

111-074 -1458
MOTC-IOT-110-PDB011

高快速公路匝道分匯流區容量 及服務水準分析之研究(3/3) -快速公路分析及容量手冊研訂



交通部運輸研究所

中華民國 111 年 11 月

111-074 -1458

MOTC-IOT-110-PDB011

高快速公路匝道分匯流區容量 及服務水準分析之研究(3/3) -快速公路分析及容量手冊研訂

著者：黃家耀、林貴璽、廖晉毅、陳威瑜、李祐德、莊宜芳、
林佳欣、張舜淵、楊幼文、歐陽恬恬、洪瑋鍾

交通部運輸研究所

中華民國 111 年 11 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究. (3/3) : 快速公路分析及容量手冊研訂/黃家耀, 林貴璽, 廖晉毅, 陳威瑜, 李祐德, 莊宜芳, 林佳欣, 張舜淵, 楊幼文, 歐陽恬恬, 洪瑋鍾著.
-- 初版. -- 臺北市 : 交通部運輸研究所, 民
111.11

面 ; 公分

ISBN 978-986-531-440-8 (平裝)

1. CST: 公路管理 2. CST: 交通流量

557

111019934

高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究(3/3)-
快速公路分析及容量手冊研訂

著 者：黃家耀、林貴璽、廖晉毅、陳威瑜、李祐德、莊宜芳、林佳欣、
張舜淵、楊幼文、歐陽恬恬、洪瑋鍾

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：105004 臺北市松山區敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw (中文版>數位典藏>本所出版品)

電 話：(02)2349-6789

出版年月：中華民國 111 年 11 月

印 刷 者：全凱數位資訊有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 60 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：420 元

交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)2349-6789

國家書店松江門市：104472 臺北市中山區松江路 209 號・電話：(02)2518-0207

五南文化廣場：400002 臺中市區中山路 6 號・電話：(04)2226-0330

GPN：1011102076 ISBN：978-986-531-440-8 (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

出版品名稱：高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究(3/3)-快速公路分析及容量手冊研訂				
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-531-440-8 (平裝)		政府出版品統一編號 1011102076	運輸研究所出版品編號 111-074-1458	計畫編號 110-PDB011
本所主辦單位：運輸計畫組 主管：張舜淵 計畫主持人：張舜淵 研究人員：楊幼文、歐陽恬恬、洪瑋鍾 聯絡電話：02-2349-6807 傳真號碼：02-2545-0428		合作研究單位：國立陽明交通大學 計畫主持人：黃家耀 研究人員：林貴璽、廖晉毅、陳威瑜、李祐德、莊宜芳、林佳欣 地址：新竹市大學路 1001 號 聯絡電話：(03)571-2121#31219		研究期間 自 110 年 3 月 至 110 年 12 月
關鍵詞：高速公路進口匝道、高速公路出口匝道、匯流區、分流區、容量分析、服務水準、非獨立匝道				
摘要： 本所出版之「臺灣地區公路容量手冊」係為提供運輸規劃、設計及評估公路容量及服務水準之參考，其中關於進出口匝道路段的分析方法是基於有限之現場資料訂定，已無法滿足目前的分析需求。爰本所將修訂手冊之第五章「高速公路進口匝道路段」及第六章「高速公路出口匝道路段」，為了完成此任務，已於民國 107 年辦理「高速公路匝道分匯流區車流特性調查之先期規劃」，釐清國內匝道分匯流區主要的類型，並於民國 108 年辦理三年期的研究工作，針對在國內出現頻率最高之進出口匝道形態進行分析，建立高速公路主線分匯流區與匝道之容量及服務水準分析方法，並補充快速公路的分析方式。三年期研究工作的主題分別為獨立進出口分匯流區、非獨立進出口分匯流區以及快速公路分析及容量手冊研訂。 本計畫為研究之第三年期，本期工作重點為歸納第一、二期所發展主線分匯流區之容量及服務水準分析方法，修訂容量手冊第五章及第六章，並針對高速公路進、出口匝道匯流區提出了一套包括 7 個步驟的容量及服務水準分析程序，適用於高速公路獨立及非獨立出口匝道分流區、以及運作性質接近之快速公路，並依據分析結果訂定容量與服務水準對照表，提升容量手冊在應用上之完整性。除高、快速公路分匯流區之分析以外，考量匝道容量值是實務單位在進行交流道建設時重要的參考依據，本計畫亦訂定 1 車道及 2 車道的容量建議值，做為未來實務單位使用之參考應用。				
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式	
111 年 11 月	354	420	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。	
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: Analysis of Capacity and Service Levels of Merging and Diverging Areas for Freeways and Expressways (3/3) – Analysis and Revision of the Taiwan Highway Capacity Manual			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-531-440-8(pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1011102076	IOT SERIAL NUMBER 111-074-1458	PROJECT NUMBER 110-PDB011
DIVISION: Planning Division DIVISION DIRECTOR: Shuen-Yuan Chang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Shuen-Yuan Chang PROJECT STAFF: Yu-Wen Yang, Tien-Tien Ou-Yang, Wei-Chung Hung PHONE: 886-2-2349-6808 FAX: 886-2-2545-0428			PROJECT PERIOD FROM March 2021 TO December 2021
RESEARCH AGENCY: National Yang Ming Chiao Tung University, Taiwan PRINCIPAL INVESTIGATOR: Ka-Lo Wong PROJECT STAFF: Guey-Shii Lin, Jin-Yi Liao, Wei-yu Chen, You-Te Li, Yi-Fang Zhuang, Jia-Xin Lin ADDRESS: 1001 Ta Hsueh Road, Hsinchu, 30010, Taiwan PHONE: (03)571-2121#31219			
KEY WORDS: Freeway On-ramp, Freeway Off-ramp, Merging area, Diverging Area, Capacity Analysis, Level of Service, Non-isolated Ramp			
ABSTRACT: The “Taiwan Highway Capacity Manual” (THCM), published by the IOT, provides important guidance in the planning, design, and evaluation of highway capacity and level of service. The chapters in the THCM relating to the for on-ramp merging areas and off-ramp diverging areas were developed based on limited onsite data collected for the THCM, the methodology is hence unable to meet current analysis needs. The IOT is preparing to revise Chapter 5 "Freeway On-Ramp Sections" and Chapter 6 "Freeway Off-Ramp Sections" of the manual. To accomplish this task, the "Advanced Planning for Traffic Characteristics Survey of Freeway Merging and Diverging Area" was completed in 2018 and clarified the main types of on-ramp merging areas and off-ramp diverging areas. In 2019, the IOT initiated a three-year research project to analyze the most common on-ramp merging areas and off-ramp diverging areas in Taiwan, then establish the capacity and level of service analysis methods for merging and diverging areas for both freeways and expressways. The themes for the three-year research project are: isolated on-ramp merging areas and isolated off-ramp diverging areas, non-isolated on-ramp merging areas and non-isolated off-ramp diverging areas, and expressway merging and diverging areas. This year is the third year of the research project. The focus of this year’s work are: the classification of the capacity and service level analysis methods of the on-ramp merging areas and off-ramp diverging areas; amendments to the 5th and 6th chapters of the THCM; propose a seven-step capacity and service level analysis covering both expressways with similar operating nature as well as merging and diverging areas for expressways and freeways; lastly, analyze the results to develop capacity and service level standard references and hence improve the completeness of the applicability of the service manual. Apart from analyzing the merging and diverging areas of freeways and expressways, consideration of the on-ramp and off-ramp capacities are significant in the building of interchanges. The current project stipulates recommended capacity values for single-carriageway and dual-carriageway roads as reference for actual planning in the future.			
DATE OF PUBLICATION November 2022		NUMBER OF PAGES 354	PRICE 420
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目 錄

第一章 緒論	1
1.1 計畫背景	1
1.2 計畫範圍及對象	6
1.3 工作項目及目的	6
第二章 文獻回顧	9
2.1 臺灣 THCM 分析方法之回顧與前瞻	9
2.2 美國 HCM 高速公路匝道區研究演進概要	10
2.3 美國 HCM 多車道公路分析法概要	13
2.4 臺灣高、快速公路相關之車流特性研究	20
第三章 快速公路分匯流區之分析	31
3.1 背景說明	31
3.2 分析地點選擇	36
3.3 車流特性分析	47
3.4 快速公路之容量建議值	56
3.5 小結與建議	58
第四章 匝道容量分析	61
4.1 背景說明	61
4.2 車流特性分析	64
4.3 容量建議值	74
4.4 小節及建議	76
第五章 高速公路進口匝道匯流區分析程序	79
5.1 發展背景	79
5.2 匝道匯流區分析方法	84
第六章 高速公路出口匝道分流區分析程序	103

6.1 發展背景	103
6.2 匝道分流區分析方法	107
第七章 結論與建議	125
7.1 結論	125
7.2 建議	126
參考文獻	129
附錄 A 重要模式變數定義表	
附錄 B 匝道車流特性分析圖	
附錄 C 應用單位研商會議	
附錄 D 專家學者座談會	
附錄 E 期中審查會議意見與回覆表	
附錄 F 期末審查會議意見與回覆表	
附錄 G 臺灣公路容量手冊第五章草案	
附錄 H 臺灣公路容量手冊第六章草案	
附錄 I 期末簡報	

圖目錄

圖 1.1-1 高速公路進口匝道影響區分類示意圖	2
圖 1.1-2 高速公路出口匝道影響區分類示意圖	2
圖 1.3-1 研究流程圖.....	6
圖 2.1-1 各國公路容量分析發表時程圖（本計畫整理）	9
圖 2.2-1 1965 年 HCM 匝道口方法論各檢核點流量示意圖	11
圖 2.2-2 匝道影響區示意圖	12
圖 2.3-1 HCM 2016 多車道公路運行服務水準評估流程圖.....	14
圖 2.3-2 HCM 2016 多車道公路速率一流量關係曲線圖.....	15
圖 2.4-1 SES 模擬之速率一流率關係曲線.....	29
圖 3.2-1 符合分析需求之 VD 相對位置.....	38
圖 3.2-2 分匯流區流量守恒檢核之示意圖	39
圖 3.2-3 流量守恒檢核之 VD 與 CCTV 位置示意圖.....	44
圖 3.3-1 鳳山匯流區於 2019/05 之速率-流率圖（全車道）	48
圖 3.3-2 鳳山匯流區於 2019/05 之速率及流率時間序列圖	49
圖 3.3-3 平鎮二分流區於 2019/05 之速率-流率圖（各車道）	50
圖 3.3-4 平鎮二分流區於 2019/05 之速率-流率圖（全車道）	51
圖 3.3-5 平鎮二分流區於 2019/05 之速率及流率時間序列圖	51
圖 4.2-1 匝道 VD 佈設位置示意圖.....	65
圖 4.2-2 國道 3 號北上木柵交流道-主線與進口匝道流率及速率分析	67
圖 4.2-3 各交流道進口匝道分析示意圖	68
圖 4.2-4 速率-流率圖（三重交流道）	73
圖 5.2-1 進口匝道匯流區分析程序圖	85
圖 5.2-2 匝道匯流區幾何示意圖	87

圖 5.2-3 現場調查與 VD 偵測分類車種尺度對照示意圖	88
圖 5.2-4 目前進口匝道區受相鄰匝道影響之類型（美國 HCM 2016）	92
圖 5.2-5 目前進口匝道區受上、下游緊鄰匝道影響之類型（美國 HCM 2016）	93
圖 5.2-6 匝道匯流區流率 v_F 、 v_{12} ，以及流率比例 P_{FM} 示意圖	94
圖 5.2-7 上游進口匝道區主線外側車流對下游進口匝道匯入車輛之影 響示意圖	95
圖 5.2-8 進口匝道匯流區車道流量檢核示意圖	97
圖 6.2-1 出口匝道分流區分析程序圖	108
圖 6.2-2 匝道分流區幾何示意圖	110
圖 6.2-3 現場調查與 VD 偵測分類車種尺度對照示意圖	111
圖 6.2-4 目前出口匝道區受緊鄰匝道影響之類型（美國 HCM 2016）	114
圖 6.2-5 目前出口匝道區受上、下游緊鄰匝道影響之類型（美國 HCM 2016）	115
圖 6.2-6 匝道分流區流率 v_F 、 v_{12} ，以及流率比例 P_{FD} 示意圖	116
圖 6.2-7 出口匝道分流區車道流量檢核示意圖	119

表目錄

表 1.1-1 快速公路路段特性表	5
表 2.3-1 大型車在一般連續公路路段之 PCE 值表	16
表 2.3-2 HCM 2016 一般混合比下，大型車在特定坡道之 PCE 值表	17
表 2.3-3 HCM 2016 特殊混合比下，大型車在特定坡道之 PCE 值表	18
表 2.3-4 多車道公路最大服務流率表（小車/小時/車道）	19
表 2.3-5 多車道公路服務水準等級表	19
表 2.4-1 服務水準劃分準則建議表	22
表 2.4-2 快速公路路段服務水準表	24
表 2.4-3 服務水準等級劃分建議表	27
表 2.4-4 自由速率與容量及對應參數關係表	29
表 3.1-1 臺灣快速公路列表	32
表 3.1-2 快速公路路段特性表	33
表 3.1-3 國內快速公路容量之相關研究統整	35
表 3.2-1 分匯流區地點數 - 依快速公路編號區分	36
表 3.2-2 分匯流區地點數 - 依主線之速限區分	37
表 3.2-3 分匯流區地點數 - 依加（減）速車道長度區分	37
表 3.2-4 公路總局 2019 年省道交通量調查－服務水準 D 級或以下之 地點.....	40
表 3.2-5 符合壅塞事件篩選之地點	41
表 3.2-6 上下游 VD 流量守恒檢核－匯流區.....	42
表 3.2-7 上下游 VD 流量守恒檢核－分流區.....	43
表 3.2-8 CCTV 與 VD 流量守恒檢核－匯流區.....	45
表 3.2-9 CCTV 與 VD 流量守恒檢核－分流區.....	46

表 3.2-10 符合分析條件之地點	46
表 3.2-11 快速公路分匯流區與可分析之地點數（依速限區分）	47
表 3.3-1 台 88 東向鳳山匯流區全車道壅塞前最大流率彙整表	48
表 3.3-2 台 66 東向平鎮二分流區最大流率彙整表	50
表 3.3-3 連續假期發生壅塞事件之匯流區統整表	52
表 3.3-4 連續假期發生壅塞事件之分流區統整表	53
表 3.3-5 分匯流區之自由速率資料統整（速限 80 公里/小時）	54
表 3.3-6 分匯流區之自由速率資料統整（速限 90 公里/小時）	54
表 3.3-7 分匯流區之自由速率資料統整（速限 100 公里/小時）	55
表 3.3-8 快速公路分匯流區之平均自由速率建議值	56
表 3.3-9 高速公路基本路段之平均自由速率建議值	56
表 3.4-1 高速公路基本路段之容量建議值	57
表 3.4-2 快速公路基本路段之容量建議值	58
表 3.5-1 流量守恆分析地點之偵測器類型	60
表 4.1-1 1990 THCM 之匝道設施服務水準評估表	61
表 4.1-2 2016 年美國公路容量手冊對匝道容量之建議值	62
表 4.2-1 匝道之最大流率分析結果	72
表 4.2-2 匝道之多日最大流率分析結果（主線下游無路肩開放）	73
表 4.3-1 進口匝道匯入主線之容量建議值	74
表 5.2-1 基本路段在各種自由車流速率、單向車道數、未開放路肩之 容量表	90
表 5.2-2 美國 HCM 2016 進口匝道緊鄰間距對等距離 L_{EQ} 估算式表 ..	92
表 5.2-3 匝道匯流區主線外側車道 1、2 之 P_{FM} 估算迴歸式表	94
表 5.2-4 進口匝道匯流區流率比例 P_{FM} 估算式表	96

表 5.2-5 公路設施速限與自由車流速率對照建議表	98
表 5.2-6 高、快速公路匝道匯流區容量建議表（未開放使用路肩、平坦路段）	99
表 5.2-7 進口匝道匯入主線段容量建議表	100
表 5.2-8 服務水準等級劃分準則表	102
表 6.2-1 基本路段在各種自由車流速率、單向車道數、未開放路肩之容量表	113
表 6.2-2 美國 HCM 2016 出口匝道緊鄰間距對等距離 L_{EQ} 估算式表	115
表 6.2-3 匝道分流區主線外側車道 1、2 之 P_{FD} 估算迴歸式表	117
表 6.2-4 出口匝道分流區流率比例 P_{FD} 估算式表	118
表 6.2-5 公路設施速限與自由車流速率對應參考表	120
表 6.2-6 高、快速公路匝道分流區容量建議表（未開放使用路肩、平坦路段）	121
表 6.2-7 出口匝道分出主線段容量建議表	122
表 6.2-8 服務水準等級劃分準則表	124

第一章 緒論

1.1 計畫背景

交通部運輸研究所（以下簡稱本所）於民國 79 年出版之「臺灣地區公路容量手冊」^[1]分析方法係引用美國 Transportation Research Board (TRB) 1985 年之公路容量手冊^[2]，缺乏本土交通特性資料，因此展開一系列研究，以發展本土化之公路容量分析方式，隨後並出版「2001 年臺灣地區公路容量手冊」^[3]及「2011 年臺灣公路容量手冊」^[4]。惟 2011 年手冊中仍有部分章節尚未修訂或須配合車流特性變化再做調整。

進口匝道匯流區及出口匝道分流區常為高快速公路瓶頸所在。2011 年臺灣公路容量手冊第五章及第六章雖然提供分析高速公路匯流區及分流區容量及服務水準的方法，但其所用之資料陳舊且內容有限。因此本計畫希望能建立主線及匝道（包括加減速車道）之影響區域、運作績效與相關影響因素之關係，以發展主線分匯流區與匝道之容量及服務水準分析方法，並修訂容量手冊第五章及第六章，以供高快速公路規劃、幾何設計及匝道控制之應用。

1.1.1 先期計畫（107 年度）研究成果

建立高快速公路主線分匯流區的分析模式需要蒐集大量現場資料，以了解本土車流特性。過去修訂容量手冊的一大瓶頸是缺乏有效率的方式去收集現場調查資料，加上每個匝道的幾何設計及車流情況有獨特性，在選擇調查地點時應考慮調查結果之代表性。因此 107 年辦理「高速公路匝道分匯流區車流特性調查之先期規劃」（以下簡稱先期計畫）^[5]，主要目的為探討(i)國內高速公路匝道區之幾何設計型態的種類，及(ii)測試現場調查與資料整理方法。

先期計畫的主要成果及結論包括：

（一）高速公路匝道區之幾何設計型態：

1. 參考美國公路容量手冊之分析方法，近距離之上、下游鄰近匝道可影響分析匝道分匯流區之車流運作，因此將分析匝道與上、下游鄰近匝道以 1 公里間距作為分類準則，產生進、出口匝道上游 1 公里內無（有）匝道進（出）口及下游 1 公里內無（有）匝道進（出）口

之各種組合，進口匝道共可分為 9 類匝道型態（如圖 1.1-1 所示）、
出口匝道共可分為 9 類匝道型態（如圖 1.1-2 所示）。

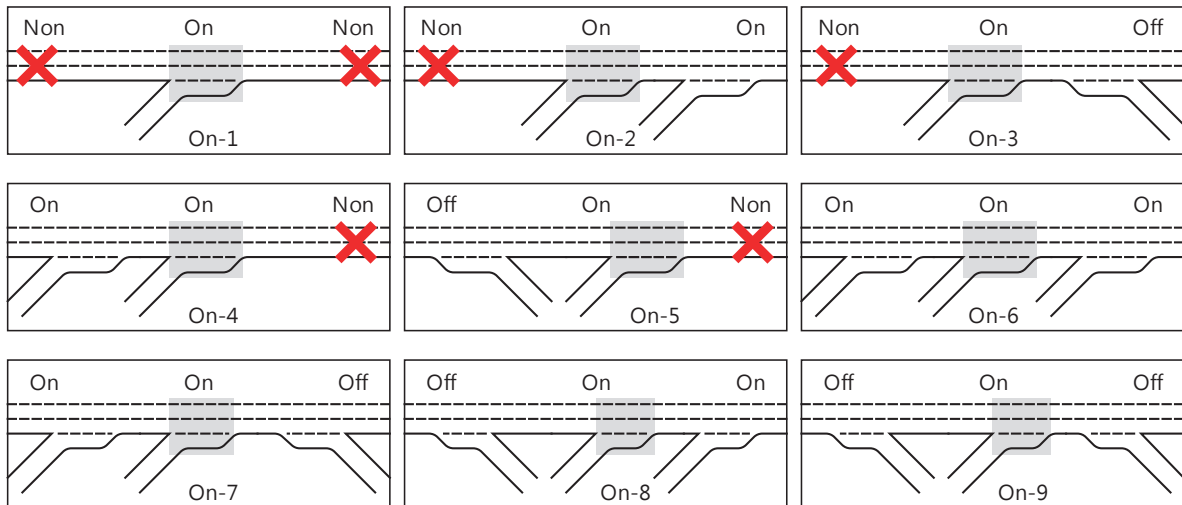


圖 1.1-1 高速公路進口匝道影響區分類示意圖

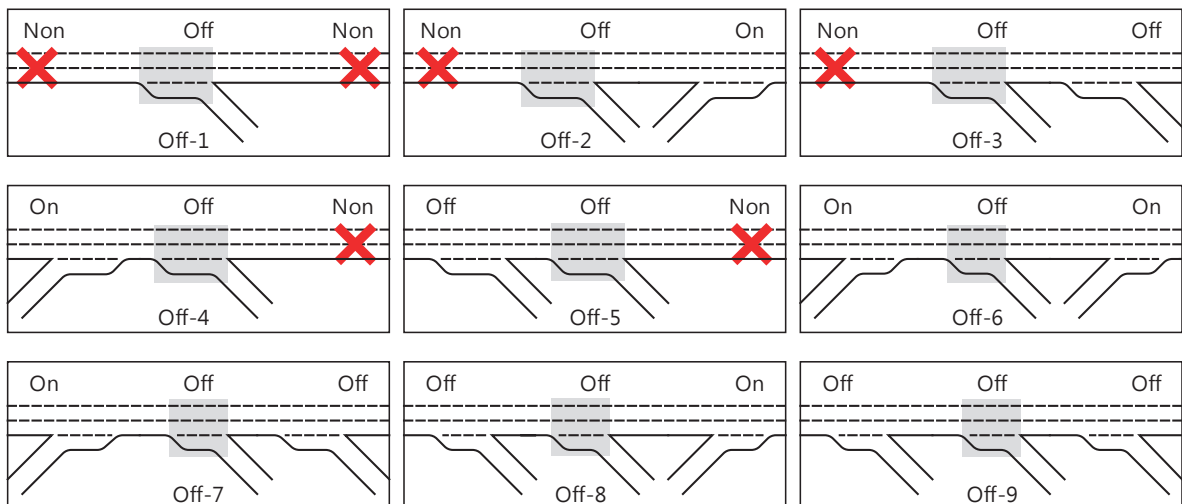


圖 1.1-2 高速公路出口匝道影響區分類示意圖

2. 檢視國道 1 號、國道 3 號交流道設施，進口匝道共含 314 處，其中以獨立進口匝道（On-1 類型，占 41.7%）、上游 1 公里內有 1 出口匝道且下游 1 公里內無其他匝道（On-5 類型，占 39.8%）最多，共占 81.5%。

3. 出口匝道區共 312 處，其中獨立出口匝道(Off-1 類型，占 40.7%)、上游 1 公里內無其他匝道且下游 1 公里內有 1 進口匝道 (Off-2 類型，占 42.0%) 最多，共占 82.7%。
4. 上述型態之進出口匝道數量已超過全數之 8 成，為最常見之匝道型態，其他進出口匝道組合類型數量不多。

(二) 現場調查與資料整理方案：

1. 採用無人機進行空中拍攝，可觀察 700 公尺範圍內之主線分匯流區；並透過兩台無人機連續接力拍攝，可不間斷的錄影車流狀態由非壅塞轉變為壅塞的完整過程。
2. 藉由空拍影像圖蒐集可能之影響區域內，不同觀測區間之流量、密度、車道變換等車流特性。

1.1.2 第一期 (108 年) 及第二期 (109 年) 計畫研究成果

本所於民國 108 年辦理三年期的研究工作，建立高速公路主線分匯流區與匝道之容量及服務水準分析方法，並補充快速公路的分析方式。108 年之「高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究 (1/3) - 獨立進出口分匯流區」(以下簡稱第一期計畫)^[6]及 109 年之「高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究 (2/3) - 非獨立進出口分匯流區」(以下簡稱第二期計畫)^[7]的主要成果及結論包括：

(一) 文獻回顧及分析方法：

1. 回顧各國公路容量手冊之相關研究的發展歷程，進出口匝道分匯流區的分析方法可歸納為美國法 (HCM 2016)、德國法 (HBS 2016)、臺灣法 (THCM 2011)。美國法以外側兩車道影響範圍 (influence area) 為主要分析對象，考慮國內的車流特性以及使用單位的使用習慣，建議參考美國法為本計畫的分析方法。
2. 參考美國法，提出了共 6 個步驟的分析程序。

(二) 現場調查與資料整理方案：

1. 採用新興技術進行現場調查，運用無人機空中拍攝可觀察高速公路 500~700 公尺之有效範圍，並透過電腦視覺技術分析影像，結合攝影測量技術將各架次影片進行同步，由影片中整理出不同斷面位置

的車流特性資料，包括車流率、車流速率、車流密度、變換車道等車流特性。

2. 現場調查的主要功能是蒐集偵測器無法觀察的車流特性，因調查成本及觀測時間長度之限制，仍需採用 VD 資料建立容量分析的方法。VD 偵測器的適用性需經過檢核，未來可透過現場調查確認 VD 偵測器的準確度。

（三）進口匝道匯流區之車流分析與模式建立：

進口匝道匯流區之車道使用分布的主要影響因素，以及受上游、下游鄰近匝道之影響關係如下：

1. 主線車道數為 3 車道時
 - (1) 獨立匝道匯流區的外側兩車道使用，主要受加速車道長度及匝道流率所影響。
 - (2) 如上游有一鄰近出口匝道，會導致分析匯流區的外側兩車道使用比例下降。
 - (3) 如上游有一鄰近進口匝道，會導致分析匯流區的外側兩車道使用比例上升。
 - (4) 如下游有一鄰近出口匝道，因國內符合該匝道型態的地點數較少，無資料可判斷匯流區的外側兩車道使用是否受到影響。
 - (5) 如下游有一鄰近進口匝道，因國內符合該匝道型態的地點數較少，無資料可判斷匯流區的外側兩車道使用是否有影響。
2. 主線車道數為 4 車道時，外側兩車道使用比例，主要受加速車道長度及匝道流率所影響，較不受上游、下游鄰近匝道所影響。

（四）出口匝道分流區之車流分析與模式建立：

出口匝道分流區中，非下匝道車流之車道使用分布的主要影響因素，以及受上游、下游鄰近匝道之影響關係如下：

1. 主線車道數為 3 車道時，非下匝道車流使用外側兩車道的比例主要受主線上游及出口匝道之車流率所影響，較不受上游、下游鄰近匝道所影響。

2. 主線車道數為 4 車道時，非下匝道車流使用外側兩車道的比例約為固定值，不受車流及鄰近匝道因素之影響。

1.1.3 第三期（110 年）計畫之探討方向

高速公路及快速公路其幾何設計及運作條件有異同之處，其中高速公路為公路之最高級型式，屬於完全出入管制之公路，除起迄點外，出入口均設有交流道，快速公路則為公路之次高級型式，屬於完全或部分出入管制之公路，出入口原則應設交流道；但必要時，其與主、次要公(道)路相交之出入口可為號誌管制路口，各路線之路段特性整理如表 1.1-1 所示。

本計畫修訂之公路容量手冊章節之分析方法以高速公路為主，另將運作性質接近於高速公路之快速公路路段進行車流特性分析及參數調整，以補充快速公路進出口分匯流區分析方法之完整性。

本計畫將運作性質接近於高速公路之快速公路路段定義為完全或部分出入管制之公路，且出入口設置交流道者。與高速公路之運作條件差異較大，如：有快速公路主線車流直接從出口與相鄰道路車流併入、相鄰道路車流直接與快速公路主線車流併入、號誌化路口等情況，並不適用於容量手冊第五章、第六章之分析方法，因此不納入本期計畫研究之範圍內。

表 1.1-1 快速公路路段特性表

路線	路段	里程	速限 (kph)	路段 特性
台 61 線	台北港端 - 八里	0k+000~2k+004	80	高架
	八里 - 林口	12k+006~21k+000	90	高架
	林口 - 東華路口	21k+000~22k+003	70	平面
	東華路口 - 新豐一	22k+003~64k+000	90	高架
	新豐一 - 鳳鼻隧道南端	64k+000~69k+007	70	平面
	鳳鼻隧道南端 - 鳳山溪橋	69k+007~71k+003	70	平面
	浸水橋 - 外埔	76k+001~101k+002	80	平面
	外埔 - 十份	101k+002~305k+007	90	高架
台 62 線	安樂端 - 瑞濱端	0k+000~18k+008	80	高架
台 62 甲線	基隆端 - 四腳亭	0k+000~5k+006	60	高架
台 64 線	台北港端 - 重翠橋	0k+000~14k+005	80	高架
	重翠橋 - 新店端	14k+005~28k+007	70	高架
台 65 線	五股端 - 跨新興橋	0k+000~9k+001	80	高架
	跨新興橋 - 土城	9k+001~12k+003	60	高架
台 66 線	觀音 - 桃 102 鄉道	0k+000~15k+005	80	平面

	桃 102 鄉道 - 大溪端	15k+005~27k+002	90	高架
台 68 線	南寮端 - 新中正橋	1k+000~16k+008	90	高架
	新中正橋 - 竹東端	16k+008~23k+005	70	高架
台 72 線	後龍端 - 中興	2k+004~20k+008	90	高架
	中興 - 獅潭端	20k+008~31k+000	80	平面
台 74 線	快官 - 霧峰	0k+000~39k+002	80	高架
台 76 線	埔鹽 - 林厝	11k+004~27k+000	90	高架
	林厝 - 中興系統	27k+000~32k+006	80	長隧道
台 78 線	台西 - 古坑系統	0k+000~43k+005	100	高架
台 82 線	朴子 - 水上系統	8k+001~34k+007	100	高架
台 84 線	北門 - 頭社	0k+000~32k+005	100	高架
	頭社 - 走馬瀨	32k+005~37k+008	90	高架
台 86 線	台南端 - 關廟	0k+000~17k+009	90	高架
台 88 線	五甲系統 - 竹田	0k+000~22k+004	90	高架

資料來源：[21]

1.2 計畫範圍及對象

本期計畫（以下簡稱第三期計畫或本計畫）是延續第一期及第二期計畫所建立的模式，建立主線分匯流區與匝道之容量及服務水準分析方法並製作範例，修訂容量手冊第五章及第六章之內容。此外，本計畫將高速公路模式進行補充分析，增加（1）快速公路分析參數及適用條件及（2）匝道路段的評估及分析方法。補充分析的資料來源以車輛偵測器資料為主，不另進行現場調查。

1.3 工作項目及目的

先期計畫及三年期計畫之研究流程及關係如圖 1.3-1 所示。

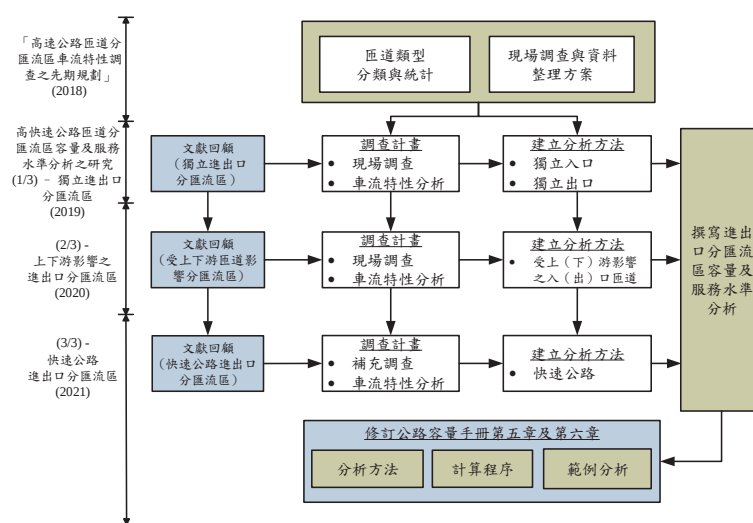


圖 1.3-1 研究流程圖

本期工作重點為歸納第 1、2 期(108、109 年)所發展主線分匯流區與匝道之容量及服務水準分析方法，修訂容量手冊第五章及第六章。並於快速公路適合之地點進行補充調查，以提出快速公路分析方式之建議，提升容量手冊之完整性。主要工作項目包括：

1. 蒐集並回顧國內外於快速公路進出口分匯流區之車流特性、容量及服務水準分析等相關研究，以做為車流特性資料蒐集及分析方法之參考。
2. 蒐集快速公路幾何設計，並進行路段分類，歸納於臺灣公路手冊暫可適用之分析章節。
3. 蒐集快速公路車流資料，並分析車流特性。
4. 建立適用於快速公路之分析參數。
5. 撰寫進出口分匯流區容量及服務水準分析之計算程序(含範例分析)。
6. 修訂臺灣公路容量手冊第五章及第六章(含匝道路段現況評估與規劃設計考量因素)。

為確保新修訂容量手冊的能切合使用單位需求以及協助研究成果的推廣，研究過程中藉由舉辦專家學者座談會、研究成果說明會、投稿國內外期刊或學術研討、並製作可供展示之海報或影片電子檔等達到推廣效果。

第二章 文獻回顧

2.1 臺灣 THCM 分析方法之回顧與前瞻

由本計畫 108、109 年期回顧許多國家在發展高速公路匝道口容量分析方法論背景，可知多數國家容量研究大都在 1980 年後（如圖 2.1-1），美國公路容量之研究緣於二戰後之經濟建設需要，早在 1950 年發行第一版公路容量手冊^[8]，嗣後分別在 1965、1985、2000、2010、2016 年陸續發表第二～六版手冊^{[2][9][10][11][12]}，後續各版對不同運輸設施涵蓋性、設施特性描述、方法論調整或發展、模式參數分析、以致績效測度與評估流程等愈見周延成熟，成為許多國家發展容量分析方法的參酌指南。

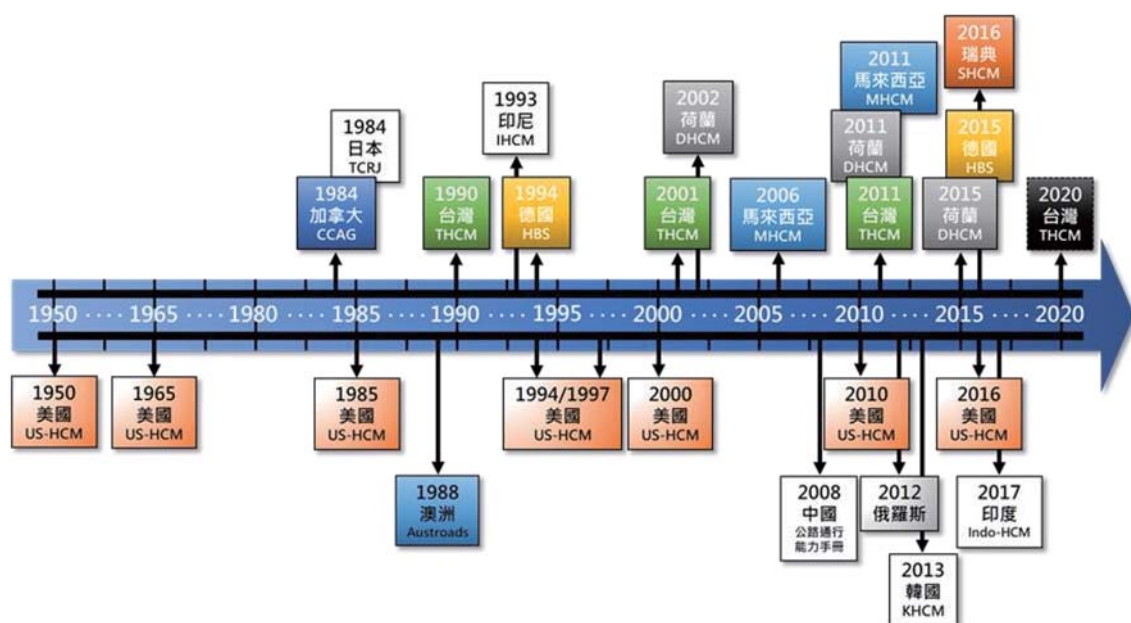


圖 2.1-1 各國公路容量分析發表時程圖（本計畫整理）

臺灣本土公路容量相關研究始於民國 75 年，初期研究以高速公路主線、一般公路，以及市區平面路口之基本容量、交通特性、相關影響因素探討為主，於民國 80 年發行包含市區街道、高速公路初期研究成果之公路容量手冊；嗣後再經由逐年分期修訂、增補原章節設施內容，並增加收費設施、快速道路、匝道匯流區、多車道公路、雙車道公路、市區幹道、機車專用道、公車設施等研究成果，於民國 90 與 100 年分別發行 2001 與 2010 年版臺灣公路容量手冊。

針對手冊中有關高速公路與匝道分匯流區的分析部分，本所基於高速公路逐年車流特性變化，對分、匯流區方法論中調查地點幾何類型一致性、部份模式參數調整、評估車道與檢核地點確認，以及車道容量檢討等之需要，於 104 年起對高速公路匝道分、匯流區車流特性、影響範圍等相關議題研議階段性研究重點項目與進行局部現場調查，並訴求該研議構想併同以下主題，納入本所 107 年「高速公路匝道分匯流區車流特性調查之先期規劃」^[5]、108 年「高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究（1/3）－獨立進出口分匯流區」（即本計畫第一年期）^[6]及 109 年「高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究（2/3）－非獨立進出口分匯流區」（即本計畫第二年期）^[7]主要內容與分析方法中。

本計畫第一年期（民國 108 年）廣泛探討各國公路容量發展背景歷程與方法論，並說明若干國家（如美國、德國、臺灣）容量分析流程概要，比對各種方法論在幾何和交通資料需求、核心變數、檢核方法、輸出績效等，進而以獨立匝道口分、匯流區資料示範、評析各種方法之分析結果。

第二年期（民國 109 年）延伸前一年期探討獨立匝道口分、匯流區之運行特性，以高速公路主線特定範圍內之緊鄰進出口匝道車流交互影響與運行分析為主，進行此類設施主線與匝道路段之幾何型態、交通特性、容量界定、相關因素之影響等之探討。

然而上列兩年期研究並未探討國內與高速公路車流運行狀態相似之快速公路，故本年期對「快速公路進出口分匯流區」進行研究，除了先回溯本系列研究方法所參考美國 HCM 各版之主要演進觀念外，同時亦側重於美國 HCM 快速公路分析方法論之回顧和評析，以及國內快速公路相關之研究，三者分別於以下各節探討。

2.2 美國 HCM 高速公路匝道區研究演進概要^[2,8,9,10,11,12]

美國 HCM (Highway Capacity Manual) 歷年各版在處理高速公路進出口匝道分匯流區主要的觀念方法概要如下：

一、1950 年版 (HCM 1950)

美國大規模公路建設始於 1945 年二次大戰後，HCM 1950 係基於當時公路建設需要而倉促出版，以致可供研究之高速公路設施為數甚少，即便是與多車道公路的銜接處亦大都是平面交叉口，且大多是非正規型式的匝道。

觀念上，匝道匯入點運行通常比分出點更複雜，故匯入點的容量必須限制不能超過進口匝道進入主線路段下游的容量。但此版特別指出前述邏輯並非主要限制因素，因為主線接近匝道口車流的車流並非均勻分布，由右側入口匝道匯入主線的車流只會併入主線右側車道，且只在右側車道的車流內有足夠間距時才能併入。所以 HCM 1950 認為匝道口上游主線車流的車道分布才是決定匯入點容量的重要因素，此觀點也是嗣後美國各版手冊發展匯入路段分析方法論的重要憑據。

二、1965 年版 (HCM 1965)

其為提出高速公路匝道口分析方法論的首版，主要含：(1) 匝道—高速公路銜接點、(2) 匝道—平面道路交叉點、(3) 匝道路段本身等三個分析要素。HCM 1965 方法論核心是發展匝道影響區內主線最外側車道（車道 1）之流量估算模式，並建立會影響匝道口運行的臨界流量檢核點（圖 2.2-1）之檢查準則，包括檢核點之總匯流量、總分流量、主線路段流量，以及交織區流量。

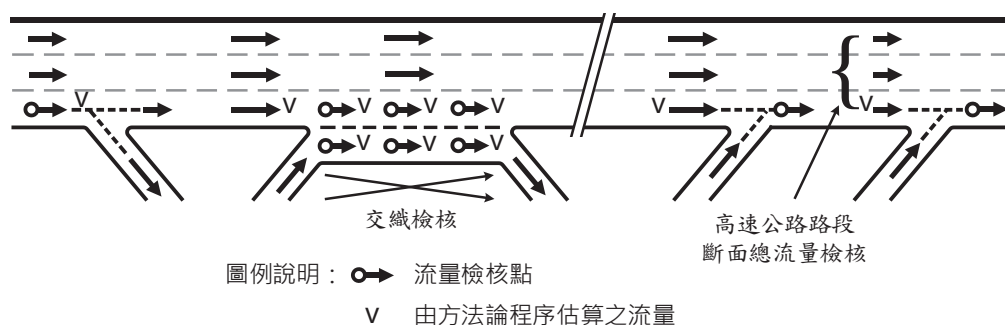


圖 2.2-1 1965 年 HCM 匝道口方法論各檢核點流量示意圖

此版提出兩種匝道影響區車道 1 的流量估算模式：(1) 根據 Joseph Hess 在 1960 年進行全國性匝道口車流行為調查，對特定之 10 種匝道區類型所發展之 13 組對應迴歸模式，可適用在全部交通運行狀況；(2) 根據 Karl Moskowitz 和 Len Newman 依地區資料進行類似之調查研究所發展之另一決定車道 1 流量模式，可適用在擁擠交通狀況，亦可補足 Hess 方法涵蓋類型範圍不足或輸入資料超出迴歸式校估範圍之問題。

