 (已提供書面書具)
台中市政府交通局		請假
台南市政府交通局	約聘人員	黃珮屏
高雄市政府交通局	主任	許文彬
宜蘭縣政府建設處		請假

單 位 及 委 員 職	稱	出 席 簽 名
花蓮縣政府警察局		曾傳修
本所運輸計畫組		請假
本所運輸工程組		請假
本所運輸安全組		葉祖亮 孔紹
國立臺灣大學嚴慶齡工業發展 基金會合設工業研究中心		孔紹

五、主席致詞：(略)

六、簡報：(略)

七、綜合討論：

【楊宗璟委員】

10. 有關報告書編輯方面問題，請參閱書面意見，並請於用畢後寄還。
11. 是否可提供報告中每張照片的時間、地點。
12. 統計模式之問題，包括不顯著變數之移除，以及模式之公式，變數之敘述，請再修改。(P161、P164)
13. 是否可提供事故案例之類型、原因以及防治辦法，包括工程面與教育、執法面。
14. 是否可提供衝突事件案例之類型、原因以及防治辦法，包括工程面與教育、執法面。
15. 設計自行車專用設施之門檻值如何決定，是否有參考的依據可提供，又其內容已相當完整，期中報告的意見均有完整回應。
16. 或可參閱人因影響安全之文章並融入報告中，文章請於用畢後寄還。
 - 甲、主/被動
 - 乙、意見/行為 的出入
 - 丙、認知錯誤(騎乘者問卷調查盲點)
 - 丁、Near miss 案例之分析
 - 戊、事故類型分析
 - 己、夜間與照明問題與人因有關的道路或車輛工程內容可補述
17. 台中的事故類型也是自行車的轉向或變化行向、路口穿越、綠燈起始時與機車的互動問題，可針對這些類型對症下藥。
18. 英國有兩種設計，可供研究團隊參考，包括自行車道通過路口時可順向及逆向騎乘，以及大路口時自行車可在路口中途停等並設計護欄。
19. 研究團隊在文獻、問卷、訪談、專家意見、事故資料、設計準則，依相片作方案評估以及 ITS 相關內容都相當完整，值得肯定，對台灣很有幫助。

【陳榮明委員】

8. 建議針對所研究成果在交通管理策略上，包括路口穿越、號誌、車道顏色及法規面等應可於第六章中有一小節的綜整。
9. P143 圖中(台北市吳興街 220 巷)之平均肇事資料似乎有誤。
P148(二)各縣市排名結果，建議修正為”各縣市對設施設置之優

先性項目”。

10. P155 自行車道鋪面調查結果與 P156 之論述不同，應予檢視修正，或再補充說明為何如此建議。
11. 在準則思考上，雖有量化敘述，為應該考量是否會造成全面性設置或有區域性差異要求。
12. P173 自行車穿越道的表示方式，可再修正，以利閱讀者瞭解，另其與人行穿越道線的間距條件為何，似可在與補充說明。
13. ITS 與自行車之發展策略上，似可再補充說明，國內推動上的方向(儘管目前使用度不高)，以作為施政策略上的思考方向。

【羅孝賢委員】

1. 報告內容豐富，針對國內外城市之自行車交通設施有相當完整與系統化的整理，且對國內推廣自行車面臨之問題有深入的探討，具參考價值。
2. (P.13)1.1 節第八行，「本所」宜改為「交通部運輸研究所」。
3. (P.19)2.1.2「本章」宜改為「本小節」。
4. (P.51)有關我國自行車定位相關法規之陳述應明確。目前在法律規定上，自行車屬「慢車」，殆無疑義，並無未嚴格定位的問題。人行道騎乘的規範概念是「原則禁止，例外許可」，亦即須有標誌標線允許自行車騎乘之人行道範圍始得騎乘，但仍須以行人優先。日本對於自行車騎乘人行道之規範與目前台灣之規範類似，應無「速人」之定位說法。
5. (P.71)「快慢車流」之說法易生混淆。依法之定義，機車應屬汽車，而非慢車。慢車道不應是開(騎)得比較慢的車所走的車道的概念。建議以混合車道或其他更能確實描述之方式來說明。
6. 針對第七章 ITS 與自行車相關之應用課題，建議能有更深入的分析，並提出具體可行的發展方向，以供規設參考。
7. 第八章結論與建議亦顯單薄，可再行檢視彙整報告內容充實之。

【高雄市政府交通局】

4. 自行車與人行道共道時，通常是以行人優先、自行車次之，但其路權分配問題，應更加細緻的予以討論，另在號誌運作上也要加入自行車因素。
5. ITS 的發展多以汽車為主，在自行車與機車的應用上，是否可在既有的 ITS 發展基礎上擴張應用範圍即可。

【新北市政府交通局】

4. 報告書 3.1 自行車易肇事路口之資料分析 (P84) 建議可再參考

警察局肇事資料庫內自行車肇事種類。

5. 報告書 6.2.2 自行車道鋪面類型 (P176)，目前內政部營建署業已建議利用磚紅色鋪面，後續建議是否考量全國統一鋪面顏色。
6. 報告書 6.3 自行車左轉設計類型與設置準則 (P178) 目前國內已繪設機車待轉區，民眾用路業已養成習慣，若繪設自行車待轉區建議應與一般機車待轉區區隔或加繪自行車 LOGO，避免混淆。
7. 報告書 P180 圖 6.9 左轉待轉區設置於人行道，依法自行車目前係屬慢車，且目前本市經驗「自行車與行人共用人行道」，已有部分反對聲浪，故若於人行道設置待轉區請在考量與行人之感受，且人行道空間亦請一併提出相關建議。
8. 報告書 6.6 道路交通標誌標線號誌設置規則之修改建議(P198)，本市與台北市目前已試辦於慢車道外側繪設相當多自行車 LOGO 與指向線之圖示，建議將該圖示納入該規則，且明訂相關規範(例如市區段多少公尺繪設 1 組，郊區段多少公里繪設 1 組)，俾利後續自行車推動能有相關依據。
9. 建議探討行人專用時相路口是否應設置自行車號誌及其時制計畫。
10. 考量國內機車數量龐大，研訂自行車兩段式左轉待轉區設置準則，宜特別針對機車轉向量及路口幾何條件納入評估。

【交通部公路總局】

9. P53 車輛駕駛人「滿」行以注意行車…，應係誤植。
10. P58 表 3.2、圖 3.11、圖 3.12，新北市易肇事路口，民權路得和路口路口，應係誤植。
11. P95 表 3.4，請檢覈有無誤植。
12. P20，7.1.1 語意不清
13. 路口號誌時制目前大多有秒數過長的問題，如再增設自行車專用號誌，若不與行人共用，是否影響整體行車速率。
14. 自行車待轉及停等區不足，佔用行人空間之課題，值得探討。

【本所運安組】

主要意見：

6. 報告內容內容豐富且符合契約要求，惟文章敘述多有辭不達意之情形，或對論點的原因、內容、結果為清楚敘明，請重新檢視並與修正。
7. 報告書內有多處文字誤植，請全部詳予檢視更正。並列出更正清單供做檢覈。

8. 請研究團隊就各審查意見逐點撰擬回覆意見，並依契約規定期限內修正完畢。

文字撰寫意見：

27. 目錄與圖目錄部份項目並未對齊。
28. P33，(2)的①，” 為了避免與汽車衝的意外事故”，語意不明。
29. P52，1. 的第二段” 公路路線設計規範則明定自，語意不明。
30. P67，圖 2.51 內字體大小與其它圖不一致，請調整。
31. P82，表 2.9 中，” 自行車與行人衝突” 指的是哪一種衝突，請敘明。
32. P22，最末段，” 以上各類的自車道” 語意不明。
33. P23，表 2.9 下方說明太少，只把表內容條列出來而已，並未對如何歸類做說明，例如 Type3-1 與 3-2 只差在有無路邊停車，為何 3-1 有車流動線衝突，而 3-2 卻無。
34. P87，圖 3.5 的路名有無錯置。
35. P127，安全方面的 21 個項目與效率方面的 20 個項目，是否與圖 4.1 有關，請說明如何相關。另圖 4.1 並未有相關說明。
36. P130，4.3.1 第 2 段第 4 列，…普通、安全、及安全給予分數…” 語意不明。
37. P132、133、134，表 4.9 及表 4.11 的各項” 因素/變數名稱” 有些許差異，但表 4.11 下方說明文字” …大致一致。”，是否應加以說明不一致的部份。表 4-13、4-15 亦有相同情形。
38. P140，(一)倒數第 3 列，” …且都沒有行人或自行車號誌依照汽車號誌行駛較不安全…” 語意不明。
39. P145，效率部分的圖與說明均少很多，理由為何。
40. P170，最後一列，” …衝突術如下表…” 語意不明。
41. P174，圖 6.3 未加以說明。
42. P175，二、2. 全段文字說明語意不明。
43. P181，6.4 第 1 段語意不明。
44. P182，圖 6.12” 自行車庭等空間” 語意不明。
45. P183，二、2. 後段，” …此時的自行車道英語自行車…” 語意不明。
46. P187，二、自行車號誌形式評選準則，僅有獨立設置自行車號誌的情境，無合併設置情境說明。
47. P188，四、後段” …只能行駛於其旁邊” 是指要行駛於車道上嗎？
48. P189、190，圖 6.18 右下文字方塊” 穿越道設於車道”，請予斷落內文字說明一致。

八、主席結論：

4. 各單位與委員之審查意見與建議，請研究團隊列表整理並研提回應意見，併納入報告修訂。
5. 期末報告審查原則通過，後續請研究團隊依契約規定辦理相關事宜。

九、散會時間：11 點 30 分

附錄 4 期中、期末審查意見回復表

交通部運輸研究所合作研究計畫(具委託性質)