三、1985 年版 (HCM 1985)

有關匝道口之運行並無新的研究成果，只在分析程序上稍做調整，以便與其他公路設施（如高速公路基本路段）方法論一致。此版統一採 15 分鐘尖峰流率時段，所有檢核點的小時流量一律以純小客車尖峰流率取代；修訂匯流區、分流區檢核點最大流率，使其低於高速公路基本路段每一車道最大服務流率，並令匯流區檢核點流率再略低於分流區檢核點流率。

分析模式則仍沿用 HCM 1965 中 Hess 方法論，且可用於所有 LOS A~E 服務水準，同時也續採 Moskowitz/Newman 方法論，但只用在 Hess 模式未涵蓋的匝道型式。

四、1994/1997 年版 (HCM 1994/1997)

此新修訂版係依據紐約理工大學於 1994 年研提於 NCHRP 3-37 報告所發展之新方法論，並成為後續 2000 年、2010 年 HCM 分析方法的基礎。資料蒐集來自全美 10 個州的 15 個城市，包含 42 處右側單線上匝道、16 處右側單線下匝道，以及 10 處較特殊幾何路型；共取得 341 筆 15 分鐘與 1,002 筆 5 分鐘單一車道匝道流率資料，提供分析與發展方法論之用。

此版最大異動是確定「匝道影響區」，亦即受進口、出口匝道流動影響最大的高速公路路段（如圖 2.2-2）：(1) 強調匝道分匯流衝擊影響限於高速公路主線最外側兩車道；(2) 進（出）口匝道影響區由匝道口向下（上）游延伸 1,500 呎。分析程序主要在預估匝道口上游主線最外側兩車道（車道 1、2）的流量，另由迴歸分析法預測影響區車流密度與平均速率兩對應績效，並以車流密度為評估影響區服務水準的主指標。

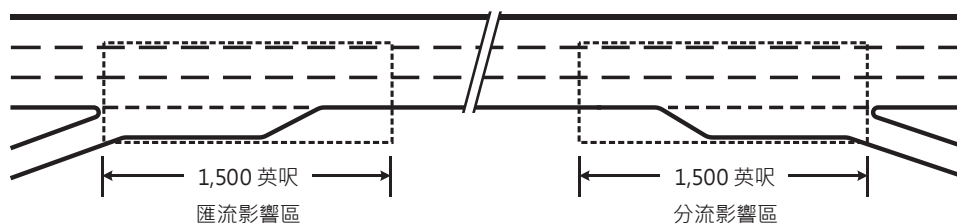


圖 2.2-2 匝道影響區示意圖

五、2000 - 2016 年版 (HCM 2000 - 2016)

此三版幾乎都沿用 1994/1997 更新版方法論，較具體的異動有：(1) 微調估算六車道高速公路車道 1、2 的流量公式；(2) 因低估車道 1、2 需求流量，導致其他車道的估計流量會高於容量的問題，增列匝道影響區其他車道之平

均每車道流率應不大於 2,700 pc/h/ln，以及應不大於車道 1、2 平均流量的 1.5 倍兩限制條件；(3) 詮釋當流率超過容量上限的意涵，當進入匝道影響區的需求流率若超過最大值時，不一定會導致 LOS F，只能說運行狀況可能比方法論所估算的車流密度和速率預期的狀況更糟些，亦即匯入或分出流率並不會降低高速公路匝道口附近基本路段的容量，但匝道區運行狀況卻會深受影響。

2.3 美國 HCM 多車道公路分析法概要

美國 1950 年版公路容量手冊 (HCM) 將一般平面公路設施區分為雙車道公路、具中央雙左轉專用道之三車道公路，以及多車道公路三種，但直到發行 HCM 2016 止，仍未明確界定所謂多車道公路的設施歸屬，更未研議快速公路設施。一般而言，多車道公路可能具有實體分隔，每一行車方向至少有 2 車道的平面道路設施，這種公路沿線可能有其他號誌路口、無號誌路口、私人專用進出車道等所形成平面交叉口，因此在設施歸類上，當運行路段之上、下游交叉口間距至少 2 英哩時，此路段即視為非阻斷車流設施，交通運行特性類似高速公路基本路段，而當相鄰交叉路口間距小於 2 英哩時，此路段則被視為都市一般街道（幹道）或設施（路口臨近路段）來分析^[13]。

HCM 在分析具非阻斷車流之多車道公路時，除了幾個會影響設施服務水準等級的參數，如自由車流速率、速率—流量曲線關係外，都可以參照高速公路分析方法，美國 HCM 1950 甚至在探討非阻斷車流公路設施時，並未區分高速公路和多車道公路的分析方法，之後 HCM 各版都將這兩種公路設施放在同一章討論，只是自由車流速率、速率—流量曲線關係不同而已^[13]。

HCM 之多車道公路運行分析流程如圖 2.3-1 所示。

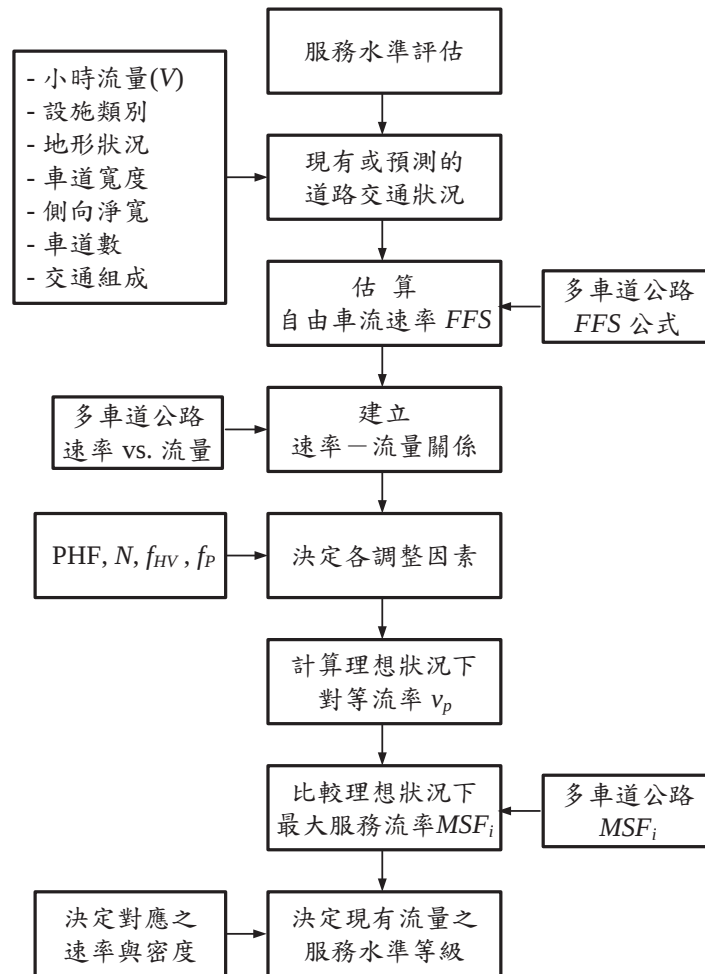


圖 2.3-1 HCM 2016 多車道公路運行服務水準評估流程圖

HCM 進行多車道公路運行分析時，是以該公路路段之自由車流速率來分級，實務上，這是當車流率約低於每車道 1,000 小車/小時的平均速率。當無法從事現場量測時，可透過以下式子估計現況自由車流速率：

$$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_M - f_A$$

其中 FFS 預估自由車流速率（英哩/小時）

$BFFS$ 基本狀況下之自由車流速率（英哩/小時）

f_{LW} 車道寬度影響值（英哩/小時）

f_{LC} 側向淨寬影響值（英哩/小時）

f_M 中央分隔設施類別影響值（英哩/小時）

f_A 進入點密度影響值（英哩/小時）

當無現場調查資料時，郊區與鄉村多車道公路之基本自由車流速率預設為 60 mph，通常 *FFS* 值會比道路第 85 百分位速率值約低 1 ~ 3 mph。另一種估算自由車流速率法是由道路目前或預訂速限著手，基本狀況下之自由車流速率約較速限 40 與 45 mph 道路約高 7 mph；較速限 50 與 55 mph 道路約高 5 mph，惟這只是估計而已。

多車道公路設施的容量分析程序是以在基本狀況和各種自由車流速率之下，設施路段經校估過的速率－流量關係曲線為基礎，基本狀況包括：

- 車流中無重型車輛
- 駕駛人群體主要是一般或熟悉設施路況的用路人

圖 2.3-2 為 HCM 2016 之標準校估速率－流量關係曲線，其中密度可從速率－流量曲線圖中的原點繪出一條固定斜率的直線表示，密度是現行方法論定義多車道公路路段的主要服務水準指標。

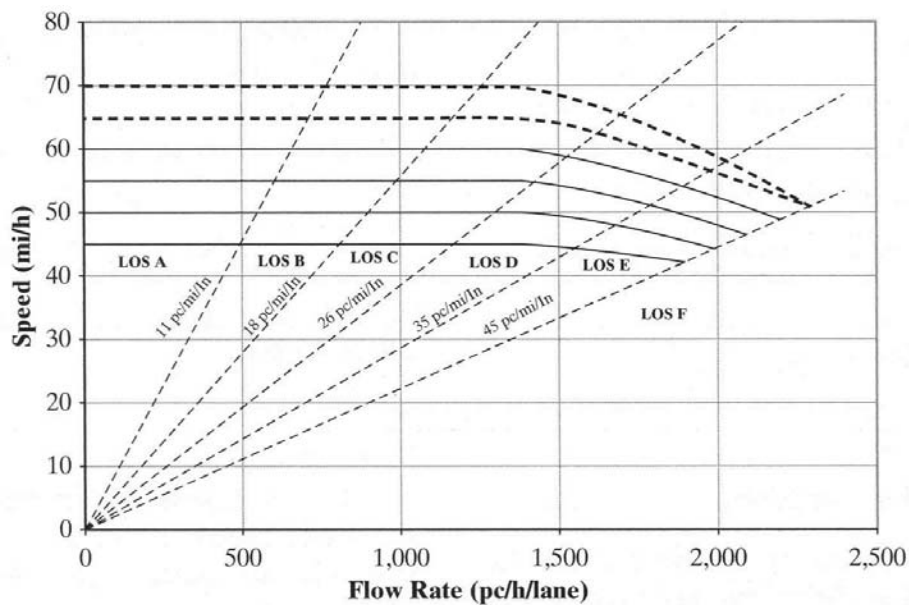


圖 2.3-2 HCM 2016 多車道公路速率－流量關係曲線圖

上圖中多車道公路標準校估速率－流量曲線關係式如下：

$$S = FFS \times v_p \leq BP$$

$$S = FFS - \frac{(FFS - c / 45)(v_p - BP)^a}{(c - BP)^a} \times v_p > BP$$

其中 *FFS* 現場調查或預估之自由車流速率值（英哩/小時）

適用範圍： $45 \leq FFS \leq 70$ 英哩/小時

c 容量值（小車/小時/車道）

適用範圍： $c = 1,900 + 20 (FFS - 45) \leq 2,300$ 小車/小時/車道

v_p 理想狀況下以尖峰 15 分鐘流率換算之對等流率（小車/小時/車道）

BP 崩解點流率（小車/小時/車道）； $BP = 1,400$ 小車/小時/車道

a 校估常數； $a = 1.31$

大型車對車流之影響端視分析路段的坡度而定，大型車 PCE 可由以下兩種狀況來界定：

(1) 一般連續公路路段（如表 2.3-1）

表 2.3-1 大型車在一般連續公路路段之 PCE 值表

小車當量 (PCE)	地 形	
	平原區（平地）	丘陵區
E_{HV}	2.0	3.0

(2) 特定坡道（如表 2.3-2、表 2.3-3）

任一坡道不符合一般連續路段者，即須以獨立坡道路段分析；若有幾條坡道前後相銜接成一連續複合坡道，則以平均坡度處理之，即

$$\text{平均坡度 } G_{AV} = \frac{R_{Total}}{L_{Total}} \times 100$$

其中 G_{AV} 平均坡度 (%)

R_{Total} 複合坡道起點與終點之高度差（英呎）

L_{Total} 複合坡道總長度（英呎）

表 2.3-2 HCM 2016 一般混合比下，大型車在特定坡道之 PCE 值表
(70% 大型車，30% 聯結車)

坡度 (%)	坡長 (mi)	大型車 (含大客車、休旅車) 百分比								
		2%	4%	5%	6%	8%	10%	15%	20%	> 25%
≤ 0.0	全部	2.39	2.18	2.12	2.07	2.01	1.96	1.89	1.85	1.83
2.0	0.125	2.67	2.32	2.23	2.17	2.08	2.03	1.95	1.89	1.86
	0.375	3.63	2.82	2.64	2.52	2.35	2.25	2.10	2.02	1.97
	0.625	4.12	3.08	2.85	2.69	2.49	2.36	2.18	2.08	2.02
	0.875	4.37	3.21	2.96	2.78	2.56	2.42	2.22	2.11	2.05
	1.250	4.53	3.29	3.02	2.84	2.60	2.45	2.24	2.13	2.07
	≥ 1.500	4.58	3.31	3.04	2.86	2.61	2.46	2.46	2.14	2.07
2.5	0.125	2.75	2.36	2.27	2.20	2.11	2.04	1.95	1.90	1.87
	0.375	4.01	3.02	2.80	2.65	2.46	2.33	2.16	2.06	2.01
	0.625	4.66	3.35	3.08	2.88	2.64	2.48	2.26	2.15	2.08
	0.875	4.99	3.52	3.21	3.00	2.73	2.56	2.32	2.19	2.12
	1.250	5.20	3.64	3.30	3.08	2.79	2.60	2.35	2.22	2.14
	≥ 1.500	5.26	3.67	3.33	3.10	2.80	2.62	2.36	2.23	2.15
3.5	0.125	2.93	2.45	2.34	2.26	2.16	2.09	1.98	1.92	1.89
	0.375	4.86	3.46	3.16	2.96	2.69	2.53	2.30	2.18	2.10
	0.625	5.88	3.99	3.59	3.32	2.98	2.76	2.46	2.31	2.22
	0.875	6.40	4.75	3.81	3.51	3.12	2.88	2.55	2.38	2.28
	1.250	6.74	5.15	3.96	3.63	3.21	2.96	2.60	2.42	2.32
	≥ 1.500	6.83	5.27	3.99	3.66	3.24	2.98	2.62	2.44	2.33
4.5	0.125	3.13	2.56	2.43	2.21	2.13	2.01	2.01	1.95	1.91
	0.375	5.88	3.99	3.59	2.98	2.76	2.46	2.46	2.31	2.22
	0.625	7.35	4.75	4.22	3.39	3.10	2.71	2.71	2.51	2.39
	0.875	8.11	5.15	4.54	3.60	3.27	2.83	2.83	2.61	2.47
	≥ 1.000	8.33	5.27	4.63	3.66	3.33	2.87	2.87	2.64	2.50
5.5	0.125	3.27	2.69	2.53	2.42	2.28	2.19	2.05	1.98	1.94
	0.375	7.09	4.62	4.11	3.76	3.31	3.04	2.66	2.47	2.36
	0.625	9.13	5.68	4.97	4.49	3.88	3.51	3.00	2.74	2.59
	0.875	10.21	6.24	5.43	4.88	4.18	3.76	3.18	2.89	2.71
	≥ 1.000	10.52	6.41	5.57	5.00	4.27	3.83	3.24	2.93	2.75
6.0	0.125	3.51	2.76	2.59	2.47	2.32	2.22	2.08	2.00	1.95
	0.375	7.78	4.98	4.40	4.01	3.51	3.20	2.78	2.56	2.44
	0.625	10.17	6.23	5.42	4.87	4.17	3.75	3.18	2.88	2.71
	0.875	11.43	6.88	5.95	5.32	4.53	4.04	3.39	3.06	2.86
	≥ 1.000	11.81	7.08	6.11	5.46	4.64	4.13	3.45	3.11	2.90

資料來源：[12]

表 2.3-3 HCM 2016 特殊混合比下，大型車在特定坡道之 PCE 值表

坡度 (%)	坡 長 (mi)	30% 大型車，70% 聯結車 (高度混合)						50% 大型車，50% 聯結車 (等量混合)					
		大型車 (含大客車、休旅車) 百分比											
		2%	5%	10%	15%	20%	> 25%	2%	5%	10%	15%	20%	> 25%
≤ 0.0	全部	2.62	2.30	2.12	2.04	1.99	1.97	2.67	2.31	2.11	2.02	1.97	1.93
2.0	0.125	2.62	2.30	2.12	2.04	1.99	1.97	2.67	2.31	2.11	2.02	1.97	1.93
	0.375	3.76	2.78	2.38	2.22	2.14	2.09	3.76	2.77	2.36	2.20	2.11	2.06
	0.625	4.47	3.08	2.54	2.34	2.23	2.17	4.32	3.01	2.49	2.29	2.19	2.12
	0.875	4.80	3.22	2.61	2.39	2.28	2.21	4.57	3.11	2.55	2.33	2.22	2.15
	1.250	5.00	3.30	2.66	2.42	2.30	2.23	4.71	3.17	2.58	2.36	2.24	2.17
≥ 1.500	5.04	3.32	2.67	2.43	2.31	2.23	4.74	3.19	2.59	2.36	2.24	2.17	
2.5	0.125	2.62	2.30	2.12	2.04	1.99	1.97	2.67	2.31	2.11	2.02	1.97	1.93
	0.375	4.11	2.93	2.46	2.28	2.19	2.13	4.10	2.92	2.44	2.26	2.16	2.10
	0.625	5.04	3.32	2.67	2.43	2.31	2.23	4.84	3.23	2.61	2.38	2.26	2.18
	0.875	5.48	3.51	2.77	2.50	2.36	2.28	5.17	3.37	2.69	2.43	2.30	2.22
	1.250	5.73	3.61	2.83	2.54	2.40	2.31	5.36	3.45	2.73	2.47	2.33	2.24
	≥ 1.500	5.80	3.64	2.84	2.55	2.41	2.32	5.40	3.47	2.74	2.47	2.33	2.25
3.5	0.125	2.62	2.30	2.12	2.04	1.99	1.97	2.67	2.31	2.11	2.02	1.97	1.93
	0.375	4.88	2.93	2.63	2.41	2.29	2.22	4.89	3.25	2.62	2.39	2.26	2.19
	0.625	6.34	3.32	2.97	2.64	2.48	2.38	6.05	3.75	2.89	2.58	2.42	2.32
	0.875	7.03	3.51	3.12	2.76	2.57	2.46	6.58	3.97	3.01	2.67	2.49	2.39
	1.250	7.44	3.61	3.22	2.82	2.62	2.50	6.88	4.10	3.09	2.72	2.53	2.42
	≥ 1.500	7.53	3.64	3.24	2.84	2.63	2.51	6.95	4.13	3.10	2.73	2.54	2.43
4.5	0.125	2.62	2.30	2.12	2.04	1.99	1.97	2.67	2.31	2.11	2.02	1.97	1.93
	0.375	5.80	3.64	2.84	2.55	2.41	2.32	5.83	3.65	2.84	2.55	2.39	2.30
	0.625	7.90	4.53	3.32	2.90	2.68	2.55	7.53	4.38	3.24	2.83	2.62	2.50
	0.875	8.91	4.96	3.56	3.07	2.82	2.67	8.32	4.72	3.42	2.97	2.73	2.59
	≥ 1.000	9.19	5.08	3.62	3.11	2.85	2.70	8.53	4.81	3.47	3.00	2.76	2.62
5.5	0.125	2.62	2.30	2.12	2.04	1.99	1.97	2.67	2.31	2.11	2.02	1.97	1.93
	0.375	6.87	4.10	3.09	2.73	2.55	2.44	6.97	4.14	3.11	2.74	2.55	2.43
	0.625	9.78	5.33	3.76	3.21	2.93	2.77	9.37	5.16	3.67	3.14	2.88	2.72
	0.875	11.20	5.94	4.09	3.45	3.12	2.93	10.49	5.65	3.93	3.34	3.03	2.85
	≥ 1.000	11.60	6.11	4.18	3.51	3.17	2.97	10.80	5.78	4.01	3.39	3.08	2.89
6.0	0.125	2.62	2.30	2.12	2.04	1.99	1.97	2.67	2.31	2.11	2.02	1.97	1.93
	0.375	7.48	4.36	3.23	2.73	2.63	2.51	7.64	4.43	3.26	2.85	2.64	2.51
	0.625	10.87	5.79	4.01	3.39	3.08	2.89	10.45	5.63	3.92	3.33	3.03	2.85
	0.875	12.54	6.51	4.40	3.67	3.30	3.08	11.78	6.20	4.24	3.56	3.22	3.01
	≥ 1.000	13.02	6.71	4.51	3.75	3.37	3.14	12.15	6.36	4.85	3.62	3.27	3.05

資料來源：[12]

運行分析係對現有或未來預計之多車道公路路段來界定所有交通、道路、控制的狀況，進而決定服務水準與一些運行參數（如平均速率 S 、密度 D ）。本方法論先將目前（或預測）流量需求轉換為理想狀況下之對等流率，即：

$$v_p = \frac{V}{PHF \cdot N \cdot f_{HV}}$$

其中 v_p 理想狀況下以尖峰 15 分鐘流率換算之對等小時流率（小車/小時/車道）

V 現況實際或預計的小時交通量（輛/小時）

PHF 尖峰小時因素

N 單向總車道數

$$f_{HV} \quad \text{現有大型車調整因素, } f_{HV} = \frac{1}{1 + P_{HV}(E_{HV} - 1)}$$

P_{HV} 現有大型車比例（十進位值）

其次依據前述速率—流量曲線關係式 $S = f(v_p)$ 估算對應於對等小時流率 v_p 之平均速率 S ，最後經由理想狀況之對等流率 v_p 或估計密度 $D = v_p / S$ 進行服務水準評估（如表 2.3-4、表 2.3-5）。

表 2.3-4 多車道公路最大服務流率表（小車/小時/車道）

自由流速 (英哩/時)	服務水準				
	A	B	C	D	E
70	760	1,260	1,700	2,020	2,300
65	710	1,170	1,630	2,000	2,250
60	660	1,080	1,550	1,980	2,200
55	600	990	1,430	1,850	2,100
50	550	900	1,300	1,710	2,000
45	290	810	1,170	1,550	1,900

表 2.3-5 多車道公路服務水準等級表

服務水準 等級	密度範圍（小車/英哩/車道）
	多車道公路
A	$0 \leq D \leq 11$
B	$11 < D \leq 18$
C	$18 < D \leq 26$
D	$26 < D \leq 35$
E	$35 < D \leq 45$
F	需求超過容量 $D > 45$

多車道公路沿線即使存在些許路口設施，但 HCM 一直都採逐段式，而非整條公路系統的分析方法論，以致在進行公路運行分析時，必須每一路段個別進行，再根據所有個別路段的分析結果，產生整條公路設施的合理結論。此種分析方式和高速公路基本路段相同，但當其中某些個別路段發生癱瘓時，此種分析方式便會產生問題。

2.4 臺灣高、快速公路相關之車流特性研究

一、高速公路進出口匝道區部分

國內對高速公路匝道分匯流區進行較有系統且持續之交通調查與分析方法相關作業主要見於歷年版之臺灣公路容量手冊。

1. 高速公路匯流影響區

本所對高速公路匯流區交通資料蒐集於民國 85 與 89 年間，因交通取樣地點限制，適用於資料分析者僅國道 1 號桃園南下、中壢北上、內壢南下單一入口匝道共三處約 14 小時交通狀況，且並未包含匝道路段本身、匝道與平面道路交叉口之分析。

對於匯流區交通特性著重在匝道路段流量—速率—密度關係特性、檢核點之選擇、檢核點流率與大小車種之車道分布統計，以界定檢核點車道流率與幾何設計、需求流率之關係。

有關分析方法之發展大致依循美國 HCM 1985 方法論與流程，手冊建議最適檢核點設於匯入點下游相當於距加速車道起點約三分之二長度之位置，並以影響區內之主線最內側 1 車道流率進行流率檢測。

對照前、後版手冊差異：(1)容量值：民國 79 年版採單一容量值（2,400 小車/小時/車道），民國 90、100 年版則依內、外車道給予本土建議值；(2)服務水準：民國 79 年版以各檢核點尖峰小時流率為評估基準，民國 90、100 年版則改以「流量與容量比值（ v/c ）」與「平均速率與路段速限差」雙指標進行評估。

2. 高速公路分流影響區

本所對高速公路分流區交通資料亦蒐集於民國 85 與 88 年間，取樣地點於新竹北上、內壢南下、桃園北上等三處單一出口匝道。

對於分流區交通特性主要探討匝道路段流量—速率—密度、占用率關係特性、路段車流與大小型車種之車道分布，但未進行分流區檢核點之選擇。

分析方法係對影響區內之主線最內側車道，以及最外側兩車道流率進行估算；對車道流率分布仍採迴歸法，依據上列三處出口匝道資料，分別建立在已知主線分出點減速車道總流率之下，對應之分流區主線最內側 1 車道、最外側車道 1 流率之估計模式（此版之最外側車道 2 流率模式因估算誤差較大，未納入應用），進而再估算其餘車道之流率、大型車之車道分布比例。

有關服務水準之評估，手冊基於分流區斷面各車道車流運行特性不同，建議各車道分別評估。至於對照前、後版手冊，在容量值與服務水準之差異均與匯流區同。

二、快速公路部分

根據交通部 109 月 8 月交通部頒公路路線設計規範^[14]，快速公路具有以下功能特性：

- (1) 為公路之次高級型式。
- (2) 屬於完全或部分出入管制之公路，出入口原則應設交流道；必要時，其與主、次要公（道）路相交之出入口可為號誌管制路口。
- (3) 為雙向分隔行車與單方向為雙車道以上之公路。

在該規範下，快速公路之附帶幾何設計條件包括屬於二級公路，最低設計速率為 60 kph，車道寬 3.25~3.75 公尺，右外側路肩最小寬 2.5 公尺，左內側路肩最小寬 1.0 公尺等。

國內早期進行快速公路容量探討首推民國 87 年由本所辦理之「市區快速道路基本路段容量分析手冊」^[15]，所發展之分析方法係根據本所於民國 84~85 年間，在臺北市建國高架快速道路主線二、三車道進行交通調查各 10 小時資料分析完成。此研究主要對象為位於兩相鄰匝道間，由進口匝道匯入之車輛已完成加速，而即將由出口匝道分出之車輛尚無減速必要之主線基本路段，車流特性最穩定。車流特性分析之主要內容涵蓋基本狀況之界定、車種組成、車輛之車道分布等，經由流率、密度、占有率與平均旅行速率之關係分析，初步界定：

1. 基本狀況容量

- (1) 主線 2 車道：內側、外側車道均為 2,050 pc/h（內、外車道無差異）
- (2) 主線 3 車道：內側、中間車道均為 2,200 pc/h（同內側車道），外側車道 1,900 pc/h（比主線 2 車道之外側車道低 150 pc/h）

2. 臨界速率

- (1) 主線 2 車道：內側車道 60 kph，外側車道 54 kph（約低 5 kph）
- (2) 主線 3 車道：內側、中間車道均為 44~58 kph，外側車道 40~50 kph

3. 服務水準：建議用平均速率 V_s 為劃分之依據（如表 2.4-1）

表 2.4-1 服務水準劃分準則建議表

等級	速率 V_s (kph)	佔有率上限值 (%)
A	$V_s \geq 70$	12
B	$67.5 \leq V_s < 70$	16
C	$65.0 \leq V_s < 67.5$	17
D	$62.5 \leq V_s < 65.0$	19
E	$58.0 \leq V_s < 62.5$	24
F	$V_s < 58.0$	100

嗣後本所基於城際快速公路功能和設計標準與市區高架道路不同，而 THCM 2001 也無有關城際快速公路資料供規劃、設計，以及訂定運作策略之參考，適逢當時興建之城際快速公路系統包括西部濱海公路、12 條東西向快速公路，以及 4 條北二高外環快速公路。為滿足規劃、設計及運作評估之需，故於 90 年先以西部濱海快速公路為調查分析對象，對城際快速公路車流特性與容量分析方法做一初步探討，並建立一服務水準之分析架構^[17]。

西濱快速公路號誌路口間距有的超過 8 公里，有的不到 1 公里，車流運作特性趨近於市區幹道或郊區幹道，故道路容量與服務水準可能受制於號誌路口，或路口間不受號誌影響的基本路段。此研究之現場調查涵蓋西濱快速公路香山至通霄約 28 公里基本路段（含 2 處平直路段、1 處坡度路段、1 處曲線路段）及 2 處號誌路口，但研究成果僅適用於速限 80 kph 之西部濱海快速公路平坦基本路段，坡度與曲度路段的影響程度未深入分析。

基本路段車流特性包括：(1) 車流之時間分布、尖峰性、方向性、車道分布、車種組成；(2) 基本路段自由車流速率取樣與速率分配、快車道內、外車道平均速率關係；(3) 平直路段、曲度路段、爬坡路段流率與速率之關係等項目。

號誌路口車流特性包括：(1) 快車道停等車隊疏解特性、起動加速時間、加速率、減速率；(2) 穿越路口之自由速率、停等車輛滯留時間與疏解速率、車輛抵達路口之型態；(3) 缺口車流之影響等項目。

此研究同時以西濱快速公路蒐集現場資料，將 THCM 2001 引用的市區交通系統微觀模擬 (UTSS) 模式微調、擴展成號誌化快速公路模擬 (SES) 模式，做為容量分析及發展分析方法之工具。藉由現場調查設備與電腦模擬，此研究在建立容量分析與服務水準分析架構方面提出：

1. 平直基本路段平均速率與流率之關係

(1) 快車道小車平均自由速率估計模式（偵測器 & 雷射槍）如下式；

- 快車道大車平均自由速率比小車約低 7 公里/小時。

$$V_{sf} = 87 - 32.9 \cdot e^{-1.12L}$$

式中 V_{sf} 小車之空間平均自由旅行速率（公里/小時）

L 路口間距（公里）

(2) 小車時間平均速率估計模式（SES 模擬）

- 小車時間平均自由速率比空間平均自由速率約高 1.5 ~ 3.0 公里/小時

$$V_{tf} = 89 - 32.9 \cdot e^{-1.12L}$$

式中 V_{tf} 小車之時間平均自由旅行速率（公里/小時）

(3) 在無號誌影響下，快車道之平均速率估計如下（SES 模擬）

$$V_s = 87 - 32.9 \cdot e^{-1.12L} - 0.68 \cdot e^{0.0018Q}$$

式中 V_s 小車之空間平均旅行速率（公里/小時）

Q 車道平均流率（輛/小時/車道）

2. 號誌路口車流特性

(1) 快車道穩定停等車疏解率約 1,900 ~ 1,950 小車/綠燈小時/車道

- 此疏解率大約要等 15 ~ 20 輛停等車疏解後才存在。
- 車流中有大車時，疏解率會下降，大車的小車當量約 2.2。
- 如快車道綠燈時段超過 25 秒，則快車道每車道容量估計如下：

$$c = \frac{3,600}{C} \left(\frac{-4.95 + 0.5355 \cdot G + N_y}{1 + P(E - 1)} \right)$$

式中 c 車道容量（輛/小時/車道）

C 號誌週期長度（秒）

G 綠燈時段（須大於 25 秒）

N_y 在每時相之燈號轉換時段中可疏解之小車數(約 2~3 輛)

P 大車比例

E 大車之小車當量

(2) 建議路段服務水準分級(如表 2.4-2)

表 2.4-2 快速公路路段服務水準表

服務水準等級	平均速率 V (公里/小時)
A	$V \geq 75$
B	$65 \leq V < 75$
C	$55 \leq V < 65$
D	$40 \leq V < 55$
E	$30 \leq V < 40$
F	$V < 30$

3. 城際快速公路容量

(1) 此種快速公路容量乃號誌化路口容量與基本路段容量之較小值。

(2) 由現調資料：

A. 西濱快速公路流量較低，現調估計號誌路口快車道最大值約 1,150 小車/小時/車道，很難超過 1,400 小車/小時/車道。

B. 平直路段在無號誌影響下之容量無法從現場資料來訂定。

(3) 由模擬估計：

A. 平直基本路段之快車道，無號誌影響之容量為 1,700 小車/小時/車道。

B. 市區高架快速道路外車道容量為 1,900 小車/小時/車道。

C. 城際快速公路路口間距超過 3 公里之平直基本路段容量約 1,900 小車/小時/車道。

D. 大曲度或大坡度路段，路段容量遠低於 1,900 小車/小時/車道。

4. 西濱快速公路車流特性

(1) 尖峰時段流率相當穩定，尖峰小時係數約 0.95；

- (2) 快車道車流有明顯方向性，流量方向係數 0.65 ~ 0.70；
- (3) 利用有限資料推估尖峰小時流量係數值 0.12 ~ 0.14；
- (4) 內、外車道各占總快車道流率之 48 ~ 52% 之間；
- (5) 自由速率隨路口間距而變：
 - A. 間距 0.5 公里時，小車平均自由速率約 65 kph；
 - B. 間距 1.0 公里時，小車平均自由速率約 77 kph；
 - C. 間距超過 2 公里時，內車道小車平均自由速率約 90 kph，外車道約 85 kph。大車平均自由速率比小車約低 7 kph。

鑑於臺灣對多車道公路之研究甚缺，THCM 1991 中有關多車道公路方法論大都取材自 HCM 1985，部分資料則根據民國 76 年研究資料。由於缺乏本土實證資料，THCM 2001 在多車道郊區公路章節，只將 THCM 1991 之分析方法和資料做些許編輯修正，並無實質改進，分析方法亦只考慮不受號誌路口影響之基本路段，且內容大都引用 HCM 1985，在臺灣遭遇很多應用困擾。因此，本所自民國 91 年起，啟動兩階段三年期之本土多車道郊區公路容量及特性研究^{[18][19][20]}。

第一期研究在廣泛蒐集現場資料，以瞭解臺灣地區多車道郊區公路車流特性，訂定劃分阻斷性及非阻斷性車流路段之標準，並建立一容量分析方法雛形。調查對象為速限 70 kph，單向二快車道加一慢車道之公路，選擇其中號誌路口間距不長、接近市區，且流率較高的路段。現調資料主要用以測試及微調模擬模式，再利用模擬模式探討不受號誌路口影響路段之流率與速率的關係。最後根據現場調查之自由速率資料，以及模擬結果，提出一不受號誌路口影響路段的初步分析方法。

1. 在自由車流速率調查與分析方面

國外資料與本所 90 年之西濱快速公路研究皆顯示自由車流速率是決定流率與速率關係的一項很重要的指標，由於現調資料亦顯示同樣現象，因而在迫切發展一可靠之平均自由車流速率估計模式需求下，分別提出：
(1) 快車道小車；(2) 快車道大車；(3) 慢車道機車等三套平均自由速率模式。

2. 在探討公路流率－速率關係方面：

因調查路段號誌路口間距多在 0.9~1.5 公里範圍，現調資料無法用以探討無號誌影響區之流率與速率之關係，故只供測試與微調號誌化快速公路模擬 SES 模式，並經由 SES 模擬發展出：

(1) 不受號誌影響路段快車道小車流率—速率關係

(2) 不受號誌影響路段慢車道機車流率—速率關係

3. 在無號誌影響區之容量方面：

(1) 容量（利用 SES 模擬探討無號誌影響區所得的資料）

A. 快車道平均空間自由速率為 80、70，以及 60 kph 時之容量約各為 2,100、1,950，以及 1,820 小車/小時/車道。

B. 慢車道容量深受車道寬之影響：

- 車道寬小於 1.8 公尺時，尚無現場資料校估。
- 車道寬 1.8 公尺之容量約 2,600 ~ 2,820 機車/小時
- 車道寬 2.5 公尺之容量約 5,030 ~ 5,400 機車/小時
- 車道寬 3.0 公尺之容量約 6,980 ~ 7,600 機車/小時
- 車道寬 4.5 公尺時，容量稍增至 7,270 ~ 8,600 機車/小時

C. 所描述用以探討無號誌影響區之容量分析方法，只適用於平坦路段。坡度路段之車流性質特殊，不適合直接引用。

(2) 服務水準指標、評析程序

A. 快、慢車道車流特性不同，不適合利用密度或速率來劃分無號誌影響區之服務水準。

B. 評估程序

- 估計無號誌影響區在基本狀況下之空間平均自由速率
- 訂定尖峰 15 分鐘車流狀況
- 估計基本狀況下之對等流率
- 評估服務水準

C. 建議利用需求流率與容量之比值以劃分服務水準（如表 2.4-3）。

表 2.4-3 服務水準等級劃分建議表

服務水準等級	需求流率/容量比
A	0.00 ~ 0.20
B	0.21 ~ 0.40
C	0.41 ~ 0.60
D	0.61 ~ 0.80
E	0.81 ~ 1.00
F	> 1.00

第二期研究除了蒐集非阻斷性車流路段自由車流速率推估模式與建立流率與速率之基本關係之補充資料與分析外，亦擴大探討含號誌路口及相關阻斷性車流路段之運作特性，並利用現場資料微調號誌化快速公路模擬模式 SES。

基於民國 91、92 年兩計畫資料皆顯示非阻斷性車流路段之流率－速率關係與平均自由速率息息相關。但當時分析非阻斷性車流路段所需現調資料不足以建立一可靠之平均自由速率估計模式，此外，西濱快速公路及一般郊區公路路段流率偏低，在尖峰期間也未能觀察到因需求流率等於或超過容量，車流從穩定狀況進入壅塞狀況之情形，換言之，現場資料亦不能直接顯示路段之容量，以致必須藉由本所發展之 SES 模擬模式來探討車流由穩定狀況進入壅塞狀況之情形。

此年期主要工作項目包括：

1. 自由速率分析

經由補充調查 6 個西濱快速公路路段與 28 個一般郊區路段之現場自由速率，探討：

- (1) 空間平均自由速率與時間平均自由速率關係
- (2) 內、外側快車道空間平均自由速率關係
- (3) 不同車種之間之空間平均自由速率關係
- (4) 車道寬對平均自由速率之影響
- (5) 速限及號誌路口間距對平均自由速率之影響
- (6) 個別自由速率之分布，作為電腦模擬之依據

2. 號控現況與調查

主要目的在提供微調 SES 模式所需資料，其次在利用現場資料以增進對郊區號誌化路口車流特性之瞭解。

- (1) 號誌控制作業現況（幾何現況、號控方式、時相型態、週期長度、黃燈/全紅時段、機車處理方式、快慢車道使用型態、速限範圍等）
- (2) 現場調查對象（車流之車種組成、時空分布、停等車疏解特性、號誌路口延滯樣本、路口之間旅行時間樣本等）

3. 資料蒐集與分析

- (1) 車流之車種組成及時空分布（新北市及桃園市號誌路口及其鄰近道路）
- (2) 停等車疏解特性（資料來自 16 個車道，包括 10 個郊區直行道、2 個郊區左轉道、3 個市區直行道、1 個市區左轉道）
- (3) 旅行時間（調查之加速區位於大度路與立德路交叉口附近路段）

4. SES 模擬模式之微調

利用所蒐集之現場資料及其他現存資料，微調 SES 模式有關無衝突車流在號誌路口附近之模擬行為。模式微調項目包括：

- (1) 停等及疏解車流之一般模擬行為
- (2) 無衝突停等小車疏解之模擬參數及函數
 - A. 車長與停等車距
 - B. 駕駛員反應時間、敏感性 (sensitivity)
 - C. 車輛之自由速率、減速率，與車輛自由加速率
 - D. 跟車加減速之相關函數

5. 容量估計與服務水準

因現場資料不足以直接估計容量，以致藉由調整 SES 模式之車流行為，發展郊區多車道公路在不同自由速率下，對應之平均速率—流率關係。圖

2.4-1 為 SES 模擬模式產生之速率—流率關係曲線，表 2.4-4 為藉由 SES 模擬模式界定之容量與對應車流參數。

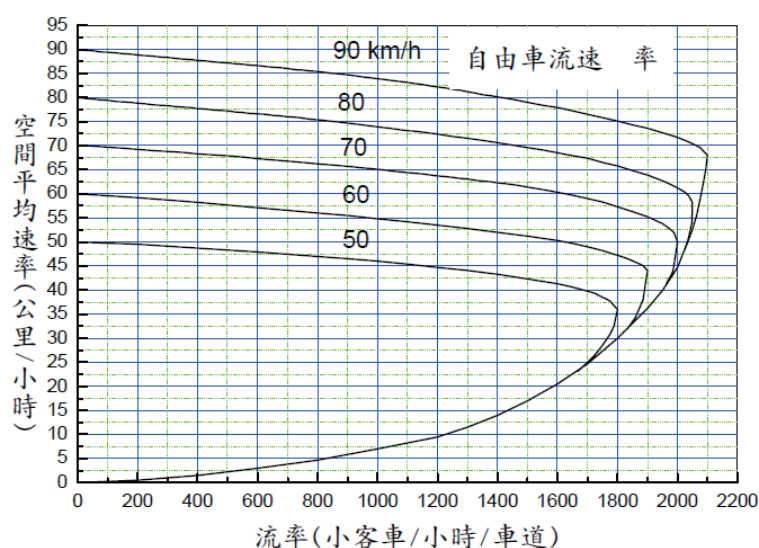


圖 2.4-1 SES 模擬之速率—流率關係曲線

表 2.4-4 自由速率與容量及對應參數關係表

平均自由速率 (kph)	容量 (pc/hr/ln)	臨界值	
		密度 (pc/hr/ln)	速率 (kph)
50	1,800	51.4	36
60	1,900	42.2	44
70	2,000	40.0	50
80	2,050	35.3	58
90	2,100	30.9	68

註：平直路段、車道寬 3.6 公尺

第三期主要工作在賡續號誌化路口之運作特性研究所需之現場資料，分析與使用現場資料以校估公路交通系統模擬 HTSS 模式，以及修訂臺灣公路容量手冊之多車道郊區公路內容。

本期檢討 THCM 2001 多車道郊區公路分析法的幾個問題：

- (1) 分析對象只包括非阻斷性車流之路段，即交通運作不受號誌路口影響之路段，但臺灣郊區公路沿線號誌路口到處可見，且常是郊區公路瓶頸，故容量分析對象必須考慮獨立號誌路口及有一連串號誌化路口之幹道。

(2) THCM 1990 曾將號誌路口影響區訂為路口上、下游各 200 公尺之路段，但 THCM 2001 則未對路口影響區作一定論。而前兩期研究顯示號誌路口影響區在 3 公里左右，如果號誌路口間距在 3 公里以下，則相關之路段屬於阻斷性車流路段，容量分析時必須涵蓋號誌路口之運作。

(3) THCM 2001 沿用 THCM 1990 觀念，假設所有郊區多車道公路都有相同之流率－速率關係，但本所民國 91 年現調已顯示流率－速率關係隨各路段之平均自由旅行速率而變。

有鑑於上述，本期研究主要成果在於：

1. 針對臺灣郊區公路車流特性，提供一套改良容量分析的方法並修訂手冊內容，改良方法之分析對象包括非阻斷性車流之路段、獨立號誌路口及幹道。
2. 因非阻斷性車流路段之交通作業較號誌化路口或幹道單純，不須依賴電腦模擬分析，爰另提出一套以公式、圖表為依據之分析方法，以評估非阻斷性車流路段之服務水準。
3. 針對號誌路口及相關幹道，受限於交通運作過於複雜而難採分析性方法，故藉由蒐集有關號誌路口資料，改良民國 92 年曾利用西濱快速公路資料發展之「號誌化快速公路模擬模式 SES」，微調後之模式改稱為「公路交通系統模擬模式」(Highway Traffic Systems Simulation Model, HTSS)，經測試微調，可合理模擬臺灣郊區公路常見之阻斷性及非阻斷性車流。
4. 服務水準評估之績效指標

本計畫從應用價值和現場調查所需之角度，認為沒有符合各種運用目的之理想績效指標來評估郊區公路之服務水準，因此，初步建議之績效指標如下：

- (1) 阻斷性車流路段：採需求流率與容量之比。
- (2) 號誌路口：採平均停等與疏解時間（主指標）、每週期平均最長停等車隊長度（輔助指標）。
- (3) 幹道：採平均旅行速率與速限差。

第三章 快速公路分匯流區之分析

本節主要係分析快速公路分匯流區之車流特性並探討其容量值，用於高速公路分匯流區服務水準評估方式之補充分析。快速公路之路段包含高架型式及平面型式，本分析對象為其運作性質及車流特性與高速公路接近之快速公路路段（即高架路段），不考慮平面路段。此外，分析亦只包括省道快速公路，至於國道快速公路（國3甲、國8）因已符合高速公路之行駛特性，可直接採用本計畫（2/3）之分析方法，不另作探討。

3.1 背景說明

3.1.1 快速公路的發展背景

快速公路屬省道的一環，管轄機關為交通部公路總局，因路線設計標準、速限較高，以及部分路路段與主、次要道路立體相交或平面相交之因素，而被劃分為快速公路。截至目前為止，臺灣公路系統中，符合《高速公路及快速公路交通管制規則》所認定之省道快速公路共計 15 條，包含東西向（橫向）共計 13 條（其中 1 條為支線），以及南北向（縱向）共計 2 條，總長度約為 656.1 公里。橫向快速公路較多條，是由於過往臺灣西部地區運輸走廊原有公路幹線多為南北走向，過去均仰賴一般省、縣、鄉道承擔其橫向之聯絡，由於路線設計標準不高及經過市鎮過多，造成運輸的延滯，乃有興建橫向快速公路之計畫。

表 3.1-1 顯示目前臺灣快速公路的編號列表、名稱、路線型式、啟用日期，以及路段通車情形，其編號規則依《公路修建養護管理規則》第 15 條，原則如下：

- 南北向路線，自西向東逐條依次以奇數編號，並以北端為起點。
- 東西向路線，自北向南逐條依次以偶數編號，並以西端為起點。
- 支線編號之路線，應有一端與主線相連，並以原路線號碼附加天干或數字號碼。

表 3.1-1 臺灣快速公路列表

編號	名稱	路線型式	啟用日期	路段通車情形
台 61 線	南北向西部濱海快速公路	高架或平面	1991 年 7 月	部分通車
台 62 線	東西向快速公路萬里瑞濱線	高架	2004 年 11 月 10 日	完全通車
台 62 甲線	東西向快速公路基隆瑞芳線	高架	2013 年 12 月 19 日	完全通車
台 64 線	東西向快速公路八里新店線	高架	2000 年 1 月 31 日	完全通車
台 65 線	南北向快速公路五股土城線	高架	2010 年 12 月 8 日	完全通車
台 66 線	東西向快速公路觀音大溪線	高架或平面	2001 年 1 月 20 日	部分通車
台 68 線	東西向快速公路南寮竹東線	高架	1998 年 11 月	完全通車
台 72 線	東西向快速公路後龍汶水線	高架或平面	2001 年 1 月	完全通車
台 74 線	東西向快速公路快官霧峰線	高架	1999 年 2 月	完全通車
台 76 線	東西向快速公路漢寶草屯線	高架	1998 年 12 月 25 日	部分通車
台 78 線	東西向快速公路臺西古坑線	高架	2002 年 2 月 6 日	完全通車
台 82 線	東西向快速公路東石嘉義線	高架或平面	2000 年 10 月	完全通車
台 84 線	東西向快速公路北門玉井線	高架或平面	1998 年 7 月	完全通車
台 86 線	東西向快速公路臺南關廟線	高架或平面	1999 年 12 月 30 日	完全通車
台 88 線	東西向快速公路高雄潮州線	高架	2000 年 11 月 18 日	完全通車

3.1.2 快速公路路段特性

根據《公路法》第 2 條第 2 款：「國道：指聯絡二直轄市（省）以上、重要港口、機場及重要政治、經濟、文化中心之高速公路或快速公路。」可見高速公路及快速公路的建置目的及在道路系統上之位階有相似之處。而根據《高速公路及快速公路交通管制規則》第 2 條第 1 款：「高速公路：指其出入口完全控制，中央分隔雙向行駛，除起迄點外，並與其他道路立體相交，專供汽車行駛之公路。」第 2 條第 2 款：「快速公路：指除高速公路外，其出入口完全或部分控制，中央分隔雙向行駛，並得與主、次要道路立體相交或平面相交，專供汽車行駛之公路。」

由上可知，高速公路及快速公路幾何設計及運作條件有異同之處。過去兩年之計畫已針對國道 1 號與國道 3 號進行車流特行分析，其速限主要在 90 公里/小時以上，而大部分之速限為 100 公里/小時與 110 公里/小時；快速公路的主要路段之速限為 60~100 公里/小時，採取高架及平面型式運作，各路線之路段特性整理如表 3.1-2 所示。

本計畫修訂之公路容量手冊之分析方法以高速公路為主，另將運作性質接近高速公路之快速公路路段進行車流特性分析及參數調整，以補充快速公路進出口分匯流區分析方法之完整性。因此，以下將針對運作性質接近於高速公路之快速公路路段，定義為完全或部分出入管制之公路，且出入口設置

交流道者。而快速公路之平面路段及速限較低之高架路段，與高速公路之運作性質差異較大，有快速公路主線車流直接由出口與相鄰道路車流併入、相鄰道路車流直接與快速公路主線車流併入、號誌化路口等情況，並不適用於容量手冊第五章、第六章之分析方法，故不納入本期研究之範圍。

表 3.1-2 快速公路路段特性表

路線	路段	里程	速限 (kph)	路段 特性
台 61 線	台北港端 - 八里	0k+000~2k+004	80	高架
	八里 - 林口	12k+006~21k+000	90	高架
	林口 - 東華路口	21k+000~22k+003	70	平面
	東華路口 - 新豐一	22k+003~64k+000	90	高架
	新豐一 - 鳳鼻隧道南端	64k+000~69k+007	70	平面
	鳳鼻隧道南端 - 鳳山溪橋	69k+007~71k+003	70	平面
	浸水橋 - 外埔	76k+001~101k+002	80	平面
	外埔 - 十份	101k+002~305k+007	90	高架
台 62 線	安樂端 - 瑞濱端	0k+000~18k+008	80	高架
台 62 甲線	基隆端 - 四腳亭	0k+000~5k+006	60	高架
台 64 線	台北港端 - 重翠橋	0k+000~14k+005	80	高架
	重翠橋 - 新店端	14k+005~28k+007	70	高架
台 65 線	五股端 - 跨新興橋	0k+000~9k+001	80	高架
	跨新興橋 - 土城	9k+001~12k+003	60	高架
台 66 線	觀音 - 桃 102 鄉道	0k+000~15k+005	80	平面
	桃 102 鄉道 - 大溪端	15k+005~27k+002	90	高架
台 68 線	南寮端 - 新中正橋	1k+000~16k+008	90	高架
	新中正橋 - 竹東端	16k+008~23k+005	70	高架
台 72 線	後龍端 - 中興	2k+004~20k+008	90	高架
	中興 - 獅潭端	20k+008~31k+000	80	平面
台 74 線	快官 - 霧峰	0k+000~39k+002	80	高架
台 76 線	埔鹽 - 林厝	11k+004~27k+000	90	高架
	林厝 - 中興系統	27k+000~32k+006	80	長隧道
台 78 線	台西 - 古坑系統	0k+000~43k+005	100	高架
台 82 線	朴子 - 水上系統	8k+001~34k+007	100	高架
台 84 線	北門 - 頭社	0k+000~32k+005	100	高架
	頭社 - 走馬瀨	32k+005~37k+008	90	高架
台 86 線	台南端 - 關廟	0k+000~17k+009	90	高架
台 88 線	五甲系統 - 竹田	0k+000~22k+004	90	高架

資料來源：[21]

3.1.3 國內相關研究

過去國內對於快速公路容量分析之相關研究十分有限，除了早期本所針對都市快速道路（建國高架）的調查研究外^[16]，僅於 2002 年有針對西部濱海快速公路進行容量及車流特性研究^[17]與該研究後續發表的期刊論文^[22]，後續也僅有一篇 2002 年碩士論文研究^[23]運用相同的調查資料進一步分析。

本所在 2002 年委託之研究案^[17]利用美國 Nu-Metrics 公司之 NC-97 磁場偵測器、雷射測速槍以及人工紀錄之方式，蒐集西濱快速公路香山及通霄之間(83.7k-111.8k)的基本路段與號誌化路口路段之交通特性資料。由於西濱快速公路的流量不大，無法由現場調查資料建立統計模型以估算路段之容量，因此建立電腦模擬模式 SES 以估計容量值。SES 模式是在 2001 年臺灣的公路容量手冊中之微觀車流模擬模式 UTSS 的基礎下，新增其他考慮因素並利用西濱快速公路之現場資料進行微調。經 SES 模式之模擬估計，在無號誌影響下，平直基本路段之快車道容量可達 1,700 小車/小時/車道；市區高架快速道路外車道容量達 1,900 小車/小時/車道；城際快速公路上路口間距超過 3 公里的平直基本路段之容量可能接近 1,900 小車/小時/車道；有大曲度或大坡度的路段容量可能低於 1,900 小車/小時/車道。而西濱快速公路的平面路段受號誌影響，因此以現場調查方式蒐集號誌化路口的車流資料，包括號誌週期長度、在每時相之綠燈時段中可疏解之小車數、在每時相之燈號轉換時段中可疏解之小車數、大車之比例以及大車之小車當量等，以建立一估計西濱快速公路快車車道容量之公式，估計出快車道在號誌化路口的容量約 1,150 小車/小時/車道。

黃淑君^[23]進一步分析^[17]之現場調查資料，利用空間平均速率及車流率建立速率-密度模式，再代入 $Q = K \times U$ 之基本車流關係式，估計其路段的容量值。平直基本路段採用 Greenshield's 之線性速率-密度模式，推估路段之容量為 1,950 小車/小時/車道；上坡路段則以 Underwood 之指數速率-密度模式，推估上坡路段（坡度 4.49%、坡長 0.5 公里）之容量為 750 小車/小時/車道。以上說明之資料統整如表 3.1-3 所示。

表 3.1-3 國內快速公路容量之相關研究統整

文獻	研究方法	資料來源	調查地點		速限 (kph)	現場調查資料	結論
臺灣地區城際快速公路容量及特性研究 (西部濱海快速公路部分) [17]	利用偵測器調查區交通系統模型 (UTSS Model)，並將其微調及測試而成為號誌化快速公路 (Signalized Expressway Simulation, SES) 模式、公式圖表法。	偵測器調查、現場調查	香山通霄之間 主線基本路段	(1).86.3K 北上平坦路段	80	(1).自由速率 (2).尖峰小時係數 (3).車種組成 (4).車流之方向及車道分布 (5).機車及重車之影響 (6).速率、密度與平均速率之關係 (7).坡度與曲度對速率之影響	1.平直基本路段之快速車道，在無號誌影響下之容量應可達 1,700 小車/小時/車道。 2.市區高架快速道路外車道的容量可達 1,900 小車/小時/車道
				(2).97.4K 北上平坦路段	80		
				(3).107.9K 至 108.4K 南下坡度路段(坡度=4.49%)	80		
				(4).92.3K 曲度路段(曲率半徑=1,000 公尺)	80		
西濱快速公路容量與服務水準分析 研究 ^[23]	應用車流理論構建平直暨坡度路段之車流模式，並以統計方法檢定最佳模式	同 ^[17]	平直路段	(1).西濱 87.6K 處與竹南鎮崎頂海水浴場入口道路之交叉口(號誌週期長度=150 秒)	80	(1).停車隊疏解及形成之特性 (2).機車與重車之小客車當量 (3).快速車道容量 (4).快速車道與側車道護欄缺口車流對上游車流之影響	快速車道在號誌路口容量約 1,150 小車/小時/車道
				(2).西濱 103K 處與縣道 126 (往外埔漁港及後龍)之交叉口(號誌週期長度=150 秒)	80		
			上坡路段 (坡度 4.49%、坡長 0.5 公里)			(1).縱坡度、平曲線半徑 (2).距上下游路口距離 (3).自由速率 (4).尖峰小時流率 (5).車種組成 (6).車流之時間性與方向性 (7).密度、佔有率、平均速率	Greenshield's 線性模式 1950pc/hr/ln Underwood 指數車流 模式 750pc/hr/ln

3.2 分析地點選擇

本計畫採用車輛偵測器資料進行車流特性分析，分析地點及資料的選擇需考量偵測器之位置、有發生車流壅塞、資料品質等條件，本節在分析地點的選定以四點進行說明：（1）分匯流區數量統整、（2）偵測器位置、（3）分析地點篩選條件、（4）分析地點篩選結果。

3.2.1 分匯流區數量統整

本計畫逐一檢視快速公路匝道分匯流區，將分匯流區之地點依幾何設計及主線速限進行分類。本項工作的資料來源以 Google 地圖之街景服務為主，檢視進（出）口匝道之匯（分）流區，記錄道路之幾何設計、速限、加（減）速車道長度。

依快速公路編號、主線速限、加（減）速車道長度統整之分匯流區地點數量如表 3.2-1 ~ 表 3.2-3 所示。

表 3.2-1 分匯流區地點數 - 依快速公路編號區分

編號	起訖點	通車長度 (公里)	分匯流區地點數量	
			匯流區	分流區
台 61 線	八里 - 十分	293.0	82	85
台 62 線	安樂 - 瑞濱	18.0	11	11
台 62 甲線	基隆端 - 四腳亭	5.0	2	2
台 64 線	台北港 - 新店	28.0	17	16
台 65 線	五股端 - 土城	12.0	11	9
台 66 線	觀音 - 大溪	27.2	13	13
台 68 線	南寮 - 竹東	23	10	10
台 72 線	後龍 - 汶水	31	11	11
台 74 線	快官 - 霧峰	39.0	28	28
台 76 線	芳苑 - 草屯	22.3	11	9
台 78 線	台西 - 古坑	42.5	16	16
台 82 線	東石 - 水上	34.7	15	15
台 84 線	北門 - 玉井	41.8	15	15
台 86 線	台南南區 - 關廟	20	12	13
台 88 線	鳳山 - 竹田	22.5	10	10

表 3.2-2 分匯流區地點數 - 依主線之速限區分

方向	匯流區之 主線速限（公里/小時）				分流區之 主線速限（公里/小時）			
	70 以下	80	90	100	70 以下	80	90	100
南北向	5	26	62	0	4	25	65	0
東西向	13	54	65	39	15	52	63	39

表 3.2-3 分匯流區地點數 - 依加（減）速車道長度區分

方向	匯流區之 加速車道長度（公尺）				分流區之 減速車道長度（公尺）			
	0 ~ 100	101 ~ 200	201 ~ 300	301 以上	0 ~ 100	101 ~ 200	201 ~ 300	301 以上
南北向	11	54	23	5	31	53	5	5
東西向	18	87	41	25	50	87	13	19

3.2.2 偵測器位置

快速公路需要進行車流特性分析，以進行模式參數之計算。車流特性分析的資料來源以車輛偵測器（VD）為主，所需的車流特性資料包括各車道之流率及速率，以建立速限與容量之間的關係，並探討不同車流情境對運作績效的影響。使用 VD 資料前須先檢核其合理性及正確性，可透過上下游其他偵測器進行交叉比對及流量守恆之檢核。

參考「高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究 (2/3)」^[7]之分析方法，以匝道匯（分）流區對上下游之影響範圍為匝道匯入（分出）點起算 1 公里，故採用 1 公里範圍內之 VD 進行車流特性分析。因快速公路的 VD 佈設密度較低，故在資料蒐集條件上，放寬為位於進口匝道、出口匝道位置 2 公里範圍內之 VD，即納入考量。進、出口匝道位置與 VD 相對位置之示意圖如圖 3.2-1 所示。

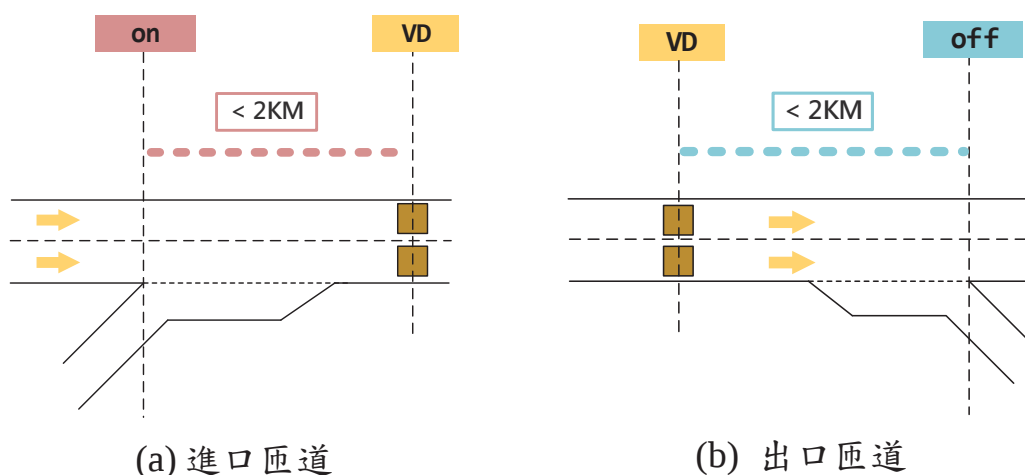


圖 3.2-1 符合分析需求之 VD 相對位置

3.2.3 分析地點篩選條件

快速公路分匯流區分析地點的篩選需符合以下條件：(1) 有發生重現性壅塞、(2) VD 資料通過流量守恆檢查。

條件(1)之重現性壅塞指該地點之 VD 資料顯示有常態性的壅塞事件，當流率大於 2,600 車輛/小時，車流速率低於 60 公里/小時，且車流速率維持 60 公里/小時以下超過 15 分鐘以上之現象，即視為發生壅塞。若某一地點發生之壅塞具有週期性，即視為重現性壅塞。如有明顯重現性壅塞的地點數過少，則可考慮以假日或連續假期發生壅塞之資料進行分析。

條件(2)之流量守恆檢查為確認 VD 資料所得流量資訊之合理性，對分析地點之上下游 VD 進行流量守恆的資料檢核。流量守恆檢核之 VD 位置示意圖如圖 3.2-2 所示，將進口匝道之偵測器命名為 IN、匯流區下游之偵測器為 DN1 及 DN2、出口匝道之偵測器為 OUT、分流區上游之偵測器為 UP1 及 UP2、分流區下游或匯流區上游的偵測器為 N。匯流區之車流特性分析主要是採用偵測器 DN1，其次是 N 和 IN；分流區之分析則採用偵測器 UP2，其次是 N 和 OUT。原則上匯流區之下游流量應與其上游及進口匝道流量總合相等，即 $Q_{DN1} = Q_N + Q_{IN}$ ；分流區之上游流量應與其下游及出口匝道流量總合相等，即 $Q_{UP2} = Q_N + Q_{OUT}$ 。如流量守恆不符合，則進一步檢查其下游 $Q_{DN1} = Q_{DN2}$ 和上游 $Q_{UP2} = Q_{UP1}$ ，以確認 VD 之可用性。

本計畫採用一個月之 VD 資料，以一天的總流量作為判斷依據，作為 VD 資料可用與否的確認。如每一天的流量守恆差異在正負 5% 範圍內，或大部

分天數差異在正負 5%之內但少部分天數差異在正負 10%內，則判斷 VD 為可用；如超過以上之誤差範圍，則為不符合分析需求。另外，如透過上下游偵測器進行交叉比對後尚無法確實偵測器之可用性，則會進一步調閱附近之 CCTV 影片，以人工方式進行資料蒐集及比對。

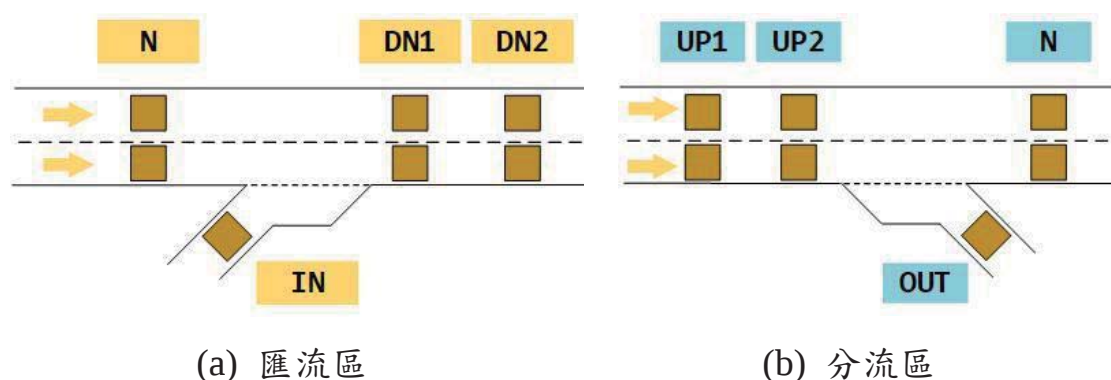


圖 3.2-2 分匯流區流量守恒檢核之示意圖

3.2.4 分析地點篩選結果

1. 重現性壅塞地點

本計畫車流特性分析需要篩選有發生壅塞之地點，篩選方式有二：(1) 透過偵測器資料，找出車流量大及速度下降之地點；(2) 參考公路總局之交通量調查及服務水準評估。

(1) 偵測器資料

此部分採用 2019 年 5 月之 VD 資料，符合條件之匯流區包括：台 66 線西向平鎮二交流道、台 88 線東向鳳山交流道、台 88 線西向大寮交流道；符合條件之分流區包括：台 66 線東向平鎮二交流道、台 88 線西向鳳山交流道、台 88 線東向大寮交流道。

(2) 公路總局之交通量調查

本計畫參考交通部公路總局「西部快速公路路網整體交通管理與控制策略」^[21]之交通量調查，其中涵蓋了快速公路共 87 處於主線之調查點所進行之平假日車流量調查及服務水準評估。本計畫採用服務水準 D 級或以下作為篩選條件，篩選地點統整如表 3.2-4 所示。

表 3.2-4 公路總局 2019 年省道交通量調查－服務水準 D 級或以下之

地點

壅塞日期	路線	路段	里程位置	方向	車道數	每日交通量 (PCU/日)	尖峰小時		服務水準 (LOS)評估	
							交通量 (PCU/hr)	時段	V/C	流量 LOS
平日	台 64 線	板橋~新店 20k+880~28k+390	22k+100	東	2	54,798	3,876	8~9	1.02	F
				西	2	58,041	3,828	7~8	1.01	F
	台 74 線	潭子~松竹 18k+847~22k+750	19k+400	東	2	47,946	3,920	17~18	0.98	E
				西	2	32,385	3,422	17~18	0.86	D
假日	台 64 線	板橋~新店 20k+880~28k+390	22k+100	東	2	50,449	3,745	8~9	0.99	E
				西	2	54,164	3,654	7~8	0.96	E

資料來源：[21]

整合以上兩個資料來源之可能壅塞地點，結果如表 3.2-5 所示，而資料來源^[21]之壅塞地點，再經偵測器資料核對後，發現部分地點並無觀察到符合壅塞條件之資料。符合壅塞條件之地點，匯流區包含台 64 線東向中和二交流道、台 64 線西向中和交流道、台 66 線西向平鎮二交流道、台 88 線東向鳳山交流道、台 88 線西向大寮交流道；分流區包含台 66 線東向平鎮二交流道、台 88 線西向鳳山交流道、台 88 線東向大寮交流道。

2. 流量守恆檢核

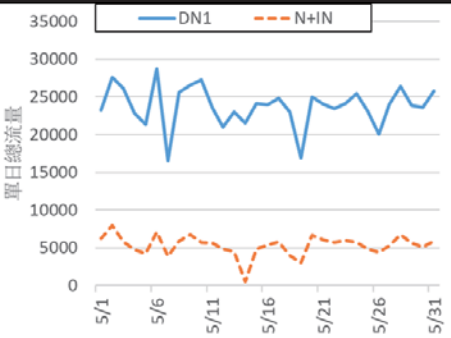
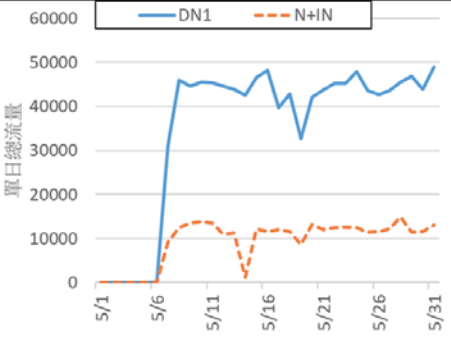
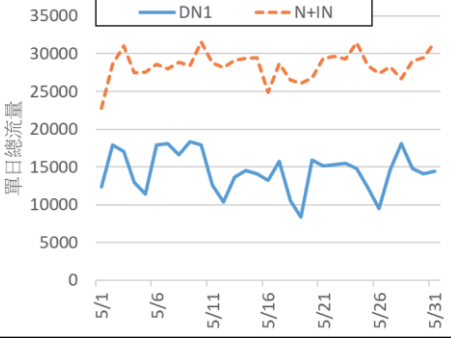
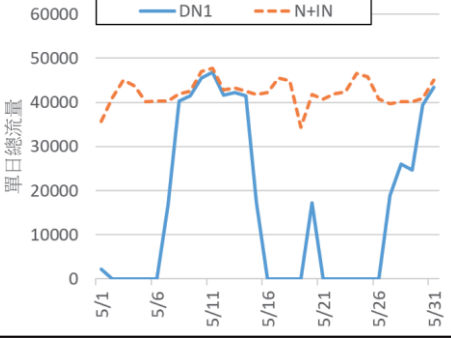
本計畫運用 2019 年 5 月之偵測器資料，對表 3.2-5 符合壅塞條件之八個地點進行流量守恆檢核，結果如表 3.2-6 和表 3.2-7 所示。由表 3.2-6 可發現匯流區僅有台 88 線東向鳳山交流道符合流量守恆，台 64 線東向中和二交流道、台 64 線西向中和交流道、以及台 66 線西向平鎮二交流道此三地點誤差較大，且三地點皆無 DN2 之 VD 可供檢核、台 88 線西向大寮交流道之誤差介於 15%~25%之間，且此地點並無 DN2 之 VD 可供檢核。由表 3.2-7 可發現分流區僅有台 66 線東向平鎮二交流道符合流量守恆，台 88 線西向鳳山交

流道、台 88 線東向大寮交流道，誤差皆介於 15% ~ 25%之間，且二地點並無 UP1 之 VD 可供檢核。

表 3.2-5 符合壅塞事件篩選之地點

	交流道	檢核之 VDID	壅塞條件
匯 流 區	台 64 線東向板橋	nfbVD-T64-E-21.61-M-LOOP	不符合（無壅塞發生）
	台 64 線東向中和二	nfbVD-T64-E-28.18-M-RS	符合
	台 64 線西向新店	nfbVD-T64-W-28.18-M-RS	不符合（無壅塞發生）
	台 64 線西向中和	nfbVD-T64-W-23.06-M-RS	符合
	台 66 線西向平鎮二	nfbVD-T66-W-19.900-M-RS	符合
	台 74 線東向潭子	nfbVD-T74-E-20.600-M-RS	不符合（無壅塞發生）
	台 74 線東向大里二	nfbVD-T74-E-32.974-M-RS	不符合（無壅塞發生）
	台 88 線東向鳳山	nfbVD-T88-E-4.239-M-Loop	符合
	台 88 線西向大寮	nfbVD-T88-W-4.251-M-Loop	符合
分 流 區	台 64 線東向新店	nfbVD-T64-E-28.18-M-RS	不符合（無壅塞發生）
	台 64 線西向板橋	nfbVD-T64-W-21.13-M-RS	不符合（無壅塞發生）
	台 66 線東向平鎮二	nfbVD-T66-E-19.900-M-LOOP	符合
	台 74 線東向松竹	nfbVD-T74-E-22.638-M-RS	不符合（無壅塞發生）
	台 74 線西向大里一	nfbVD-T74-W-31.772-M-RS	不符合（無壅塞發生）
	台 88 線西向鳳山	nfbVD-T88-W-4.251-M-Loop	符合
	台 88 線東向大寮	nfbVD-T88-E-6.246-M-Loop	符合

表 3.2-6 上下游 VD 流量守恒檢核－匯流區

地點	流量守恒檢核	通過流量守恒之日期
台 64 線東向中和二		無
台 64 線西向中和		無
台 66 線西向平鎮二		無
台 88 線東向鳳山		2019/5/8 ~ 2019/5/14 2019/5/30 ~ 2019/5/31

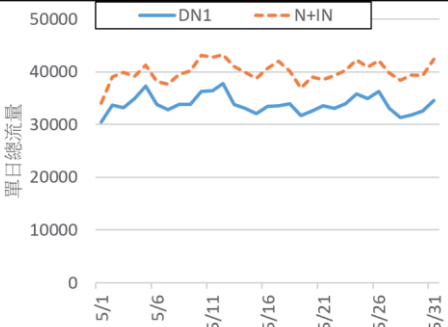
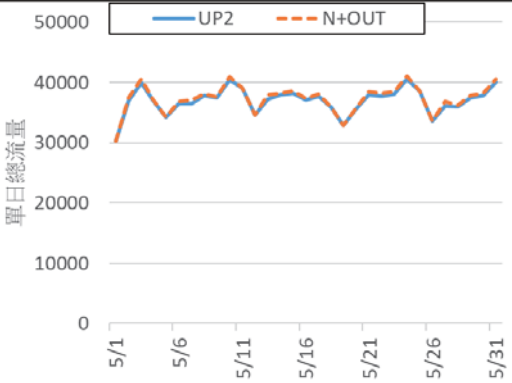
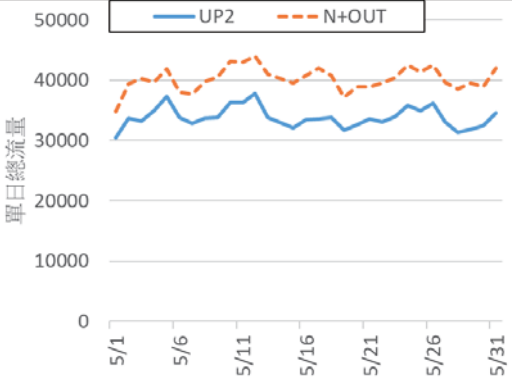
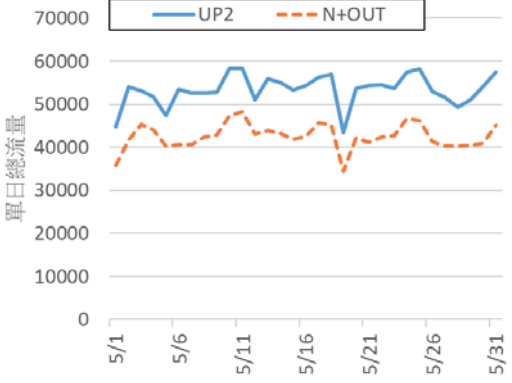
台 88 線西向大寮		無
------------	--	---

表 3.2-7 上下游 VD 流量守恆檢核—分流區

地點	流量守恆檢核	通過流量守恆之日期
台 66 線東向平鎮二		2019/5/1 ~ 2019/5/31
台 88 線西向鳳山		無
台 88 線東向大寮		無

上述未通過上下游偵測器之流量守恆檢核之地點，因未能確定是上游或下游偵測器為誤差來源，因此進一步向高速公路局調閱該偵測器附近之 CCTV 影片，以人工方式紀錄每分鐘為單位之車流量，並與偵測器之車流量作比對。其中台 64 線東向中和二匯流區與台 64 線西向中和匯流區兩個壅塞地點的上下游偵測器都是雷達微波，且流量比對差異極大，本計畫考量微波偵測器的流量數據誤差大，故不另作 CCTV 比對。

然而，其餘之分析地點與高速公路局詢問後得知原 2019 年 5 月之 CCTV 影像並無保留檔案，故本計畫改為使用 2021 年 4 月 21 日之 CCTV 影像，採抽樣 30 分鐘之資料，比較以人工計算 CCTV 影像中每分鐘之通過流量與上游偵測器、下游偵測器之車流量之差異。偵測器與 CCTV 之相對位置示意圖如圖 3.2-3 所示。

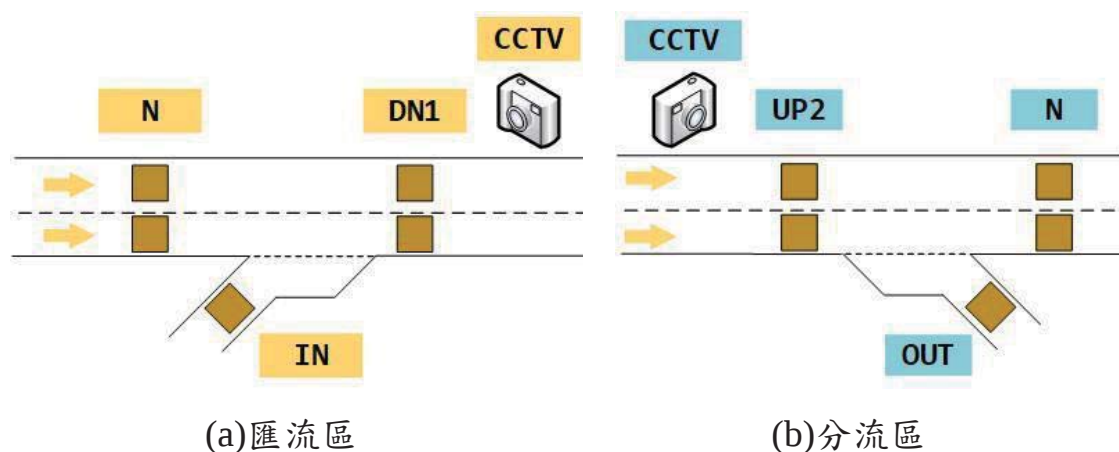


圖 3.2-3 流量守恆檢核之 VD 與 CCTV 位置示意圖

CCTV 與 VD 每分鐘流量守恆之檢核結果如表 3.2-8 和表 3.2-9 所示。由表 3.2-8 可發現匯流區台 66 線西向平鎮二交流道與台 88 線西向大寮交流道，其 $Q_N + Q_{IN}$ 之流量與 CCTV 影像之流量 Q_{CCTV} 較接近， Q_{DN1} 之流量與 Q_{CCTV} 差異較大；由表 3.2-9 可發現分流區台 88 線西向鳳山交流道與台 88 線東向大寮交流道，其 $Q_N + Q_{OUT}$ 之流量與 Q_{CCTV} 較接近，但 Q_{UP2} 之流量與 Q_{CCTV} 差異較大。因此，這四個地點之偵測器資料均不符合後續分析之條件。

透過上述流量守恒之確認流程所得出之結果如表 3.2-10 所示，符合分析條件之匯流區為台 88 線東向鳳山交流道，分流區為台 66 線東向平鎮二交流道。後續將針對這兩個地點進行車流特性之分析。

若以速限進行分類，符合分析條件之地點數整理如表 3.2-11 所示，可發現符合分析條件之地點其速限均為 90 公里/小時。

表 3.2-8 CCTV 與 VD 流量守恒檢核－匯流區

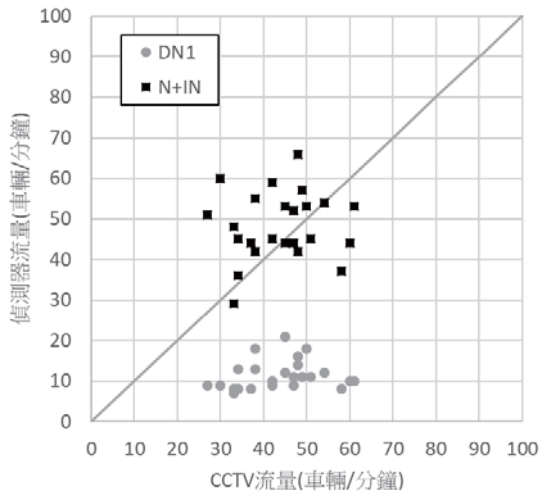
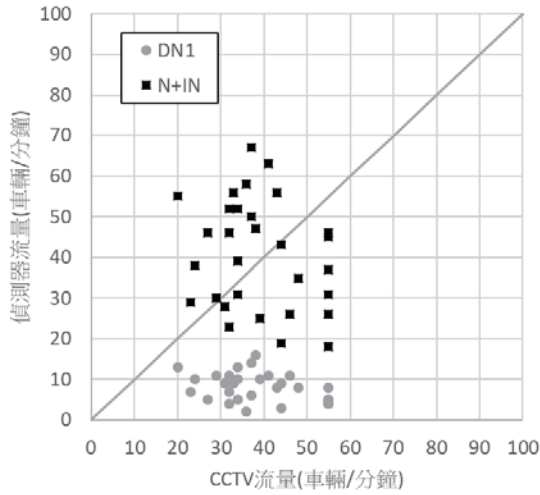
地點	流量守恒檢核	DN1 之正確性
台 66 線西向平鎮二		誤差過大
台 88 線西向大寮		誤差過大

表 3.2-9 CCTV 與 VD 流量守恒檢核一分流區

地點	流量守恒檢核	UP2 之正確性
台 88 線西向鳳山		誤差過大
台 88 線東向大寮		誤差過大

表 3.2-10 符合分析條件之地點

	交流道	上游 VD 與下游 VD 之流量守恒檢核	CCTV 與 VD 之流量守恒檢核	符合流量守恒檢核條件
匯流區	台 64 線東向中和二	不符合	-	不符合
	台 64 線西向中和	不符合	-	不符合
	台 66 線西向平鎮二	不符合	不符合	不符合
	台 88 線東向鳳山	符合	-	符合
	台 88 線西向大寮	不符合	不符合	不符合
分流區	台 66 線東向平鎮二	符合	-	符合
	台 88 線西向鳳山	不符合	不符合	不符合
	台 88 線東向大寮	不符合	不符合	不符合

表 3.2-11 快速公路分匯流區與可分析之地點數（依速限區分）

	匯流區速限（公里/小時）				分流區速限（公里/小時）			
	70 以下	80	90	100	70 以下	80	90	100
總數量	18	80	127	39	19	77	128	39
有重現性壅塞	0	2	3	0	0	0	3	0
符合流量守恒	0	0	1	0	0	0	1	0

3.3 車流特性分析

本節根據 3.2 節所篩選之地點，進行車流特性分析，以快速公路之偵測器資料建立流率-速率關係，分析匝道進出口範圍其主線之容量及自由速率與速限之關係，以作為高快速公路分匯流區之分析方法之補充分析參數。車流特性分析之用意為確認分匯流區其車流速率與流率之時間序列，並觀察車流崩潰前之最大流率，以供後續建議容量值之參考。本計畫針對車流崩潰之定義為速率低於 60 公里/小時後，且 15 分鐘後速率並未高於 60 公里/小時，並將速率開始低於 60 公里/小時之時間點，做為車流崩潰發生之時間，進而擷取車流崩潰發生前，曾達到之最大流率。

以下分析將使用交通部高速公路局之偵測器資料歷史資料庫。由於 1 分鐘之車流資料變化劇烈，因此將流率、速率資料進行 5 分鐘滾動平均。另外，流率（單位：車輛/小時）經小客車當量值（PCE）轉換為小客車單位數（單位：小車/小時），小型車以 1.0、大型車以 1.6、聯結車以 2.0 作為小客車當量值。

3.3.1 進口匝道匯流區

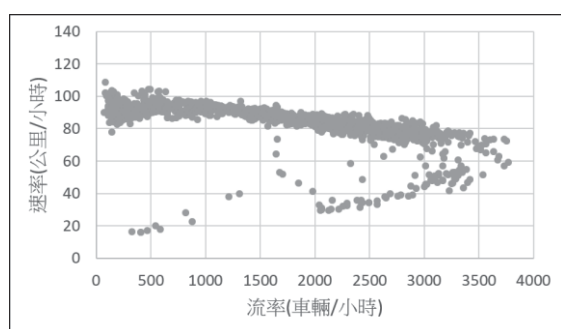
針對台 88 線東向鳳山匯流區 VD 資料符合分析條件之日數，繪製速率一流率散佈圖，以及速率、流率之時間序列圖，分析該地點於不同日之車流崩潰前最大流率值。