☒期中 ☐期末報告審查意見處理情形表

編號：MOTC-IOT-101-SDB004

計畫名稱：「智慧化號誌路口自行車交通管理策略之研究」

執行單位：國立台灣大學嚴慶齡工業發展基金會合設工業研究中心

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
功學社單車學校謝文秀校長	自行車道與路口分道之間的連接問題，的確應加以釐清。	感謝委員意見將連接性問題納入考慮。將針對有自行車道路口，劃設虛線導引自行車上人行道，以導引自行車行駛路口穿越道。	同意辦理
	目前號誌多為長週期，紅燈時間常有 80 秒或 90 秒，如何再分配或加入自行車專用號誌時相應詳予探討。	納入時制設置討論，並依自行車疏解速率做範例示說明。	同意辦理
	理論上電動機車等於機車、電動自行車等於自行車，但可沒有腳踏板，將如何區別電動機車與電動自行車，這可能造成管理上的困擾。另有電動輔助自行車，問題較小，因其僅作為上坡或啟動時增加助力之用，行為仍像腳踏車。	感謝委員意見，目前本研究以一般自行車為主。	悉
淡江大學羅孝賢教授	必也正名乎?! 自行車是「人」或是「車」的定位宜先釐清，建立一致性的用路邏輯，據以進行規劃、設計與管理。如果讓自行車使用者可以自行變換角色認定，無法有安全的使用，法的完備與合理很重要。	朝向以車定位以便符合現有的歸類原則，但實際規劃設計則因地制宜。	悉
	路口的處理很重要，應重視行人、自行車、機車、汽車之操作	本研究參採委員意見進行後續研究。	同意辦理

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
	特性差異，主要是速率與方向性。路口是路段交通流集散的樞紐，潛在衝突最多樣，與路段的介面包括動線的連續性、衝突點應有系統性的探討。		
	路口的處理與路段的佈設型式有密切關聯，文獻回顧時宜注意時效，以日本為例，因應高齡社會的來臨，行人自行車共道的概念，已被要求檢討改變。	本研究參採委員意見納入考量，由於台灣情況不見得與日本相同，且台灣機車車流相對很大，相關概念在台灣可能尚在討論階段。	同意辦理
	路口的幾何設計，要確保『To see and be seen』的原則，在鋪面處理上，加強潛在衝突區塊的自明性很重要，提醒各種用路人注意。	進一步依據全國肇事資料分析結果加以探討設施設計的問題。問卷調查結果民眾認為需要加强的部分，目前可能的顏色有藍色、紅色、綠色。	同意辦理
	自行車事故分析，僅有與機動車輛事故的統計，自行車-自行車，自行車-行人，未納入。影響肇事因素探討設施設計的盲點，要另外納入思考。	本研究參採委員意見納入考量。	悉
	肇事風險模式的表達與書寫可以再調整改善可讀性， $R^2=1$ 的意義請在確認。	此部分有誤，參採委員意見修改。	同意辦理
	P103, p105 因素定義為(左右設施)的定義為何？	左右設施意指道路左右路側設施。	悉
	前述的問題釐清確定後，再來考量路口號誌的處理，包括：與車同步或與行人同步？確定其定位與邏輯。個人經驗，與車同步的情況時常無法續進，在未來是否有可能納入自行車續進的可行性。	對於號誌部分將參考委員意見進一步處理，目前現況多與人同步。	同意辦理
	交通法規的訂定要做系統化的檢討編修，目前實際上會把機慢車放在一起設計。結果道安規則	在路口考慮機慢車分流為原則進行設計。	本計畫應對機車與

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
	對機車和慢車的用路規範是不一致的（如兩段式左轉、右轉的規範，如何遵循？[自行車（125條）、機車（99條）]		自行車在路口的分流（合流）方式與應用情境加以分析
逢甲大學 楊宗璟教授	在各國自行車文獻的回顧、事故資料的蒐集，以及用路人意見調查部分，本研究作得相當完善，值得肯定。	感謝委員意見。	悉
	如何藉由各國的經驗引用至台灣各種大小路口或路段類型（依車道數目、車道寬度、以及各種交通量來分類）的作法，可提出原則性具體可行的作法，特別是針對下列各項地點或行駛動作的部分： (1) 路口的停等（介於行人、機車之間） (2) 路口的左轉（介於行人、機車之間） (3) 路口動線的導引（介於行人、機車之間，考慮動線的路面高低落差） (4) 路段直行的導引（若無專用道） (5) 路段穿越的導引（適當處所穿越路段） (6) 路段兩路口動線的銜接（目前狀況只有路段設計但欠路口設計，或只有路口設計而欠路段設計）	參考委員意見將依各路口型式訂定設計原則。	委員所建議的 6 項路口動向，應分別詳予探討並提出規劃方案。
	統計模式的部分，請將變數的說明，比較基準描述清楚，參數估計正負符號不合理的原因註	感謝委員意見將進一步補充說明。	同意辦理

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
	明，最終模式之不顯著變數是否刪除，文字說明與統計參數之正負不一致的修改。各車種動作與流量影響如何作用在管理策略之說明的補充。卜瓦松之衝突風險為每單位自行車之自行車事故率，則影響因素可否再納入自行車的流量變數。		
	第 119 頁，倒數第 2 行，『及安全』可增一字為『及極安全』。	參照加以修正。	同意辦理
	第 122 頁，倒數第 2 行，評分 1 到 5 分，但灰關聯的數字都小於 1，則如何利用表 49 及表 50 的結果，來排出表 51 的順序。	灰關聯度將補充說明，主要是因為標準化的結果。	悉
	期待在期末報告看到 ITS 的相關課題，包括 VIPS 以及 ATMS 的內容。	相關內容將於後續研究進行。	同意辦理
	當將自行車考慮與行人共用路權時，請考慮對行人安全的影響。	參照委員意見納入行人安全考慮。	同意辦理
	安全的相關分析，希望能對症下藥，事故資料的分析只有變數的相關趨勢，而自行車用路人的意見會不會有認知誤差的問題（即認為可促進安全及效率的項目，不見得真正是可改善的優先順序），均不容易釐清事故的因果關係。	目前肇事分析與用路人的看法，大致一致。之後將對照兩者之間的關係作為研擬相關設施設計原則之參考。	悉
	利用車隊來增進自行車的可視性，或可納入管理策略之研究，來提升自行車的安全。	感謝委員意見納入研究參考。	悉
台北市交通管制工程處陳總工程司榮	整體期中的進度符合本研究計畫內容需要，也可以再行改進。	感謝委員意見。	悉
	3.1 節在設施課題的分析說明上，建議再補充說明使用行為及國內用路人的習慣，分析行為面	感謝委員意見納入研究參考。將檢討可能涉及社會行為學的相關現況。	同意辦理

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
明	與習慣面的現象。		
	3.1.1 節、第四章與 5.3 節應可再補充其相關行為認知做整合性的分析。	感謝委員意見納入研究參考。	同意辦理
	自行車在路口管理方面上，應可再區分穿越性路口及非穿越性路口(十字路口、巷道進出 T 字路口)，若再配合修訂法令面而言，應可再簡化(如分成人行道、外側車道及共用車道)，並能就變更設施及標誌標線設置方式給予提出建議。	後續管理策略依建議參考辦理。	同意辦理
	自行車專用號誌燈箱的規格大小是否與行車號至有所區分，應可再補充分析說明，若有必要區分，應可提出建議。	以配合行人燈箱為主，與行車號誌分離，但相關分析非本研究探討之目的。	悉
	自行車號誌時制及運作方式應可從前述之簡化分類方式釐訂，俾利未來號誌時制軟體及時序合於規範，包含行駛方向及人行專用時相等。	參考委員意見加以簡化辦理，會界定自行車的最小綠燈時間。	同意辦理
	建議在第三階段(分析階段)中，對自行車在路口管理策略應有明確方案或想法建議，以利後續的法規修訂參據。	參照委員意見，以利交通安全規則、道路標誌標線號誌規則修訂。	同意辦理
	花蓮目前有大規模設置自行車道，但衍生的問題很多也不太一樣，文獻回顧參考的大部分為比較先進國家，但其機車數量較少，是否可參考其他機車量同樣較大的國家之設置方式。	感謝委員意見將機車納入考慮。	悉
花蓮縣政府警察局李志昇分隊長	報告中設施要與汽車或行人搭配，但要如何與機車做搭配，台灣自行車主要與機車混流，運行的動線與方式和機車相像，此車種間的影響更應重視。	台灣市區多是自行車與行人搭配，郊區多是自行車與機車搭配，本研究將考慮不同車種之影響。	同意辦理
	電動車大部分視為慢車，但有些	本研究以一般自行車為主。	悉

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
	車的馬力高速率也高，在花蓮來說電動車比自行車還多，在路權分配議題當中，是否應一起討論此等車輛的問題。		
	自行車與電動自行車違規比例均高，因其無牌照難以管制，可能也造成近幾年因自行車之事故增加。	目前沒有將兩者區分，建議納入自行車管理之考慮。	悉
	自行車在目前的环境條件之下，單獨設置若無一定的使用量，自行車設施可能會變成機車使用，但是一般長者若騎乘自行車時也還是會去使用，如此將產生安全問題。	感謝委員意見本研究將盡量採取分流為原則。	同意辦理
	自行車穿越路口以目前的標線設計有許多錯誤，若穿越方式與停等空間不明確，可能會誤導使用者認為擁有路權而任意穿越或降低警覺，所以停等的問題與設計方式應詳加討論。	本研究將納入考慮，此為本研究重點之一。若路段無自行車專用道，路口自行車穿越道可能造成誤解。	同意辦理
	兩段式左轉的方式對用路人而言越簡單較好，需要有標準化統一化的規定。	感謝委員意見，納入研究參考。	悉
高雄市政府 交通局 許文彬主任	高雄市自行車肇事率，多發生在路口，曾加設彩色鋪面與號誌以為改善。	感謝委員意見，納入研究參考。	悉
	高雄市國中生多騎乘自行車上學，老人與小孩也是常用族群，但他們對交通規則的認知相對薄弱，常有違規的情形發生。	感謝委員意見。	悉
	市區慢車道狹窄又常有停車，所以自行車空間易受壓縮。	感謝委員意見。	悉
新北市政府 交通局 周裕閔技士	自行車常自認為行人，容易有違規行為。	感謝委員意見。	悉
	通勤型自行車道，多設於人行道上，但又怕寬度不足，若設於路邊以標線區隔，又常與路邊停車與公車停靠站衝突，均為自行車	感謝委員意見，本研究主要處理路口問題。	悉