由台 88 東向鳳山匯流區之 VD 所得出之最大流率如表 3.3-1 所示，繪圖部分以 2019/05/08 與 2019/05/11 兩日之資料為例，平日與假日之全車道速率-流率散佈圖如圖 3.3-1 所示；平日與假日之速率/流率時間序列圖如圖 3.3-2 所示。由分析之結果可得，平日 5 分鐘最大流率約為 3,650 ~ 4,050 小車/小時，假日 5 分鐘最大流率約為 3,450 ~ 3,900 小車/小時，平日之 5 分鐘最大流率較假日為高；平日 15 分鐘最大流率約為 3,550 ~ 3,950 小車/小時，假日

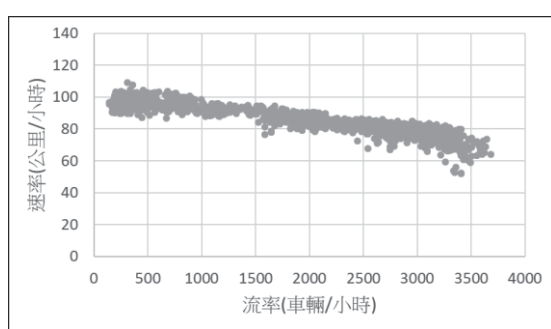
15 分鐘最大流率約為 3,400 ~ 3,650 小車/小時，平日之 15 分鐘最大流率較假日為高。平日最大流率較假日為高之原因，可能為用路人之駕駛習慣及對道路之熟悉程度不同，平日多為通勤旅次，而假日多為休閒旅次。此外，由圖 3.3-2 可看出平日與假日於壅塞前匯入流率的趨勢有所不同，平日於壅塞前匯入之流率較假日高，因此本計畫建議容量分析應以平日資料為主。

表 3.3-1 台 88 東向鳳山匯流區全車道壅塞前最大流率彙整表

平假日	日期	5 分鐘最大流率		15 分鐘最大流率	
		車輛/小時	小車/小時	車輛/小時	小車/小時
平日	2019/05/08	3,564	3,823.2	3,516	3,764.8
	2019/05/09	3,744	4,065.6	3,632	3,941.6
	2019/05/10	3,360	3,652.8	3,308	3,573.6
	2019/05/13	3,888	4,072.8	3,612	3,871.2
	2019/05/14	3,792	4,082.4	3,612	3,915.2
	2019/05/30	3,708	3,919.2	3,612	3,821.6
	最大值	3,888	4,082.4	3,632	3,941.6
	中位數	3,676	3,936.0	3,549	3,814.7
	平均值	3,726	3,992.4	3,612	3,846.4
假日	2019/05/11	3,216	3,494.4	3,164	3,408.8
	2019/05/12	3,744	3,900.0	3,480	3,648.8
	最大值	3,744	3,900.0	3,480	3,648.8
	中位數	3,480	3,697.2	3,322	3,528.8
	平均值	3,480	3,697.2	3,322	3,528.8



2019/05/08 (三)



2019/05/11 (六)

圖 3.3-1 鳳山匯流區於 2019/05 之速率-流率圖 (全車道)

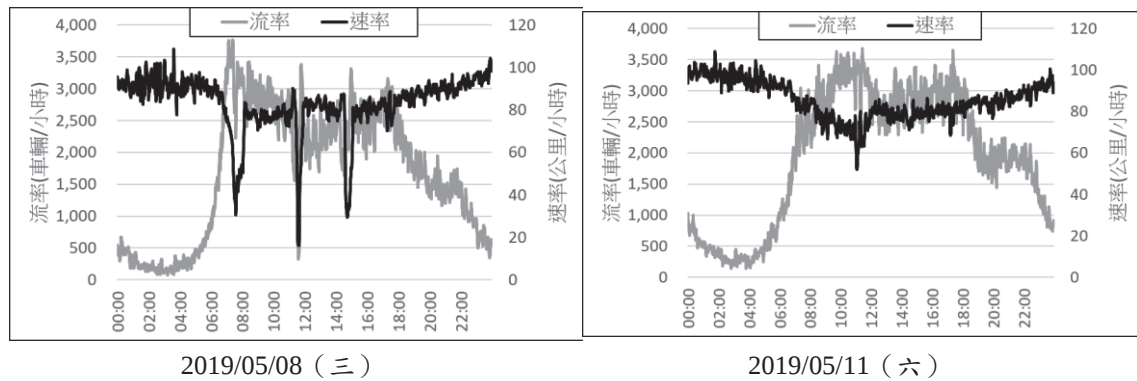


圖 3.3-2 鳳山匯流區於 2019/05 之速率及流率時間序列圖

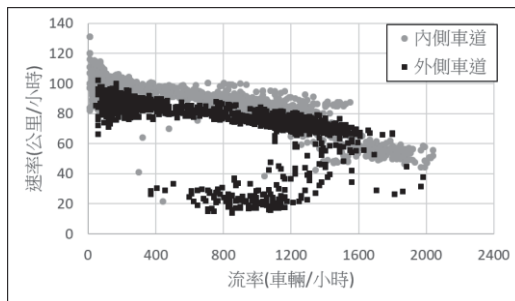
3.3.2 出口匝道分流區

針對台 66 線東向平鎮二分流區 VD 資料符合分析條件之日數，繪製速率一流率散佈圖，以及速率、流率之時間序列圖，分析該地點於不同日之車流崩潰前最大流率值。

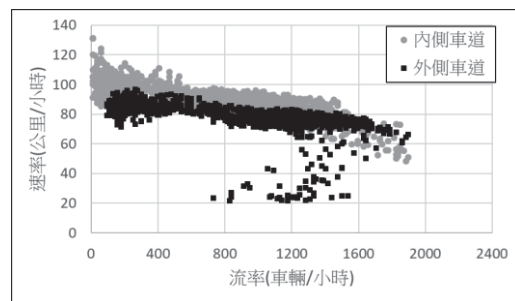
由台 66 東向平鎮二分流區之 VD 所得出之最大流率如表 3.3-2 所示，繪圖部分以 2019/05/08 與 2019/05/11 兩日之資料為例，平日與假日之各車道速率-流率散佈圖如圖 3.3-3 所示；平日與假日之全車道速率-流率散佈圖如圖 3.3-4 所示；平日與假日之速率/流率時間序列圖如圖 3.3-5 所示。由分析之結果可得，平日 5 分鐘最大流率約為 3,000 ~ 3,750 小車/小時，假日 5 分鐘最大流率約為 3,050 ~ 3,700 小車/小時；平日 15 分鐘最大流率約為 2,950 ~ 3,350 小車/小時，假日 15 分鐘最大流率約為 2,900 ~ 3,150 小車/小時。由圖 3.3-3 可看出內側車道之最大流率與外側車道之最大流率，其總合約為 3,800 ~ 4,000 車輛/小時，該數值比總斷面之最大值 3,200 ~ 3,600 車輛/小時高出許多，可得知兩車道之最大流率並不會同時發生。另外，由圖 3.3-4 可看出外側車道的部分資料呈壅塞狀態，推測出口匝道下游有回堵的情形，因此分流區範圍之 15 分鐘最大流率較匯流區之最大流率低出許多。

表 3.3-2 台 66 東向平鎮二分流區最大流率彙整表

平假日	日期	5 分鐘最大流率		15 分鐘最大流率	
		車輛/小時	小車/小時	車輛/小時	小車/小時
平日	2019/05/08	3,012	3,225.6	2,784	2,948.0
	2019/05/09	2,880	3,007.2	2,808	2,945.6
	2019/05/10	3,132	3,324.0	3,036	3,166.4
	2019/05/13	3,648	3,573.6	3,100	3,362.4
	2019/05/14	3,624	3,736.8	3,072	3,197.6
	2019/05/15	3,456	3,580.8	3,120	3,257.6
	最大值	3,648	3,736.8	3,120	3,362.4
	中位數	3,294	3,448.8	3,054	3,182.0
	平均值	3,292	3,408.0	2,987	3,146.3
假日	2019/05/11	3,648	3,691.2	3,100	3,152.8
	2019/05/12	3,048	3,062.4	2,884	2,924.0
	最大值	3,648	3,691.2	3,100	3,152.8
	中位數	3,348	3,376.8	2,992	3,038.4
	平均值	3,348	3,376.8	2,992	3,038.4

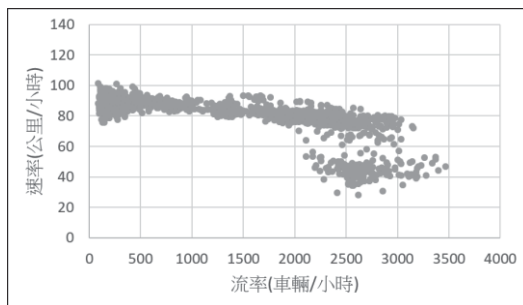


2019/05/08 (三)

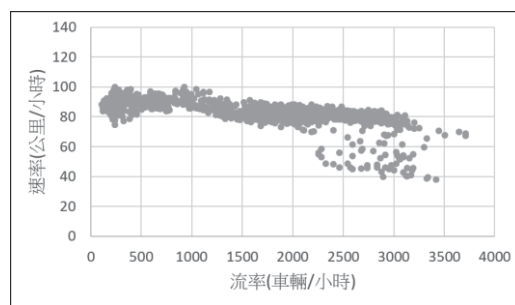


2019/05/11 (六)

圖 3.3-3 平鎮二分流區於 2019/05 之速率-流率圖 (各車道)



2019/05/08 (三)



2019/05/11 (六)

圖 3.3-4 平鎮二分流區於 2019/05 之速率-流率圖（全車道）

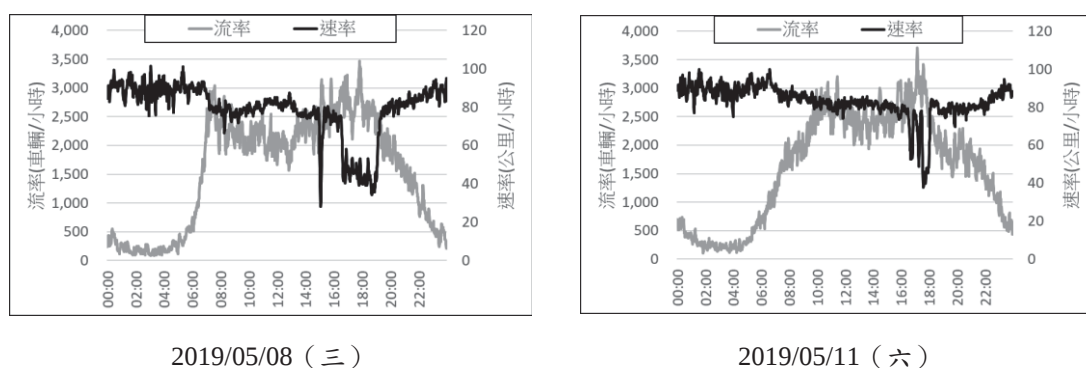


圖 3.3-5 平鎮二分流區於 2019/05 之速率及流率時間序列圖

3.3.3 連續假期壅塞前最大流率

由於符合重現性壅塞與流量守恒之地點數有限，故本計畫進一步尋找連續假期間之壅塞資料，納入車流特性分析之使用。經逐一檢視 2019 年之連續假期，並無發現適合分析之資料，故轉為檢視 2020 年之連續假期，並篩選可能發生壅塞事件之地點，匯流區及分流區之結果統整如表 3.3-3 與

表 3.3-4 所示。

另進一步檢核偵測器資料之品質，符合流量守恒檢核才納入分析。符合流量守恒條件的匯流點地點包括台 86 線東向灣裡交流道、台 88 線東向萬丹交流道；分流點地點包括台 86 線東向台南交流道、台 86 線東向仁德系統交流道，再進一步計算其 5 分鐘最大流率及 15 分鐘最大流率。結果發現，在主線速限 90 公里/小時之匯流區，連續假期 5 分鐘最大流率約為 3,300 車輛/小時，15 分鐘最大流率約為 3,100 車輛/小時，均較平日之最大流率（3,350 ~ 3,900 車輛/小時）為低。

而在主線速限 90 公里/小時之分流區，連續假期 5 分鐘最大流率約為 2,900 ~ 3,350 車輛/小時，15 分鐘最大流率約為 2,750 ~ 3,300 車輛/小時，同樣均較平日之最大流率（2,900 ~ 3,650 車輛/小時）為低。由此可見，連續假期間之旅次目的及駕駛行為可能與平日不同，導致最大流率較低，因此對容量值分析的參考性不大，建議容量分析應以平日資料為主。

表 3.3-3 連續假期發生壅塞事件之匯流區統整表

交流道	速限 (公里/小時)	壅塞時間	流量守 恆檢核	5 分鐘 最大流率 (車輛/小時)	15 分鐘 最大流率 (車輛/小時)
台 86 線 東向灣裡	90	2020/10/10 20:00 ~ 23:00	O	3,298	3,084
台 86 線 東向台南	90	2020/06/26 16:00 ~ 18:00	X	-	-
	90	2020/10/10 20:00 ~ 23:00	X	-	-
台 86 線 東向歸仁	90	2020/02/28 07:00 ~ 12:30	X	-	-
	90	2020/02/29 07:00 ~ 12:00	X	-	-
	90	2020/03/01 08:00 ~ 12:00	X	-	-
	90	2020/04/03 08:00 ~ 12:00	X	-	-
	90	2020/06/25 07:00 ~ 12:00	X	-	-
	90	2020/06/26 07:00 ~ 12:00	X	-	-
	90	2020/06/27 08:00 ~ 12:00	X	-	-
	90	2020/10/01 08:00 ~ 12:00	X	-	-
台 86 線 西向仁德 系統	90	2020/10/10 18:00 ~ 20:00	X	-	-
台 88 線 東向大寮	90	2020/02/28 11:00 ~ 14:00	X	-	-
台 88 線 東向萬丹	90	2020/02/28 07:00 ~ 12:00	O	3,292	3,094
	90	2020/06/26 09:00 ~ 12:00	X	-	-
台 88 線 西向竹田 系統	90	2020/04/02 08:30 ~ 13:00	X	-	-

表 3.3-4 連續假期發生壅塞事件之分流區統整表

交流道	速限 (公里/小時)	壅塞時間	流量守 恆檢核	5 分鐘 最大流率 (車輛/小時)	15 分鐘 最大流率 (車輛/小時)
台 86 線東 向 台南	90	2020/10/10 20:30 ~ 23:00	O	3,336	3,276
台 86 線東 向 仁德系統	90	2020/02/28 17:00 ~ 19:00	X	-	-
	90	2020/06/25 15:00 ~ 18:00	X	-	-
	90	2020/06/26 17:00 ~ 19:00	X	-	-
	90	2020/10/02 16:00 ~ 17:30	O	2,940	2,750
	90	2020/10/10 19:00 ~ 23:00	X	-	-
台 86 線西 向 台南	90	2020/10/10 14:00 ~ 20:00	X	-	-
台 88 線東 向 鳳山	90	2020/02/28 09:00 ~ 12:00	X	-	-
	90	2020/04/02 09:00 ~ 12:00	X	-	-
	90	2020/10/09 09:30 ~ 10:30	X	-	-

3.3.4 速限及平均自由速率之關係

本節使用車輛偵測器資料，探討快速公路速限與平均自由速率之關係。在 2016 年美國公路容量手冊^[12]，自由車流速率之定義為在中等流量期間，所測得之小客車平均速率。本計畫計算方式為篩選於白天時段、流率低且速率高之資料，可代表自由速率。選擇 8 日之偵測器資料，擷取上午 6 點至下午 6 點、總流率低於 800 車輛/小時或單一車道流率低於 400 車輛/小時/車道之資料，計算其平均速率以作為平均自由速率。計算過程中，為避免錯誤選取壅塞時段之資料，將速率低於 80 公里/小時之資料予以排除。在自由速率分析中，本計畫選擇台 62 東向七堵二匯流區、台 66 東向觀音一分流區為速

限 80 公里/小時之分析地點；台 88 東向鳳山匯流區、台 66 東向平鎮二分流區為速限 90 公里/小時之分析地點；台 78 東向雲林系統匯流區、台 78 東向虎尾分流區為速限 100 公里/小時之分析地點，各地點於各日之平均自由速率統整如表 3.3-5、表 3.3-6 與表 3.3-7 所示。

表 3.3-5 分匯流區之自由速率資料統整（速限 80 公里/小時）

匯流區 (T62E 八里-速限 80 公里/小時)				分流區 (T66E 觀音一-速限 80 公里/小時)			
日期	平均自由速率（公里/小時）			日期	平均自由速率（公里/小時）		
	全車道	內側車道	外側車道		全車道	內側車道	外側車道
2019/05/08	85.19	87.47	84.86	2019/05/08	84.22	90.02	81.67
2019/05/09	87.18	90.43	85.72	2019/05/09	82.35	87.95	80.31
2019/05/10	86.15	88.65	85.86	2019/05/10	83.91	89.02	81.44
2019/05/12	86.25	89.58	84.58	2019/05/11	83.49	87.91	80.64
2019/05/13	87.04	88.31	86.62	2019/05/12	84.75	89.35	81.87
2019/05/14	85.68	86.76	84.70	2019/05/13	84.52	88.78	82.31
2019/05/15	87.60	91.54	87.05	2019/05/14	83.96	89.35	80.24
2019/05/16	88.12	91.72	84.68	2019/05/15	84.46	90.05	81.75

表 3.3-6 分匯流區之自由速率資料統整（速限 90 公里/小時）

匯流區 (T88E 鳳山-速限 90 公里/小時)				分流區 (T66E 平鎮二-速限 90 公里/小時)			
日期	平均自由速率（公里/小時）			日期	平均自由速率（公里/小時）		
	全車道	內側車道	外側車道		全車道	內側車道	外側車道
2019/05/08	95.41	101.66	90.38	2019/05/08	89.39	97.47	87.65
2019/05/09	96.15	101.47	91.46	2019/05/09	87.82	94.62	85.70
2019/05/10	94.45	103.20	89.10	2019/05/10	88.56	96.65	87.70
2019/05/11	93.76	99.86	87.89	2019/05/11	91.65	97.84	87.99
2019/05/12	95.40	100.99	90.44	2019/05/12	90.75	98.51	89.38
2019/05/13	96.49	101.57	91.62	2019/05/13	90.39	98.84	87.73
2019/05/14	95.59	101.04	90.16	2019/05/14	91.42	98.58	90.18
2019/05/30	95.36	100.51	90.24	2019/05/15	90.66	98.20	87.83

表 3.3-7 分匯流區之自由速率資料統整（速限 100 公里/小時）

匯流區 (T78E 雲林系統-速限 100 公里/小時)				分流區 (T78E 虎尾-速限 100 公里/小時)			
日期	平均自由速率（公里/小時）			日期	平均自由速率（公里/小時）		
	全車道	內側車道	外側車道		全車道	內側車道	外側車道
2019/05/08	102.42	104.52	100.96	2019/05/08	103.08	104.16	99.87
2019/05/09	102.64	103.96	100.69	2019/05/09	102.89	103.53	100.36
2019/05/10	102.65	103.49	101.13	2019/05/10	103.72	104.78	101.42
2019/05/11	102.14	103.67	101.41	2019/05/11	104.37	105.05	100.44
2019/05/12	102.61	103.68	102.21	2019/05/12	103.74	104.51	99.30
2019/05/13	102.60	103.96	101.09	2019/05/13	101.00	102.36	99.00
2019/05/14	102.70	103.74	101.43	2019/05/14	104.34	105.22	100.20
2019/05/15	102.66	103.92	101.20	2019/05/15	103.28	104.73	100.84

由表 3.3-5、表 3.3-6 與表 3.3-7 之平均自由速率結果可看出，於速限 80 公里/小時匯流區之主線下游路段，內側車道之平均自由速率約在 84~92 公里/小時、外側車道之平均自由速率約在 84~88 公里/小時，全車道之平均自由速率約在 85~89 公里/小時。於速限 80 公里/小時分流區之主線上游路段，內側車道之平均自由速率約在 87~90 公里/小時、外側車道之平均自由速率約在 80~82 公里/小時，全車道之平均自由速率約在 82~85 公里/小時。於速限 90 公里/小時匯流區之主線下游路段，內側車道之平均自由速率約在 100~103 公里/小時、外側車道之平均自由速率約在 87~91 公里/小時，全車道之平均自由速率約在 94~96 公里/小時。於速限 90 公里/小時分流區之主線上游路段，內側車道之平均自由速率約在 94~98 公里/小時、外側車道之平均自由速率約在 85~90 公里/小時，全車道之平均自由速率約在 85~90 公里/小時。於速限 100 公里/小時匯流區之主線下游路段，內側車道之平均自由速率約在 103~105 公里/小時、外側車道之平均自由速率約在 100~102 公里/小時，全車道之平均自由速率約在 102~103 公里/小時。於速限 100 公里/小時分流區之主線上游路段，內側車道之平均自由速率約在 102~105 公

里/小時、外側車道之平均自由速率約在 99 ~ 101 公里/小時，全車道之平均自由速率約在 102 ~ 104 公里/小時。分流區之外側車道速度較速限為低，可能是由於部分車輛由出口匝道離開主線前減速所致，因此其車速資料並不能代表自由流速。

為制定平均自由速率的建議值，本計畫採內側車道之自由速率資料，再無條件捨去或進位至 5 公里為單位間格。因此，速限 80 公里/小時之路段(表 3.3-5)其平均自由速率建議值為 90 公里/小時、速限 90 公里/小時之路段(表 3.3-6)其平均自由速率建議值為 100 公里/小時、速限 100 公里/小時之路段(表 3.3-7)其平均自由速率建議值為 105 公里/小時，建議值整理如表 3.3-8 所示。這結果跟高速公路基本路段^[24]之平均自由速率建議值(見表 3.3-9)相符，速限 90 公里/小時或以下之路段其平均自由速率為速限增加 10 公里/小時，速限 100 公里/小時或以上之路段其平均自由速率為速限增加 5 公里/小時。

表 3.3-8 快速公路分匯流區之平均自由速率建議值

速限 (公里/小時)	平均自由速率 (公里/小時)
100	105
90	100
80	90

表 3.3-9 高速公路基本路段之平均自由速率建議值

速限 (公里/小時)	平均自由速率 (公里/小時)
110	115
100	105
90	100

資料來源：[24]

3.4 快速公路之容量建議值

有關容量值之定義隨著容量手冊發展歷程而有所改變，過去在容量分析上，通常透過流率、速率與密度之關係，繪製流率與速率之關係圖，建立統

計模型並擷取其流率之最大值，近期之容量分析則以車流崩潰前之最大流率作為判斷容量之主要參考依據。本計畫採取 15 分鐘車流崩潰前最大流率，作為容量值之分析依據。

由 3.2 節、3.3 節之車流特性分析可見，快速公路發生壅塞的地點數不多，可用於分析的地點及資料數量相當有限。在快速公路的容量建議值上，採用速限 90 公里/小時之資料作為容量值訂定的依據，再以級距方式訂定其他速限的容量值。

參考表 3.3-1 之最大流率彙整表，採用匯流區平日 15 分鐘最大流率之中位數(3,814.7 小車/小時)、取整數後為 3,800 小車/小時作為速限 90 公里/小時（平均自由速率 100 公里/小時）之容量建議值；另參考新版公路容量手冊之高速公路基本路段^[24]，在不開放路肩、單向 2 一般車道平坦路段的情況下，各平均自由速率下之容量建議值及其級距（如表 3.4-1），推論每一平均自由速率等級的提升能讓每車道之容量增加 50 小車/小時/車道。以此類推，快速公路於各平均自由速率下之容量建議值，如

表 3.4-2 所示。

值得一提的是，比較高速公路基本路段（表 3.4-1）與快速公路基本路段 3.4-2 建議值，可發現在相同平均自由速率條件下，快速公路之容量值與高速公路相同。直覺上，高速公路基本路段之容量可能因路肩較寬等幾何條件應有更高的容量，但分析結果顯示快速公路基本路段也能達到相同的容量值；有可能是新版公路容量手冊將基本路段之容量定義及訂定方式進行調整，並將容量值大幅下修。建議此議題可納入未來研究進一步探討。

表 3.4-1 高速公路基本路段之容量建議值

（不開放路肩、單向 2 一般車道平坦路段）

速限 (公里/小時)	平均自由速率 (公里/小時)	容量	
		(小車/小時/車道)	(小車/小時)
110	115	2,050	4,100
105	110	2,000	4,000
100	105	1,950	3,900
90	100	1,900	3,800

資料來源：[24]

表 3.4-2 快速公路基本路段之容量建議值

速限 (公里/小時)	平均自由速率 (公里/小時)	容量 (單向 2 車道)	
		(小車/小時/車道)	(小車/小時)
100	105	1,950	3,900
90	100	1,900	3,800
80	90	1,850	3,700

3.5 小結與建議

本章經由快速公路分匯流區之車流特性分析，得出以下結論：

1. 本計畫將運作性質接近高速公路之快速公路路段定義為完全或部分出入管制之公路，且出入口設置交流道者。與高速公路之運作條件差異較大，如：有快速公路主線車流直接從出口與相鄰道路車流併入、相鄰道路車流直接與快速公路主線車流併入、號誌化路口等情況，並不適用於容量手冊第五章、第六章之分析方法
2. 本計畫盤點快速公路上的偵測器資料，發現只有 8 個地點有發生重現性壅塞，再經流量守恒檢視，只有 2 個地點的偵測器資料符合分析條件，可供分析之地點及資料都十分有限。
3. 速限 90 公里/小時之匯流區，其平日 5 分鐘最大流率約為 3,650 ~ 4,050 小車/小時，假日 5 分鐘最大流率約為 3,450 ~ 3,900 車輛/小時；平日 15 分鐘最大流率約為 3,550 ~ 3,950 小車/小時，假日 15 分鐘最大流率約為 3,400 ~ 3,650 小車/小時。平日分析之 15 分鐘最大流率，其最大值為 3,942 小車/小時，中位數為 3,815 小車/小時，平均值為 3,846 小車/小時。
4. 速限 90 公里/小時之分流區，平日 5 分鐘最大流率約為 3,000 ~ 3,750 小車/小時，假日 5 分鐘最大流率約為 3,050 ~ 3,700 小車/小時；平日 15 分鐘最大流率約為 2,950 ~ 3,350 小車/小時，假日 15 分鐘最大流率約為 2,900 ~ 3,150 小車/小時。平日分析之 15 分鐘最大流率，其最大值為 3,362 小車/小時，中位數為 3,182 小車/小時，平均值為 3,146 小車/小時。
5. 平假日於壅塞前匯入流率的趨勢有所不同，因假日多為休閒旅次，故最大流率較低，而從速率及流率之時間序列圖可看出，平日於壅塞前匯入之流率較假日高。另外，連續假日期間之旅次目的及駕駛行為可能與平

日不同，導致最大流率較低，對容量值分析的參考性不大。因此本計畫建議容量分析應以平日資料為主。

6. 本計畫建議快速公路速限 80 公里/小時之路段，其平均自由速率為 90 公里/小時；速限 90 公里/小時之路段，其平均自由速率為 100 公里/小時；速限 100 公里/小時之路段，其平均自由速率為 105 公里/小時。
7. 本計畫對快速公路分匯流區之容量建議值如下：平均自由速率為 90 公里/小時，容量值為 1,900 小車/小時/車道；平均自由速率為 100 公里/小時，容量值為 1,950 小車/小時/車道；平均自由速率為 105 公里/小時，容量值為 2,000 小車/小時/車道。
8. 本計畫於快速公路之容量建議值較新版公路容量手冊的高速公路容量建議值為高，本節以 15 分鐘最大流率為參考依據，而新版容量手冊中是以 60 分鐘最大流率為分析基準，參照基準並不相同。建議此議題可納入未來研究進一步探討。
9. 本計畫在篩選地點過程中曾針對快速公路偵測器資料之妥善率及資料品質進行盤點及確認，有資料回傳之偵測器中，有 89% 為雷達微波型偵測器，其餘 11% 為線圈偵測器。而本章發現的 8 個重現壅塞地點中，只有兩個符合流量守恆，而這兩組都是屬於線圈偵測器。進一步比較偵測器類型與流量守恆之關係（見表 3.5-1），若上游或下游至少有一個雷達微波偵測器，此類型地點之流量守恆差異較大（50% 以上）；而上游及下游同屬線圈偵測器，此類型地點之流量守恆會符合或差異較小（20% 以內）（見表 3.2-6、表 3.2-7）。可推論雷達微波型偵測器雖然妥善率高，但其偵測流量之準確度較低，無法適用於車流及容量分析；而線圈型偵測器之妥善率雖然可能較低，但若有資料回傳時，較能反映真實情況之車流量。如未來有建置偵測器之計畫，且有車流及容量分析之需求，建議可針對有重現性壅塞之地點，改以線圈型偵測器並加強偵測器之維護作業，以利後續研究之資料蒐集需要。

表 3.5-1 流量守恒分析地點之偵測器類型

交流道	上游 偵測器類型	下游 偵測器類型	匝道 偵測器類 型	流量守恒
台 64 線東向中和二匯流 區	雷達微波	雷達微波	線圈	不符合（差異較 大）
台 64 線西向中和匯流區	雷達微波	雷達微波	線圈	不符合（差異較 大）
台 66 線西向平鎮二匯流 區	線圈	雷達微波	線圈	不符合（差異較 大）
台 88 線東向鳳山匯流區	線圈	線圈	線圈	符合
台 88 線西向大寮匯流區	線圈	線圈	線圈	不符合（差異較 小）
台 66 線東向平鎮二分流 區	線圈	線圈	線圈	符合
台 88 線西向鳳山分流區	線圈	線圈	線圈	不符合（差異較 小）
台 88 線東向大寮分流區	線圈	線圈	線圈	不符合（差異較 小）

第四章 匝道容量分析

4.1 背景說明

1990 年版之臺灣公路容量手冊（或稱民 79 版）^[1]，將高速公路分匯流區之分析方法編列於第二篇之第三章「匝道」，方法論主要參考美國 1985 年之公路容量手冊，加以修正調整而成。這個分析方法主要針對 (1) 匝道與高速公路路段連接處（ramp-freeway junction）、及 (2) 匝道設施（ramp roadway）進行容量及服務水準之分析評估。匝道設施的服務水準評估表見表 4.1-1。

此方法論於後續臺灣公路容量手冊 2001 年、2011 年版本已有更新，重新將章節編列為第五章「高速公路進口匝道路段」、第六章「高速公路出口匝道路段」，加入高速公路主線匯流區（merge area）及分流區（diverge area）之概念，大幅修改分析方法論，並透過現場資料之蒐集，建立本土化之分析模式，但關於匝道設施的容量及服務水準的處理方式則沒有進一步提供分析方法之論述。

表 4.1-1 1990 THCM 之匝道設施服務水準評估表

LOS	匝道設計速率（公里/小時）				
	≤ 32	33 - 49	50 - 64	65 - 80	≥ 81
A	*	*	*	*	700
B	*	*	*	700	1,050
C	*	*	1,300	1,450	1,500
D	*	1,400	1,600	1,800	1,900
E	1,450	1,700	1,900	1,950	2,000
F	—	—	—	—	—

* 由於設計速率過低以致無法達成預定之服務水準

資料來源：[1]

美國 HCM 1994 年修訂版後，將匝道設施訂定為檢核點，檢查進入或離開高速公路主線之流率是否有超過其容量。當欲進入高速公路之需求流率高於進口匝道設施容量，可能會產生車流回堵至平面道路的困境。而離開高速公路之需求流率高於出口匝道設施是容量，則會導致車流回堵並影響高速公路主線之運作。然而，進出口匝道路段之服務水準，主要受限於分匯流區、匝道與高速公路路段連接處、匝道與平面道路連接處之管制方式，因此在分

析作業上，只針對欲通過匝道設施之需求流率是否超過其容量值進行檢核，如匝道之需求流率超過容量，則該匝道路段的車流可能癱瘓，直接判定服務水準為 F 級。美國公路容量手冊對於匝道容量之建議值如表 4.1-2，當中註明兩車道之容量是基於有限之資料所得，使用上可能需要根據分析地點之資料進一步進行校估。

表 4.1-2 2016 年美國公路容量手冊對匝道容量之建議值

匝道自由速率 (英里/小時)	一車道匝道之容量 (小車/小時)	兩車道匝道之容量 (小車/小時)
> 50	2,200	4,400
> 40 - 50	2,100	4,200
> 30 - 40	2,000	4,000
> 20 - 30	1,900	3,800
< 20	1,800	3,600

資料來源：[12]

由於都市發展以及在地居民通行之需求，國內近年有許多新增設交流道的需求，目的是將進出國道之車流進行分流，以舒緩地區交通壅塞、交通安全等問題。地方須提供申請計畫書，並依據「高速公路增設及改善交流道設置原則」^[25]及「高速公路增設及改善交流道申請審核作業要點」^[26]之相關規定進行檢討，評估增設交流道之可行性。當中關於車流及服務水準之先決條件明訂：

- 交流道間距至少應大於 2 公里，增設交流道後交織區間之服務水準須達 D 級以上。
- 連絡道路設施須有足夠容量，車道配置至少為雙向四車道，其服務範圍為交流道鄰近上下游各兩路口間之區間，增設或改善交流道後路段及路口之尖峰服務水準應在 D 級以上。

另外，充分條件之第三點則說明增設交流道應維持主線運轉水準，不影響高速公路既有之運轉水準，增設交流道後之國道主線不可為 E 級以下。

「高速公路增設及改善交流道設置原則」之評分項目並未有匝道路段之服務水準，然而，地方政府之可行性研究報告書，除了引用 2011 年版之「臺灣公路容量手冊」之第五章「高速公路進口匝道路段」、第六章「高速公路出

口匝道路段」進行主線及分匯流區之交通衝擊分析外，為提高分析之完整性，亦同時引用民國 79 年版本的「臺灣公路容量手冊」的第三章「匝道」進行匝道設施之容量分析，而分析方法之不一致會導致審查時之困擾。

此議題已於本計畫之(2/3)期舉辦專家學者座談會進行討論，詳細請參考(2/3)期報告書^[7]之會議記錄，重點結論節錄如下：

1. 「高速公路增設及改善交流道設置原則」之評分項目並無匝道服務水準，然而顧問公司評估增設交流道對交通衝擊時，為提高分析之完整性，就匝道容量進行分析以提高增設交流道之可能性。
2. 地方政府欲增設交流道需要明確之依循條件，惟不同的地點有不同的影響因素，訂定統一標準難度相對較高，故目前提供充分條件及必要條件供審查處理參考。
3. 分析匝道服務水準確有必要，不同設計及車流均將影響匝道服務情形，如：在實務操作方面匝道或匝環道的設計均將影響容量高低。
4. 有關匝道儀控對於匝道容量的影響，過往評估匝環道容量為 1,400 輛/小時，再訂定儀控率。
5. 建議研究團隊以現有的資料及研究成果，提供容量值的範圍，作為後續公路容量手冊中匝道容量分析方法的參考，讓分析單位進行評估時有所依循。
6. 匝道容量可能是一個變動值，且目前觀察皆低於 THCM 1990 年訂定的高速公路匝道容量值 1,900 輛/小時。建議就匝道容量訂立一定之標準，就匝道車道數配置進行較明確之評估。
7. 匝道的服務水準並不會作為評審計畫書的評分標準，而評估匝道容量主要目的是來確認匝道設計所需的車道數。

過去在規劃設計階段，匝道容量分析指在訂定匝道設施之車道數，然而，在與使用單位的訪談過程中發現，國內的分析應用上，有需要分析當匝道或主線發生壅塞情況下匝道車流是否會回堵至平面道路之議題。當欲進入高速公路主線之需求流率大於進入主線之最大通過流率，將有部分車流無法順利進入主線，可估算匝道車流的回堵率，評估匝道車流是否會回堵平面道路，從而設計適當之匝道長度作為儲車空間。

前述之匝道路段容量（一車道 1,900 小車/小時、二車道 3,800 小車/小時）可視為理論值，未考慮匝道路段長度、加速車道設計、主線外側車流等因素，實際上，資料顯示匯入主線之匝道車流很可能因車流受設計或主線車流之影響而無法達到前述之容量值，導致回堵率有低估的情形。因此，本章將探討匝道匯入主線（加速車道起點位置）之最大通過流率。

4.2 車流特性分析

根據以上之背景說明，地方政府在進行增設交流道可行性分析時，確實有匝道容量建議值之需求，而匝道之容量除了受匝道速限、坡度、加速車道設計等幾何設計因素影響外，其最大通過量亦受高速公路主線之車流狀況及管制措施（如匝道儀控、路肩開放）等影響。當主線之車流密度高、進入車流壅塞狀態後，匝道車流匯入至主線之流率勢必無法達到理想之容量值，因此有必要進一步探討主線在不同車流狀態下之匝道最大流率值。

本節將對此議題進行探討，分析單位可根據主線之服務水準分析結果，評估匝道的最大流率，以及匝道車流是否回堵至平面道路而造成平面道路發生壅塞。而出口匝道之最大通過量主要受限於平面道路之號誌時制，已超出本計畫之範圍，因此未進行分析及討論。

4.2.1 國內之進口匝道型態類別及車流特性

本節欲初探國內之進口匝道的容量值，主要考慮的匝道幾何及運作型態包含：

- 匝道車道數：1 車道、2 車道
- 路肩是否開放：下游無開放路肩、下游有開放路肩

本計畫以車輛偵測器（VD）為資料來源，分析匝道上之最大流率，以及是否受高速公路主線外側車道之車流速率所影響。分析地點的篩選條件為：

(1) 主線及匝道有佈設車輛偵測器、(2) 進口匝道之車流量大，並發生自然壅塞、(3) 偵測器資料符合流量守恆，分析要件說明如下：

1. 匝道 VD 佈設位置

本計畫欲探討匝道車流匯入主線之最大通過流率，故匝道路段上的 VD 佈設位置應於主線匯入口端點前，如圖 4.2-1(a) 所示，始符合分析

需求。如從平面道路進入高速公路之入口有兩處或以上，VD 的佈設位置有可能在匝道的上游路段，如圖 4.2-1(b)所示，兩 VD 的加總流率會於短時間內超過匯入處之流率，無法反映匯入處的最大流率，此情況之匝道 VD 資料不符分析需求，應予排除。

以上兩種情況可快速運用 VD 編碼加以確認，符合分析條件之 VD 佈設位置，其匝道 VD 之特性編碼應為單碼「1」，如「nfbVD-N1-N-324-I-EN-1-Loop」之格式，不符合分析條件的 VD 之特性編碼則為雙碼「21」、「22」或其他格式，如「nfbVD-N1-S-327-I-WS-21-Loop」、「nfbVD-N1-S-327-I-ES-22-Loop」。

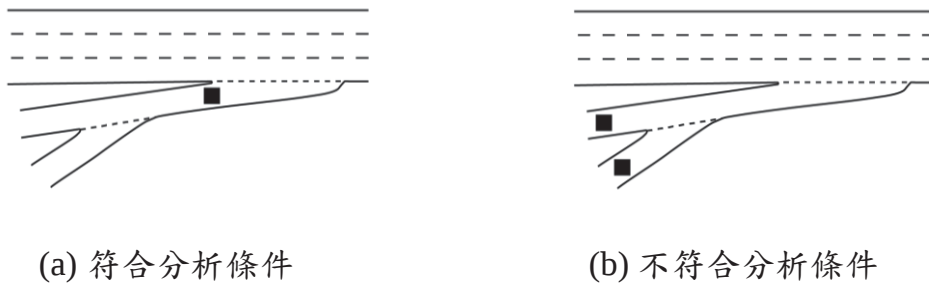


圖 4.2-1 匝道 VD 佈設位置示意圖

2. 匝道壅塞判定

為了得到各匝道於壅塞前之最大流率，本計畫依據交通部高速公路局所提供之「108 年日交通量參考值（匝道）」，篩選出年日流量較高之國道 1 號、國道 3 號之進口匝道，判斷該匝道是否有發生重現性壅塞，若該地點於分析時間範圍內無發生壅塞便將其排除。

3. 上下游流量守恆

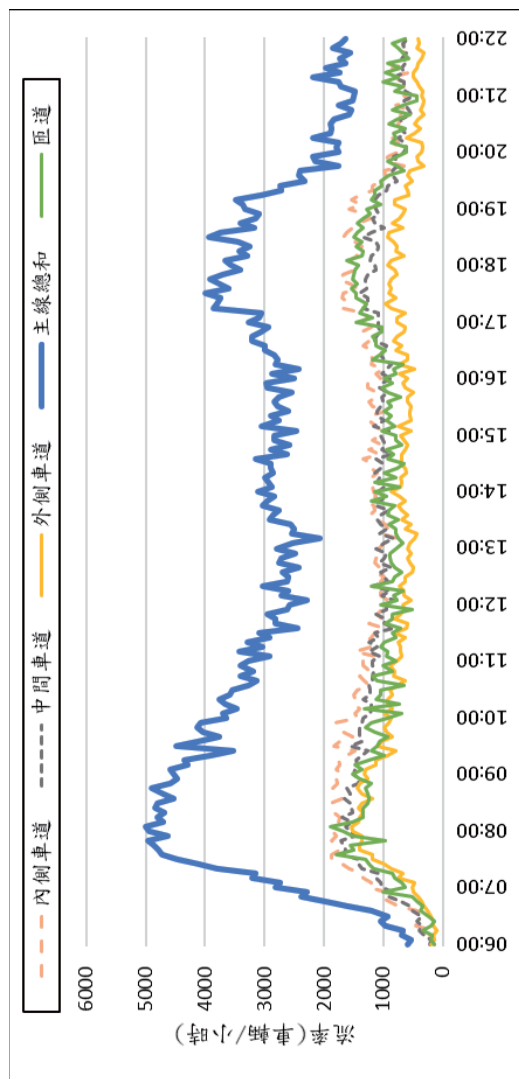
為確認 VD 資料所得流量資訊之合理性，需進行流量守恆測試，判斷匝道之偵測器是否正常運作。採用第三章之 VD 檢核方式的判斷邏輯，匯流區上游 VD 與下游 VD 之單日總流量誤差少於 5% 以內，該地點之 VD 即可納入模式分析使用。

本計畫針對匝道 1 車道與匝道 2 車道的地點分別進行篩選，目前國道 1 號與國道 3 號進口匝道，匝道 1 車道之地點數共有 238 處、匝道 2 車道之地點數共有 75 處。經逐一檢視篩選後，符合匝道 VD 佈設位置條件，且屬於

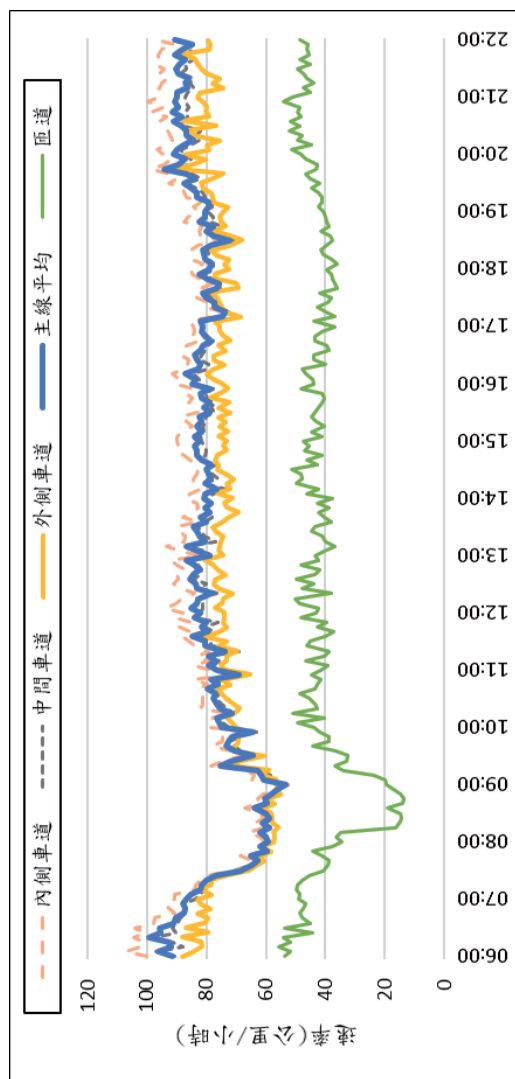
高流率壅塞的匝道 1 車道共有 20 處、匝道 2 車道共有 4 處；進一步檢查符合流量守恒之地點，匝道 1 車道共有 9 處、匝道 2 車道共有 3 處。

綜合以上敘述，以下篩選了 12 個符合以上條件之地點，進行車流特性分析，以 5 分鐘資料繪製主線之流率圖及速率圖、主線外側車道（車道 1）之速率-流率圖、匝道之速率-流率圖，以利判斷匝道之最大流率，如圖 4.2-2 所示。圖中以國道 3 號北上木柵交流道為例，可看出當天早上尖峰約 7:30-9:10 左右發生壅塞，主線之平均速率下降至最低 58 公里/小時，匝道之車流速率也下降至最低 17 公里/小時。為探討匝道車流與主線車速之關係，圖 4.2-2(d)之匝道速率-流率圖進一步將資料點根據主線外側車道之速率分為大或等於 80、60-79、40-59、小於 40 公里/小時四個區間，可看出最大流率的資料點發生於匝道速率約 40 公里/小時、最大流率為 1,896 輛/小時，主線外側車道之速率正在由 60-79 公里/小時區間轉換至 40-59 公里/小時區間。當發生壅塞後，可能是受匝道儀控之限制，匝道之流率下降至 1,200 ~ 1,300 輛/小時之範圍。

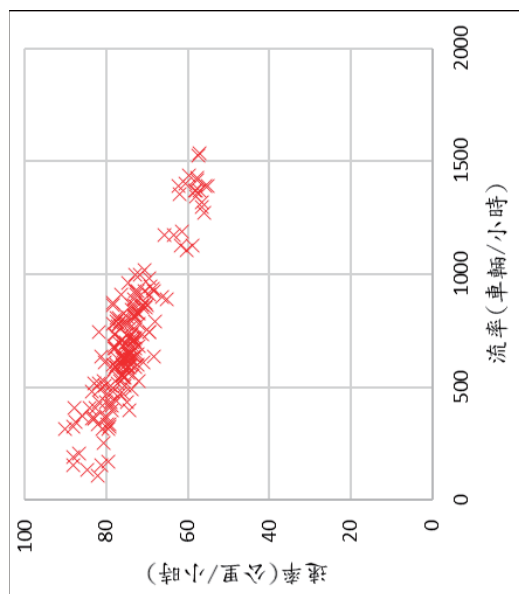
其他地點的分析方法雷同，為避免內文篇幅過長，報告書內以匝道之速率-流率圖作呈現，如圖 4.2-3。各地點之匝道車流特性分析圖，請參考附錄 B。



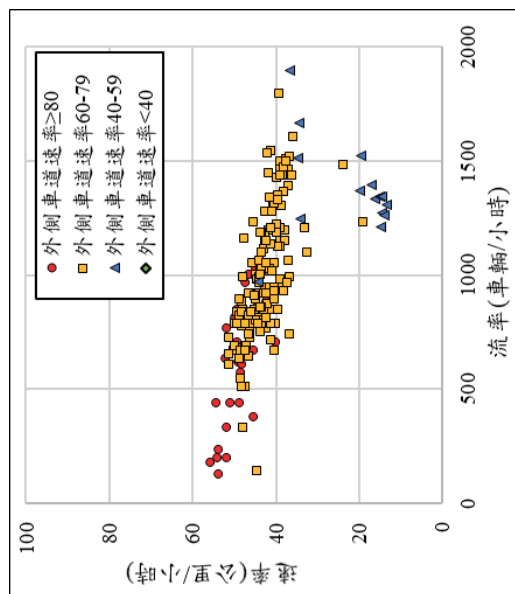
(a) 流率-時間圖



(c) 速率-時間圖

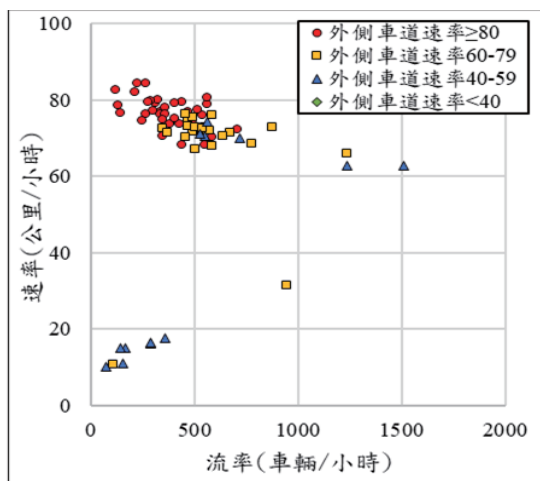


(b) 主線外側車道之速率-流率圖

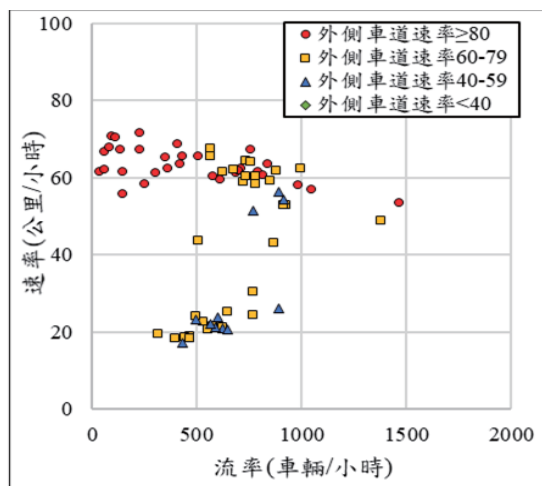


(d) 匝道之速率-流率圖

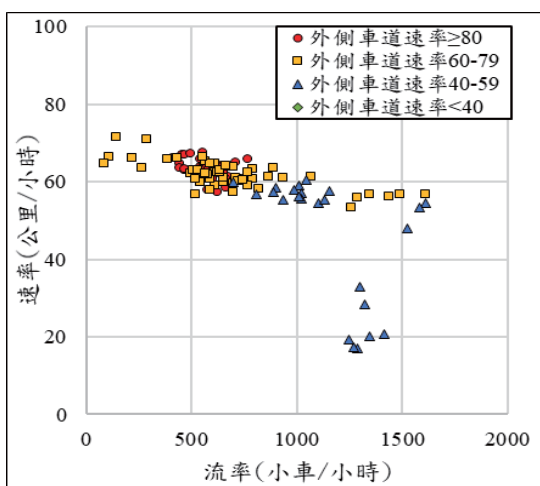
圖 4.2-2 國道 3 號北上木柵交流道-主線與進口匝道流率及速率分析



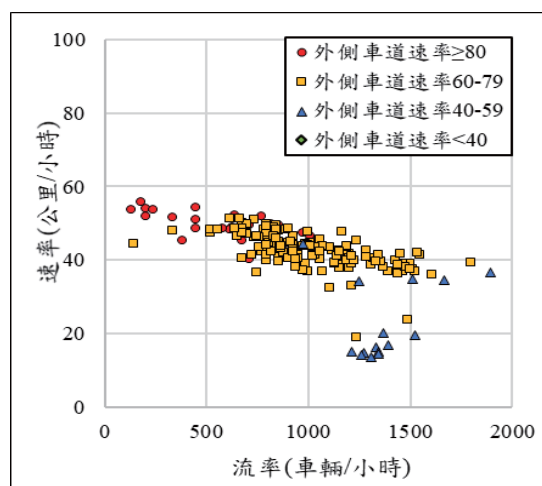
(a)國道 1 號南下高科交流道



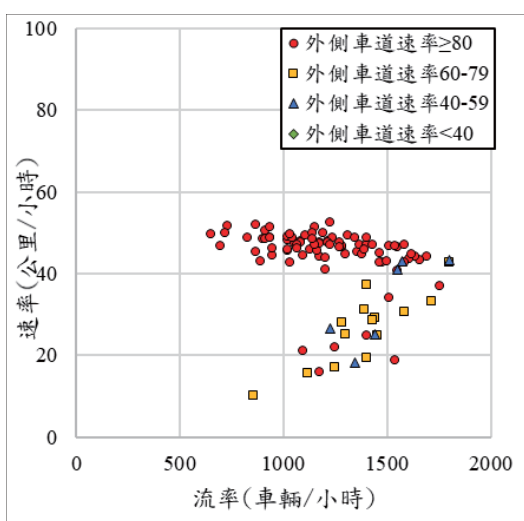
(b)國道 1 號北上大灣交流道



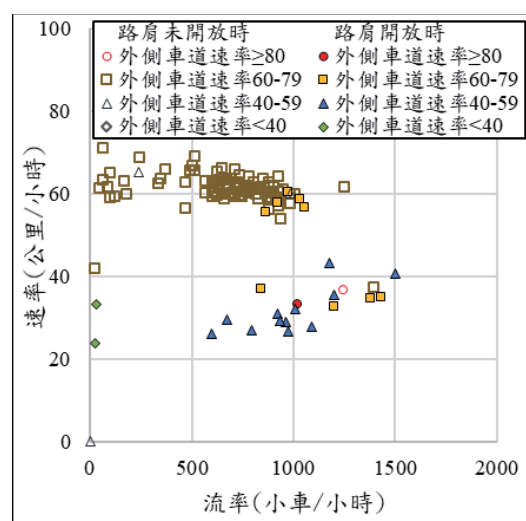
(c)國道 3 號北上新店交流道



(d)國道 3 號北上木柵交流道

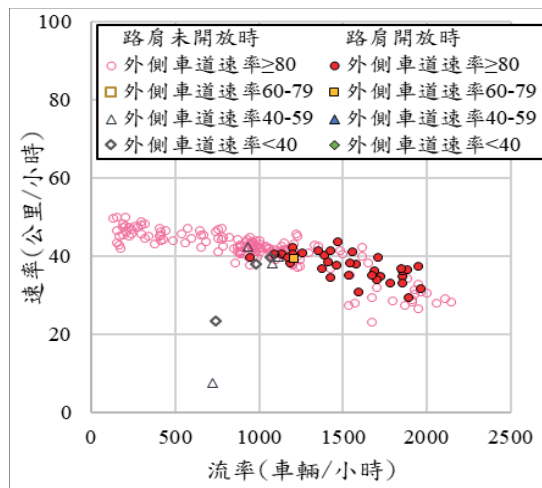


(e)國道 3 號北上三鶯交流道

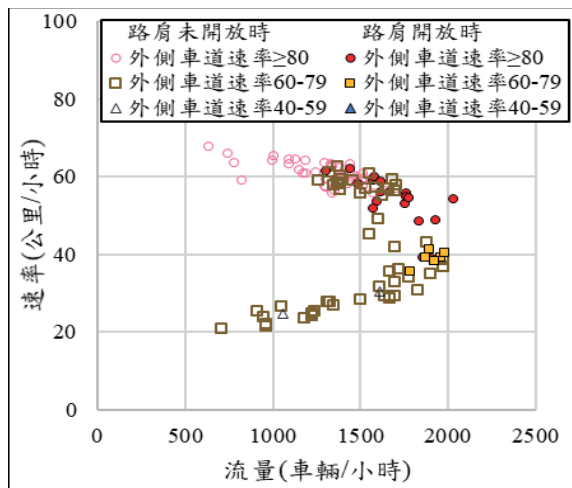


(f)國道 3 號北上樹林交流道

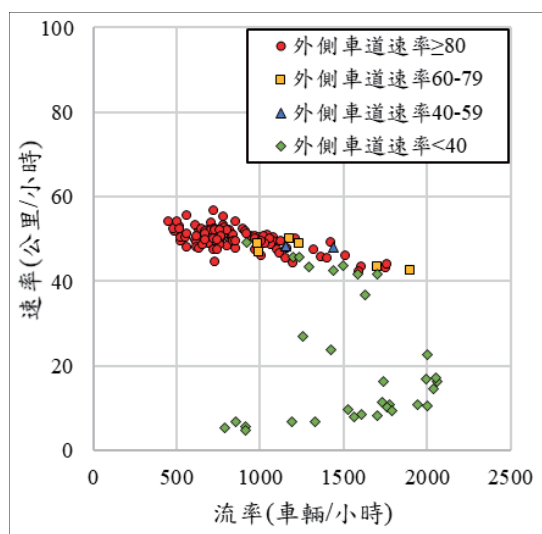
圖 4.2-3 各交流道進口匝道分析示意圖



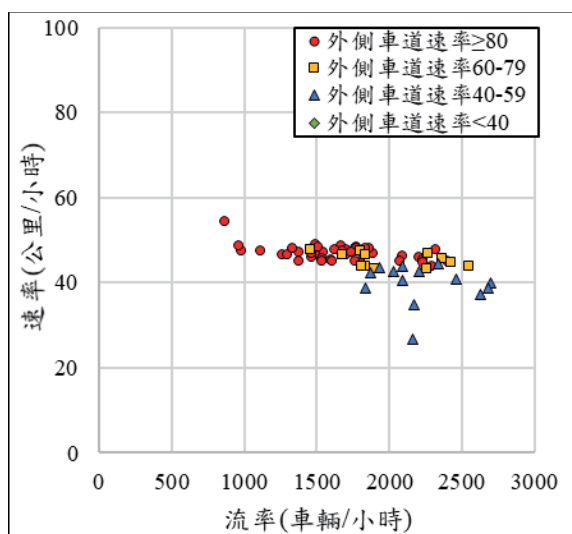
(g) 國道 1 號南下湖口交流道



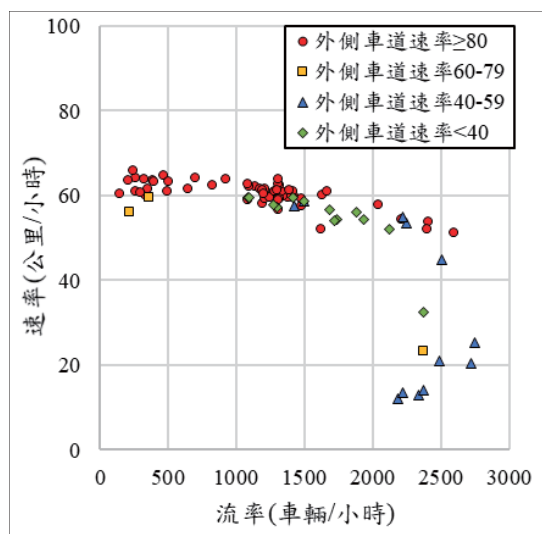
(h) 國道 1 號北上大雅交流道



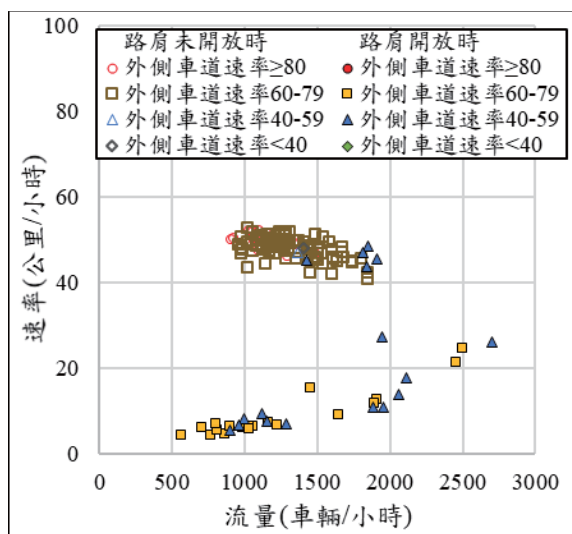
(i) 國道 1 號北上新竹交流道 B



(j) 國道 1 號北上林口交流道 A



(k) 國道 1 號北上三重交流道



(l) 國道 1 號南下竹北交流道

圖 4.2-3 各交流道進口匝道分析示意圖 (續)

4.2.2 最大流率分析

將前節之車流特性分析，歸納分析結果如表 4.2-1 所表示，流率（單位：車輛/小時）經小客車當量值（PCE）轉換為小客車單位數（單位：小車/小時），小型車以 1.0、大型車以 1.6、聯結車以 2.0 作為小客車當量值。由表內之結果可看出，在匝道 1 車道、無路肩開放的情況下，匝道之最大流率約在 1,471 ~ 1,946 小車/小時；而當有常態路肩開放的情況下，匝道之最大流率可提高至 2,251 小車/小時。有一特殊情況為匝道進口處有 2 車道，但進入主線前縮減至 1 車道，其最大流率可超過 2,092 小車/小時，較匝道 1 車道之最大流率為高。而當匝道為 2 車道時，3 個樣本之最大流率都是發生於主線外側車道速率 40-59 公里/小時範圍，觀察到的最大流率在 2,750 ~ 2,856 小車/小時之間，路肩開放對匝道 2 車道之最大流率可能影響較小。

以上的分析結果顯示不同地點的最大流率差異頗大，可能受主線車流、匝道線型、匝道坡度、加速車道設計、路肩開放、匝道儀控管制等各種因素所影響，難以歸納出一套全體適用之通則。但整體而言，在不受主線及匝道儀控影響之情況下，一車道匝道在未開放路肩之最大通過流率有機會能達到容量之理論值 1,900 小車/小時（3N 木柵）；在開放路肩情況下，最大通過流率可達約 2,250 小車/小時（1S 湖口）。二車道匝道無論在有無開放路肩的情況下，最大流率可達約 2,850 小車/小時（1N 林口 A）。

另外，一車道匝道之分析資料中，有一些地點的最大流率遠低於其他相同條件下的地點的最大流率，例如大灣交流道的最大流率為 1,471 小車/小時、樹林交流道的最大流率為 1,554 小車/小時，由圖 4.2-3 (b) 及圖 4.2-3(f) 的速率-流率圖可發現這兩個地點的資料點在圖型的上半部（穩定狀態）及下半部（壅塞狀態）之間明顯有出現斷層，並且外側車道速率尚未達到 60-79 公里/小時範圍內時，匝道速率已經下降至 40 公里/小時以下，再翻查這兩個地點的流率及速率時間序列圖（詳見附錄 B 之圖 B-2 與圖 B-6），確認匝道比主線先進入壅塞狀態，可推斷這兩個地點有啟動匝道儀控，其最大流率受限於儀控率，而不能反映該匝道設施之容量值。

而二車道匝道之最大流率約為 2,850 小車/小時，並未達到美國公路容量手冊之建議值 3,800 小車/小時，可能原因是當二車道之匝道流率匯入至主線外側車道，會於鼻端前後先合併為 1 車道再與主線合併，匝道車流必須在有限的加速車道長度範圍內進行車道變換至主線外側車道及外側第二車道；因此，匝道之最大通過量受主線外側兩車道之剩餘容量所限制，可推測 3,800

小車/小時的流率只有在主線流率很低、匝道流率很大、加速車道有足夠長度，允許匝道車流的匯入主線之行為不受其他因素影響的情況下才會實現，在臺灣國道現實情況中出現的機率極低。

由表 4.2-1 之分析結果，本計畫發現在下游主線路肩無開放、匝道一車道之部分地點所觀察到的最大流率值偏低（1S 高科、1N 大灣、3N 新店），此現象可能跟該表分析只列舉一天之 VD 資料，未考慮車流量及設施容量之隨機性。

由上述分析（表 4.2-1）已知路肩開放時匝道的最大流率會有所提升，但受限於可用資料有限，且路肩開放屬於交通管理策略，故下游主線有常態路肩開放之匝道不進一步探討。針對無路肩開放之地點，進一步整理 14 日的資料進行的最大流率分析，結果歸納如表 4.2-2 所示，該表顯示各地點於各日之最大流率值，以及各地點最大流率之最大值、中位數、平均值，其中標示為「-」的部分為該地點匝道於該日並無發生車流崩潰之情況，故無法觀察到車流崩潰前之最大流率值。

在一車道的部分，可發現 1S 高科與 1N 大灣兩地點之最大流率僅接近 1,500 小車/小時，其最大流率確實較低；3N 新店、3N 木柵與 3N 三鶯經由多日觀察發現最大流率大多落在 1,650 ~ 1,850 小車/小時的範圍內，此三地點最大流率之中位數均接近 1,800 小車/小時，因此本計畫認為匝道一車道的容量值應以 3N 新店、3N 木柵與 3N 三鶯做為參考值較為適合。本計畫建議以中位數為參考依據，將匝道一車道之容量值訂定為 1,800 小車/小時。

在二車道的部分，1N 林口 A 所觀察之最大流率大多落在 2,900 ~ 3,150 小車/小時的範圍內，中位數為 2,964 小車/小時；1N 三重的部分經觀察其最大流率皆比表 4.2-1 之數值低，經繪製匝道 VD 之速率-流率散佈圖後，發現多日的資料點在圖型的上半部（穩定狀態）及下半部（壅塞狀態）之間出現缺口，如圖 4.2-4 所示，故推斷 1N 三重於這兩週之車流在實際運作上無法達到容量值，故此兩週之最大通過流率並不適合作為容量值之參考。

表 4.2-1 匝道之最大流率分析結果

地點 ⁽¹⁾	里程	匝道 車道數	匝道 坡度	匝道速限 (公里/小時)	下游常態 路肩開放	加速車道 長度 (公尺)	最大流率 (輛/小時)	最大流率 (外車道速率≥60 公里/小時)	最大流率 (小車/小時)	最大流率 (小車/小時) (外車道速率≥60 公里/小時)
1S 高科	342	1	下坡	50	X	280	1,512	1,236	1,555.2	1,281.6
1N 大灣	324	1	上坡	50	X	210	1,464	1,464	1,471.2	1,471.2
3N 新店	26	1	上坡	50	X	250	1,608	1,608	1,651.2	1,651.2
3N 木柵	20	1	上坡	60	X	260	1,896	1,800	1,946.4	1,821.6
3N 三鶯	50	1	上坡	50	X	210	1,800	1,800	1,848.0	1,848.0
3N 樹林	47	1	下坡	50	O	170	1,500	1,248	1,554.4	1,260.0
1S 湖口	83	1	下坡	50	O	430	2,148	2,148	2,251.2	2,251.2
1N 大雅	174	1 ⁽²⁾	上坡	50	O	260	2,028	2,028	2,066.4	2,047.2
1N 新竹 B	95	1 ⁽³⁾	下坡	60	X	290	2,064	1,896	2,092.8	1,932.0
1N 林口 A	41	2	下坡	50	X	830	2,700	2,544	2,856.0	2,664.0
1N 三重	27	2	上坡	50	X	260	2,748	2,592	2,853.6	2,606.4
1S 竹北	91	2 ⁽⁴⁾	上坡	50	O	270	2,700	2,496	2,750.4	2,616.0

註：⁽¹⁾3N 木柵、1N 新竹 B、1N 林口 A、1N 三重、1S 竹北之調查日期為 2018/03 月

1N 大雅之調查日期為 2018/04 月

1S 高科、1N 大灣、3N 樹林之調查日期為 2018/05 月

3N 新店、1S 湖口、3N 三鶯之調查日期為 2019/05 月

⁽²⁾匝道在地區道路有 2 處入口，2 處入口匝道係以集散道路整併再匯入主線

⁽³⁾匝道在聯絡道為 2 車道，在併入主線前匯集為 1 車道

⁽⁴⁾匝道在聯絡道為 2 車道，鼻端處前已匯集為 1 車道

表 4.2-2 匝道之多日最大流率分析結果（主線下游無路肩開放）

日期\地點	一車道 (小車/小時)					二車道 (小車/小時)	
	1S 高 科	1N 大 灣	3N 新 店	3N 木 柵	3N 三 鶯	1N 林 口 A	1N 三 重
2018/05/13(日)	-	-	-	-	1,821.6	-	-
2018/05/14(一)	1,286.4	1,483.2	1,653.6	1,756.8	1,864.8	-	2,580.0
2018/05/15(二)	1,332.0	1,526.4	1,826.4	1,682.4	1,896.0	3,033.6	2,613.6
2018/05/16(三)	1,555.2	1,471.2	1,956.0	1,824.0	-	2,918.4	2,620.8
2018/05/17(四)	-	1,545.6	1,749.6	1,857.6	1,828.8	2,947.2	2,517.6
2018/05/18(五)	-	1,538.4	1,819.2	1,864.8	1,912.8	2,841.6	2,455.2
2018/05/19(六)	-	-	-	-	-	3,021.6	-
2018/05/20(日)	-	-	-	-	1,867.2	-	-
2018/05/21(一)	1,507.2	1,466.4	1,740.0	1,778.4	-	2,942.4	2,532.0
2018/05/22(二)	1,485.6	1,418.4	1,663.2	1,852.8	-	3,168.0	2,575.2
2018/05/23(三)	1,430.4	1,574.4	1,785.6	1,886.4	-	2,937.6	2,584.8
2018/05/24(四)	1,514.4	1,454.4	1,725.6	1,797.6	1,946.4	2,980.8	2,551.2
2018/05/25(五)	-	-	-	1,797.6	-	3,276.0	-
2018/05/26(六)	-	-	-	1,668.0	-	-	-
最大值	1,555.2	1,574.4	1,956.0	1,886.4	1,946.4	3,276.0	2,620.8
中位數	1,485.6	1,483.2	1,749.6	1,797.6	1,867.2	2,964.0	2,575.2
平均值	1,444.5	1,497.6	1,768.8	1,796.9	1,876.8	3,006.7	2,558.9

註：「-」無車流崩潰之情況

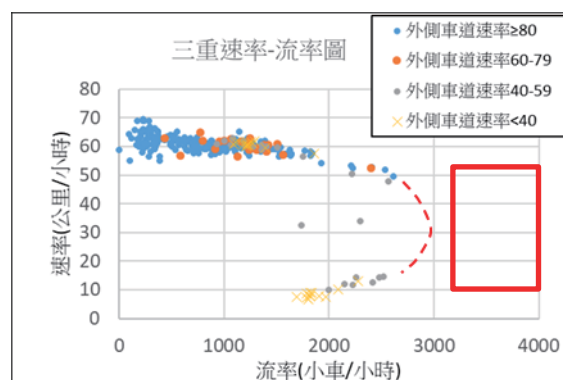


圖 4.2-4 速率-流率圖（三重交流道）

因此，本計畫認為匝道二車道的容量值應以 1N 林口 A 做為參考值較為適合，並以中位數為參考依據，將匝道二車道之容量值訂定為 3,000 小車/小時。另外，由圖 4.2-4 以及圖 4.2-3(k)之 1N 三重於 2018/03/07 之資料顯示，其趨勢應有機會達到 3,000 小車/小時之容量值，應可支持二車道容量為 3,000 小車/小時之說法。

以上之分析結果，尚有許多研究限制：(1) 匝道進入主線的流率受主線的壅塞程度所影響，觀察到的最大流率很可能不能代表匝道設施在無干擾情況下之容量；(2) 進行分析時以偵測器資料為主，已知偵測器的佈設位置在匝道設施的上游端（接近匝道入口）或下游端（接近高速公路）所反映的資訊（速率）並不完全相同，但因可用資料有限，並未進一步探討；(3) 分析過程中發現有匝道入口處為 2 車道，但於匝道中段或鼻端處已合併為 1 車道，以及加速車道的設計等，很可能是最大通過流率無法達到容量理論值之原因。

4.3 容量建議值

經由 4.2 節之分析結果，本計畫訂定之進口匝道之容量建議值如表 4.3-1 所示：一車道匝道之容量建議值為 1,800 小車/小時、二車道匝道之容量建議值為 3,000 小車/小時。匝道二車道之容量建議值無法達到匝道一車道容量值之兩倍（3,600 小車/小時），原因為實際車流運行之情況下，匝道車流透過加速車道進行車道變換並匯入主線，勢必受到加速車道設計以及主線車流密度之影響，由資料中觀察到的最大流量約為 3,000 小車/小時，並無法達到理論值 3,600 小車/小時。另外，建議值的適用對象只包括一般匝道、大型車比例低之情況；此建議值之分析資料來源並未包括環道，也未針對大型車輛比例較高之資料進行容量折減的影響分析。

表 4.3-1 進口匝道匯入主線之容量建議值

匝道速限 (公里/小時)	階段	車道數	容量 (小車/小時)
50 或 60	規劃設計	1 車道	1,800
		2 車道	3,000
	運行分析	1 車道	1,800 或儀控率
		2 車道	3,000 或儀控率

進口匝道之容量分析在規劃階段及運作階段之訴求並不相同，以增設交流道為例，規劃階段所需要探討的重點是新增設之匝道車流是否對高速公路主線之車流運作造成影響，並根據匝道之需求流率而設計匝道所需的車道數。在運作階段，除了維持高速公路主線之服務水準外，地方政府會期望匝道車流不要回堵至平面道路，但當主線已進入壅塞狀態，或高速公路已啟動管理措施（如匝道儀控、下游主線路肩開放），匝道進入主線之最大流率勢必無法達到容量之理想值，因此在分析時應改以最大通過流率之概念，才能切合實際環境情況。以下說明兩個應用情境的計算方式。

4.3.1 匝道車道數

在規劃階段，匝道所需的車道數的判斷方式如下：

- 需求流率小於或等於 1,800 小車/小時：匝道一車道
- 需求流率高於 1,800 小車/小時並小於或等於 3,000 小車/小時：匝道二車道
- 需求流率高於 3,000 小車/小時：匝道車流勢必回堵至平面道路，建議於匝道路段留設儲車空間，或由運輸規劃之角度將進入高速公路的車流量進行分流，以降低分析匝道之需求流率。

4.3.2 匝道長度

在運作階段，可能會發生匝道需求流率於短暫時間內超過匝道匯入主線之容量值，或因實施匝道儀控措施使得需求流率高於儀控率，導致部分車流無法順利進入主線而產生回堵。為避免匝道之車輛回堵至地方平面道路，可考慮將匝道長度納入變數以提供足夠的車隊儲存空間。以下以一簡單範例說明車隊回堵的計算：

已知匝道需求流率 (V_R)、匝道需求流率的持續時間 (T)、儀控率或容量值 (C)、平均壅塞車間距 (S)，車流回堵率 (R) 及回堵之車隊長度 (L) 的計算公式為：

$$R = (V_R - C) \times S$$

$$L = R \times T$$

假設一地點之儀控率為 1,300 小車/小時，匝道需求流率為 1,550 小車/小時且持續時間為 30 分鐘，平均壅塞車間距為 7 公尺，

車流回堵率 $R = (1,550 - 1,300) \text{ 小車/小時} \times 7 \text{ 公尺/小車} = 1,750 \text{ 公尺/小時}$

車隊長度 $L = 1,750 \text{ 公尺/小時} \times 0.5 \text{ 小時} = 875 \text{ 公尺}$

如需避免匝道車流回堵至平面道路，匝道長度應大於 875 公尺，作為車流回堵之儲車空間。

以上之方程式簡要說明車流回堵多快、回堵多長的一個初步及保守的估算方法，在實際分析上，尚需考慮尖峰時段前後之需求流率、匝道進口可能有兩段路段作為儲車空間等因素。而方程式中之平均壅塞車間距，係指車流於匝道路段上之平均車間距離，因匝道上的車流在壅塞及緩慢移動狀態中切換，因此車間距離應比壅塞靜止的情況下來得大，而且可能受匝道坡度之影響，實際的參數值可透過現場調查而取得。

4.4 小節及建議

過去臺灣公路容量手冊歷經多次改版，目前版本之進口匝道、出口匝道分析方法並未對匝道設施的容量及服務水準分析進行探討，導致分析人員有混搭使用不同版本容量手冊之情況。因此，本計畫更新匝道設施的分析方法，未來將整合於容量手冊第五章，期望能解決此一情況。

本章之分析結論以及對分析人員的使用規劃建議，說明如下：

1. 匝道路段應進行容量分析，針對欲通過匝道設施之需求流率是否超過其容量值進行檢核，不需要進行服務水準分析。
2. 匝道容量可能受匝道線型、匝道坡度、加速車道設計等各種因素所影響，而最大通過流率更受主線車流及管理措施之限制，難以歸納出一套全體適用之通則。透過大量的統計分析顯示，在匝道一車道、下游無路肩開放的情況下，最大流率在 1,650~1,850 小車/小時的範圍；而匝道二車道、下游無路肩開放的情況下，最大流率在 2,900~3,150 小車/小時的範圍，無法達到理論值 3,800 小車/小時。
3. 本計畫建議將匝道一車道匯入主線之容量值訂定為 1,800 小車/小時、二車道之容量值為 3,000 小車/小時。
4. 在規劃設計、運行分析階段之分析需求並不相同，可對應兩個分析應用情境，用以評估所需的匝道車道數及匝道長度。

5. 建議將此分析方法納入公路容量手冊，並規範分析人員應採用最新版的分析方法。

第五章 高速公路進口匝道匯流區分析程序

5.1 發展背景

本所自民國 75 年起開始著手研擬臺灣公路容量手冊草案，初期亦針對主要公路設施如市區街道交叉路口、高速公路基本路段設施發表有關容量、影響因素、服務水準等相關研究之技術報告，並於民國 79 年（1990 年）先發行首版臺灣地區公路容量手冊，由於當時欠缺本土交通特性資料支持，以致整冊中之各類設施分析方法論幾乎參照美國 HCM 1985 觀念架構。嗣後自民國 80 年起，本所開始分別透過自辦與委辦方式展開一系列本土化公路容量研究，發展較適用之設施分析方式，逐步更新首版內容。民國 80～90 年間針對上述市區街道（如快速道路、號誌路口、非號誌路口）與高速公路（如基本路段、匯流區、收費站）設施分析有多項零星研究成果，並在民國 90 年依據相關文獻與成果發行「2001 年臺灣公路容量手冊」（以下簡稱 THCM 2001）。

自民國 90 年起，本所對公路容量研究較著重於「公路組成設施的涵蓋性」與「分析方法的完整性」兩大類，前者如增加市區幹道、機車道、公車道、郊區多車道公路、雙車道公路、公路隧道、坡道等，後者如模擬模式發展、參數調校等，且大部分為多年期研究。因此，民國 100 年出版的「2011 年臺灣公路容量手冊」（以下簡稱 THCM 2011）中，版本內容雖仍有若干設施內容未及更新，但大多數設施無論在資料需求、模式方法、分析程序、適用狀況等，或甚至採用績效指標、評估方式與準則已與 79 年首版有所不同。

臺灣歷年各版公路容量手冊除了發行背景說明、車流基本觀念等兩章之外，對交通設施主要區分為「非阻斷性」與「阻斷性」車流設施兩大類，本計畫之進出匝道分匯流區屬前者，原訂將於 2022 年發行之臺灣公路容量手冊（以下簡稱新版 THCM）預期仍依循這兩種分類與編纂格式。此外，本所考量在極端缺乏本土公路容量基礎研究之下：(1) 採全面逐章深入修正的方式將非常耗時費事；(2) 更新修訂作業僅能藉有限資源發展初步適用之分析方法，先滿足部分實務設計或分析之需。因此，新版 THCM 中仍有部分設施章節分析方法論自民國 79 年迄今仍未修訂，或需配合車流時空特性變化再作調整、或該方法在當時僅以很有限資料所發展，必須再蒐集資料更新，甚至仍未設相關章節討論城際快速公路之車流特性與分析方法。

民國 79 年首版手冊中，有關高速公路進口匝道之分析方法，亦是沿襲美國 HCM 1985 的方法論，遲至 2001 年版臺灣公路容量手冊，才將本土初步

發展之分析程序編列在第五章中討論與示範，所採用之方法論對於資料需求、評估對象、模式重要參數、分析程序等雖仍以綜合美國 1985、1994、1997 年版觀念為依據，但已納入匝道口上、下游主線 VD，以及局部匝道口現場觀測車流統計資料。

一、臺灣地區公路容量手冊（THCM 民國 79 年版）

此版在匝道匯流區分析方法論中有關設施定義、分析程序、外側車道（即車道 1）流量分布模式、流量檢核點等主要都以美國 HCM 1985 年版方法論為依據，只作局部微調，並未進行現場車流資料蒐集與實證。

有關匝道區主線路段車道 1 流量分布係先確認擬分析進口匝道的幾何類型，再參考美國 HCM 1985 年版對應類型之車道 1 流量模式進行估算，但匝道區範圍若可調查取得主線各車道、匝道之流量，則可直接進行運行分析。

匝道匯流區流量檢核目的在檢視受評估車道或路段的容量是否足以服務需求流量，主要檢核點在匝道匯入點下游、以及兩匝道口之間的基本路段等三個位置。此版在界定服務水準準則時，雖採單一車道容量值為 2,400 小車/小時/車道，若路段有多車道，則該路段容量等於 2,400 乘以車道數，但在綜合分析時認為匝道區段車道基本容量應比基本路段低，建議調低為 2,000 小車/小時/車道。由所界定各服務水準等級最大服務流率值可檢查各檢核點尖峰流量的落點，進而以三個檢核點位置中 v/c 值最大者所屬之等級區間，為該匝道區之運行服務水準。

二、臺灣公路容量手冊（THCM 2001、2011 年版）

此兩版在高速公路匝道匯流區之分析方法論內容均相同，高速公路匯流區交通資料蒐集於民國 85 與 89 年間，因交通取樣地點限制，適用於分析者僅國道 1 號桃園南下、中壢北上、內壢南下單一進口匝道共 3 處約 14 小時交通狀況資料，且並未包含匝道路段本身、匝道與平面道路交叉口之分析。

對於匯流區交通特性著重在匝道路段流量—速率—密度關係特性、檢核點之選擇、檢核點流率與大小車種之車道分布統計，以界定檢核點車道流率與幾何設計、需求流率之關係。

有關分析方法之發展大致依循美國 HCM 1985 方法論與流程，本手冊建議最適檢核點設於匯入點（即鼻端區頂點）下游相當於加速車道約三分之二長度之地點，並以影響區內之主線最內側 1 車道流率進行流率檢測。

THCM 2001 與 2011 兩版雖受研究人力、設備資源，以及現調交通資料極為缺乏之限制下，在匝道匯流區容量分析方法上大致定調：

1. 以匝道匯流區段加下游約 100 公尺主線路段為匝道影響區，進行運行分析。
2. 以位於主線在進口匝道匯流點下游約加速車道 2/3 長度處之單一檢核點（長度約 60 公尺路段）作為模式校估、交通資料蒐集、容量檢核、績效評估之地點。
3. 匝道匯流區主線車道容量與基本路段車道容量具一致性。
4. 採雙服務水準指標準則（行車速率與道路速限差、飽和度），並建議每一指標各等級範圍，以供路段車流運行績效評估之需。

對照 1990（民 79）與 2001/2011 年版手冊之差異：

1. 容量值：

1990 年版採單一容量值 2,400 小車/小時/車道，主線總斷面容量為 $2,400 \times \text{車道數}$ ；2001/2011 年版則對主線內、外車道給予本土建議值，主線內側車道容量為 2,300 小車/小時，主線最外側第一、二車道分別為 1,200 與 1,700 小車/小時。

2. 服務水準：

1990 年版以各檢核點尖峰小時流率為評估基準，2001/2011 年版則改以「流量與容量比值 (v/c)」與「平均速率與路段速限差」雙指標進行評估。

本所自發行 THCM 2011 後，基於：(1) 高速公路逐年車流特性變化，對匝道匯流區方法論中調查地點幾何類型一致性、部分模式參數調整、評估車道與檢核地點確認，以及車道容量檢討等之需要；(2) THCM 2011 第五章雖然提供匝道匯流區容量與服務水準之分析方法，但其所沿用之資料已較陳舊且內容有限。因此自 104 年起，對高速公路匝道匯流區車流特性、影響範圍等相關議題，著手規劃階段性研究重點項目，以及進行局部現場交通調查。之後，有鑑於過去在高速公路現場交通調查與資料蒐集之技術瓶頸，因此先在 107 年下半年與交通大學合作啟動「高速公路匝道區車流特性調查之先期規劃」短期計畫，除了測試與評估無人機進行高空、定點之大範圍調查方法的可行性外，亦將進口匝道定義出 9 種組合類型，完成國道 1、3 號沿線每一進口匝道口類型、里程、幾何型式、管制作業、交通尖峰等現況資料之建檔工作，並且從 108 年起，開始進行一系列分期探討進口匝道匯流區段車流特性之專案研究，逐步探究匯流區車流行為、操作特性，以及匝道與加速車