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
	道佈設上的困難。		
	設置自行車專用號誌時應考慮路口號誌控制器的容量。	納入研究參考。	悉
交通部公路總局曾乙庭	報告書內容之錯字偏多，在內容對應的語意上也有問題，應再確認文字內容。(例如 P. 84 …由 3.2.2 中所求得各行政區肇事次數…，但 3.2.2 為都市人本交通規劃手冊。P. 75…以避免自行車使用者無法有效號誌燈…)	錯字將加以訂正。	同意辦理
	運研所”自行車系統規劃設計手冊”已有 100 年 7 月版本。	本研究將依委員意見，以最新版本作為參考依據。	同意辦理
	P73 自行車與行人速度分布圖中無法明顯辨識行人與自行車。	將顏色區分改為圖形區分。	同意辦理
	P76 圖 81 之橫軸與縱軸要加入單位，並附註資料來源。	將參照辦理，補充說明。	同意辦理
	P80~P84 事故斑點圖及碰撞圖建議能加上路名。	將補充註明於圖上。	同意辦理
	自行車使用者漸增，第四章推估之趨勢線的分布，僅有考慮年份與受傷人數，有無考慮到自行車數量，可能因為數量多事故變多？	本研究只為推估年份傷亡趨勢。	悉
	路口自行車之交通管理是有趣的課題，建議考慮到使用自行車號誌不會影響到整體路口的效率。	納入研究考慮。	悉
	P78 易肇事地點位置(表 4)是由前述選擇流程篩選出之肇事次數較高的路口位置，但表 4 之中台北三處地點與 P79 表 5 之肇事路口不同。	因用途不同，所選地點不同。	悉

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
運研所運輸安全組	本研究旨在回顧國內外自行車設施的規劃設計規範及相關研究，研擬兼顧安全與效率的自行車路口交通管理策略，並對號誌化路口的行車號誌與行人號誌，以至於自行車專用號誌的設置、運作、時制設計等課題進行探討。	參照辦理。	請確實依 審查意見 辦理
	第二章文獻回顧內容雖有包含德、英、荷、日、美等國相關規範，但僅簡要羅列各國對自行車道的佈設態樣，且以文字敘述較多，應有路口佈設圖示以利閱讀理解。且未說明各國對各種路口分流策略的適用條件，選用理由與背後原因等。	將進一步補充說明。	同意辦理
	3.3.2 自行車號誌與設置課題，本研究應注重自行車應遵行行車、行人、專用號誌的時機，以及自行車專用號誌的設置地點、設置條件與時制計畫等。	參照辦理。	請確實依 審查意見 辦理
	報告書內有多處文字誤植，請詳予檢視更正。並列出更正清單供本組檢覈。	文字誤植將加以修正。	同意辦理
	目前報告書中對本研究之主要議題：「路口人車分流與混流策略、路口空間分配策略、號誌運作配合策略、自行車專用號誌設置策略」，尚未有較詳盡與具體之成果，請研究團隊加緊掌握剩餘時間，務必於期末時完成具體成果。	將加緊辦理達成具體成果。	同意辦理
	文字撰寫意見 1. P15，第1段第2列中間：“依據調查_，”，其間空格請移除。 2. P15，最後一段常出現”土地使用效率”一詞，是否改用空間佔用率或其他名詞較佳。	參照修正。	同意辦理

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
<p>3. P16, 2.1.2 的一、美國中之第 1 段第 5 列,地面運輸與地面公路是否可改為陸路運輸或陸路公路,另”聯幫”應為誤植,請修正。</p> <p>4. P19, 第 1 段第 3 列,汽車”到”;與第 3 段第 1 列,日本無論”勢”在,應屬誤植請予更正。</p> <p>5. P20, 表 1, 自行車基礎建設計畫整理請補充推動單位欄位。</p> <p>6. P23, 2.3 節的第 1 段,”國外自行車穿越交叉口交通方式,設置原則自行車道在接近路口時,會針對下列事項將別處理”,語意不清,請改善。</p> <p>7. P23, 2.3.1 節第 1 段第 4 列,將自行車穿越道與汽車道與人行”到”,應為誤植,請修正。</p> <p>8. P24, 圖 7,””顯分離式穿越道示例,闕漏文字,請更正。</p> <p>9. P25, 第 2 段敘述直行自行車,與前段迥異,以”另一方面”引導時易生誤導,請更正。</p> <p>10. P25, 二、自行車交通管制設施第 1 段第 3 列,則可按其”停”與啟動特性,建議改為”停等”。</p> <p>11. P25, 圖 10 的說明,B 為”與”自行車專用號誌,請將”與”移除。</p> <p>12. P28, 倒數第 2 列,中央庇護”倒”,應屬誤植,請更正。</p> <p>13. P29, 第 1 段第 3 列,”引”此路口處,應屬誤植,請更</p>		

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
	<p>正。</p> <p>14. P30，2.3.4 荷蘭規範的回顧，言不及義，請重新撰寫。</p> <p>15. P38，主動警告標誌無相關說明，請補充。</p> <p>16. P39，第1段第1列，但是自行車”再”法律上，應屬誤植，請更正。</p> <p>17. P39，第3段第1列，運研所之自行車”到”系統規劃設計，應屬誤植，請更正。</p> <p>18. P40，2.5 小結，應就國內外法規做整體的比較，列表，而非僅就國內法規列表，表2 應為第三章之內容。</p> <p>19. P53，(1)共用路權…，段落無標點符號難以閱讀。</p> <p>20. P54，Type1~11 亦請製表說明，其中圖示因為對稱，可僅採用半張圖。</p> <p>21. P58，最後一段的衝突敘述請製表說明較清楚。</p> <p>22. P60，圖示太小無法辨識各類配置有何不同</p> <p>23. P71，表3 僅簡單表列自行車與行人衝突，以及自行車與依車衝突，但未探討究竟如何衝突，請補充。</p> <p>24. P73，圖 75~78，無圖示，且難以區分自行車與行人</p> <p>25. P76，第1段文字請重新撰寫。</p> <p>26. P84，請補充碰撞構圖的圖例。</p>		
主席	各單位與委員之審查意見與建議，請研究團隊研列表整理並研提回應意見，送本所主辦單位審查後，作為後續研究與報告修訂	參照辦理。	同意辦理

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
	之依據。		
	本案研究成果就是要提出自行車號誌化路口的管理策略，目前只有提出一些初步的構想，請研究團隊加緊掌握時間，以獲致具體之管理策略與規範。	加緊掌握時間提出具體成果。	請確實依主席裁示趕辦
	期中報告審查原則通過，後續請研究團隊依契約規定辦理請款與相關事宜。	將依規定辦理。	同意辦理

交通部運輸研究所合作研究計畫(具委託性質)

□期中 ☒ 期末報告審查意見處理情形表

編號：MOTC-IOT-101-SDB004

計畫名稱：「智慧化號誌路口自行車交通管理策略之研究」

執行單位：台大嚴慶齡工業研究中心

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
台北市交通管制工程處陳總工程司榮明	建議針對研究成果歸納在交通管理策略上，包括路口、穿越、號誌、車道顏色及法規面等應可在第六章中有一小節的綜整。	參照加以修正，將相關內容加入在第六章，6.7 節。	同意辦理
	P. 143 圖中（台北市吳興街 220 巷）之平均肇事資料似乎有誤。P. 148(二)各縣市排名結果，建議修正為”各縣市對設施設置之優先性項目”。	參照加以修正，如圖 4.2 與 4.3.5 節。	同意辦理
	P. 155 自行車道鋪面調查結果與 P. 156 論述不同，應予檢視修正，或再補充說明為何如此建議。	將增加相關說明，綠色主要是導引功能，而紅色主要提供警示功能。	同意辦理
	在準則思考上，雖有量化敘述，為應該考量是否會造成全面性設置或有區域性差異要求。	此部分主要是提供參考性、原則性之準則，實際情形仍須因地制宜。	悉
	P. 173 自行車穿越道表示方式，可再修正，以利閱讀者瞭解，另其與行人穿越道線的間距條件為何，似可在補充說明。	參照加以修正，將增加圖示的辨識性。若空間足夠，則採用穿越道分離式，相關間距條件補述如 6.2.1 節。	同意辦理
	ITS 與自行車之發展策略上，似可再補充說明，國內推動上的方向(盡管目前使用度不高)，以作為施政策略上的思考方向。	參照加以修正，具體建議補充說明如 7.4、7.5 節	同意辦理
新北市交通局	報告書 3.1 自行車易肇事路口之資料分析 (P84) 建議可再參考警察局肇事資料庫內自行車肇事種類。	本研究以運研所之肇事資料庫資料作為分析依據，兩者資料是一致的。	悉

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
	報告書 6.2.2 自行車道鋪面類型 (P176)，目前內政部營建署業已建議利用磚紅色鋪面，後續建議是否考量全國統一鋪面顏色。	建議採相同顏色。	悉
新北市 交通局	報告書 6.3 自行車左轉設計類型與設置準則 (P178) 目前國內已繪設機車待轉區，民眾用路業已養成習慣，若繪設自行車待轉區建議應與一般機車待轉區區隔或加繪自行車 LOGO，避免混淆。	參照加以修正於 6.3 節路口設計圖 6.7，圖 6.8，圖 6.9	同意辦理
	報告書 P180 圖 6.9 左轉待轉區設置於人行道，依法自行車目前係屬慢車，且目前本市經驗「自行車與行人共用人行道」，已有部分反對聲浪，故若於人行道設置待轉區請在考量與行人之感受，且人行道空間亦請一併提出相關建議。	本研究除原先考量人行道淨寬度之外，已建議尚需考量行人交通量，以決定是否提供在人行道上的自行車獨立待轉空間。	悉
	報告書 6.6 道路交通標誌標線號誌設置規則之修改建議 (P198)，本市與台北市目前已試辦於慢車道外側繪設相當多自行車 LOGO 與指向線之圖示，建議將該圖示納入該規則，且明訂相關規範（例如市區段多少公尺繪設 1 組，郊區段多少公里繪設 1 組），俾利後續自行車推動能有相關依據。	本研究範圍以探討路口自行車設施為主，而道路交通標誌標線號誌規則第 174 條已有自行車 logo 圖示，指向線與自行車 logo 兩者皆建議設置於路口處。	悉
	建議探討行人專用時相路口是否應設置自行車號誌及其時制計畫。	本研究皆以具行人專用時相路口作為準則設置之參考原則，路口之自行車號誌與時制計畫皆以圖 6.17 自行車號誌選擇流程為原則，主要考慮因素為行人與自行車之穿越速率差異。	請回應有無配合專用時相探討自行車號誌及其時制計畫，以及其

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
		(如 6.5 節所述)	原因。
	考量國內機車數量龐大，研訂自行車兩段式左轉待轉區設置準則，宜特別針對機車轉向量及路口幾何條件納入評估。	本研究探討易肇事路口，選擇各種路口進行分析。	悉
逢甲大學 楊宗璟教授	編輯上的問題，請參閱書面意見，並請於用畢後寄回。	參照加以修正	同意辦理
	是否可提供報告中每張照片的時間、地點。	將盡力補足之。	同意辦理
	統計模式之問題，包括不顯著變數之移除，以及模式之公式，變數之敘述，請再修改。(P161、P164)	參照加以修正於 5.2.2 節，表 5.7	同意辦理
	是否可提供事故案例的類型、原因以及防治辦法，包括工程面與教育、執法面。	本研究內容可提供作為參考。	悉
	是否可提供衝突事件案例之類型、原因以及防治辦法，包括工程面與教育、執法面。	本研究以瞭解設置設施之注意事項為主，其他可供防治參考。	悉
	設計自行車專用設施之門檻值如何決定，是否有參考的依據可提供，又其內容已相當完整，期中報告的意見均有完整回應。	一般參考以原則說明為主。	悉
	或可參閱人因影響安全之文章並融入報告當中，文章請於用畢後寄還。 (1)主/被動 (2)意見/行為的出入 (3)認知錯誤（騎乘者問卷調查盲點） (4)Near miss 案例之分析 (5)事故類型分析 (6)夜間與照明問題。 與人因有關的道路或車輛工程內容可補述。	相關內容可做為未來研究參考。	悉

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
	台中的事故類型也是自行車的轉向或變化行向、路口穿越、綠燈起駛時與機車的互動問題，可針對這些類型對症下藥。	本研究參採委員意見納入考量。	同意辦理
	英國有兩種設計，可供研究團隊參考，包括自行車道通過路口時可順向及逆向騎乘，以及大路口時自行車可在路口中途停等並設計護欄。	單雙向會有不同寬度要求，而本研究以單向設計為原則。	悉
	研究團隊在文獻、問卷、訪談、專家意見、事故資料、設計準則，依相片作方案評估以及 ITS 相關內容都相當完整，值得肯定，對台灣很有幫助。	感謝委員意見。	悉
高雄市政府 府交通局	自行車與人行道共道時，通常是以行人優先、自行車次之，但其路權分配問題，應更加細緻的予以討論，另在號誌運作上也要加入自行車因素。	本研究參採委員意見納入路口自行車設施設計之考量。	悉
	ITS 的發展多以汽車為主，在自行車與機車的應用上，是否可在既有的 ITS 發展基礎上擴張應用範圍即可。	自行車無供電，ITS 應用較受限，目前大多為可攜式裝置。	悉
交通部公 路總局	P. 53 車輛駕駛人"滿"行以注意行車…，應係誤植。	參照加以修正	同意辦理
	P. 88 表 3.2、圖 3.11、圖 3.12 新北市易肇事路口，民權路得和路路口，應係誤植。	參照加以修正	同意辦理
	P. 95 表 3.4，請檢覈有無誤植。	參照加以修正	同意辦理
	P. 202 7.1.1 語意不清。	參照加以修正	同意辦理
	路口號誌時制目前大多有秒數過長的問題，如再增設自行車專用號誌，若不與行人共用，是否會影響整體行車速率。	本研究以提升自行車路口交通安全為目的，若增設自行車專用號誌與時相，有可能會降低整體行車速率。	悉

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
	自行車待轉及停等區不足，佔用行人空間之課題，值得探討。	自行車佔用行人空間之情形應避免之。	悉
淡江大學 羅孝賢教授	報告內容豐富，針對國內外城市之自行車交通設施有相當完整與系統化的整理，且對國內推廣自行車面臨之問題有深入的探討，具參考價值。	感謝委員意見。	悉
	(P.13)1.1 節第八行，「本所」宜改為「交通部運輸研究所」。	參照加以修正	同意辦理
	(P.19)2.1.2「本章」宜改為「本小節」。	參照加以修正	同意辦理
	(P.51) 有關我國自行車定位相關法規之陳述應明確。目前在法律規定上，自行車屬「慢車」，殆無疑義，並無未嚴格定位的問題。人行道騎乘的規範概念是「原則禁止，例外許可」，亦即須有標誌標線允許自行車騎乘之人行道範圍始得騎乘，但仍須以行人優先。日本對於自行車騎乘人行道之規範與目前台灣之規範類似，應無「速人」之定位說法。	將加以修正 2.4.1	同意辦理
	(P.71)「快慢車流」之說法易生混淆。依法之定義，機車應屬汽車，而非慢車。慢車道不應是開(騎)得比較慢的車所走的車道的概念。建議以混合車道或其他更能確實描述之方式來說明。	第3章相關文字將加以修正之	同意辦理
	針對第七章 ITS 與自行車相關之應用課題，建議能有更深入的分析，並提出具體可行的發展方向，以供規設參考。	針對課題具體建議，如 7.5 節，可作為進一步研究參考	悉
	第八章結論與建議亦顯單薄，可再行檢視彙整報告內容充實之。	加以補充說明	同意辦理


參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
運研所交 通安全組	報告內容內容豐富且符合契約要求，惟文章敘述多有辭不達意之情形，或對論點的原因、內容、結果為清楚敘明，請重新檢視並與修正。	參照辦理。	悉
	報告書內有多處文字誤植，請全部詳予檢視更正。並列出更正清單供做檢覈。	參照辦理。	同意辦理
	請研究團隊就各審查意見逐點撰擬回覆意見，並依契約規定期限內修正完畢。	參照辦理。	同意辦理
	1. 目錄與圖目錄部分項目並未對齊	參照加以修正	同意辦理
	2. P33，(2)的①，” 為了避免與汽車衝的意外事故”，語意不明。	參照加以修正	同意辦理
	3. P52，1. 的第二段” 公路路線設計規範則明訂自”，語意不明。	參照加以修正	同意辦理
	4. P67，圖 2.51 內字體大小與其他圖不一致，請調整。	參照加以修正	同意辦理
	5. P82，表 2.9 中，” 自行車與行人衝突” 指的是哪一種衝突，請敘明。	參照加以修正	同意辦理
	6. P81，最末段，” 以上各類的自車道” 語意不明。	參照加以修正	同意辦理
	7. P82，表 2.9 下方說明太少，只把表內容條列出來而已，並未對如何歸類做說明，例如 Type3-1 與 3-2 只差在有無路邊停車，為何 3-1 有車流動線衝突，而 3-2 卻無。	參照加以修正	同意辦理
	8. P87，圖 3.5 的路名有無錯置。	無	悉
	9. P127，安全方面的 21 各項目	各項目之指標為問卷內容	同意辦理

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
	與效率方面的 20 各項目，使否與圖 4.1 有關，請說明如何相關。另圖 4.1 並未有相關說明。	之擬定依據，將補充說明之	
	10.P130，4.3.1 第 2 段第 4 列，…普通、安全、及安全給予分數…”語意不明。	參照加以修正	同意辦理
	11.P132、133、134，表 4.9 及表 4.11 的各項”因素/變數名稱”有些許差異，但表 4.11 下方說明文字”大致一致”，是否應加以說明不一致的部分。表 4-13、4-15 亦有相同情形。	將補充說明不一致的部分。	同意辦理
	12.P140，(一)倒數第 3 列，” …且都沒有行人或自行車號誌依照汽車號誌行使較不安全”，語意不明。	參照加以修正	同意辦理
	13.P145 效率部分的圖與說明均少很多，理由為何。	因調查路口皆為易肇事路口，故分析時以安全作為主要探討方向。	請將份量 差異的理 由於報告 書中加以 論述
	14.P170，最後一列，” …衝突術如下表”語意不明。	參照加以修正	同意辦理
	15.P174，圖 6.3 未加以說明。	參照加以修正	同意辦理
	16.P175，二、2. 全段文字說明語意不明。	參照加以修正	同意辦理
	17.P181，6.5 第 1 段語意不明。	參照加以修正	同意辦理
	18.P182，圖 6.12”自行車停等空間”語意不明。	參照加以修正，如圖 6.12	同意辦理
	19.P183，二、2. 後段，” …此時的自行車道英語自行車…”語意不明	參照加以修正	同意辦理
	20.P187，二、自行車號誌形式評選準則，僅有獨立設置自行車	加以補充說明，如 6.5 節	同意辦理

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
	號誌的情境，無合併設置情境之說明。		
	21.P188，四、後段”…只能行駛於其旁”是指要行駛於車道上嗎？	指『行駛於行人穿越道旁邊或車道上』，將加以補充說明。	同意辦理
	22.P189、P190，圖 6.18 右下文字方塊”穿越道設於車道”，請與段落內文字說明一致。	參照加以修正	同意辦理
主席	各單位與委員之審查意見與建議，請研究團隊列表整理並研提回應意見，併納入報告修訂。	參照辦理。	同意辦理
	期末報告審查原則同意，後續請研究團隊依契約規定辦理相關事宜。	參照辦理。	悉

附錄 5 期末報告投影片

智慧化號誌路口自行車 交通管理策略之研究 -期末簡報



計畫主持人：許添本

- 台大嚴慶齡工業研究中心
- 101年11月23日

期末簡報大綱

- ◆ 一. 緒論
- ◆ 二. 各國規範及手冊
- ◆ 三. 我國規範及現況分析
- ◆ 四. 路口用路人意見調查與訪談分析
- ◆ 五. 路口自行車設施效率及安全分析
- ◆ 六. 自行車交通管理策略
- ◆ 七. ITS與自行車應用分析
- ◆ 八. 結論及建議

一. 緒論 1.1 研究內容

- ◆ 一. 回顧既有交通管理策略及其研究文獻資料
 - ◆ 國外文獻資料回顧
 - ◆ 國內自行車交通管制現況探討
- ◆ 二. 發展路口自行車交通管理策略
 - ◆ 路口穿越、左轉、停等策略
 - ◆ 自行車號誌運作與設置策略
 - ◆ 自行車之交通標誌標線號誌檢討
- ◆ 三. 針對自行車騎士的智慧型運輸系統課題初探
 - ◆ 對於自行車的保護，參酌國內外相關研究與發展方向，研擬值得進行與落實的研究方向。