道幾何設計（如長度、車道數）對主線或匝道容量的影響，冀期發展國內高速公路匯流區之容量分析與服務水準評估方法。

108~110 年與交通大學合作辦理之「高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析」系列計畫係上述重要研究議題之一，經由評估現行匝道類型比例、交通環境、車流條件、執行技術、法規限制等因素後，108 年先以匝道類型比例較高之「獨立進口匯流區」為探討對象（獨立進口匝道區占國道 1、3 號全部進口匝道類型之 41.7%），至於「相鄰非獨立進口匯流區」與「快速公路設施」則依序納入後續 109、110 兩年期之研究範疇。

108 與 109 兩年期無論在獨立匝道操作特性、緊鄰匝道相互關係、交通影響因素探討、容量界定觀念，以及分析程序之發展上，採循美國 HCM 方法論之主要考量是：

1. 臺灣一般公路系統設計除了因地狹人稠之環境限制外，大都參酌美國公路幾何設計規範，道路（特別是非阻斷車流設施）車流行為與特性亦較類似，歷來有關公路設施容量之界定、影響因素之引用和規劃評估與分析方法之研訂等，亦大致依循美國容量分析之方式辦理。
2. 美國自 HCM 1985 年版發行迄今，各版文件無論在方法程序、資料需求、主要變數界定、研究邏輯、輸出績效、分析試算表，甚至對多匝道口分析，都有相當完整之陳述與示範，對國內在匝道口分、匯流區幾何、交通資料之蒐集、分析方法之發展，具有相當程度之參考依循與啟發。

108 年期對獨立進出口匝道分匯流區之主要研究內容如下：

1. 進行相關容量分析文獻探討、彙整，以及示範比較

廣泛探討各國公路容量發展背景歷程與方法論，說明若干國家（如美國、德國、臺灣）容量分析流程概要，對照各種方法論在幾何和交通資料需求、核心變數、檢核方法、輸出績效等，並以示範資料評測每一方法之分析結果。

2. 遴選後續進口匝道匯流區調查地點與現場調查設計

THCM 2011 在國道 1 號桃園、中壢、內壢 3 處匝道現調交通資料大多屬中低流率狀況，108 年期計畫由進口匝道區幾何分類另篩選出國道 1 號新竹，以及國道 3 號頭屋、安坑、中和等 4 處匝道口進行現調，以增加對匯流區中、高流率與壅塞車流狀況之取樣資料與描述確度。

3. 進行匝道匯流區內車流運行特性分析

一般咸認進口匝道車輛在併入主線前的操作特性會衝擊主線較外側車道之車流，本期研究現調顯示主線最外側 2 車道受影響程度最明顯。分析方法論主要是經由確認之匝道口類型，預估匝道區主線最外側 2 車道之尖峰小時對等需求流率比例，再以進口匝道區檢核點之車道最大服務流率檢核所估算之需求流率，產生服務水準評估結果。

4. 界定匯流區臨界點與匝道口之相對位置

此為匝道匯流區運行狀況之檢核斷面，統稱「檢核點」，為蒐集匯流區段車流資料、進行容量檢核，以及評估車道服務水準的建議位置，進口匝道匯流區檢核點位於進口匝道加速車道終點下游主線約 80~100 公尺處。

5. 研提獨立進口匝道區分析方法芻議

109 年期研究由前一年探討獨立匝道口匯流區之運行特性，延伸以高速公路主線特定範圍內之緊鄰進出口匝道車流交互影響與運行分析為主，主要研究內容如下：

1. 賡續進行相鄰多匝道口容量分析相關文獻之探討與整理
2. 遴選後續匯流區調查地點與現場調查設計

前一年期由獨立進口匝道區幾何分類篩選出國道 1 號新竹，以及國道 3 號頭屋、安坑、中和等 4 處匝道口（占國道 1、3 號全部進口匝道類型之 41.7%），本年期增加新店、中壢 A、中壢 B、三鶯等 4 處匝道口（占國道 1、3 號全部進口匝道類型之 50.0%）現調。

3. 進行匝道口匯流區段內車流運行特性分析

(1) 現場調查資料之登錄與整理

鑒於 108 年期以人工記錄車流特性資料所遭遇蒐集項目不完整、抽樣率不足、人工登錄誤差等問題，本年期全面改採電腦視覺方式，運用深度學習之影像辨識技術，分析無人機空拍影像，萃取車流軌跡，推算觀測區域內各重要車流特性參數，除了提升現調資料整理效率外，更增加特性資料項目之多樣性與準確性。

(2) 車道容量

美國 HCM 2010 和臺灣 THCM 2011 都有匝道匯流區主線車道容量與基本路段車道容量具一致性的觀點，而新版 THCM 在第四章高速公路基本路段部分，為不同之自由車流速率、主線車道數、有無開放路肩等狀況分別界定新的車道容量參考值，最重要是大幅下修 2011 年版在相同狀況下對應的容量值。

針對上述車道容量一致性與下修容量值，本期研究以 108、109 兩年間在幾何、交通、管制相近的實證場域現調資料進行查驗，以作為依循之基礎。

(3) 建立匝道匯流區車道分布估計模式

綜整 108、109 兩年期對獨立和緊鄰兩類匝道區主線外側兩車道流率分布分析結果，發展國內高速公路主線單向在不同車道數下之五種進口匝道匯流區估算迴歸式。

5.2 匝道匯流區分析方法

高速公路進口匝道路段（on-ramp junction）包括匝道本身、匝道與高速公路主線之匯流區（merge area），以及匝道與市區或其他道路交叉口，與主線匯流區段通常配置 200～400 公尺加速車道。

進口匝道之容量分析最少應考慮進口匝道與高速公路主線匯流區，以及匝道路段兩部分。參考 2011 年版 THCM 在國道 1 號桃園、中壢、內壢三處匝道共 14 小時之交通分析結果，由於 3 處匝道現調交通資料大多屬中低流率狀況，本系列研究在民國 108 年曾由獨立進口匝道區幾何分類另篩選出國道 1 號新竹，以及國道 3 號頭屋、安坑、中和等 4 處匝道口，109 年再增加新店、中壢 A、中壢 B、三鶯等 4 處匝道口，均以無人機定點空拍方式進行現調作業，以增加對匯流區中、高流率與壅塞車流狀況之取樣資料與描述之精確度。

本方法論主要經由判別匝道匯流區與上下游匝道口之組合類型，以對應之迴歸模式預估該類區段內特定車道之尖峰需求流率，據以評估區段內車流運行之服務水準。一般咸認進口匝道路段車輛在併入主線前的操作特性，會衝擊主線較外側車道之車流，本計畫現場調查顯示，主線最外側 2 車道受影響程度最明顯，因此，所研議之分析方法論主要是經由確認之匝道口類型，預估主線最外側 2 車道之流率比例，再以匯流區檢核點之車道最大服務流率檢核所估算之需求流率，產生服務水準評估結果。

匝道匯流區分析程序主要含 7 個步驟（如圖 5.2-1），各分析依序列舉如后，並在以下各節說明：

1. 蒐集匝道匯流區實質幾何資料

2. 蒐集分析時段交通資料、進行尖峰需求流率調整
3. 界定匝道匯流區檢核點與檢核點各設施之最大服務流率
4. 界定匝道組合類型，檢視相鄰上、下游匝道影響範圍
5. 估計檢核點各車道之分布流率
6. 檢查匯流區檢核點各設施之流率
7. 計算檢核點各設施之 v/c 值與評估各設施之服務水準

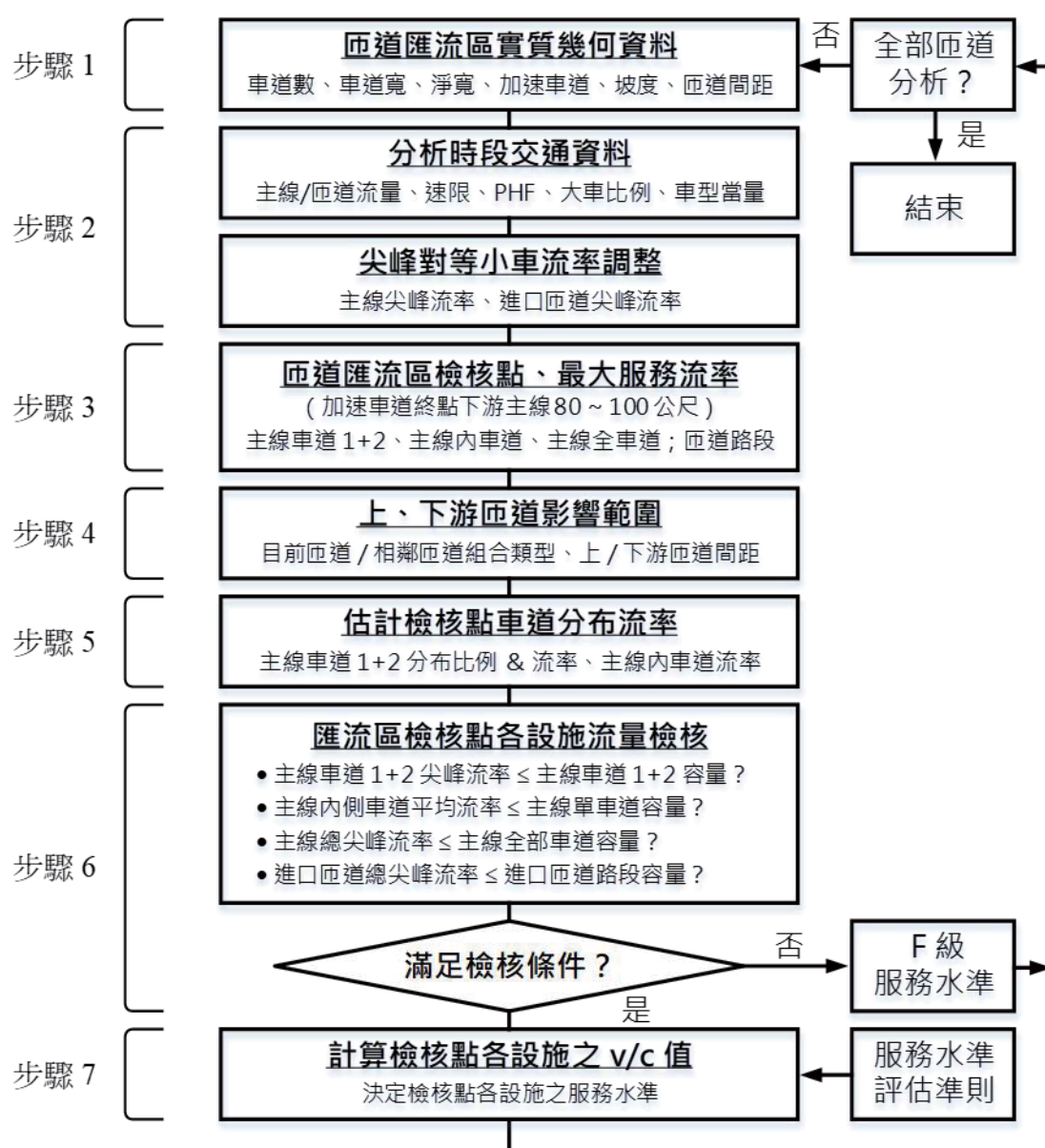


圖 5.2-1 進口匝道匯流區分析程序圖

5.2.1 匝道匯流區實質幾何資料

實質幾何資料分為預設基本狀況與現況兩部分：

1. 預設基本狀況資料（引用 THCM 2011）

- (1) 車道寬為 3.65 公尺以上
- (2) 左側路肩寬 1.0 公尺以上，右側路肩寬為 3.0 公尺以上
- (3) 匝道匯流區位於平坦地區（坡度 $\leq 2\%$ ，坡道長 ≤ 500 公尺）

基本狀況資料用來檢視設施之幾何現況可達到理想交通運作的程度，本計畫雖未探討目前設施在全符合基本狀況之下，對實際道路車流運行的影響程度，惟臺灣高速公路沿線視距，以及車道寬、側向淨寬等斷面設計的一致性甚高，應大都滿足基本狀況資料。

2. 現況實質幾何資料

- (1) 目前匝道區之主線單向車道數 N
- (2) 目前匝道區進口匝道之加速車道長度
- (3) 目前匝道區與上、下游匝道口之間距（若為獨立匝道區，則其與上游和下游匝道口之間距均預設為 $> 1,000$ 公尺）
- (4) 上、下游匝道口之類型（進口或出口）

本分析適用匝道區主線單向車道數 $N=2、3、4$ 的狀況，匝道區加速車道長度為加速車道全寬段與漸變段長度之和，其中加速車道長度為由進口匝道槽化標線鼻端往下游至加速車道終點之距離（如圖 5.2-2），而目前匝道區與上、下游匝道口之間距係以兩相鄰匝道實體槽化島之槽化標線鼻端（相當於圖 5.2-2 之匯入點，或匝道分流區之分出點）為量測基準點，若進口匝道槽化標線鼻端另有劃設禁止換道標線，則量測基準點應往下游延伸至該標線端點。相鄰匝道間距量測值是確認目前匝道區是否獨立的依據，若結合問題路段上、下游各相鄰匝道類型資訊，便是分析匝道區車道流量分布是否受上、下游匝道進出車流影響的重要資料。

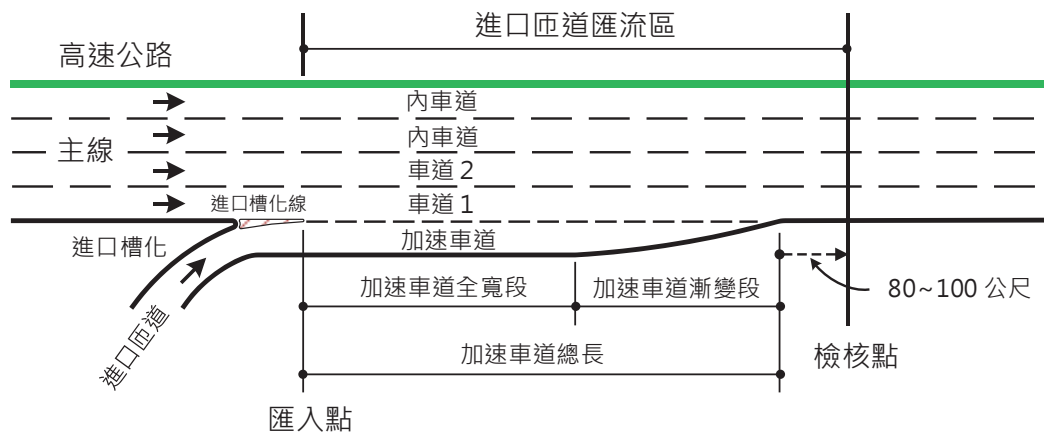


圖 5.2-2 匝道匯流區幾何示意圖

5.2.2 分析時段交通資料與尖峰調整

各匝道區分析時段交通資料包括：

1. 目前匝道區與上、下游相鄰匝道之主線分類車種交通量（分為小型車、大型車、聯結車等三種車型）
2. 目前匝道區與上、下游相鄰匝道之進（出）口匝道路段分類車種交通量（分為小型車、大型車、聯結車等三種車型）與分類車種比例
3. 各匝道區之上游主線與進（出）口匝道路段之尖峰小時係數 (PHF)
4. 各匝道區之主線與進（出）口匝道路段之速限

匝道區各路段尖峰小時係數 (PHF) 可將該路段的小時流量調整為尖峰需求流率，但因為主線與各匝道路段發生尖峰的時間不同，故本項調整旨在反映匝道區各路段設施都在最大需求流率下的運行狀況。主線與匝道路段的速限可分別預估對應之自由車流速率，並據以界定目前匝道區主線與匝道路段的車道容量，而匝道路段的自由車流速率則會影響主線車輛選擇行駛較外側車道的比例。

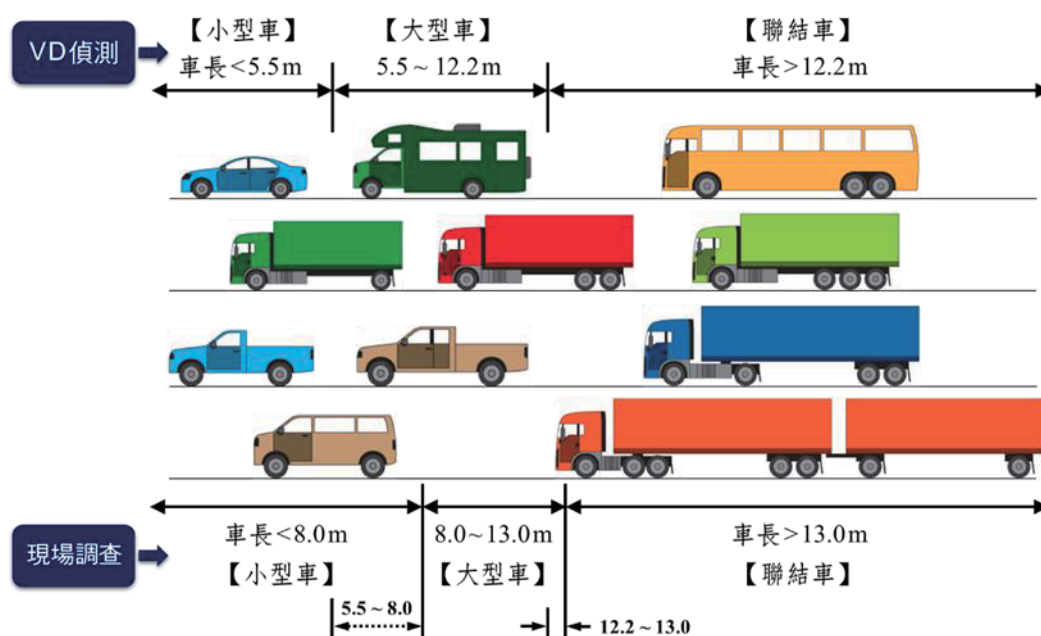
有關較大型車種（大型車、聯結車）當量之設定，以及對等小車流量之調整，分別說明如下：

1. 界定大型車種當量

由於本計畫在 108 年對各匯流區調查地點的大型車種比例大都在 10 % 以下，幾乎對車流運行無影響，故在分析各調查期間的依時流率型態，以及

發展各調查地點的車道分布模式時，並未區分車種。109 年新增 4 處匯流區現調資料，並蒐集更多地點之長時間車道 VD 依時資訊，可針對較高比例大型車種對車流的影響進行校驗。由分類車種流量資料可獲得較大型車種（大型車、聯結車）的比例，進而由大型車種當量，將尖峰小時總流量 (veh/hr) 轉換成尖峰小時總對等小車流量 (pc/hr)。

在界定較大型車輛之車種當量 (PCE) 值時，本計畫採現場空拍影像辨識車體尺度方式判讀，在幾經測試調整後，以小型車長 < 8.0 公尺（取當量 $E_P = 1.0$ ）， 8.0 公尺 $\leq$ 大型車長 ≤ 13.0 公尺（取當量 $E_T = 1.6$ ），聯結車長 > 13.0 公尺（取當量 $E_C = 2.0$ ）作為發展車道分布預估模式的依據，然現行高速公路 VD 流率資訊採小型車長 < 5.5 公尺， 5.5 公尺 $\leq$ 大型車長 ≤ 12.2 公尺，聯結車長 > 12.2 公尺（近似 13.0 公尺），顯然在定義大型車種長度上與現場調查有落差（如圖 5.2-3），故再由比對國道 3 號中和交流道主線鄰近 VD 佈設點上、下游 ETC 門架依時車種資訊，發現 VD 偵測之大型車長介於 5.5 ~ 8.0 公尺的比例約 13 ~ 33%（平均 24%），而 VD 偵測車長介於 12.2 ~ 13.0 公尺之聯結車，在本計畫現場調查的車長分類中被歸類為大型車。



（車型圖例資料：美國 FHWA 官網）

圖 5.2-3 現場調查與 VD 偵測分類車種尺度對照示意圖

基於上述，建議後續容量分析之車種當量 (PCE) 值如下：

(1) 現場調查資料

- 小型車（小客車、小貨車） $E_P = 1.0$
- 大型車（大客車、大貨車） $E_T = 1.6$
- 聯結車 $E_C = 2.0$

(2) VD 偵測資料

- 小型車（車長 < 5.5 公尺） $E_P = 1.0$
- 大型車（ $5.5 \leq$ 車長 ≤ 12.2 公尺） $E_T = 1.0$
- 聯結車（車長 > 12.2 公尺） $E_C = 2.0$

2. 調整對等小車流量為尖峰對等小車流率

交通特性資料需求如下：

- 匝道區上游主線、匝道路段之總流量； V_F 與 V_{ON} （單位：輛／小時）
- 匝道區主線、匝道路段之尖峰小時係數； PHF_F 與 PHF_{ON} （單位：十進位）
- 匝道區主線之大型車、聯結車比例； $P_{T(F)}$ 與 $P_{C(F)}$ （單位：十進位）
- 匝道路段之大型車、聯結車比例； $P_{T(ON)}$ 與 $P_{C(ON)}$ （單位：十進位）
- 大型車、聯結車當量值； E_T 與 E_C （單位：十進位）
- 主線重型車（含大型車、聯結車）車型調整因素 $f_{HV(F)}$

$$f_{HV(F)} = \frac{1}{1 + (E_T - 1) \cdot P_{T(F)} + (E_C - 1) \cdot P_{C(F)}}$$

- 進口匝道重型車（含大型車、聯結車）車型調整因素 $f_{HV(ON)}$

$$f_{HV(ON)} = \frac{1}{1 + (E_T - 1) \cdot P_{T(ON)} + (E_C - 1) \cdot P_{C(ON)}}$$

匝道區上游主線（或進口匝道）尖峰對等小車需求流率 v_F （或 v_{ON} ）可由主線（或進口匝道）尖峰小時總流量 V_F （或 V_{ON} ）經大型車、聯結車當量（ E_T 、 E_C ）調整後，除以對應之尖峰小時係數 PHF_F （或 PHF_{ON} ）而得，若其他實質幾何（如車道寬、淨寬、坡度等）近乎基本狀況而不考慮調整，則：

- 進口匝道區上游主線之尖峰對等小車流率 v_F

$$v_F = \frac{V_F}{f_{HV(F)} \cdot PHF_F} \quad (\text{單位：小車/小時})$$

- 進口匝道路段之尖峰對等小車流率 v_{ON}

$$v_{ON} = \frac{V_{ON}}{f_{HV(ON)} \cdot PHF_{ON}} \quad (\text{單位：小車/小時})$$

5.2.3 匝道匯流區檢核點之車道容量

1. 匝道匯流區檢核點

圖 5.2-2 將高速公路進口匝道匯流區主線行車方向最外側車道由外而內劃分為車道 1 與車道 2 (高速公路局通稱為外側車道、中外側車道)，其餘主線各車道統稱為內車道；進行分析時，若主線行車方向僅設兩車道，則僅分析車道 1、2。

圖 5.2-2 之檢核點係依據 108 年期匝道匯流區臨界點分析結果所研訂之匯流區主要運行狀況檢核斷面，匯流區檢核點位於加速車道終點之主線下游約 80~100 公尺範圍，這是調查與蒐集匝道匯流區之交通特性資料、進行車道流量檢核，以及評估車道服務水準的建議位置。

2. 匝道匯流區檢核點之車道容量

匝道匯流區主線檢核點各車道容量值目前依據新版 THCM 所訂規範(表 5.2-1)，在不同自由車流速率、主線單向車道數，以及主線未開放使用路肩狀況下，依照對應之容量值對流量進行檢核。

表 5.2-1 基本路段在各種自由車流速率、單向車道數、未開放路肩之

容量表

自由車流速率 (公里/時)	每車道容量 (小車/小時/車道)		
	2 車道	3 車道	4 車道
115	2,050	2,000	1,950
110	2,000	1,950	1,900
105	1,950	1,900	1,850
100	1,900	1,850	1,800

5.2.4 界定匝道區類型

本所在民國 (107) 年與交通大學合作辦理「高速公路匝道分匯流區車流特性調查之先期規劃」時，曾對國道 1、3 號沿線匝道區位置、運行屬性、幾何現況等進行資料蒐集、建檔、統計。根據國道 1 號、3 號沿線雙向各進出匝道口之幾何型態與分布位置，在決定各個匝道區究屬獨立與否時，因國內尚無此類車流行為研究資訊，故曾以美國 HCM 所界定之 1,500 呎（約 460 公尺）做為進、出口匝道影響區範圍，根據此距離原則，若主線上、下游兩匝道區相互緊鄰，以致車流可能會相互影響時，此相鄰兩匝道區影響範圍至多為 3,000 呎（約 910 公尺，以 1,000 公尺計），此為單純由靜態匝道間距考量。

民國 108、109 兩年期後續計畫分別以獨立和相鄰匝道區為調查分析對象，即依上項原則，當某匝道區上、下游 1,000 公尺範圍內無其他進口或出口匝道時，則視其為獨立匝道區；若某匝道區上、下游 1,000 公尺範圍內有其他進口或出口匝道，則因可能受這些上、下游匝道進出車流之影響，故視其為非獨立匝道區。

美國 HCM 2000 之後對主線單向 3 車道之匝道區有進一步判定是否「獨立」的對等距離 (L_{EQ}) 估計模式，對等距離 (L_{EQ}) 是用來界定目前匝道區運行車流受上游（或下游）匝道進出車流影響的最大可能距離，亦即是判別目前匝道區究竟屬獨立或非獨立運行的分界值，凡目前匝道區與上游（或下游）特定類型匝道口實際間距大於所估算之對等距離時，視為獨立匝道區，反之，則視為非獨立匝道區。所謂上游或下游特定類型匝道口是指 HCM 在探討匝道間距和上（下）游某些類型匝道口對目前進口匝道區的影響時，曾針對最常見的 6 車道（單向 3 車道）高速公路主線相鄰上、下游匝道口車流，建議以下兩種當匝道間距過近時，明顯會對目前進口匝道區車流有影響的組合類型（如圖 5.2-4 所示），至於其是否會產生影響，端視目前匝道與上游匝道間距 D_U 或與下游匝道間距 D_D 而定。

- (a) 目前進口匝道車流會受下游出口匝道車流之影響（類型 On-3）
- (b) 目前進口匝道車流會受上游出口匝道車流之影響（類型 On-5）

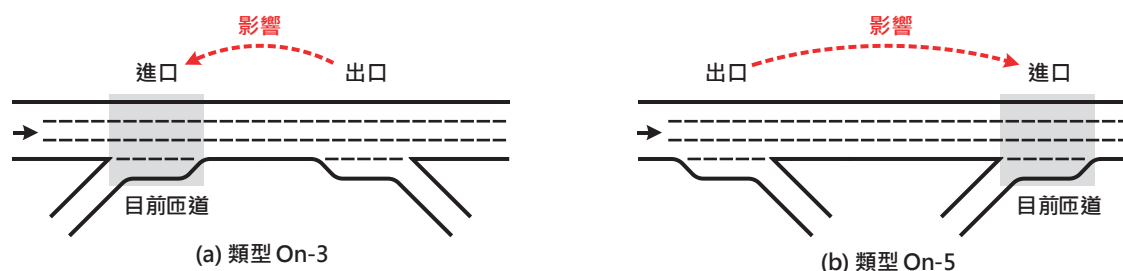


圖 5.2-4 目前進口匝道區受相鄰匝道影響之類型（美國 HCM 2016）

表 5.2-2 為美國 HCM 2016 之匝道間距對等距離 L_{EQ} 估算模式，表中各建議模式僅適用在單向 3 車道主線沿線，且僅限於各估算模式對應之目前匝道類型與相鄰上、下游匝道之特定類型。至於與上（下）游匝道之其他組合類型，或因現調取樣不足，或影響距離關係不明，或模式係數不顯著等原因，一律都視為對目前進口匝道區車流沒有影響，因此，將目前進口匝道區以獨立匝道類型分析。

表 5.2-2 美國 HCM 2016 進口匝道緊鄰間距對等距離 L_{EQ} 估算式表

相鄰匝道	目前匝道	對等距離 L_{EQ} 估算式	單位
上游 出口匝道	進口匝道	$L_{EQ} = 0.065227 (v_F + v_R) + 0.444 \cdot L_A + 10.10064 \cdot S_{FR} - 732.434$	公尺
下游 出口匝道	進口匝道	$L_{EQ} = \frac{v_D}{0.35958 + 0.001152 \cdot L_A}$	公尺

註：模式變數單位： v_x ($x=D, F, R$) 流量（小車/時）； L_A 距離（公尺）； S_{FR} 速率（公里/時）

目前匝道也可能會同時受上、下游匝道車流之影響，圖 5.2-5 顯示目前進口匝道車流也會同時受相鄰上游出口匝道與下游出口匝道車流之影響（類型 On-9），但因 HCM 還沒有同時處理三處相鄰匝道區車流的分析模式，故建議分別對目前匝道與上游匝道，以及目前匝道與下游匝道進行分析，亦即在分析相鄰匝道組合類型 On-9 時，目前匝道區車流受影響的程度可分別單獨以圖 5.2-5 所列類型 On-3 和類型 On-5 估計，再以所估計影響程度較大者作為分析目前匝道區的依據。

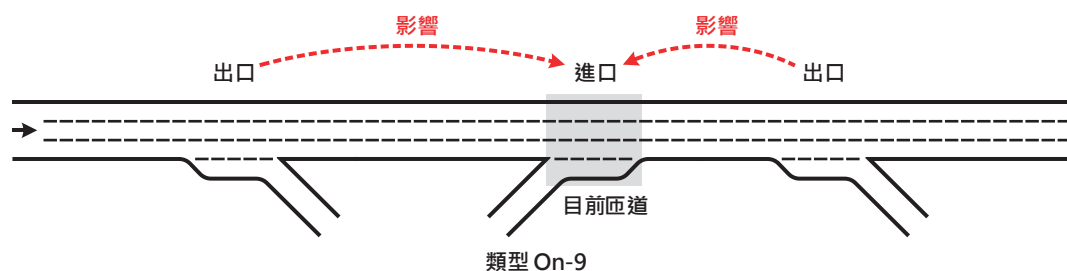


圖 5.2-5 目前進口匝道區受上、下游緊鄰匝道影響之類型（美國 HCM 2016）

目前匝道區是獨立或非獨立的認定結果，會影響後續所採用的匝道區外側兩車道流量分配比例 (P_{FM}) 模式，鑒於國內目前並無類似用途之間距估算方法，且本計畫在 109 年之國道 1、3 號沿線相鄰匝道區調查研究亦因進口匝道區取樣地點有限，尚無法正確反映匝道間距影響車流運行的相關因素，故建議仍採用前述兩相鄰匝道區車流可能相互影響的靜態間距 1,000 公尺作為界定獨立匝道區的原則。

綜合上述，如果目前進口匝道區同時與上、下游匝道口間距 $> 1,000$ 公尺，則界定其為一獨立匝道區，即視其上、下游相當距離內沒有任何匝道口進行分析；反之，如果與上游或（與）下游匝道口間距 $\leq 1,000$ 公尺，則視其為一非獨立匝道區進行分析，亦即認為其可能受上游或（與）下游匝道口進出車流的影響。

5.2.5 匝道匯流區車道流率分布比例

1. 匝道匯流區車道分布估計模式

匝道區上游主線流率 v_F 、外側兩車道（車道 1、2）流率 v_{12} ，以及影響區內主線外側兩車道（車道 1、2）流率比例 P_{FM} 如圖 5.2-6 所示。

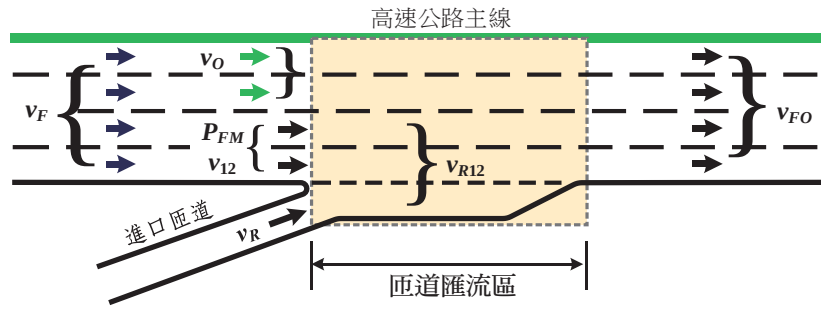


圖 5.2-6 匝道匯流區流率 v_F 、 v_{12} ，以及流率比例 P_{FM} 示意圖

由圖 5.2-6，匝道匯流區主線外側兩車道（車道 1、2）之尖峰需求流率如下：

$$v_{12} = v_F \times P_{FM}$$

其中 v_{12} 進入匯流區上游主線車道 1 與 2 流率（小車/小時）

v_F 進入匯流區上游主線總流量（小車/小時）

P_{FM} 進入匯流區上游之主線車流量中，仍留在主線外側兩車道（車道 1、2）之比例

上式中，主線外側車道 1、2 之流率比例 P_{FM} 估算式如表 5.2-3 所示。

表 5.2-3 匝道匯流區主線外側車道 1、2 之 P_{FM} 估算迴歸式表

算式編號	P_{FM} 估算式
估算式 1	$P_{FM} = 1.00$
估算式 2	$P_{FM} = 0.6260 + 0.000087 \cdot L_A - 0.000073 \cdot v_R$
估算式 3	$P_{FM} = \frac{0.9813 \cdot (v_{12}^U + v_R^U)}{v_F^U + v_R^U}$
估算式 4	$P_{FM} = 0.5581 + 0.000055 \cdot L_A - 0.0000095 \cdot v_R + 0.000042 \cdot D_U$
估算式 5	$P_{FM} = 0.3263 + 0.000088 \cdot L_A - 0.0000023 \cdot v_R$

上表 P_{FM} 估算式 3、4 主要應用於目前匝道區主線為單向 3 車道，緊鄰上游匝道分別為進口、出口匝道的情形，估算 P_{FM} 時應注意：

(1) P_{FM} 估算式 3（上游緊鄰一入口匝道）：

本計畫實證分析顯示若相鄰上游進口匝道過近，則由該匝道併入主線的車流會對緊鄰的下游進口匝道區車流運行造成影響（如圖 5.2-7），故估算式 3 之參數定義如下：

v_F^U ：進入上游進口匝道區主線之總流率（小車/小時）；可採用現場調查或 VD 資料，或以進入目前匝道區主線之總流率減去上游進口匝道路段流率估算之，即 $v_F^U = v_F - v_R^U$ 。

v_R^U ：上游進口匝道路段流率，採現場調查或 VD 資料（小車/小時）

v_{12}^U ：進入上游進口匝道區主線外側車道 1、2 之分布流率（小車/小時）；本計畫分析顯示上游進口匝道車流通常不受下游進口匝道之影響，故若上游進口匝道區可視為一獨立匝道區段，則其主線外側車道 1、2 之流率分布比例便可以表 5.2-3 估算式 2 估計，進而估算得 v_{12}^U 。

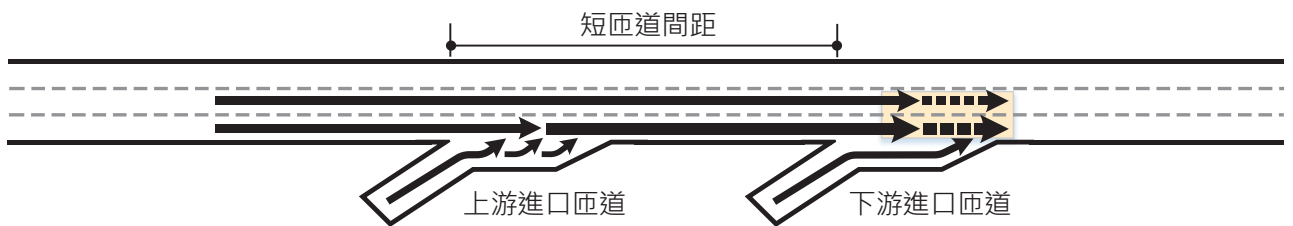


圖 5.2-7 上游進口匝道區主線外側車流對下游進口匝道匯入車輛之影響示意圖

(2) P_{FM} 估算式 4（上游緊鄰一出口匝道）：

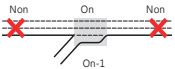
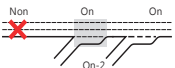
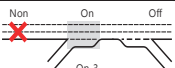
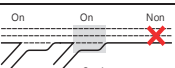
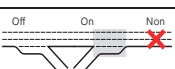
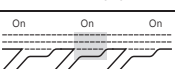
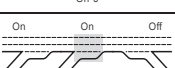
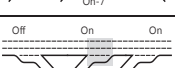
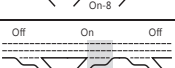
本計畫現場調查資料顯示若相鄰上游出口匝道過近，則上游主線車流多會先換道至較內側車道，以致上游出口匝道愈靠近目前匝道區，則 P_{FM} 值應愈低。但表 5.2-3 估算式 4 之匝道間距 D_U 係數為正，顯示估算式僅在某 D_U 範圍有效，故建議在分析此類型匝道時，同時比較估算式 2（匝道獨立）和估算 4（匝道非獨立）之 P_{FM} 值，取兩者之較小值。

2. 流率比例 P_{FM} 估算式之選擇

相鄰匝道口之間距、個別匝道口類型等會對主要分析匝道口（即目前匝道區）產生影響。根據在不同主線車道數，上、下游相鄰匝道口型態與分布， P_{FM} 估算式之選擇如表 5.2-4。

本計畫在發展流量分布預測模式時，可能受限於國內並無某種類型之匝道口，或該類型匝道口數量太少（<1.0%）而未發展估算式，也可能因現場調查車流數據資料不足、匝道區附近 VD 群組未能通過流量型態檢核、迴歸式變數之係數檢定不顯著，或模式係數符號、數值不合理等因素而未能發展估算式，當擬分析之匝道口類型有這些情況時，建議以主線車道數相同之獨立匝道口估算式，或以相鄰匝道幾何型態類似之匝道區估算式進行預估。

表 5.2-4 進口匝道匯流區流率比例 P_{FM} 估算式表

編號	匝道口類型	匝道位置			2車道		3車道		4車道	
		上游	中間	下游	地點數(比例)	P_{FM} 算式	地點數(比例)	P_{FM} 算式	地點數(比例)	P_{FM} 算式
On-1		無	進口	無	14 (4.46%)	估算式 1	108 (34.39%)	估算式 2	9 (2.87%)	估算式 5 *
On-2		無	進口	進口	2 (0.64%)	估算式 1	3 (0.96%)	估算式 2 *	0 (0.00%)	估算式 5 *
On-3		無	進口	出口	0 (0.00%)	估算式 1	3 (0.96%)	估算式 2 *	0 (0.00%)	估算式 5 *
On-4		進口	進口	無	1 (0.32%)	估算式 1	13 (4.14%)	估算式 3	3 (0.96%)	估算式 5 *
On-5		出口	進口	無	5 (1.59%)	估算式 1	101 (32.17%)	估算式 2 估算式 4	19 (6.05%)	估算式 5
On-6		進口	進口	進口	0 (0.00%)	估算式 1	0 (0.00%)	估算式 2 * 估算式 3 *	0 (0.00%)	估算式 5 *
On-7		進口	進口	出口	0 (0.00%)	估算式 1	0 (0.00%)	估算式 2 * 估算式 3 *	0 (0.00%)	估算式 5 *
On-8		出口	進口	進口	3 (0.96%)	估算式 1	10 (3.18%)	估算式 2 * 估算式 4 *	2 (0.64%)	估算式 5 *
On-9		出口	進口	出口	0 (0.00%)	估算式 1	2 (0.64%)	估算式 2 * 估算式 4 *	1 (0.32%)	估算式 5 *

註¹：* 係依目前匝道幾何型態所建議之估算式

註²：各類型匝道口數量與比例係依據本計畫於 107 年彙整國道 1、3 號全線匝道幾何型態之統計結果。

5.2.6 匝道匯流區流量檢核

美國 HCM 2016 對匝道匯流區(除進口匝道路段外)主要有 3 個檢核點，以查驗各檢核點流量是否超過容量(如下圖 5.2-8)：

1. 匯流區下游主線外側兩車道之小車總流量
2. 匯流區下游主線斷面全部車道之小車總流量

3. 匯流區下游主線平均每一內車道之小車流量

4. 進口匝道路段

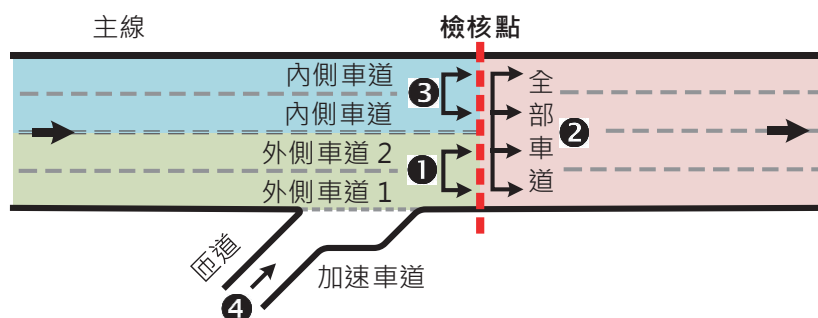


圖 5.2-8 進口匝道匯流區車道流量檢核示意圖

匝道區下游主線全部車道總容量係依據基本路段在不同自由車流速率下之「單一車道容量」乘以「單向車道數」而得，而匝道區下游主線外側兩車道之平均車道容量則稍低於上游或下游基本路段每車道容量。本分析程序循上述作法時，第 1 項檢核雖可依據預定新版 THCM 高速公路基本路段每車道容量規範進行檢核，但因匝道區主線外側兩車道每一車道之容量目前尚未定論，故在建立匝道匯流區檢核準則前，先參酌美國 HCM 的觀念，HCM 2016 採認在不同自由車流速率下：

- 匯流區下游主線外側兩車道（車道 1、2）之車道容量值都相同。
- 匯流區下游主線外側兩車道（車道 1、2）之平均每車道容量不一定比主線內車道之平均車道容量低。

一、公路設施自由車流速率之估計

設計速率是指車輛在公路情況良好時，所能維持的最高安全速率，實務上，公路線形各部分設計（如曲線的曲率、彎道的超高、視距等）很多是以設計速率為依據，在考慮配合自然地形、兩旁土地使用、公路型式、環境品質、美觀等條件下，這些項目的設計標準愈高，則配合的設計速率也愈高。但從實際行車面來看，通常駕駛人大都會隨公路所經地形限制、交通狀況、車道使用，甚至公路執法而調整其速率，甚少是因公路本身的重要性而調整。美國自 HCM 1985 起，對高速公路、多車道公路等非阻斷性公路設施分析已從原先沿用的設計速率調整為自由車流速率，以更確實反映車流受道路實質環境的影響，即使是鄉村雙車道公路也因為大都是以可及性功能為主，其分布區域通常無法以較高速率行駛，故而改用較不受設計速率影響的跟車延滯