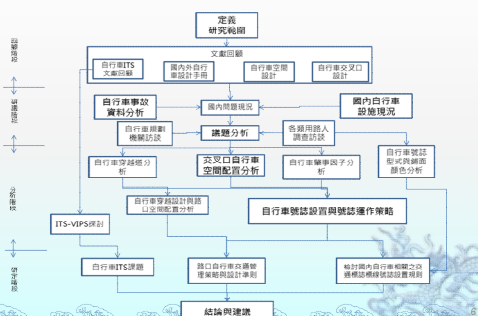
1.2 現況與問題

- ◆ 發展現況
 - ◆ 國內相關研究規劃報告或交通調查計畫，較忽略自行車交通調查。
 - ◆ 有些地區，自行車的使用仍是相當普遍，除鄉間外或休閒自行車道，及市區大學學區附近，自行車仍相當重要。
 - ◆ 目前台灣自行車道的政策朝生活型的方向發展，將自行車的功能提升至休閒、通勤、生活等層級
 - ◆ 近年來，隨著自行車使用的增加，車禍也明顯增加
- ◆ 問題分析-交叉口
 - ◆ 自行車穿越及停等空間與其他用路人之路隔
 - ◆ 自行車路口號誌之設計原則與設置位置
 - ◆ 自行車事故分析與有效改善對策

1.3 研究課題

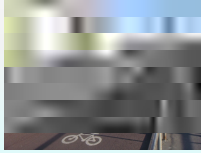
- ◆ 回顧歐美日等國自行車設施設計手冊
- ◆ 回顧國內自行車交通相關規範資料
- ◆ 提出自行車穿越交叉口的設施設置方式
- ◆ 研擬兼顧安全與效率的自行車路口交通管理策略
- ◆ 探討智慧運輸系統與自行車的研究課題

1.4 研究流程與方法



二. 各國規範及手冊回顧

- 國外自行車推動經驗與現況發展
- 國外自行車之交通管理方式、設計手冊。



瑞典, Stockholm
(配合車輛號誌)



義大利, 米蘭

21各國自行車發展特色

- 德國
 - 創造一個對自行車友善的環境，聯邦預算加倍撥發資金專門用於建設和維護聯邦的自行車道沿線公路，改進法規架構，改善道路安全，統整國家和國際上對在城內騎自行車之研究、支持德國競爭「最適合騎自行車之國家」、政府機構支持A德國自行車俱樂部道路安全協會，建立一個互聯網平台提供給所有公民，並且擬訂全國自行車整體規劃。
- 美國
 - 發展一完全整合的運輸路網，良好的連結步行與自行車路網，使步行和騎自行車能更加安全，創造更適宜居住的、對家庭友善的社區環境，促進身體活動與健康，並減少車輛廢氣排放和燃料使用。
- 荷蘭
 - 目標為至2020年，道路交通安全達到不超過580人死亡，12250受傷，降幅較2007年下降25%，首先，危及公路安全之人（即超速或酒後駕車）將受到更嚴厲之處罰，其次，對於弱勢之道路使用者（如行人、騎自行車、兒童和老人）將提供更多的保護。
- 日本
 - 以通勤與購物為主，以休閒為輔去建立自行車道路網，並大量設置停車格位以減少違規停車。

2.2 德國自行車交叉口設施設計規範

- 交叉口設施配置(1)
 - 穿越道配置方式分成有號誌及無號誌兩大類，依據交叉口的幾何條件，將自行車穿越道與汽車道及人行到加以不同程度的區隔出來。
 - 依據其分離程度，而有不明顯分離式及明顯分離式
- 交叉口設施配置(2)
 - 自行車在交叉口的左轉方式可分為直接左轉及間接左轉（兩段式）等兩種方式



德國自行車交叉口設施設計規範

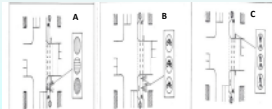
- 2 自行車交通管制設施(1)
 - 自行車之交通管制設施包括標誌、標線及號誌等。標誌包括自行車專用道標誌。自行車交通號誌可與行人號誌共用或分開設計。其號誌時制之設計，則可按其停與起動特性加以適當的考慮設置。



德國自行車交叉口設施設計規範

2 自行車交通管制設施(2)

- A. 自行車遵守汽車號誌
 - 在交叉路口無自行車專用號誌時，以下四種狀況，自行車須遵守汽車號誌
 1. 無自行車專用道處，自行車騎乘於道路邊緣右側
 2. 自行車專用道和人行步道區分離
 3. 自行車專用道未和人行步道區分離，但自行車停止線和汽車停止線齊平
 4. 自行車道在車道上為標線型式
- B. 自行車遵守專用號誌
 - 在交叉路口有自行車專用號誌時，自行車遵守專用號誌
- C. 自行車遵守行人號誌
 - 在交叉路口無自行車專用號誌時，以下狀況自行車須遵守行人號誌
 1. 無獨立自行車專用道，且自行車無法騎乘道路邊緣右側，此時人行步道區同時為自行車步道
 2. 自行車專用道未和人行步道區分離，交叉路口處無自行車專用之停止線



2.3 美國自行車交叉口設施設計規範

- 自行車停等區(Bike Boxes)
 - 自行車停等區為設置於停止線前以保障自行車騎士之停等空間。
- 中央分隔島停等空間(Median Refuge Island)
 - 中央分隔島之停等空間提供自行車騎士於路口中暫避之空間。



• 紐約自行車停等區

• 貝爾維尤中央分隔島停等空間

美國自行車交叉口設施設計規範

- 路口穿越標線(Intersection Crossing Markings)
 - 路口穿越標線是於路口劃設自行車道穿越之標線以凸顯自行車之行徑方向。
- 自行車穿越道(Through Bike Lanes):
 - 在接近路口時，為避免與轉彎車輛發生衝突，設置自行車穿越道以改變自行車之行進路線。



• 西雅圖之自行車路口穿越標線



• 自行車穿越道3D概念圖

美國自行車交叉口設施設計規範

- 兩段式左轉停等區(Two-Stage Turn Queue Boxes)
 - 兩段式左轉停等區為提供左轉之自行車騎士停等空間。
- 自行車與轉彎車輛共用道(Combined Bike Lane/Turn Lane)
 - 將自行車道與右轉車道劃設為共用道。



• 波特蘭兩段式左轉停等區



• 自行車與轉彎車輛共用道3D概念圖

美國自行車交叉口設施設計規範

- ◆ 接近路口之自行車道 (Cycle Track Intersection Approach)
 - ◆ 自行車道接近路口時，須使車輛能夠看見自行車騎士。



美國自行車交叉口設施設計規範

- ◆ 1. 自行車專用號誌 (Bicycle Signal Heads)
 - ◆ (1) 自行車號誌應設置於自行車騎士清楚易見之位置。
 - ◆ (2) 若非固定號誌時制則需安裝適當之偵測器與觸動號誌。



2.4 日本設施現況

- ◆ 日本的自行車和行人的路權相似，
 - ◆ 自行車以走人行道為主，將自行車與一般車流分開來處理
 - ◆ 若有足夠之道路空間則盡可能劃設自行車專用道
 - ◆ 路口處人行道的邊緣都要求平滑處理，同時輪椅也能通行，滿足無障礙設計之需求。
- ◆ 日本交叉路口自行車道佈設原則重點
 - ◆ 考量不同交叉路口的形狀及交叉角度
 - ◆ 平面交叉的基本形式及設計
 - ◆ 交叉形式考量該交叉路口的安全性及要求平滑處理性
 - ◆ 要求交叉路口須提高交通通行的能力以及降低交通事故的發生。

日本設施現況

- ◆ 交叉路口的自行車的通行方法

行走方向	有無自行車通行道	道路交通法
直行	有自行車通行道	必須行走自行車通行道 (第 63 條的 7)
	無自行車通行道	必須從道路左邊通行 (第 17 條第 4 項)
左轉	-	儘可能沿著道路的左邊通行，必須慢行 (第 34 條第 1 項)
右轉	有自行車通行道	必須行走自行車通行道 (第 63 條的 7)
	無自行車通行道	儘可能沿著道路的左邊通行，同時須沿著交叉路口邊緣通行，必須慢行 (第 34 條第 3 項) (所謂二段式右轉)

日本設施現況

- ◆ 自行車通行道的設置
 - ◆ 沿交叉路口直行前進
 - ◆ 使自行車道連續以確保自行車在交叉路口內之通行安全

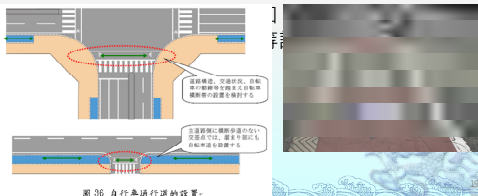
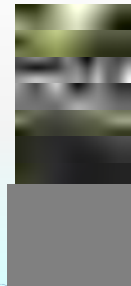


圖 36 自行車通行道的設置

2.5 英國自行車交叉口設施設計規範

- ◆ 分隔之型式分為兩種：
 - ◆ 標線劃分自行車道 (Cycle lane marking)：
 - ◆ 多使用於交通流量較低或是中等的路段，且自行車騎士多為直行居多。
 - ◆ 此時建議可在直行車道與左轉車道之間增設 1.0-1.5m 之自行車道。
 - ◆ 此自行車道可保護自行車騎士於車陣中等待，並且在通過路口後需將自行車騎士導引至路邊。
 - ◆ 實體分隔 (physical segregation)：
 - ◆ 多使用於機動車輛流量較大時，在接近路口約 50 公尺路邊開始有一個實體分隔之自行車道，直到路口停止線。
 - ◆ 通常以一分隔島進行區隔，同時輔以專有號誌控制，以區隔直行自行車與左轉機動車輛。
 - ◆ 然而為了減少對路口造成之延滯，其他不會造成衝突點之車流可在自行車時相時通過路口。



英國自行車交叉口設施設計規範

- ◆ 自行車號誌化路口大致上可分為以下形式：
 - ◆ 號誌控制路口：
 - ◆ 自行車一般視同汽車，除了在特定的自行車道獨立號誌供自行車參照外，則以依據一般汽車號誌行駛。
 - ◆ 所特別設置的自行車號誌，是一種較獨特的設計形式以幫助自行車通過較為繁化之路口，自行車騎士可透過設計在自行車道的標誌獲得專屬路權。
 - ◆ 通常此設計分配給自行車之綠燈時相時間較行人短，為防止按鈕失效，有些路口亦有利用停止線附近之感應線感應通過之自行車以分配專用時相。



- ◆ 與行人平行之路口穿越方式 (Parallel cycling & pedestrian crossing)：
 - ◆ 在路口自行車穿越道與行人穿越道並行，如圖所示。
 - ◆ 自行車與行人分配到之綠燈時間是相同的，此設計是為使自行車騎士不會使行人行人穿越道。
 - ◆ 假如可以的話自行車穿越道應設置在行人穿越道之隔壁，以減少兩者間的衝突。