時間百分比取代。

臺灣公路容量手冊對高速公路與多車道公路容量分析也是以公路設施的自由車流速率為依據，以便確認較正確的速率—流量關係；自由車流速率儘可能在流率較低（美國 HCM 建議流率 $\leq 1,000$ pcphpl）的現場量測，此路段平均速率值會是自由車流速率的良好指標，且由於是現況資料，故不須做任何調整，其缺點是如果要分析某一未來道路設施或狀況，則不可能現場量測，因而常以參考比照其他同類型設施或採模式估計的方式取代。國內目前因無廣泛的公路自由車流速率特性調查，亦尚未發展本土化估計模式，故常藉由道路現有或預計的速限著手，其優點是不同類型公路各有特定的速限範圍，同一類型公路的速限也相當一致，這不論是對目前或對未來公路設施的預計速率，都較容易掌握。美國國內調查顯示理想狀況下的道路自由車流速率約較速限高 8~11 公里/時，惟這只是參考值。

為滿足本分析程序確認公路速限與自由車流速率關係之需要：(1) 高速公路部分—直接依循新版公路容量手冊第四章基本路段容量分析所訂定之基本路段速限與對應平均自由速率建議值，以求一致；(2) 快速公路部分—依據本期報告第 3.3.4 節篩選快速公路分匯流區主線速限分別為 80、90、100 公里/時的自由車流速率統計結果（表 3.3-5~表 3.3-7），以對應於各個速限的公路內側車道平均自由車流速率為建議值。

以上兩種公路設施之速限與自由車流速率對應關係建議值整理如表 5.2-5 所示，表中兩種公路設施在速限 90 與 100 公里/時對應的自由車流速率相一致。

表 5.2-5 公路設施速限與自由車流速率對照建議表

公路設施	速限 S_L (公里/時)	自由車流速率 S_F (公里/時)
快速公路	≤ 80	$S_L + 10$
高、快速公路	90	100
高、快速公路	100	105
高速公路	110	115

二、匝道匯流區各車道設施容量

表 5.2-6 為綜合本年期（110 年）研究第三章與預計新版 THCM 第四章在未開放使用路肩之下，高、快速公路匝道區各設施容量值建議表，本表列舉在不同自由車流速率下，匝道區上、下游主線斷面全部車道，以及主線外側兩車道之預設容量值，可供檢核匝道區各設施之流量負荷程度。至於在開放使用路肩部分，本計畫因尚未對此狀況下之匝道匯流區車流特性進行調查，故未建立對應之匯流區各設施容量參考值，惟基本路段在開放使用路肩下之車道容量，可參閱新版 THCM 第四章資訊。

表 5.2-6 高、快速公路匝道匯流區容量建議表（未開放使用路肩、平坦路段）

速限 (kph)	自由 流速 (kph)	匝道區上游/下游主線總容量 ¹				進口匝道區下游主 線車道 1+2 容量 V _{R12(Max)} ²
		單向車道數				
		2 車道	3 車道	4 車道	> 4 車道	
110	115	4,100	6,000	7,800	1,950 /車道	3,800
105	110	4,000	5,850	7,600	1,900 /車道	3,800
100	105	3,900	5,700	7,400	1,850 /車道	3,800
90	100	3,800	5,550	7,200	1,800 /車道	3,800
80	90	3,700	-	-	-	3,700

註¹：容量單位：小車/小時

註²： V_{R12} ：進口匝道區主線外側兩車道與進口匝道之總尖峰流率（小車/小時）

三、進口匝道路段容量

依前章 4.2、4.3 節分析建議，匝道容量分析在規劃和運行兩階段之訴求並不相同，規劃階段著重於研判新設匝道路段本身是否滿足預計進出需求流率所需的車道數，歷來採用多車道匝道容量是單車道匝道的倍數的作法，通常前提是在進口匝道路段很長，匝道上游之車流運作不會受匝道下游回堵車隊影響，或者是加速車道夠長，匝道車輛進入主線的匯入行為和一般自由變換車道無異的情況；運作階段之分析除了要維持高速公路主線之服務水準外，也要避免匝道車流回堵至平面道路，當高速公路已進入壅塞狀況，或已啟動諸如主線路肩開放、匝道儀控等管理措施時，匝道進入主線之最大流率勢必

無法達到預設容量之理想值，因此，運行分析時建議改採匯入點最大可通過流率（服務流率）的概念，才能切合實際運行情況。

針對上述兩階段之需，表 5.2-7 分別列舉在規劃階段，不同車道數匝道之容量建議值，以及在運作階段，不同車道數匝道在未開放路肩或匝道儀控等措施下之最大通過流率建議值，表列建議值目前較適用於一般匝道 (ramps)、大型車比例較低的情況，並未含環道 (loops)、高比例大型車對容量之影響。

表 5.2-7 進口匝道匯入主線段容量建議表

速限(kph)	階 段	車道數	容量（小車/小時）
50 或 60	規劃設計	1 車道	1,800
		2 車道	3,000
	運行分析	1 車道	1,800 或 儀控率
		2 車道	3,000 或 儀控率

四、匝道匯流區之流量檢核

進口匝道匯流區檢核點各受檢個別車道或組合車道之主要流量項目，包括：

1. 匝道匯流區檢核點全部車道總尖峰流率 $V_{FO} (= V_F + V_R)$

等於“匝道區上游主線全部車道總小車流率”+“進口匝道小車流率”

2. 匝道匯流區檢核點之主線車道 1+2 估計尖峰流率 $V_{R12} (= V_{12} + V_R)$

等於“匝道區上游主線車道 1+2 估計小車流率”+“進口匝道小車流率”；
若主線車道數 $N = 2$ ，則 $V_{R12} = V_{FO}$ 。

3. 匝道匯流區檢核點之主線內車道平均尖峰流率

等於（“檢核點全部車道總尖峰流率”－“檢核點之主線車道 1+2 估計尖峰流率”）除以“單向車道數 $N - 2$ ”（其中 $N > 2$ ，若 $N = 2$ ，則不檢核本項）

4. 進口匝道路段之尖峰小車流率

等於匝道路段全部車道之總尖峰小車流率

5.2.7 服務水準評估

將實際需求量與容量相比較是最常用來瞭解公路容量供給被消耗的程度，以及評估服務水準的方式， v/c 值除了是服務水準績效指標外，也是進行評估分析時所依據的主要項目。

當處理預測資料時， $v/c > 1.0$ 暗示估計容量不足以滿足預測需求量， v/c 值概念上有可能大於 1.0，但實際流率應不會大於容量。在預測尖峰需求流率之下， $v/c > 1.0$ 顯示一可能癱瘓的設施，意即該服務設施無法適時疏散到達的交通需求，這種狀況會導致長等候車隊與發生高延滯。觀念上，當尖峰流率（目前或未來）與容量的比值 $v/c > 1.0$ 時，表示停等車隊預期將往問題路段的上游回堵，回堵車隊的長度與消散所需的時間視許多情況而定，包括 v/c 超過 1.0 的持續時間與超過之程度，除此之外，亦包括需求量的依時型態，因為停等車隊只會在當需求量比路段容量小時才開始消散；再者，一旦開始產生停等車隊，則駕駛人常會尋找替代道路來避開擁擠，因此 $v/c > 1.00$ 時，也可能會使需求型態發生動態偏移，因而會衝擊擁擠路段及其週邊道路的交通運行狀況。

1. 匝道匯流區各設施之流量檢核

當以下任一檢核項不滿足時，服務水準評為 F 級，並研判該檢核設施之車流可能會發生癱瘓；否則，進行服務水準等級評估。

- (1) 是否“檢核點車道 1+2 估計尖峰流率 v_{R12} ” $\leq$ “檢核點車道 1+2 容量 $v_{R12(Max)}$ ”？
- (2) 是否“檢核點全部車道總尖峰流率 v_{FO} ” $\leq$ “檢核點（即匝道區上游主線）全部車道總容量 c_F ”？
- (3) 是否“檢核點各內車道平均尖峰流率 $v_{O(Ave)}$ ” $\leq$ “檢核點主線車道 3（即內車道）之容量 c_F' ”？
- (4) 是否匯流區進口匝道路段之尖峰小車流率 v_R ” $\leq$ “進口匝道路段之容量 c_R ”？

2. 服務水準評估

- (1) 計算以上匝道區各設施流量檢核項之 v/c 值，並界定該設施之服務水準等級。

(2) 各等級 v/c 範圍參採新版 THCM 高速公路基本路段服務水準準則(表 5.2-8)。

表 5.2-8 服務水準等級劃分準則表

服務水準	v/c 比值 ¹	狀況說明 ²
A	≤ 0.25	穩定車流，車輛很容易換道、併入、分出，完全自由運行
B	$0.26 \sim 0.50$	穩定車流，駕駛人須稍留意，運行亦稍受其他車輛影響
C	$0.51 \sim 0.80$	穩定車流，駕駛人須多留意，各運行開始受其他車輛限制
D	$0.81 \sim 0.90$	車流仍穩定，速率下降，密度驟增，車輛運行受限很明顯
E	$0.91 \sim 1.00$	接近容量，車流幾無可用間距，運行稍有變化便即發生崩解
F	> 1.00	車流崩解，緩慢車隊時走時停或回堵嚴重，運行變異甚大

註¹：新版臺灣公路容量手冊 THCM 第四章「高速公路基本路段」

註²：本計畫整理

第六章 高速公路出口匝道分流區分析程序

6.1 發展背景

有關臺灣公路容量手冊在高速公路出口匝道分析方法之緣起和發展歷程，因與第五章進口匝道容量分析部分相同，不再贅述，茲就目前各年版主要內容概要，說明如後。

一、臺灣地區公路容量手冊（THCM 民國 79 年版）

此版在匝道分流區分析方法論中有關設施定義、分析程序、外側車道（即車道 1）流量分布模式、流量檢核點等主要都以美國 HCM 1985 年版方法論為依據，只作局部微調，並未進行現場車流資料蒐集與實證。

有關匝道區主線路段車道 1 流量分布係先確認擬分析出口匝道的幾何類型，再參考美國 HCM 1985 年版對應類型之車道 1 流量模式進行估算，但匝道區範圍若可調查取得主線各車道、匝道之流量，則可直接進行運行分析。

匝道分流區流量檢核目的在檢視受評估車道或路段的容量是否足以服務需求流量，主要檢核點在匝道分出點上游、以及兩匝道口之間的基本路段等三個位置。此版在界定服務水準準則時，雖採單一車道容量值為 2,400 小車/小時/車道，若路段有多車道，則該路段容量等於 2,400 乘以車道數，但在綜合分析時認為匝道區段車道基本容量應比基本路段低，建議調低為 2,000 小車/小時/車道。由所界定各服務水準等級最大服務流率值可檢查各檢核點尖峰流量的落點，進而以三個檢核點位置中 v/c 值最大者所屬之等級區間，為該匝道區之運行服務水準。

二、臺灣公路容量手冊（THCM 2001、2011 年版）

此兩版在高速公路匝道分流區之分析方法論內容均相同，高速公路分流區交通資料蒐集於民國 85 與 88 年間，取樣地點於新竹北上、內壢南下、桃園北上等三處單一出口匝道。

對於分流區交通特性主要探討匝道路段流量—速率—密度、佔有率關係特性、路段車流與大小型車種之車道分布，當時雖未確認分流區檢核點的位置，但研判出口匝道分流點上游約 50 公尺處應為對車流運行影響最大的地點。

分析方法係對影響區內之主線最內側車道，以及最外側車道流率進行估算；對車道流率分布仍採迴歸法，依據上列三處出口匝道資料，分別建立在已知主線分出點減速車道總流率之下，對應之分流區主線最內側 1 車道、最外側車道 1 流率之估計模式（此版之最外側車道 2 流率模式因估算誤差較大，未

納入應用)，進而再估算其餘車道之流率、大型車之車道分布比例。

THCM 2001 與 2011 兩版雖受研究人力、設備資源，以及現調交通資料極為缺乏之限制下，在匝道分流區容量分析方法上大致定調：

1. 以匝道分流區段加上游約 100 公尺主線路段為匝道影響區，進行運行分析。
2. 以位於主線在出口匝道分流點上游約 50 公尺處之單一檢核點（長度約 60 公尺路段）作為模式校估、交通資料蒐集、容量檢核、績效評估之地點。
3. 匝道分流區主線車道容量與基本路段車道容量具一致性。
4. 採雙服務水準指標準則（行車速率與道路速限差及飽和度），並建議每一指標各等級範圍，以供路段車流運行績效評估之需。

對照 1990（民 79）與 2001/2011 年版手冊差異：

1. 容量值：

1990 年版採單一容量值 2,400 小車/小時/車道（與匯流區同），主線總斷面容量為 $2,400 \times \text{車道數}$ ；2001/2011 年版則對主線內、外車道給予本土建議值，主線內側車道（第 3, 4, 5 車道）容量均為 2,300 小車/小時，主線最外側第一、二車道分別為 1,650 與 2,000 小車/小時。

2. 服務水準：

以「流量與容量比值 (v/c)」與「平均速率與路段速限差」雙指標進行評估，與第五章匯流區同。

本所自發行 THCM 2011 後，基於：(1) 高速公路逐年車流特性變化，對匝道分流區方法論中調查地點幾何類型一致性、部分模式參數調整、評估車道與檢核地點確認，以及車道容量檢討等之需要；(2) THCM 2011 第六章雖然提供匝道分流區容量與服務水準之分析方法，但其所沿用之資料已較陳舊且內容有限。因此自 104 年起，對高速公路匝道分流區車流特性、影響範圍等相關議題，著手擘劃階段性研究重點項目，以及進行局部現場交通調查。之後，有鑑於過去在高速公路現場交通調查與資料蒐集之技術瓶頸，因此先在 107 年下半年與交通大學合作啟動「高速公路匝道區車流特性調查之先期規劃」短期計畫，除了測試與評估無人機進行高空、定點之大範圍調查方法的可行性外，亦將出口匝道定義出 9 種組合類型，完成國道 1、3 號沿線每一出口匝道口類型、里程、幾何型式、管制作業、交通尖峰等現況資料之建檔工作，並且從 108 年起，開始進行一系列分期探討出口匝道分流區段車流特性之專案研究，逐步探究分流區車流行為、操作特性，以及匝道與減速車

道幾何設計（如長度、車道數）對主線或匝道容量的影響，冀期發展國內高速公路匝道分流區之容量分析與服務水準評估方法。

108~110 年與交通大學合作辦理之「高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析」系列計畫係上述重要研究議題之一，經由評估現行匝道類型比例、交通環境、車流條件、執行技術、法規限制等因素後，108 年先以匝道類型比例較高之「獨立出口分匯流區」為探討對象（獨立出口匝道區佔國道 1、3 號全部出口匝道類型之 40.7%），至於「相鄰非獨立出口分流區」與「快速公路設施」則依序納入後續 109、110 兩年期之研究範疇。

108、109 兩年期無論在獨立匝道操作特性、緊鄰匝道相互關係、交通影響因素探討、容量界定觀念，以及分析程序之發展上，採依循美國 HCM 方法論之主要考量是：

1. 臺灣一般公路系統設計除了因地狹人稠之環境限制外，大都參酌美國公路幾何設計規範，道路（特別是非阻斷車流設施）車流行為與特性亦較類似，歷來有關公路設施容量之界定、影響因素之引用和規劃評估與分析方法之研訂等，亦大致依循美國容量分析之步調。
2. 美國自 HCM 1985 年版發行迄今，各版文件無論在方法程序、資料需求、主要變數界定、研究邏輯、輸出績效、分析試算表，甚至對多匝道口分析，都有相當完整之陳述與示範，對國內在匝道口分、匯流區幾何、交通資料之蒐集、分析方法之發展，具有相當程度之參考依循與啟發。

108 年期對獨立進出口匝道分匯流區之主要研究內容如下：

1. 進行相關容量分析文獻探討、彙整，以及示範比較

廣泛探討各國公路容量發展背景歷程與方法論，說明若干國家（如美國、德國、臺灣）容量分析流程概要，對照各種方法論在幾何和交通資料需求、核心變數、檢核方法、輸出績效等，並以示範資料評測每一方法之分析結果。

2. 遴選後續出口匝道分流區調查地點與現場調查設計

本所於民國 85 年在國道 1 號桃園、內壢、新竹三處出口匝道區現場各蒐集約 0.5~1.0 小時交通資料，THCM 2011 即根據此有限資料對分流區車流特性做一初步描述與分析。108 年期計畫則由出口匝道區幾何分類另篩選出國道 3 號樹林、大溪兩處匝道口進行現調，以增加對分流區中、高流率與壅塞車流狀況之瞭解。

3. 進行匝道分流區內車流運行特性分析

一般咸認出口匝道車輛在分出主線前的操作特性會衝擊主線較外側車道之車流，本期研究現調顯示主線最外側 2 車道受影響程度最明顯。分析方法論主要是經由確認之匝道口類型，預估匝道區主線最外側 2 車道之尖峰小時對等需求流率比例，再以出口匝道區檢核點之車道最大服務流率檢核所估算之需求流率，產生服務水準評估結果。

4. 界定分流區臨界點與匝道口之相對位置

這是匝道分流區運行狀況之檢核斷面，統稱「檢核點」，為蒐集匯流區段車流資料、進行容量檢核，以及評估車道服務水準的建議位置，出口匝道分流區檢核點位於出口匝道減速車道起點上游主線約 80~100 公尺處。

5. 研提獨立出口匝道區分析方法芻議

109 年期研究由前一年探討獨立匝道口分流區之運行特性，延伸以高速公路主線特定範圍內之緊鄰進出口匝道車流交互影響與運行分析為主，主要研究內容如下：

1. 賡續進行相鄰多匝道口容量分析相關文獻之探討與整理
2. 遴選後續分流區調查地點與現場調查設計

前一年期，由獨立出口匝道區幾何分類另篩選出國道 3 號樹林、大溪兩處匝道口（佔國道 1、3 號全部出口匝道類型之 40.7%），本年期增加土城、頭份等 2 處匝道口（佔國道 1、3 號全部出口匝道類型之 46.8%）現調。

3. 進行匝道口分流區段內車流運行特性分析

(1) 現場調查資料之登錄與整理

鑒於 108 年期以人工記錄車流特性資料所遭遇蒐集項目不完整、抽樣率不足、人工登錄誤差等問題，本年期全面改採電腦視覺方式，運用深度學習之影像辨識技術，分析無人機空拍影像，萃取車流軌跡，推算觀測區域內各重要車流特性參數，除了提升現調資料整理效率外，更增加特性資料項目之多樣性與準確性。

(2) 車道容量

美國 HCM 2010 和臺灣 THCM 2011 都有匝道分流區主線車道容量與基本路段車道容量具一致性的觀點，而新版 THCM 在第四章高速公路基本路段部分，為不同之自由車流速率、主線車道數、有無開放路肩等狀況分別界定新的車道容量參考值，最重要是大幅下修 2011 年版在相同狀況下對應的容量值。

針對上述車道容量一致性與下修容量值，本期研究以 108、109 兩年間在幾何、交通、管制相近的實證場域現調資料進行查驗，以作為依循之基礎。

(3) 建立匝道分流區車道分布估計模式

綜整 108、109 兩年期對獨立和緊鄰兩類匝道區主線外側兩車道流率分布分析結果，發展國內高速公路主線單向在不同車道數下之三種出口匝道匯流區估算迴歸式。

6.2 匝道分流區分析方法

高速公路出口匝道路段(off-ramp junction)包括主線分流區(diverge area)、出口匝道(off-ramp)，以及匝道與平面道路或其他高、快速道路之銜接區域。臺灣高速公路最低速限為 90 公里/小時，但一般出口匝道速限僅 50 公里/小時，由主線進入匝道之車輛必須減速，故出口匝道上游主線常見設置 100 ~ 300 公尺減速車道，以分隔直行車輛與進入匝道之車輛。出口匝道通常僅佈設一車道，但在車流較大地點(如圓山、臺北、楊梅交流道)則設有兩車道。

出口匝道容量分析至少應考慮匝道與高速公路主線分流區，以及匝道路段兩部分；本所於民國 85 年在國道 1 號桃園、內壢、新竹三處出口匝道區現場各蒐集約 0.5 ~1.0 小時交通資料，2011 年版 THCM 即根據此有限資料對分流區車流特性做一初步描述與分析。本序列研究在民國 108 年，由出口匝道區幾何分類另篩選出國道 3 號樹林、大溪兩處匝道口，109 年期再增加土城、頭份等 2 處匝道口，空拍現調作業與進口匝道同。

本方法論主要經由判別匝道分流區與上、下游匝道口之組合類型，以對應之迴歸模式預估該類區段內特定車道之尖峰需求流率，據以評估區段內車流運行之服務水準。一般咸認出口匝道路段車輛在分出主線前的操作特性，會衝擊主線較外側車道之車流，本計畫現場調查顯示，主線最外側 2 車道受影響程度最明顯，因此，所研議之分析方法論主要是經由確認之匝道口類型，預估主線最外側 2 車道之流率比例，再以分流區檢核點之車道最大服務流率檢核所估算之需求流率，產生服務水準評估結果。

匝道分流區分析程序主要含七個步驟(如圖 6.2-1)，各分析步驟依序列舉如后，並在以下各節說明：

1. 蒐集匝道分流區實質幾何資料
2. 蒐集分析時段交通資料、進行尖峰需求流率調整

3. 界定匝道分流區檢核點與檢核點各設施之最大服務流率
4. 界定匝道組合類型，檢視相鄰上、下游匝道影響範圍
5. 估計檢核點各車道之分布流率
6. 檢查分流區檢核點各設施之流率
7. 計算檢核點各設施之 v/c 值與評估各設施之服務水準

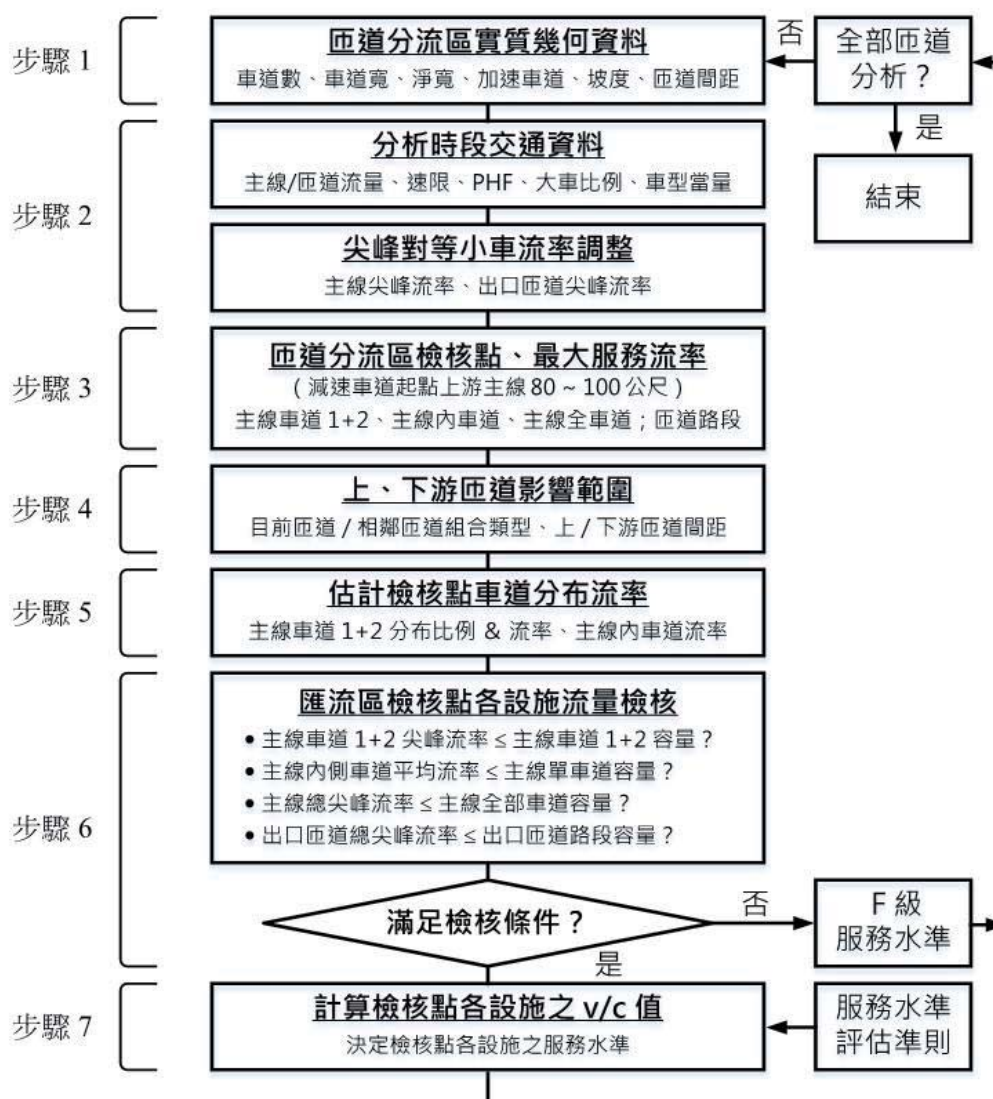


圖 6.2-1 出口匝道分流區分析程序圖

6.2.1 匝道分流區實質幾何資料

實質幾何資料分為預設基本狀況與現況兩部分：

1. 預設基本狀況資料（引用 THCM 2011）

- (1) 車道寬為 3.65 公尺以上
- (2) 左側路肩寬 1.0 公尺以上，右側路肩寬為 3.0 公尺以上
- (3) 匝道分流區位於平坦地區（坡度 $\leq 2\%$ ，坡道長 ≤ 500 公尺）

基本狀況資料用來檢視設施之幾何現況可達到理想交通運作的程度，本計畫雖未探討目前設施在全符合基本狀況之下，對實際道路車流運行的影響程度，惟臺灣高速公路沿線視距，以及車道寬、側向淨寬等斷面設計的一致性甚高，應大都滿足基本狀況資料。

2. 現況實質幾何資料

- (1) 目前匝道區之主線單向車道數 N
- (2) 目前匝道區出口匝道之減速車道長度
- (3) 目前匝道區與上、下游匝道口之間距（若為獨立匝道區，則其與上游和下游匝道口之間距均預設為 $> 1,000$ 公尺）
- (4) 上、下游匝道口之類型（進口或出口）

本分析適用匝道區主線單向車道數 $N=2、3、4$ 的狀況，匝道區減速車道長度為減速車道全寬段與漸變段長度之和，其中減速車道長度為由出口匝道槽化標線鼻端往上游至減速車道起點之距離（如圖 6.2-2），而目前匝道區與上、下游匝道口之間距係以兩相鄰匝道實體槽化島之槽化標線鼻端（相當於圖 6.2-2 之分出點，或匝道匯流區之匯入點）為量測基準點，若出口匝道槽化標線鼻端另有劃設禁止換道標線，則量測基準點應往上游延伸至該標線端點。相鄰匝道間距量測值是確認目前匝道區是否獨立的依據，若結合問題路段上、下游各相鄰匝道類型資訊，便是分析匝道區車道流量分布是否受上、下游匝道進出車流影響的重要資料。

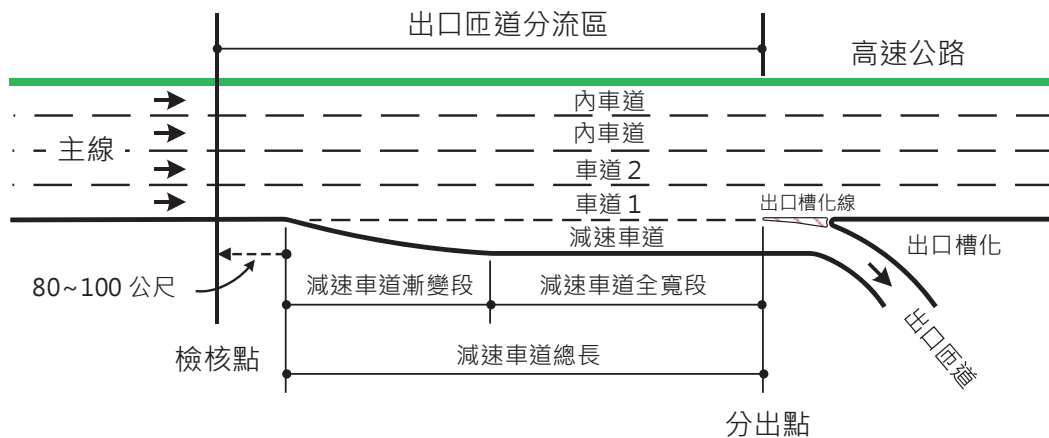


圖 6.2-2 匝道分流區幾何示意圖

6.2.2 分析時段交通資料與調整

各匝道區分析時段交通資料包括：

1. 目前匝道區與上、下游相鄰匝道之主線分類車種交通量（分為小型車、大型車、聯結車等三種車型）
2. 目前匝道區與上、下游相鄰匝道之進（出）口匝道路段分類車種交通量（分為小型車、大型車、聯結車等三種車型）與分類車種比例
3. 各匝道區之上游主線與進（出）口匝道路段之尖峰小時係數 (PHF)
4. 各匝道區之主線與進（出）口匝道路段之速限

匝道區各路段尖峰小時係數 (PHF) 可將該路段的小時流量調整為尖峰需求流率，但因為主線與各匝道路段發生尖峰的時間不同，故本項調整旨在反映匝道區各路段設施都在最大需求流率下的運行狀況。主線與匝道路段的速限可分別預估對應之自由車流速率，並據以界定目前匝道區主線和匝道路段的車道容量，而匝道路段的自由車流速率則會影響主線車輛選擇行駛較外側車道的比例。

有關較大型車種（大型車、聯結車）當量之設定，以及對等小車流量之調整，分別說明如下：

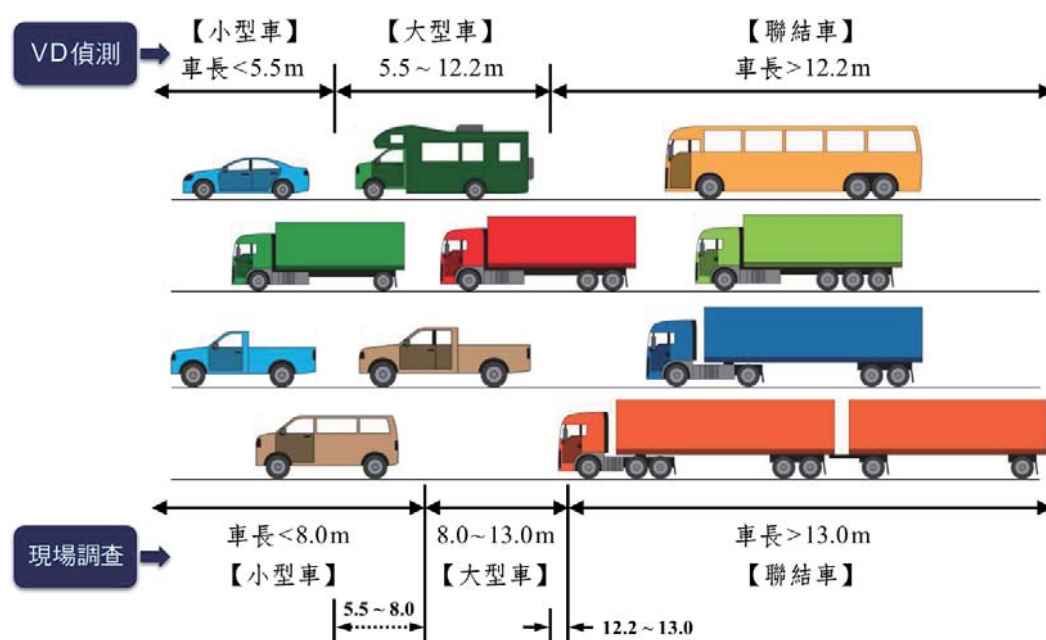
1. 界定大型車種當量

由於本計畫在 108 年對各分流區調查地點的大型車種比例大都在 10 % 以下，幾乎對車流運行無影響，故在分析各調查期間的依時流率型態，以及發展各調查地點的車道分布模式時，並未區分車種。109 年新增 2 處分流區

現調資料，並蒐集更多地點之長時間車道 VD 依時資訊，可對較高比例大型車種對車流的影響進行校驗。由分類車種流量資料可獲得較大型車種（大貨車、聯結車）的比例，進而由大型車種當量，將尖峰小時總流量 (veh/hr) 轉換成尖峰小時總對等小車流量 (pc/hr)。

在界定較大型車輛之車種當量 (PCE) 值時，本計畫採現場空拍影像辨識車體尺度方式判讀，在幾經測試調整後，以小型車長 < 8.0 公尺（取當量 $E_P = 1.0$ ）， $8.0 \text{ 公尺} \leq \text{大型車長} \leq 13.0$ 公尺（取當量 $E_T = 1.6$ ），聯結車長 > 13.0 公尺（取當量 $E_C = 2.0$ ）作為發展預估車道分布模式的依據，然現行高速公路 VD 流率資訊採小型車長 < 5.5 公尺， $5.5 \text{ 公尺} \leq \text{大型車長} \leq 12.2$ 公尺，聯結車長 > 12.2 公尺（近似 13.0 公尺），顯然在定義大型車種長度上與現場調查有落差（如圖 6.9 現場調查與 VD 偵測分類車種尺度對照示意圖

），故再由比對國道 3 號中和交流道主線鄰近 VD 佈設點上、下游 ETC 門架依時車種資訊，發現 VD 偵測之大型車長介於 $5.5 \sim 8.0$ 公尺的比例約 $13 \sim 33\%$ （平均 24% ），而 VD 偵測車長介於 $12.2 \sim 13.0$ 公尺之聯結車，在本計畫現場調查車長分類中被歸類為大型車。



（車型圖例資料：美國 FHWA 官網）

圖 6.2-3 現場調查與 VD 偵測分類車種尺度對照示意圖

基於上述，建議後續容量分析之車種當量 (PCE) 值如下：

(1) 現場調查資料

- 小型車（小客車、小貨車） $E_P = 1.0$
- 大型車（大客車、大貨車） $E_T = 1.6$
- 聯結車 $E_C = 2.0$

(2) VD 偵測資料

- 小型車（車長 < 5.5 公尺） $E_P = 1.0$
- 大型車（ $5.5 \leq \text{車長} \leq 12.2$ 公尺） $E_T = 1.0$
- 聯結車（車長 > 12.2 公尺） $E_C = 2.0$

2. 調整對等小車流量為尖峰對等小車流率

交通特性資料需求如下：

- 匝道區上游主線、匝道路段之總流量； V_F 與 V_{OFF} （單位：輛／小時）
- 匝道區主線、匝道路段之尖峰小時係數； PHF_F 與 PHF_{OFF} （單位：十進位）
- 匝道區主線之大型車、聯結車比例； $P_{T(F)}$ 與 $P_{C(F)}$ （單位：十進位）
- 匝道路段之大型車、聯結車比例； $P_{T(OFF)}$ 與 $P_{C(OFF)}$ （單位：十進位）
- 大型車、聯結車當量值； E_T 與 E_C （單位：十進位）
- 主線重型車（含大型車、聯結車）車型調整因素 $f_{HV(F)}$

$$f_{HV(F)} = \frac{1}{1 + (E_T - 1) \cdot P_{T(F)} + (E_C - 1) \cdot P_{C(F)}}$$

- 出口匝道重型車（含大型車、聯結車）車型調整因素 $f_{HV(OFF)}$

$$f_{HV(OFF)} = \frac{1}{1 + (E_T - 1) \cdot P_{T(OFF)} + (E_C - 1) \cdot P_{C(OFF)}}$$

匝道區上游主線（或出口匝道）尖峰對等小車需求流率 v_F （或 v_{OFF} ）可由主線（或出口匝道）尖峰小時總流量 V_F （或 V_{OFF} ）經大型車、聯結車當量（ E_T 、 E_C ）調整後，除以對應之尖峰小時係數 PHF_F （或 PHF_{OFF} ）而得，若其他實質幾何（如車道寬、淨寬、坡度等）近乎基本狀況而不考慮調整，則：

- 出口匝道區上游主線之尖峰對等小車流率 v_F

$$v_F = \frac{V_F}{f_{HV(F)} \cdot PHF_F} \quad (\text{單位：小車/小時})$$

- 出口匝道路段之尖峰對等小車流率 V_{OFF}

$$V_{OFF} = \frac{V_{OFF}}{f_{HV(OFF)} \cdot PHF_{OFF}} \quad (\text{單位：小車/小時})$$

6.2.3 匝道分流區檢核點之車道容量

1. 匝道分流區檢核點

圖 6.2-2 將高速公路出口匝道分流區主線行車方向最外側車道由外而內劃分為車道 1 與車道 2 (高速公路局通稱為外側車道、中外側車道)，其餘主線各車道統稱為內車道；進行分析時，若主線行車方向僅設兩車道，則僅分析車道 1、2。

圖 6.2-2 之檢核點係依據 108 年期匝道分流區臨界點分析結果所研訂之分流區主要運行狀況檢核斷面，分流區檢核點位於減速車道起點之主線上游約 80~100 公尺範圍，這是調查與蒐集匝道分流區之交通特性資料、進行車道流量檢核，以及評估車道服務水準的建議位置。

2. 匝道分流區檢核點之車道容量

匝道分流區主線檢核點各車道容量值目前依據新版 THCM 所訂規範(表 6.2-1)，在不同自由車流速率、主線單向車道數，以及主線未開放使用路肩狀況下，依照對應之容量值對流量進行檢核。

表 6.2-1 基本路段在各種自由車流速率、單向車道數、未開放路肩之容量表

自由車流速率 (公里/時)	每車道容量 (小車/小時/車道)		
	2 車道	3 車道	4 車道
115	2,050	2,000	1,950
110	2,000	1,950	1,900
105	1,950	1,900	1,850
100	1,900	1,850	1,800

6.2.4 界定匝道區類型

本所在民國 107 年與交通大學合作辦理「高速公路匝道分匯流區車流特性調查之先期規劃」時，曾對國道 1、3 號沿線匝道區位置、運行屬性、幾何現況等進行資料蒐集、建檔、統計。根據國道 1 號、3 號沿線雙向各進出

匝道口的幾何型態與分布位置，在決定各個匝道區究屬獨立與否時，因國內尚無此類車流行為研究資訊，故曾以美國 HCM 所界定之 1,500 呎（約 460 公尺）作為進、出口匝道影響區範圍，根據此距離原則，若主線上、下游兩匝道區相互緊鄰，以致車流可能會相互影響時，此相鄰兩匝道區影響範圍至多為 3,000 呎（約 910 公尺，以 1,000 公尺計），此為單純由靜態匝道間距考量。

民國 108、109 兩年期後續計畫分別以獨立和相鄰匝道區為調查分析對象，即依上項原則，當某匝道區上、下游 1,000 公尺範圍內無其他進口或出口匝道時，則視其為獨立匝道區；若某匝道區上、下游 1,000 公尺範圍內有其他進口或出口匝道，則因可能受這些上、下游匝道進出車流之影響，故視其為非獨立匝道區。

美國 HCM 2000 之後對主線單向 3 車道之匝道區有進一步判定是否「獨立」的對等距離 (L_{EQ}) 估計模式，對等距離 (L_{EQ}) 是用來界定目前匝道區運行車流受上游（或下游）匝道進出車流影響的最大可能距離，亦即是判別目前匝道區究竟屬獨立或非獨立運行的分界值，凡目前匝道區與上游（或下游）特定類型匝道口實際間距大於所估算之對等距離時，視為獨立匝道區，反之，則視為非獨立匝道區。所謂上游或下游特定類型匝道口是指 HCM 在探討匝道間距和上（下）游某些類型匝道口對目前進口匝道區的影響時，曾針對最常見的 6 車道（單向 3 車道）高速公路主線相鄰上、下游匝道口車流，建議以下兩種當匝道間距過近時，明顯會對目前出口匝道區車流有影響的組合類型（如圖 6.2-4 所示），至於其是否會產生影響，端視目前匝道與上游匝道間距 D_U 或與下游匝道間距 D_D 而定。

(a) 目前出口匝道車流會受下游出口匝道車流之影響（類型 Off-3）

(b) 目前出口匝道車流會受上游進口匝道車流之影響（類型 Off-4）

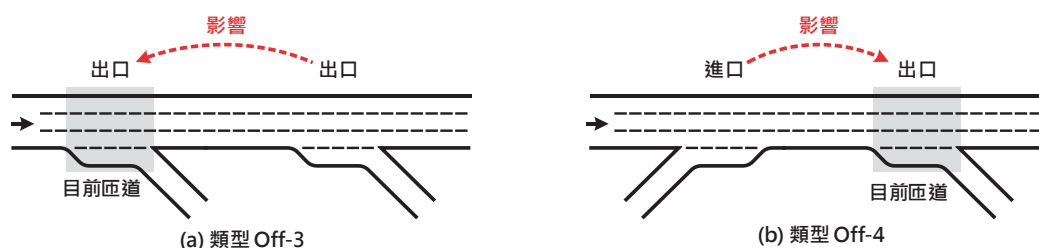


圖 6.2-4 目前出口匝道區受緊鄰匝道影響之類型（美國 HCM 2016）

表 6.2-2 為美國 HCM 2016 之匝道間距對等距離 L_{EQ} 估算模式，表中各

建議模式僅適用在單向 3 車道主線沿線，且僅限於各估算模式對應之目前匝道類型與相鄰上、下游匝道之特定類型。至於與上（下）游匝道之其他組合類型，或因現調取樣不足，或影響距離關係不明，或模式係數不顯著等原因，一律都視為對目前出口匝道區車流沒有影響，因此，將目前出口匝道區以獨立匝道類型分析。