英國自行車交叉口設施設計規範

- ◆ 自行車非號誌化路口之設置，並不是所有路口皆須號誌控制來輔助自行車穿越路口，尤其是在交通量較低之路口，以下是在無號誌控制路口中，用於輔助自行車騎士穿越路口之設施：
 - ◆ 於地面上繪製特殊標誌輔助自行車穿越，主要作用為提醒機動車輛禮讓自行車。
 - ◆ 接近路口時可漆上讓道記號。
 - ◆ 路面上以標線劃分不同方向之自行車車流。
 - ◆ 以前頭與自行車圖案結合之標線提供路線方向資訊。
 - ◆ 以標誌「前方有自行車道」提醒。
 - ◆ 將在路口之人行道向外延伸 (build-out)，可降低車速且增加自行車與行人通行安全，同時可防止車輛停放。

26 荷蘭自行車交叉口設施設計規範

- 荷蘭的交叉路口會以下列五個最主要的因素來做設計：
- 1. 一致性
 - (1) 可跟隨性：道路標誌很容易找到並且在路口指引正確的方向。
 - (2) 品質一致性：等同於一般路口的設計，自行車相關設施之品質存在於各交叉路口。
- 2. 方向直接性
 - (1) 考慮一般車流速率：一般車流速率由交叉口視距及轉彎半徑決定，提高穿越效率。
 - (2) 降低延遲：自行車於交叉口因為等候時間產生延遲，儘可能降低自行車於交叉口之等候時間。
- 3. 辨識性
 - (1) 能見度：包含所有設計元素都能清楚可辨。
 - (2) 被遮蔽性：自行車騎士於交叉口不被遮住視線。
- 4. 安全性
 - (1) 行駛之複雜程度：自行車與其他車流之衝突機會降至最小。
 - (2) 不順暢之型式：對於任何行駛不順暢之處都必須加以考慮並減至最低。
- 5. 舒適性
 - (1) 平坦度：鋪面儘可能達到平坦。
 - (2) 避免坡度：在有坡度之交叉口須特別注意設計速率、剎車距離以及淨空時間。
 - (3) 交通障礙：車道寬度、腳踏車寬度、車流空間。

荷蘭自行車交叉口設施設計規範

- 路口交通號誌設計
 - 為鼓勵自行車之使用，讓交通管制措施有善於自行車是必要的，即使自行車不能在號誌上得到優先權，但是因為號誌而產生安全與舒適性上的負面效應應該降到最低。
 - 對於自行車之交通號誌必須有之假設：
 - (1) 對交叉口之號誌管制沒有特別之限制。
 - (2) 號誌管制至少可以適應機動車輛的需求。
 - (3) 自行車騎士有高度的號誌優先權。
 - (4) 自行車被偵測器偵測的位置只設置壓力管及感應線圈在停止線前是不夠的。
 - (5) 號誌設計必須將停車機會及因號誌損失時間降至最低，自行車號誌設計也是如此。
 - (6) 不應發生與轉向機動車輛之衝突。
 - (7) 在設計停車空間及容量時以15分鐘為最高小時自行車交通量作為依據。

荷蘭自行車交叉口設施



27 小結

- ◆ 1 各國的完整規範足供我國參考之處有很多，有與車輛整合，亦有與行人整合，屬於因地制宜
- ◆ 2 我國會因為路口幾何及自行車道及不同車種的影響，而有所差異

三. 我國自行車交叉口

一、自行車於交叉口交通方式

參考「自行車道系統規劃設計參考手冊第三版」，對於我國自行車穿越交叉口之交通方式如下：

(一)、自行車道在交叉口或路段中之穿越方式，宜配合行人穿越道設置。

- 自行車專用車道穿越交叉口時，宜與行人穿越道區隔。
- 自行車與行人共用道穿越交叉口時，應與行人穿越道共用。

(二)、自行車穿越道之劃設可為標線或採不同顏色、材質之鋪面。

- 依據自行車使用道路型式分類及自行車道之設置位置與路口狀況配置各種不同類型之路口穿越型式，並將各型式路口所應設置之相關標誌標線納入，每一類型劃設範例標準圖，供各相關設計單位參考。

3.1 自行車交叉口設施課題

- 穿越道設置課題
 - 多數自行車穿越與行人共用穿越道
 - 自行車穿越道未明顯區分
- 待轉區設置課題
 - 自行車與機車共用待轉區
 - 自行車使用路口轉角作為待轉區



• 未明顯區分之自行車穿越道



自行車與機車共用待轉區



自行車使用路口轉角作為待轉區

自行車交叉口設施課題

◆ 停等區設置課題

- 自行車與機車共用停等區
- 自行車使用轉角空間作為停等區
- 無適當停等空間



自行車與機車共用停等區



自行車使用轉角空間作為停等區



無適當停等空間

自行車交叉口設施課題

◆ 標誌標線設置課題

- 在路肩以虛線劃設自行車專用道
- 黃色標線劃設自行車專用道
- 方形自行車標誌
- 實線劃設之自行車穿越道
- 自行車專用道標示行人圖樣



自行車專用道標示行人圖樣



在路肩之自行車專用道



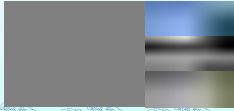
黃色標線劃設自行車專用道



方形自行車標誌/實線劃設之自行車穿越道

自行車交叉口設施課題

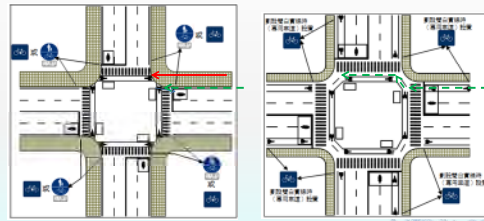
- ◆ 專用號誌設置課題
 - ◆ 自行車號誌燈頭位置
 - ◆ 自行車號誌設置地點與時制設計
 - ◆ 自行車依循號誌不明確
 - ◆ 在部分自行車穿越空間配置為車道銜接人行道的路口，易造成使用者的困擾
- ◆ 自行車號誌缺乏獨立時相
 - ◆ 目前普遍缺乏自行車專屬號誌。
 - ◆ 即使部分路口有設置自行車號誌，但也沒有考量設計自行車的獨立時相，一般多與行人號誌同亮。
 - ◆ 如行駛於一般車道的自行車，由於自行車與一般機動車輛之啟動延滯不同，易造成自行車與機動車輛之衝突。



自行車號誌與行人號誌結合 自行車獨立號誌

3.2我國之自行車穿越交叉口方式與幾何設計

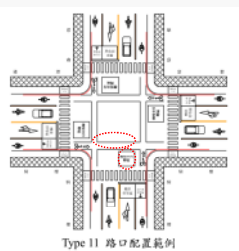
1 人行空間銜接人行空間之穿越路口型式



- 1 與自行車道如何銜接，會關係到是要看行人燈或汽車燈
- 2 若自行車走人行道，則看行人燈
- 3 若自行車走慢車道，則看汽車燈

我國之自行車穿越交叉口方式與幾何設計

2 車行空間銜接車行空間之穿越路口型式



Type II 路口配置範例

- ◆ 直行自行車與進入待轉區機車衝突
- ◆ 待轉區機車與自行車交織衝突



Type II 自行車道與混合車道以實體設施分隔(禁止路邊停車)

我國目前自行車穿越設施

許添本攝



3.3現有路口自行車穿越衝突與路口設計因子

	幾何設計	交通管制
自行車與行人衝突	轉角處之自行車車道設計	
自行車與機車衝突	自行車穿越道位置 自行車停等區配置	

在只有機慢車停等區之情形，待轉區之不同運具綠燈啟動時間，停等區之不同運具綠燈啟動時間

3.4小結

- ◆ 1 自行車行駛空間與穿越道 在歐美以設置在車道或擴建自行車道為主，日本以人行道上劃設為主
- ◆ 2 自行車號誌 在歐美依據配合車輛號誌或專用號誌為主，日本則以配合行人號誌或專用號誌為主
- ◆ 3 我國目前以配合人行道設置為主，考慮區分行人號誌及自行車號誌，處理停等位置問題

四.自行車交叉口民意調查與訪談

- ◆ 規劃機關訪談
- ◆ 用路人與專家學者意見調查
 - ◆ 路口自行車設施調查
 - ◆ 灰關連分析
 - ◆ 自行車號誌型式
 - ◆ 鋪面顏色

4.1規劃機關訪談

- ◆ 訪談單位
 - ◆ 台北市（交通管理工程處運輸規劃科）、台中市（交通局）、高雄市（交通局運輸規劃科科長）、新北市（交通局運輸規劃科）、宜蘭縣（工商旅遊處遊憩規劃科）、花蓮縣（建設處土木科/交通隊）等自行車規劃相關單位
- ◆ 1路口自行車設施規劃經費方面
 - ◆ 皆無獨立編列相關預算，最多只是在路口有問題或其他需求發生後，才分配經費處理
- ◆ 2市區與郊區設計上之差異
 - ◆ 宜蘭花蓮市區較少自行車設施，多設在郊區作為觀光休閒使用，其他地區的市區主要作為通勤考量，郊區則作為運動遊憩之用。
- ◆ 3民眾反應問題
 - ◆ 主要反應自行車所需之夜間照明問題，此訪談結果與用路人問卷訪談的結果相似，整體而言，民眾反映給相關單位的問題相對較少。
- ◆ 4採用的自行車設計法規與遵遵問題
 - ◆ 使用運研所的『自行車道系統規劃設計參考手冊』為最多，也有參考建築法規、自行車道設施設計準則彙編、道路交通標誌標線設置設計規則等方式。
- ◆ 5目前自行車缺乏之路口設施
 - ◆ 普遍缺乏路口自行車設施之標誌標線號誌整體規劃，以及對於自行車之路權考量。
- ◆ 目前針對自行車之路口設施，相關單位能設置的設施主要仍以標線為主，但劃設的狀況是否符合實際需求仍有待討論

4.2用路人與專家學者意見調查

- 18個路口對於使用者進行問卷調查與現況觀察，共蒐集698份問卷。
 - 本問卷蒐集的樣本背景如下：
 - (1)47.7%為男性、52.3%為女性
 - (2)年齡在21-30歲的比例最高為35.8%
 - (3)職業以學生30.7%與服務業27.8%為最高比例
 - (4)月收入以2萬元以下為40.8%，2萬到4萬元34.5%為多數
 - (5)自己擁有自行車的比率為65.9%
 - (6)運用自行車頻率大多為每週一、二、三以上佔23.4%，一週1-3次佔21.2%
 - (7)平常使用自行車的為過路通勤20.3%與運動健身38.5%
- 問卷因素分析
 - 先進行KMO檢定，值越高表示因素分析效果越好0.9以上表示極佳，一般要在0.5以上。
 - 分四個部分：安全等級、安全等級以重要性加權、效率等級及效率等級以重要性加權。
 - 安全的等級從極危險、危險、普通、安全、及安全給予分數，越危險表越缺乏，分數設定為：5.4321，效率的設定方式一樣。
 - 重要性從極不重要、不重要、普通、重要、極重要給予分數，越重要分數就越高：1.2345。
 - 加權時將各變數的程度值與重要性值相乘。

用路人認為應優先加強之設施

- 對於每個路口各設施的排名1到5選取的次數與名次加權，計算民眾感受最需要的設施，權重計算如下：
 - 排名1(5分)、排名2(4分)、排名3(3分)、排名4(2分)、排名5(1分)，乘以被選擇次數得到其分數，再將各設施所有名次當得分相加得到最後的分數。
- 問卷所提及之16個設施選項對應如下：
 - (1)路口自行車穿越道 (2)路邊自行車道
 - (3)人行道上之自行車道 (4)顏色醒目之自行車專用鋪面
 - (5)庇護島，讓行人及自行車騎士穿越路口時，能臨時暫停以作為庇護之用
 - (6)自行車夜間照明設備
 - (7)自行車兩段式左轉 (8)自行車專用號誌
 - (9)自行車保護時相
 - (10)路口資訊導引標誌 (11)自行車停止線
 - (12)自行車停車空間 (13)自行車待等路線設計
 - (14)自行車待轉空間 (15)其他
 - (16)不缺乏任何自行車交通設施

用路人/專家學者認為應優先加強之設施

用路人問卷調查結果		專家學者問卷調查結果	
設施選項	總得分	設施選項	總得分
1路口自行車穿越道	1052	1路口自行車穿越道	33
2路邊自行車道	919	2路邊自行車道	20
3人行道上之自行車道	772	3人行道上之自行車道	16
4顏色醒目之自行車專用鋪面	1197	4顏色醒目之自行車專用鋪面	25
5庇護島，讓行人及自行車騎士穿越路口時，能臨時暫停以作為庇護之用	950	5庇護島，讓行人及自行車騎士穿越路口時，能臨時暫停以作為庇護之用	22
6自行車夜間照明設備	485	6自行車夜間照明設備	11
7自行車兩段式左轉	710	7自行車兩段式左轉	24
8自行車專用號誌	637	8自行車專用號誌	19
9自行車保護時相	460	9自行車保護時相	8
10路口資訊導引標誌	617	10路口資訊導引標誌	4
11自行車停止線	280	11自行車停止線	7
12自行車待等空間	580	12自行車待等空間	29
13自行車待等路線設計	278	13自行車待等路線設計	5
14自行車待轉空間	541	14自行車待轉空間	17
15其他	25	15其他	0
16不缺乏任何自行車交通設施	132	16不缺乏任何自行車交通設施	0

灰關聯排序分析

- 此分析是對於一個系統的變化趨勢進行定量的描述和比較。
- 關聯度為對兩個因素之間關聯性大小的量度，將系統發展過程中因素間相對變化的情況。
- 灰關聯度的意義是指在過程中，如果兩個因素變化的趨勢一致，則可以認為兩者關聯較大。
- 以安全與效率兩方面來分析，評分與上述其他方式相同以1分到5分，越高分表示越不安全與越無效率。

因素	因素
1.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	2.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
3.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	4.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
5.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	6.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
7.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	8.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
9.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	10.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
11.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	12.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
13.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	14.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
15.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	16.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
17.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	18.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
19.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	20.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
21.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	22.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
23.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	24.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
25.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	26.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
27.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	28.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
29.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	30.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
31.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	32.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
33.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	34.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
35.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	36.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
37.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	38.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
39.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	40.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
41.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	42.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
43.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	44.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
45.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	46.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
47.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	48.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
49.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	50.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
51.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	52.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
53.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	54.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
55.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	56.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
57.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	58.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
59.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	60.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
61.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	62.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
63.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	64.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
65.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	66.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
67.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	68.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
69.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	70.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
71.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	72.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
73.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	74.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
75.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	76.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
77.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	78.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
79.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	80.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
81.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	82.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
83.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	84.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
85.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	86.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
87.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	88.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
89.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	90.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
91.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	92.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
93.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	94.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
95.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	96.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
97.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	98.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)
99.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)	100.自行車道鋪面顏色(綠、紅、藍、黃、白、灰)

灰關聯度優先排序結果

名次	安全等級	效率等級
1	11是否應設有指示牌	12路口左右是否設置護欄
2	15自行車穿越路口時是否受行人行道的干擾	14路口自行車道鋪面對自行車騎乘的干擾
3	17自行車道鋪面對自行車騎乘的安全感	13路口鋪面是否有無障礙坡度
4	6路口鋪面鋪面提供夜間安全警示	15路口行人交通量對自行車騎乘的干擾
5	8在路口轉彎時有明顯的轉彎線	10自行車於路口停等時，是否可明確有效的指示停止線
6	12路口有足夠的安全停車空間	20路口左右轉彎車對自行車騎乘的干擾
7	14在路口是否可直進左右改車	5路口可直進左行有效兩段式左轉(待轉)
8	7在路口有足夠的安全停車空間	8自行車道鋪面顏色
9	16行人交通量對自行車騎乘的安全威脅	4路口交通量對紅綠燈可供自行車有效使用
10	13路口鋪面鋪面提供夜間安全警示	7路口具有足夠有效的自行車停車空間
11	10路口交通量對自行車騎乘的安全威脅	17路口汽車交通量對自行車騎乘的干擾
12	5在路口安全通行兩段式左轉空間	14路口具有汽車車道鋪面可供自行車快速行駛
13	1自行車道鋪面對自行車騎乘的安全威脅	18路口汽車交通量對自行車騎乘的干擾
14	2在路口鋪面鋪面提供夜間安全警示	9提供有效的指示牌(指示牌)
15	3自行車騎乘在人行道安全程度	4路口有中間庇護島可供自行車臨時暫停
16	4在中央分隔設施可供臨時停車	2在路口鋪面鋪面自行車是否可快速騎乘
17	19機車交通量對自行車騎乘的安全威脅	1在路口是否有提供自行車專用穿越空間
18	9在路口自行車專用路面	11路口有夜間照明設備可方便自行車騎乘
19	20公車/貨車交通量對自行車騎乘的安全威脅	3行車在人行道上可以快速通行
20	18汽車交通量對自行車騎乘的安全威脅	19路口的公車/貨車交通量對自行車騎乘的干擾
21	21路口左右轉彎車對自行車騎乘的安全威脅	

綜合在所有交叉口的意見，各問項排序如左表

- 以安全等級來看，指示導引、人行道的安全程度，是此次調查當中最受影響安全程度的部分，有良好的導引、平穩的路面才能帶給自行車使用者安全的使用。

- 以效率等級來看，路口左右的視線、自行車交通量以及無障礙坡度都是效率等級當中相對影響效率的部分，在路口沒有視線與地面高度的障礙是影響效率的重要因素。

自行車號誌替選方案AHP分析

方案	得分	排序
A1	5.81	2
A2	5.64	3
A3	5.05	5
B1	4.21	6
B2	5.11	4
B3	6.09	1
C1	3.75	7

- 自行車號誌型式建議以加設秒數以及圖示之獨立號誌

自行車道替選方案AHP分析

方案	得分	排序
A	6.02	2
B	5.09	4
C	6.61	1
D	5.79	3
E	5.04	5

- 自行車道之評選結果以綠色為排序第一，這也是目前台灣比較普遍常見的自行車鋪面顏色，其目的偏向於提示自行車使用者有專用的道路空間可使用。
- 排序第二為磚紅色，認為此種顏色可供提醒自行車使用者，同時也可由此警告其他用路人注意自行車之穿越。本研究建議，自行車道鋪面顏色以磚紅色較能夠達到提升安全與效率的目的。

4.3小結

- 面對安全或效率議題時使用者的感受與判斷會有所不同，基本考慮因素主要是路口幾何設計以及車流量的影響。
- 而不同分析方法也可將問項分為不同的類別，可看出影響路口自行車安全的因素多且互相影響，要能夠明確的區分是有難度的，在考慮設施設計的要素時必須要有多方面的考量。
- 民眾對於路口的設施偏向於自行車道、照明設備等目前已有實施的設備，其他像是號誌、停車空間等等較需要專用路權的設備民眾可能因較不熟悉且自行車路權的觀念尚未普及而較不受到重視。
- 專家學者的意見最大的差異在於自行車停車空間與兩段式左轉，在路口若設置此兩種設施需要較佳的路口條件。
- 用路人與專家學者之意見存在差異性，若未來欲依此建議設置自行車設施，則必須採取多方意見考量。

6.2 穿越道類型設置準則

- 穿越道設置
 - 主要考慮因素
 - 土地用途、路口幾何配置
 - 設置條件
 - 路段設有自行車專用道之路口
 - 捷運站周邊、捷運沿線、學校、商業區等
 - 近1年之自行車肇事次數達6次以上，或路口單一車道肇事次數達3次以上
- 穿越道設計分類
 - 主要考慮因素
 - 幾何配置、交通管制、交通特性
 - 類型與主要適用時機
 - 自行車穿越道與行人穿越道合併（分離式/密接式）
 - 自行車道設置於人行道上時
 - 本研究建議以分離式為主
 - 自行車穿越道設置於車道
 - 自行車穿越道穿越幹道時

自行車穿越道與行人穿越道合併（密接式）

自行車穿越道與行人穿越道合併（分離式）

自行車穿越道設置於車道

穿越道鋪面類型與設置準則

- 穿越道鋪面
 - 主要考慮因素
 - 安全性、效率性、美觀性
 - 設置條件
 - 需要穿越較大的號誌化交叉口
 - 單向超過兩車道之道路
 - 每週期右轉機動車輛超過10輛，紅燈停等之右轉車超過5輛時
 - 每週期行人量大於15人以上
 - 在主要道路之自行車專用道穿越街道時
 - 鋪面類型
 - 紅色、黃色、綠色、草綠色、藍色
 - 建議：紅色為主，綠色為輔

A. 紅色鋪面

B. 黃色鋪面

C. 綠色鋪面

D. 草綠色鋪面

E. 藍色鋪面

6.3 左轉設計類型與設置準則

- 左轉設計
 - 主要考慮因素
 - 交通特性、幾何設計、交通管制
 - 設置條件
 - 設有左轉專用號誌，且自行車道在車道上時
 - 機動車交通量小於800pcu/hr
 - 機動車車速小於50km/h
 - 自行車交通組成不超過10%
 - 雙向總車道數不超過2車道
 - 設置自行車直左轉之停等帶
 - 路口單一車道尖峰小時達100（台/小時）以上
- 左轉設計分類
 - 主要考慮因素
 - 機車待轉區之有無、人行淨寬
 - 類型與主要適用時機
 - 位於車道之待轉區（獨立/與機車待轉區合併）
 - 自行車穿越道設置於車道時
 - 設置於車道上的自行車道，或為分離式自行車道時
 - 人行淨寬空間時
 - 位於人行道的獨立待轉區
 - 無設置於車道的自行車道時，且人行道的淨寬度大於2.5m

設置於機車待轉區右側之自行車待轉區

設置於車道之獨立自行車待轉區

左轉待轉區設置於人行道（穿越道與人行道合併）

6.4 待停區類型設置準則

- 待停區設置(停止線)
 - 主要考慮因素
 - 自行車交通特性與交通管制措施
 - 設置條件
 - 設有自行車專用之交叉口
 - 設有自行車穿越道的交叉口
 - 設有機車待停區的交叉口
 - 尖峰小時自行車交通量達100（台/小時）以上的交叉口
- 待停區設計分類
 - 主要考慮因素
 - 自行車專用道與穿越道設計
 - 類型與主要適用時機
 - 設置於車道之待停區（位於機車待停區右側/獨立）
 - 自行車專用道之交叉口，且自行車道設置於車道
 - 設置於人行道的待停區
 - 路口無自行車專用道，而有與行人穿越道合併之自行車穿越道，且人行淨寬度大於2.5m
 - 在無自行車專用道且自行車穿越道設置於車道時

設置於機車待停區右側之自行車待停區

設置於車道之自行車獨立待停區

設置於人行道的自行車待停區

6.5 自行車號誌設置準則

- 自行車號誌
 - 主要考慮因素
 - 交通特性、路口幾何配置、土地使用
 - 設置條件
 - 設有自行車穿越道
 - 自行車穿越道流量高，易與行人以及轉向車流造成衝突
 - 路口不易察覺自行車穿越
 - 自行車不易觀察行人號誌
 - 號誌時制
 - 自行車穿越路口建議以增加黃燈或全紅時間處理
 - 應行之號誌
 - 有自行車號誌
 - 一律應行自行車號誌
 - 無自行車號誌
 - 自行車行駛於車道時，應行汽車號誌
 - 自行車行駛於人行道時，應行人行號誌行駛
- 號誌類型
 - 與行人號誌結合
 - 獨立號誌
 - 有自行車穿越道、設有停止線且與行人穿越道分離時
 - 符合以下條件之一者：
 - 自行車需穿越較大的交叉口
 - 尖峰時間自行車穿越會形成車隊型態
 - 機動車右轉交通量大
 - 一年內相關肇事達三件以上
 - 平均汽車車速大過50公里/小時
 - 自行車號誌時制有必要與行人號誌區分時

自行車號誌設置準則

自行車號誌與行人號誌分離

自行車號誌與行人號誌合併

6.6 案例：高雄市鼎山街大昌一路路口

原先在未設置自行車穿越道的路口，當自行車欲穿越路口時，可能會行駛在人行道上或是機車待轉的路段上。在設置穿越道後，可以導引自行車於穿越道上完成穿越並與行人穿越兩股流動之穿越衝突動分離，亦可分離與機車待轉車輛之衝突。

在設計上，自行車穿越道與行人穿越道合併，但原先人行與待轉區域之間淨空不足，改善後加入自行車穿越道於行人穿越道左側後，會使行人穿越道往車道內移或是待轉區往路口處外移。

原路口自行車在進行待轉時，由於並無穿越導引線，不僅在待轉路段上，容易與機車待轉的車流發生衝突，甚至進入待轉區內亦容易發生衝突。在設置自行車待轉區於機車待轉區右側後，此區域內僅有自行車，可有效避免路口的待轉衝突。

自行車設施	改善前	改善後
自行車穿越道	無	有
自行車左轉設施	無	有(設於機車待轉區右側)
自行車待停區	無	有
自行車號誌	無	看自行車號誌

七. ITS與自行車應用分析

- 智慧型自行車運輸系統
- 自行車之VIPS應用
- 自行車之ATMS應用
- ITS於自行車未來應用方向分析

7.1 智慧型自行車運輸系統

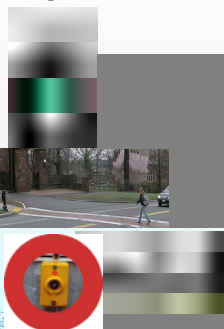
- ◆ A. 自行車駕駛人：
 - ◆ 特性：需額外設備來提升其安全及效率。
 - ◆ a. 頭盔單面視鏡功能強化設備或可攜式資訊顯示器
 - ◆ b. 佩掛式反光與警示標誌
- ◆ B. 自行車車輛：
 - ◆ 特性：實體特性限制了裝設設備
 - ◆ 超速警示器
 - ◆ 車上或可攜式安全間距警示器
 - ◆ 自動碰撞偵測防範裝置
- ◆ C. 自行車道路設施
 - ◆ 特性：採混流之方式增加自行車與其他用路人之間的衝突
 - ◆ a. 安全間距或交叉口衝突警示器
 - ◆ b. 車身側向防傾倒與平衡裝置
 - ◆ c. 偏向自動顯示方向燈

智慧型自行車運輸系統

自行車騎士	自行車車輛	自行車基礎設施
1. 頭盔(即安全帽)	1. 前後安全間距警示器	1. 車上車籍辨識裝置
2. 頭盔聽覺與傳訊設備	2. 側向安全間距警示器	2. 自行車電子收費設備
3. 頭盔單面視鏡功能強化設備	3. 超速警示器	3. 自行車停車資訊接收器
4. 身體重點部位保護裝置	4. 限速控制裝置	4. 自行車停車進出輸送帶或平台
5. 全套安全衣	5. 自動碰撞偵測及防範裝置	5. 自行車專用路外停車場
6. 佩掛式安全氣囊	6. 車身周邊防護保險桿	6. 自行車專用道及停車空間，配置偵測器
7. 佩掛式反光與警示標誌	7. 自動安全防盜鎖或定位晶片	7. 自行車專用號誌及交叉口自行車適應號誌
	8. 偏向自動顯示方向燈	8. 設置公共自行車
	9. 行車紀錄器	9. 違規停車自動偵測告發裝置
	10. 車燈光線照明調整裝置	10. 自行車到站的偵測器
	11. 行車資訊導引系統(GPS)	11. 自行車速率偵測器
	12. 數位資訊顯示面板	
	13. 意外事故自動求救警訊發射裝置	

7.2 自行車之VIPS應用

- ◆ 自行車號誌/倒數計時器
 - ◆ 降低自行車穿越不及的危險性
 - ◆ 提供剩餘秒數供自行車使用者判斷可在時間內穿越路口
- ◆ 嵌入式自行車穿越燈
 - ◆ 藉感應線圈道路原理，埋設於路面下之線圈傳送微弱電壓啟動閃光，其閃爍時間通常延長至自行車穿越為止。
- ◆ 自行車專用路口穿越手動觸控裝置
 - ◆ 按下觸動控制按鈕，使號誌由閃光燈號轉變為三色燈運作
- ◆ 自行車閃光標誌及發光按鈕
 - ◆ 在晚上視線較黑時，閃光標誌可以有效提高明視度
- ◆ 自行車智慧型安全帽
 - ◆ 當意外事件發生時，安全帽發出定位資訊至伺服器端，以提供救援人員意外事件之位置資訊。



7.3 自行車之ATMS應用

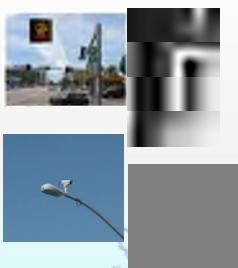
- ◆ 自行車定位與路徑導引
 - ◆ 可以得知自行車即時所在位置，並由旅行之起訖點，協助決策中心管理
 - ◆ 可與VIPS做結合應用，於緊急時利用路側設施或個人可攜式設備告知緊急資訊。



自行車定位與路徑導引系統概念圖

自行車之ATMS應用

- ◆ 自行車CMS資訊可變標誌
 - ◆ 可配合事件自動偵測系統，在旅行途中傳達道路資訊予其他使用者，以達交通控制之目的。
 - ◆ 結合自行車輛偵測做資訊傳遞，以協助交通管理。
- ◆ 影像式監控偵測 (CCTV & VD)
 - ◆ 由畫面顯示車道上使用狀況，若有緊急事故發生時，可配合CMS資訊應用
- ◆ 行車記錄器 (Event Data Recorder, EDR)
 - ◆ 除記錄駕駛狀況，亦可連線與交通資訊中心做及時資訊回傳，達到路網整體交通管理。



7.4 ITS於自行車未來應用方向分析

- ◆ 有聲號誌於自行車之應用
 - ◆ 協助自行車使用者辨識到觸動號誌
- ◆ 車輛自動辨識系統
 - ◆ 參考國內ETC電子收費方式，可於自行車上加裝電子標籤作為辨識依據
- ◆ 前後車輛防撞系統
 - ◆ 目前相關技術上的開發仍需要電力制動功能，應用上仍受限制
- ◆ 自行車動態即時路況顯示地圖
 - ◆ 結合自行車道於動態電子地圖上，可做提供道路速率及壅塞程度之顯示



8 結論與建議

- ◆ 過去自行車路口設施的缺少研究，也缺少系統性的探討標誌標線與自行車專用號誌的相關課題。
- ◆ 本研究分析結果，一般用路人與專家學者則較重視之自行車設施不同，相關單位與一般民眾仍有溝通的空間。
- ◆ 本研究提出的路口自行車設施設計準則，以應用於市區道路為主，針對郊區、遊憩區等地區之路口，其設計方式可依現場實際情形加以調整。
- ◆ 各地自行車規劃負責單位可能由不同單位負責，建議統一交通規劃相關單位。
- ◆ 建議為除了在路口設置相關設施之外，同時應能搭配相關法令的制訂，以提供自行車使用者適當的路權與遵循的法令依據。

簡報完畢
敬請指教