表 6.2-2 美國 HCM 2016 出口匝道緊鄰間距對等距離 L_{EQ} 估算式表

相鄰匝道	目前匝道	對等距離 L_{EQ} 估算式	單位
上游 進口匝道	出口匝道	$L_{EQ} = \frac{v_U}{0.23294 + 0.00007546 \cdot v_F - 0.00024934 v_R}$	公尺
下游 出口匝道	出口匝道	$L_{EQ} = \frac{v_D}{3.773 - 0.000105 \cdot v_F - 0.0012106 v_R}$	公尺

註：模式變數單位： v_x ($x = U, D, F, R$) 流量（小車/時）

目前匝道也可能會同時受上、下游匝道車流之影響，圖 6.2-5 顯示目前出口匝道車流也會同時受相鄰上游進口匝道與下游出口匝道車流之影響（類型 Off-7），但因 HCM 還沒有同時處理三處相鄰匝道區車流的分析模式，故建議分別對目前匝道與上游匝道，以及目前匝道與下游匝道進行分析，亦即在分析相鄰匝道組合類型 Off-7 時，目前匝道區車流受影響的程度可分別單獨以圖 6.2-5 所列類型 Off-3 和類型 Off-4 估計，再以所估計影響程度較大者作為分析目前匝道區的依據。

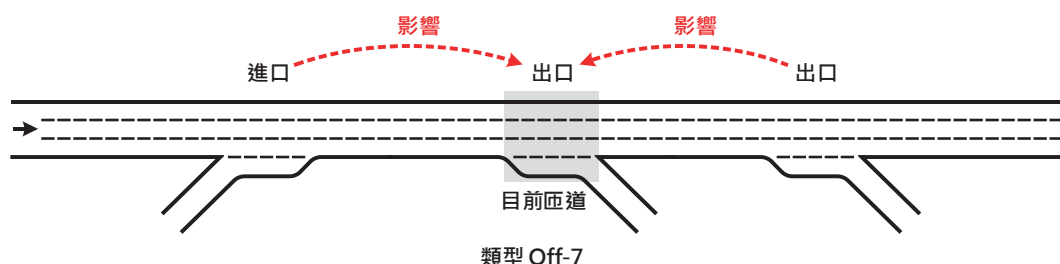


圖 6.2-5 目前出口匝道區受上、下游緊鄰匝道影響之類型（美國 HCM 2016）

目前匝道區是獨立或非獨立的認定結果，會影響後續所採用的匝道區外側兩車道流量分配比例 (P_{FD}) 模式，鑒於國內目前並無類似用途之間距估算

方法，且本計畫在 109 年之國道 1、3 號沿線相鄰匝道區調查研究亦因出口匝道區取樣地點較少，尚無法正確反映匝道間距影響車流運行的相關因素，故建議仍採用前述兩相鄰匝道區可能相互影響的靜態間距 1,000 公尺作為區分獨立與緊臨匝道區的原則。

綜合上述，如果目前出口匝道區同時與上、下游匝道口間距 $> 1,000$ 公尺，則界定其為一獨立匝道區，即視其上、下游相當距離內沒有任何匝道口進行分析；反之，如果與上游或（與）下游匝道口間距 $\leq 1,000$ 公尺，則視其為一非獨立匝道區進行分析，亦即認為其可能受上游或（與）下游匝道口進出車流的影響。

6.2.5 匝道分流區車道流率分布比例

1. 匝道分流區車道分布估計模式

匝道區上游主線流率 v_F 、外側兩車道（車道 1、2）流率 v_{12} ，以及影響區內主線外側兩車道（車道 1、2）流率比例 P_{FD} 如圖 6.2-6 所示。

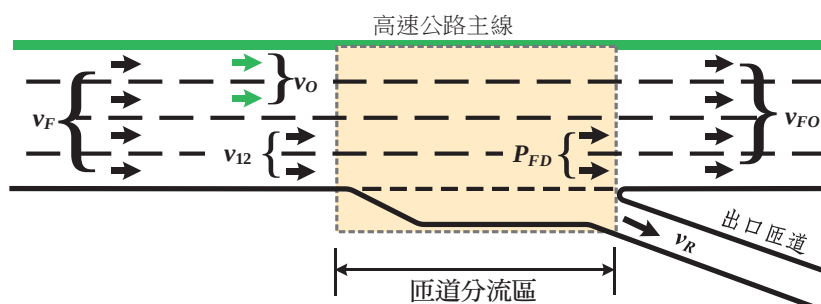


圖 6.2-6 匝道分流區流率 v_F 、 v_{12} ，以及流率比例 P_{FD} 示意圖

由圖 6.2-6，匝道分流區主線外側兩車道（車道 1、2）之尖峰需求流率如下：

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) \cdot P_{FD}$$

其中 v_{12} 進入分流區上游之主線車道 1 與 2 流率（小車/小時）

v_F 進入分流區上游之主線總流量（小車/小時）

P_{FD} 進入分流區上游之主線車流量中，減去出口匝道流量後，仍留在主線外側兩車道（車道 1、2）之比例

上式中，主線外側車道 1、2 之流率比例 P_{FD} 估算式如表 6.2-3 所示。

表 6.2-3 匝道分流區主線外側車道 1、2 之 P_{FD} 估算迴歸式表

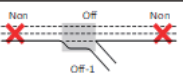
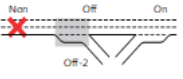
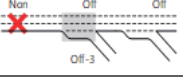
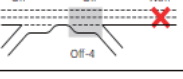
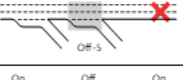
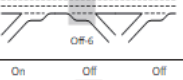
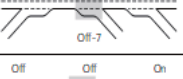
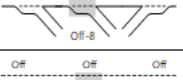
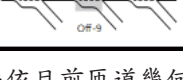
算式編號	P_{FD} 估算式
估算式 6	$P_{FD} = 1.00$
估算式 7	$P_{FD} = 0.6758 + 0.0000035 \cdot v_F - 0.000208 \cdot v_R$
估算式 8	$P_{FD} = 0.3912$

2. 流率比例 P_{FD} 估算式之選擇

相鄰匝道口之間距、個別匝道口類型等會對主要分析匝道口（即目前匝道區）產生影響。根據在不同主線車道數，上、下游相鄰匝道口型態與分布， P_{FD} 估算式之選擇如表 6.2-4。

本計畫在發展流量分布預測模式時，可能受限於國內並無某種類型之匝道口，或該類型匝道口數量太少（<1.0%）而未發展估算式，也可能因現場調查車流數據資料不足、匝道區附近 VD 群組未能通過流量型態檢核、迴歸式變數之係數檢定不顯著，或模式係數符號、數值不合理等因素而未能發展估算式，當擬分析之匝道口類型有這些情況時，建議以主線車道數相同之獨立匝道口估算式，或以相鄰匝道幾何型態類似之匝道區估算式進行預估。

表 6.2-4 出口匝道分流區流率比例 P_{FD} 估算式表

編號	匝道口類型	匝道口位置			2 車道		3 車道		4 車道	
		上游	中間	下游	地點數(比例)	P_{FD} 算式	地點數(比例)	P_{FD} 算式	地點數(比例)	P_{FD} 算式
Off-1		無	出口	無	13 (4.17%)	估算式 6	106 (33.97%)	估算式 7	8 (2.56%)	估算式 8
Off-2		無	出口	進口	9 (2.88%)	估算式 6	109 (34.94%)	估算式 7	13 (4.17%)	估算式 8 *
Off-3		無	出口	出口	1 (0.32%)	估算式 6	8 (2.56%)	估算式 7 *	5 (1.60%)	估算式 8
Off-4		進口	出口	無	1 (0.32%)	估算式 6	2 (0.64%)	估算式 7 *	1 (0.32%)	估算式 8 *
Off-5		出口	出口	無	1 (0.32%)	估算式 6	4 (1.28%)	估算式 7 *	0 (0.00%)	估算式 8 *
Off-6		進口	出口	進口	0 (0.00%)	估算式 6	1 (0.32%)	估算式 7 *	0 (0.00%)	估算式 8 *
Off-7		進口	出口	出口	1 (0.32%)	估算式 6	0 (0.00%)	估算式 7 *	0 (0.00%)	估算式 8 *
Off-8		出口	出口	進口	2 (0.64%)	估算式 6	6 (1.92%)	估算式 7 *	4 (1.28%)	估算式 8 *
Off-9		出口	出口	出口	0 (0.00%)	估算式 6	0 (0.00%)	估算式 7 *	0 (0.00%)	估算式 8 *

註¹：係依目前匝道口幾何型態所建議之估算式

註²：各類型匝道口數量與比例係依據本計畫於 107 年彙整國道 1、3 號全線匝道口幾何型態之統計結果。

6.2.6 匝道口分流區流量檢核

美國 HCM 2016 對匝道口分流區(除出口匝道路段外)主要有三個檢核點，以查驗各檢核點流量是否超過容量(如下圖 6.2-7)：

1. 分流區上游主線外側兩車道之小車總流量
2. 分流區上游主線斷面全部車道之小車總流量
3. 分流區上游主線平均每一內車道之小車流量
4. 出口匝道路段

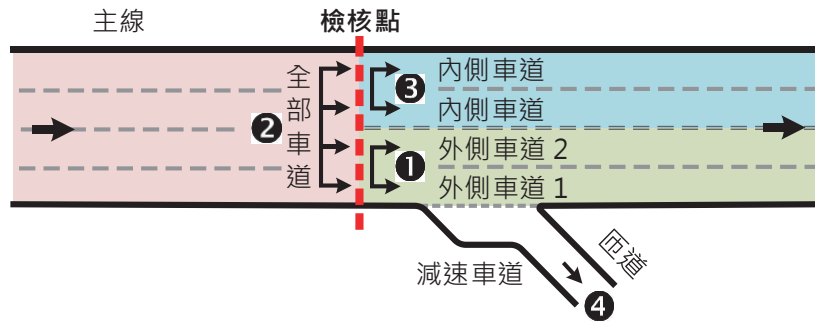


圖 6.2-7 出口匝道分流區車道流量檢核示意圖

匝道區上游主線全部車道總容量係依據基本路段在不同自由車流速率下之「單一車道容量」乘以「單向車道數」而得，而匝道區上游主線外側兩車道之平均車道容量則稍低於上游或下游基本路段每車道容量。本分析程序循上述作法時，第 1 項檢核雖可依據預定新版 THCM 高速公路基本路段每車道容量規範進行檢核，但因匝道區主線外側兩車道每一車道之容量目前尚未定論，故在建立匝道分流區檢核準則前，先參酌美國 HCM 的觀念，HCM 2016 採認在不同自由車流速率下：

- 分流區上游主線外側兩車道（車道 1、2）之車道容量值都相同。
- 分流區上游主線外側兩車道（車道 1、2）之平均每車道容量不一定比主線內車道之平均車道容量低。

一、公路設施自由車流速率之估計

設計速率是指車輛在公路情況良好時，所能維持的最高安全速率，實務上，公路線形各部分設計（如曲線的曲率、彎道的超高、視距等）很多是以設計速率為依據，在考慮配合自然地形、兩旁土地使用、公路型式、環境品質、美觀等條件下，這些項目的設計標準愈高，則配合的設計速率也愈高。但從實際行車面來看，通常駕駛人大都會隨公路所經地形限制、交通狀況、車道使用，甚至公路執法而調整其速率，甚少是因公路本身的重要性而調整。美國自 HCM 1985 起，對高速公路、多車道公路等非阻斷性公路設施分析已從原先沿用的設計速率調整為自由車流速率，以更確實反映車流受道路實質環境的影響，就連鄉村雙車道公路也因為大都是以可及性功能為主，其分布區域通常無法以較高速率行駛，故而改用較不受設計速率影響的跟車延滯時間百分比取代。

臺灣公路容量手冊對高速公路與多車道公路容量分析也是以公路設施的自由車流速率為依據，以便確認較正確的速率—流量關係；自由車流速率儘

可能在流率較低（美國 HCM 建議流率 $\leq 1,000$ pcphpl）的現場量測，此路段平均速率值會是自由車流速率的良好指標，且由於是現況資料，故不須做任何調整，其缺點是如果要分析某一未來道路設施或狀況，則不可能現場量測，因而常以參考比照其他同類型設施或採模式估計的方式取代。

國內目前因無廣泛的公路自由車流速率特性調查，亦尚未發展本土化估計模式，故常藉由道路現有或預計的速限著手，其優點是不同類型公路各有特定的速限範圍，同一類型公路的速限也相當一致，這不論是對目前或對未來公路設施的預計速率，都較容易掌握。美國國內調查顯示理想狀況下的道路自由車流速率約較速限高 8~11 公里/時，惟這只是參考值。

為滿足本分析程序確認公路速限與自由車流速率關係之需要：(1) 高速公路部分—直接依循新版公路容量手冊第四章基本路段容量分析所訂定之基本路段速限與對應平均自由速率建議值，以求一致；(2) 快速公路部分—依據本期報告第 3.3.4 節篩選快速公路分匯流區主線速限分別為 80、90、100 公里/時的自由車流速率統計結果（表 3.3-5~表 3.3-7），以對應於各個速限的公路內側車道平均自由車流速率為建議值。

以上兩種公路設施之速限與自由車流速率對應關係建議值整理如表 6.2-5 所示，表中兩種公路設施在速限 90 與 100 公里/時對應的自由車流速率相一致。

表 6.2-5 公路設施速限與自由車流速率對應參考表

公路設施	速限 S_L (公里/時)	自由車流速率 S_F (公里/時)
快速公路	≤ 80	$S_L + 10$
高、快速公路	90	100
高、快速公路	100	105
高速公路	110	115

二、匝道分流區各車道設施容量

表 6.2-6 為綜合本年期（110 年）研究第三章與預計新版 THCM 第四章在未開放使用路肩之下，高、快速公路匝道區各設施容量值建議表，本表列舉在不同自由車流速率下，匝道區上、下游主線斷面全部車道，以及主線外側兩車道之預設容量值，可供檢核匝道區各設施之流量負荷程度。至於在開放使用路肩部分，本計畫因尚未對此狀況下之匝道分流區車流特性進行調查，故未建立對應之分流區各設施容量參考值，惟基本路段在開放使用路肩下之

車道容量，可參閱新版 THCM 第四章資訊。

表 6.2-6 高、快速公路匝道分流區容量建議表（未開放使用路肩、平坦路段）

速限 (kph)	自由 流速 (kph)	匝道區上游/下游主線總容量 ¹				出口匝道區上游主 線車道 1+2 容量 V _{12(Max)} ²
		單向車道數				
		2 車道	3 車道	4 車道	> 4 車道	
110	115	4,100	6,000	7,800	1,950 /車道	3,650
105	110	4,000	5,850	7,600	1,900 /車道	3,650
100	105	3,900	5,700	7,400	1,850 /車道	3,650
90	100	3,800	5,550	7,200	1,800 /車道	3,650
80	90	3,700	-	-	-	3,650

註¹：容量單位：小車/小時

註²： V_{12} ：出口匝道區上游主線外側兩車道之總尖峰流率（小車/小時）

三、出口匝道路段容量

依前章 4.3 節建議，匝道容量分析在規劃和運行兩階段之訴求並不相同，規劃階段著重於研判新設匝道路段本身是否滿足預計進出需求流率所需的車道數，歷來採用多車道匝道容量是單車道匝道的倍數的作法，通常前提是在進口匝道路段很長，匝道上游之車流運作不會受匝道下游回堵車隊影響，或者是減速車道夠長，匝道車輛離開主線的分出行為和一般自由變換車道無異的情況；至於運作階段之分析則完全受出口匝道下游平面路口之車道實質幾何、交通操作特性，以及交控型式之影響，不易直接界定車道容量值。

針對上述兩階段之需，表 6.2-7 分別列舉在規劃階段，不同車道數匝道之容量建議值，以及運作階段研訂容量之建議方式，表列建議值目前較適用於一般匝道 (ramps)、大型車比例較低的情況，並未含環道 (loops)、高比例大型車對容量之影響。

表 6.2-7 出口匝道分出主線段容量建議表

速限(kph)	階 段	車道數	容量 (小車/小時)
50 或 60	規劃設計	1 車道	1,900
		2 車道	3,800
	運行分析	1 車道	視出口匝道下游路口 交通控制型式而定
		2 車道	

四、匝道分流區之流量檢核

出口匝道區檢核點各受檢核個別車道或組合車道之主要流量項目，包括：

1. 匝道分流區檢核點全部車道總尖峰流率 v_F

等於“匝道區上游主線全部車道總小車流率”

2. 匝道分流區檢核點之主線車道 1+2 估計尖峰流率 v_{12}

等於“匝道區段內主線車道 1+2 估計小車流率”+“出口匝道小車流率”；
若主線車道數 $N=2$ ，則 $v_{12} = v_F$ 。

3. 匝道分流區檢核點之主線內車道平均尖峰流率

等於(“檢核點全部車道總尖峰流率”-“檢核點之主線車道 1+2 估計尖峰流率”)除以“單向車道數 $N-2$ ”(其中 $N>2$ ，若 $N=2$ ，則不檢核本項)

4. 出口匝道路段之尖峰小車流率

等於匝道路段全部車道之總尖峰小車流率

6.2.7 服務水準評估

將實際需求量與容量相比較是最常用來瞭解公路容量供給被消耗的程度，以及評估服務水準的方式， v/c 值除了是服務水準績效指標外，也是進行評估分析時所依據的主要輸出項。

當處理預測資料時， $v/c > 1.0$ 暗示估計容量不足以滿足預測需求量， v/c 值概念上有可能大於 1.0，但實際流率應不會大於容量。在預測尖峰需求流

率之下， $v/c > 1.0$ 顯示一可能癱瘓的設施，意即該服務設施無法適時疏散到達的交通需求，這種狀況會導致長等候車隊與發生高延滯。觀念上，當尖峰流率（目前或未來）與容量的比值 $v/c > 1.0$ 時，表示停等車隊預期將往問題路段的上游回堵，回堵車隊的長度與消散所需的時間視許多情況而定，包括 v/c 超過 1.0 的持續時間與超過多少等，也包括需求量的依時型態，因為停等車隊只會在當需求量比路段容量小時才開始消散；再者，一旦開始產生停等車隊，則駕駛人常會尋找替代道路來避開擁擠，因此 $v/c > 1.00$ 時，也可能會使需求型態發生動態偏移，因而會衝擊擁擠路段及其週邊道路的交通運行狀況。

1. 匝道分流區各設施之流量檢核

當以下任一檢核項不滿足時，服務水準評為 F 級，並研判該檢核設施之車流可能會發生癱瘓；否則，進行服務水準等級評估。

- (1) 是否“檢核點車道 1+2 估計尖峰流率 v_{12} ” $\leq$ “檢核點車道 1+2 容量 $v_{12(\text{Max})}$ ”？
- (2) 是否“檢核點全部車道總尖峰流率 v_F ” $\leq$ “檢核點（即匝道區下游主線）全部車道總容量 c_F ”？
- (3) 是否“檢核點各內車道平均尖峰流率 $v_{O(\text{Ave})}$ ” $\leq$ “檢核點主線車道 3（即內車道）之容量 c_F' ”？
- (4) 是否分流區出口匝道路段之尖峰小車流率 v_R ” $\leq$ “出口匝道路段之容量 c_R ”？

2. 服務水準評估

- (1) 計算以上匝道區各設施流量檢核項之 v/c 值，並界定該設施之服務水準等級。
- (2) 各等級 v/c 範圍參採新版 THCM 高速公路基本路段服務水準準則（表 6.2-8）。

表 6.2-8 服務水準等級劃分準則表

服務 水準	v/c 比值 ¹	狀況說明 ²
A	$V/C \leq 0.25$	穩定車流，車輛很容易換道、併入、分出，完全自由運行
B	$0.25 < V/C \leq 0.50$	穩定車流，駕駛人須稍留意，運行亦稍受其他車輛影響
C	$0.50 < V/C \leq 0.80$	穩定車流，駕駛人須多留意，各運行開始受其他車輛限制
D	$0.80 < V/C \leq 0.90$	車流仍穩定，速率下降，密度驟增，車輛運行受限很明顯
E	$0.90 < V/C \leq 1.0$	接近容量，車流幾無可用間距，運行稍有變化便即發生崩解
F	$V/C > 1.0$	車流崩解，緩慢車隊時走時停或回堵嚴重，運行變異甚大

註¹：新版臺灣公路容量手冊 THCM 第四章「高速公路基本路段」

註²：本計畫整理

第七章 結論與建議

本所為修訂「臺灣地區公路容量手冊」之第五章「高速公路進口匝道路段」與第六章「高速公路出口匝道路段」，因此辦理 3 年期研究分析工作，以修訂高快速公路分匯流區之容量分析及服務水準之評估方法。本年度研究為計畫案第 3 年，本計畫已制定出一套分析程序，並完成容量手冊章節修訂草案。

綜整本年度的研究成果及研究過程中的發現，提出結論及建議如下。

7.1 結論

1. 高速公路進口匝道匯流區之分析程序

本計畫提出了一套包括 7 個步驟的容量及服務水準分析程序，適用於高速公路獨立及非獨立進口匝道匯流區，以及運作性質接近之快速公路，並已完成臺灣公路容量手冊之第五章「高速公路進口匝道匯流區」修訂草案（附錄 F）。

2. 高速公路出口匝道分流區之分析程序

本計畫提出了一套包括 7 個步驟的容量及服務水準分析程序，適用於高速公路獨立及非獨立出口匝道分流區，以及運作性質接近之快速公路，並已完成臺灣公路容量手冊之第六章「高速公路出口匝道分流區」修訂草案（附錄 G）。

3. 快速公路分匯流區之補充分析

本計畫修訂之公路容量手冊分析方法係以高速公路為主要分析對象，考量快速公路的部分路段其運作性質接近於高速公路，爰亦可採用本計畫提出之高速公路分匯流區分析方法。

本計畫將運作性質接近高速公路之快速公路路段定義為完全或部分出入管制之公路，且出入口設置交流道者。與高速公路之運作條件差異較大，如：有快速公路主線車流直接從出口與相鄰道路車流併入、相鄰道路車流直接與快速公路主線車流併入、號誌化路口等情況，並不適用於容量手冊第五章、第六章修訂草案之分析方法。

4. 匝道容量之補充分析

目前實務分析上採用的匝道容量值為 1,900 小車/小時/車道，係指匝道車流在不受匝道上游入口及下游匯入主線的干擾情形下之理論值。然而，在實際上匝道的最大通過量會因加速車道設計、主線車流及管理措施等難以達到此理論值。為此，本計畫針對匝道匯入主線之車流進行補充分析。

本計畫建議在新版公路容量手冊的分析程序中，匝道路段應納入容量分析，針對欲通過匝道設施之需求流率是否超過其容量值進行檢核，但不需要進行服務水準分析。另外，本計畫建議將匝道 1 車道匯入主線之容量值訂定為 1,800 小車/小時、2 車道之容量值為 3,000 小車/小時。最後，在規劃設計、運行分析階段之分析需求並不相同，可對應兩個分析應用情境，用以評估所需的匝道車道數及匝道長度。

7.2 建議

1. 快速公路分匯流區之容量分析

本計畫對於快速公路之車流特性探討，係就運作情形接近於高速公路的地點運用車輛偵測器資料進行分析。考量快速公路之路網涵蓋多樣的幾何型態及車流運作方式，建議未來可進一步探討快速公路的分類方式，並透過現場調查了解各類別車流特性之差異，以建立更完整的容量分析方法。

2. 匝道容量分析

本計畫提出以匝道匯入主線處之最大流率做為容量建議值的依據，並將匝道 1 車道、2 車道之容量值下修至 1,800 小車/小時及 3,000 小車/小時，用於判斷車道數及匝道長度，避免車流回堵至平面道路。此分析觀點有別於過去容量分析模式以單一設施為分析對象，國內外也尚未有相關的研究，後續落實與使用，仍需與高公局及有關單位進行更深入探討。

此外，目前只針對直接式匝道進行分析，1 車道之容量值應符合所需，而 2 車道之容量值僅由 2 個地點之資料進行估算，2 車道之每車道平均容量較 1 車道為低之確切原因仍待進一步探討，且分析中目前未涵蓋環道及半直接式匝道之容量值。因直接式匝道、半直接式匝道、環道三者的設計速率可能接近，但實務上車輛的行駛速率及跟車行為等差異將可能導致有不同的容量值。建議未來可進一步透過現場調查加以探討。

3. 服務水準雙指標

新版公路容量手冊的服務水準評估已全面改為採用雙指標，本計畫提出之分匯流區分析程序亦納入雙指標的服務水準評估方式。而本計畫並未建立分匯流區內的速率-流率關係，因此並無匝道分匯流區的平均速率估算模式，無法直接估算分匯流區內之平均速率，以至於無法計算第二指標速率比之服務水準。

然而，參考第四章高速公路基本路段之模式，可發現一般車道平坦路段在穩定車流狀況下之平均速率相對於流量的變化並不敏感，當 $v/c \leq 1.00$ ，即服務水準在 A ~ E 級的情況下，速率比之服務水準會始終落在等級 1（良好）；基本路段在 F 級服務水準時，速比值可能落在 1 ~ 6 等級中的任何一級。因此建議在已知主線速限之下，透過現場實測蒐集匝道分匯流區段檢核點各車道之速率樣本，據以估算檢核點各車道設施之平均速率與速限比值，以及評估速率比之等級。

4. 獨立及非獨立匝道之分析模式

本計畫以國內出現頻率較高的匝道類別建立模式並加以校估，受限於緊鄰匝道的資料不足，部分類型的緊鄰匝道之間可能無偵測器資料可供分析，因此未能深入探討並建立模式，但為求模式應用上的廣度能涵蓋各種類別情境，先以相似度較高的模式替代，建議未來可針對未建立模式之緊鄰匝道類型再加以探討。

5. 出口匝道之容量值與平面交叉路口

目前的匝道容量補充分析只包含進口匝道匯入主線之情況，並未探討出口匝道之容量建議值，原因是出口匝道的最大通過流率主要受匝道路下游與平面道路交接之號誌化路口所影響，無法透過資料觀察來估算出口匝道路段之容量值。

因容量分析作業是以單一設施為分析對象，國內出口匝道普遍遇到平面道路車隊回堵至分流區的情況，屬於平面道路交叉口的問題，本計畫提出之分流區分析方法並不適用於此一類型。為解決此一議題，建議後續研究可以從系統角度去探討出口匝道受平面路口影響之容量分析模式。

6. 滾動檢討分析程序

本計畫根據國內的車流情況首次提出以獨立與緊鄰匝道之分類進行

容量分析，為第一版之分析方法，參考美國公路容量手冊之分匯流區分析方法發展歷程，歷次改版均會根據使用單位的回饋而有所補充，因此建議使用單位如在實際運用上認為不妥適或誤差較大的情況，可適時提供回饋意見，供本所將分析程序加以精進或進行補充分析。

參考文獻

1. 交通部運輸研究所，「臺灣地區公路容量手冊」，79-27-160，民國 79 年 10 月。
2. Highway Capacity Manual, Special Report 209, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D. C., 1985.
3. 交通部運輸研究所，「2001 年臺灣地區公路容量手冊」，90-16-1183，民國 90 年 3 月
4. 交通部運輸研究所，「2011 年臺灣公路容量手冊」，100-132-1299，民國 100 年 10 月。
5. 交通部運輸研究所，「高速公路匝道分匯流區車流特性調查之先期規劃」，民國 107 年 12 月。
6. 交通部運輸研究所，「高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究（1/3）－獨立進出口分匯流區」期末定稿報告，民國 108 年 12 月。
7. 交通部運輸研究所，「高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究（2/3）－非獨立進出口分匯流區」期末定稿報告，民國 109 年 12 月。
8. Highway Capacity Manual, U.S. Department of Commerce, Bureau of Public Roads, Washington, D. C., 1950.
9. Highway Capacity Manual, Special Report 87, National Academy of Sciences, National Research Council, Publication 1328, Washington, D. C., 1965.
10. Highway Capacity Manual, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D. C., 2000.
11. Highway Capacity Manual, Transportation Research Board, National Academies, Washington, D. C., 2010.
12. Highway Capacity Manual, 6th Edition: A Guide for Multimodal Mobility Analysis, Transportation Research Board, National Academy of Sciences, Washington, D. C., 2016.
13. Roger P. Roess, Elena S. Prassa, The Highway Capacity Manual-A Conceptual and Research History Vol.1: Uninterrupted Flow, Springer Tracts on Transportation and Traffic, 2014.

14. 交通部，「公路路線設計規範」，交通技術標準規範公路類公路工程，民國 109 年 08 月。
15. 交通部運輸研究所，「市區快速道路基本路段容量分析手冊」，87-48-1142，民國 87 年 10 月。
16. 交通部運輸研究所，「都市快速道路與高速公路進口匝道車流特性之研究」，88-14-1151，民國 88 年 3 月。
17. 交通部運輸研究所，「台灣地區城際快速公路容量及特性研究-西部濱海快速公路部分」，91-54-1192，民國 91 年 06 月。
18. 交通部運輸研究所，「台灣地區多車道郊區公路容量及特性研究(一)」，MOTC-IOT-91-PB01，民國 92 年 4 月。
19. 交通部運輸研究所，「台灣地區多車道郊區公路容量及特性研究(二)」，MOTC-IOT-92-PAB01，民國 93 年 5 月。
20. 交通部運輸研究所，「台灣地區多車道郊區公路容量及特性研究(三)」，MOTC-IOT-93-PBB002，民國 94 年 6 月。
21. 交通部公路總局，「西部快速公路路網整體交通管理與控制策略」，民國 109 年。
22. 曾平毅、林豐博，「西濱快速公路自由車流速率特性及其應用之研究」，運輸計畫季刊，民國 93 年。
23. 黃淑君，「西濱快速公路容量與服務水準分析方法之研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 91 年。
24. 交通部運輸研究所，「2022 年臺灣公路容量手冊」，民國 111 年 6 月。
25. 高速公路增設及改善交流道設置原則（最後更新日期：110 年 2 月）。
26. 「高速公路增設及改善交流道申請審核作業要點」修正草案（最後更新日期：110 年 2 月）

附錄 A 重要模式變數定義表

變 數	定 義	單 位
a	校估常數； $a = 1.31$	十進位
$BFFS$	基本狀況下之自由車流速率	英哩/小時
BP	崩解點流率； $BP = 1,400$ 小車/小時/車道	小車/小時/車道
c	車道容量值	小車/小時/車道
C_F	高速公路主線單向全部車道總容量	小車/小時
C_R	匝道路段總容量	小車/小時
C_F^1	高速公路主線單一車道容量	小車/小時
C_R^1	匝道路段單一車道容量	小車/小時
C	號誌週期長度	秒
D	對等小時流率 v_p 之車道平均密度	小車/英哩/車道
D_D	目前匝道區與下游匝道距離	呎 或 公尺
D_U	目前匝道區與上游匝道距離	呎 或 公尺
E, E_{HV}	大型車之小車當量值	十進位
E_C	聯結車當量值 (PCE)	十進位
E_P	小型車（小客車、小貨車）當量值 (PCE)	十進位
E_T	大型車（大客車、大貨車）當量值 (PCE)	十進位
f_A	交叉口進入點密度影響值	英哩/小時
f_{HV}	現況大型車調整因素	十進位
f_{LW}	車道寬度影響值	英哩/小時
f_{LC}	側向淨寬影響值	英哩/小時
f_M	中央分隔設施類別影響值	英哩/小時
f_P	主要用路人調整因素	十進位
FFS	現場調查或預估之自由車流速率值	英哩/小時
G	綠燈時段（必須大於 25 秒）	秒
G_{AV}	平均坡度	%
L	相鄰兩匝道口（或路口）之間距長度	呎 或 公尺
L_A	匯流區進口匝道之加速車道長度	呎 或 公尺
L_D	分流區出口匝道之減速車道長度	呎 或 公尺
L_{EQ}	HCM 判定目前匝道區是否獨立之對等距離	呎 或 公尺
L_{Total}	複合坡道總長度	英呎
N, N_F	主線單向總車道數	十進位

N_O	匝道影響區外主線車道數	十進位
N_R	匝道路段車道數	十進位
N_y	每一時相之燈號轉換時段可疏解之小車數，約 2~3 輛	輛
P, P_{HV}	現況大型車比例	十進位
$P_{C(F)}$	主線聯結車比例	十進位
$P_{C(OFF)}$	出口匝道聯結車比例	十進位
$P_{C(ON)}$	進口匝道聯結車比例	十進位
P_{FD}	分流區內主線總流率中行駛於外側兩車道（車道 1+2）之比例	十進位
P_{FM}	匯流區上游主線總流率中行駛於外側兩車道（車道 1+2）之比例	十進位
PHF	尖峰小時係數	十進位
PHF_F	主線尖峰小時係數	十進位
PHF_{OFF}	出口匝道尖峰小時係數	十進位
PHF_{ON}	進口匝道尖峰小時係數	十進位
$P_{T(F)}$	主線大型車比例	十進位
$P_{T(OFF)}$	出口匝道大型車比例	十進位
$P_{T(ON)}$	進口匝道大型車比例	十進位
Q	車道平均流率	輛/小時/車道
R_{Total}	複合坡道起點與終點之高度差	英尺
S	空間平均速率	MPH 或 KPH
S_F	高速公路主線自由車流速率	MPH 或 KPH
S_{FR}	匝道路段自由車流速率	MPH 或 KPH
S_L	公路速限	公里/小時
V	現況實際或預計之小時交通量	輛/小時
v_{12}	目前匝道區上游主線最右側兩車道（車道 1+2）之總尖峰流率	小車/小時
v_{12}^U	上游進口匝道之外側兩車道總尖峰流率	小車/小時
v_D	下游匝道路段尖峰流率	小車/小時
V_D	下游匝道需求流量	輛/小時
v_F	目前匝道區上游主線尖峰流率	小車/小時
v_F^U	上游進口匝道之主線尖峰流率	小車/小時
V_F	目前匝道區上游主線需求流量	輛/小時
v_{FO}	主線車流通過匝道影響區後之總尖峰流率	小車/小時

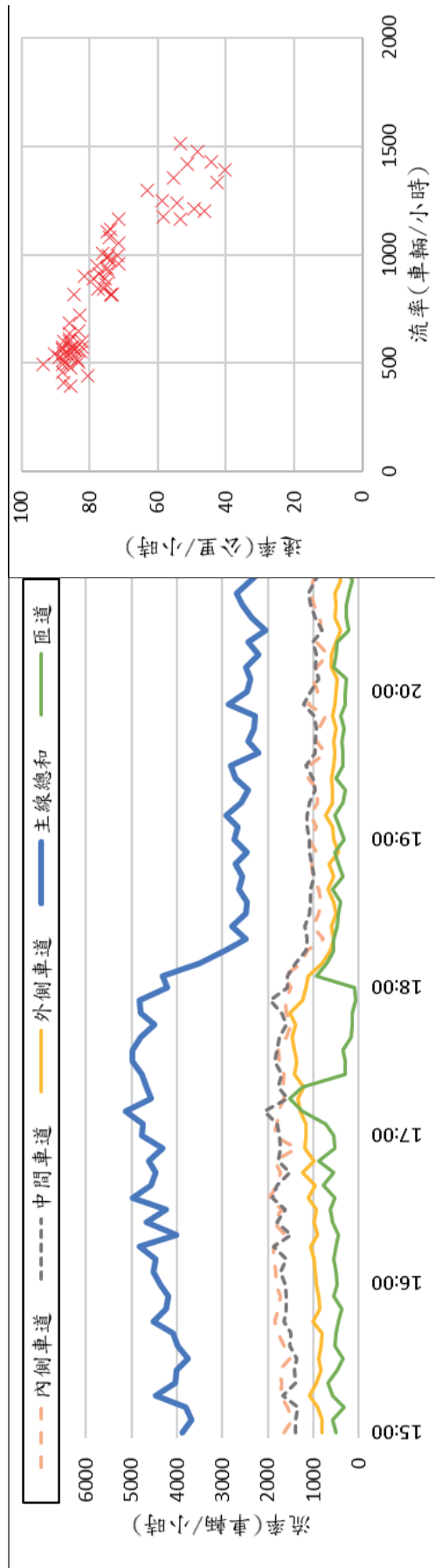
V_O	匝道影響區外主線車道總尖峰流率	小車/小時
V_{oa}	匝道影響區外主線平均每車道尖峰流率	小車/小時/車道
V_{OFF}	目前匝道區出口匝道需求流量	輛/小時
V_{OFF}	目前匝道區出口匝道尖峰流率	小車/小時
V_{ON}	目前匝道區進口匝道需求流量	輛/小時
V_{ON}	目前匝道區進口匝道尖峰流率	小車/小時
V_p	以現況尖峰 15 分鐘流率換算之理想狀況對等小時流率	小車/小時/車道
V_R	目前匝道區主要匝道尖峰流率	小車/小時
v_R^U	上游進口匝道之匝道尖峰流率	小車/小時
V_R	目前匝道區主要匝道需求流量	輛/小時
V_{R12}	進口匝道匯流區主線外側兩車道與進口匝道之總尖峰流率	小車/小時
V_s	小車之空間平均旅行速率	公里/小時
V_{sf}	小車之空間平均自由旅行速率	公里/小時
V_{tf}	小車之時間平均自由旅行速率	公里/小時
v_U	上游匝道路段尖峰流率	小車/小時
V_U	上游匝道需求流量	輛/小時
$X, v/c$	設施流量與容量比值（飽和度）	十進位

附錄 B 匝道車流特性分析圖

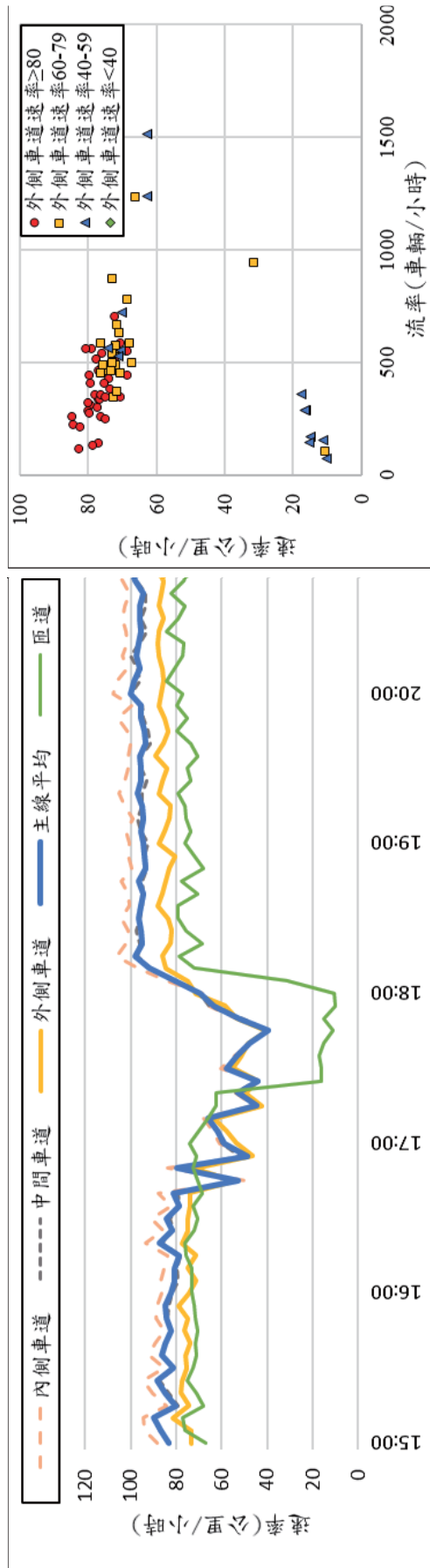
本附錄為 4.2 節所提及，共 12 個符合車流特性分析條件之地點，所繪製之車流特性分析圖，包含高速公路主線之流率圖及速率圖、主線外側車道(車道 1)之速率-流率圖、匝道之速率-流率圖。表 B-1 為各分析地點於本附錄所對應之圖片編號。

表 B-1 匝道車流特性分析地點清單

圖片編號	分析地點
圖 B-1	國道 1 號南下高科交流道
圖 B-2	國道 1 號北上大灣交流道
圖 B-3	國道 3 號北上新店交流道
圖 B-4	國道 3 號北上木柵交流道
圖 B-5	國道 3 號北上三鶯交流道
圖 B-6	國道 3 號北上樹林交流道
圖 B-7	國道 1 號南下湖口交流道
圖 B-8	國道 1 號北上大雅交流道
圖 B-9	國道 1 號北上新竹交流道 B
圖 B-10	國道 1 號北上林口交流道 A
圖 B-11	國道 1 號北上三重交流道
圖 B-12	國道 1 號南下竹北交流道



(a) 流率-時間圖

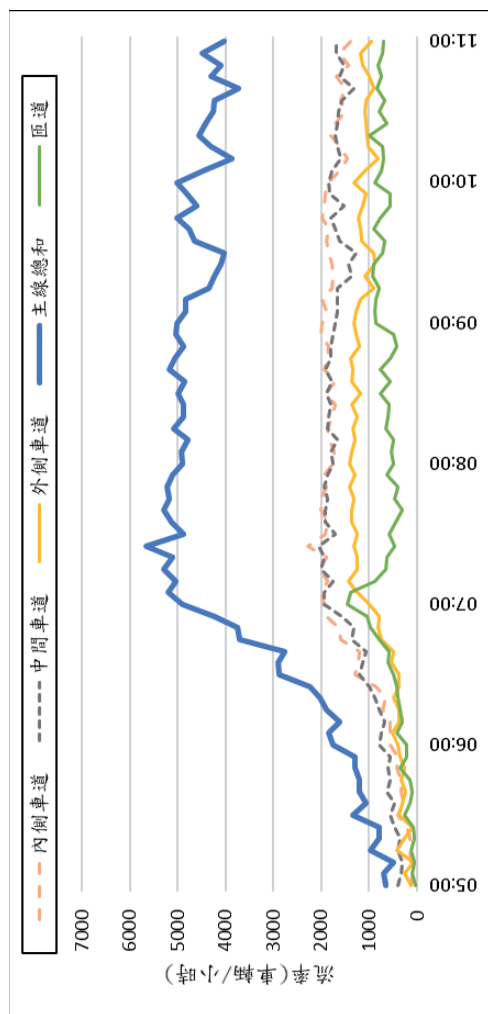


(b) 主線外側車道之速率-流率圖

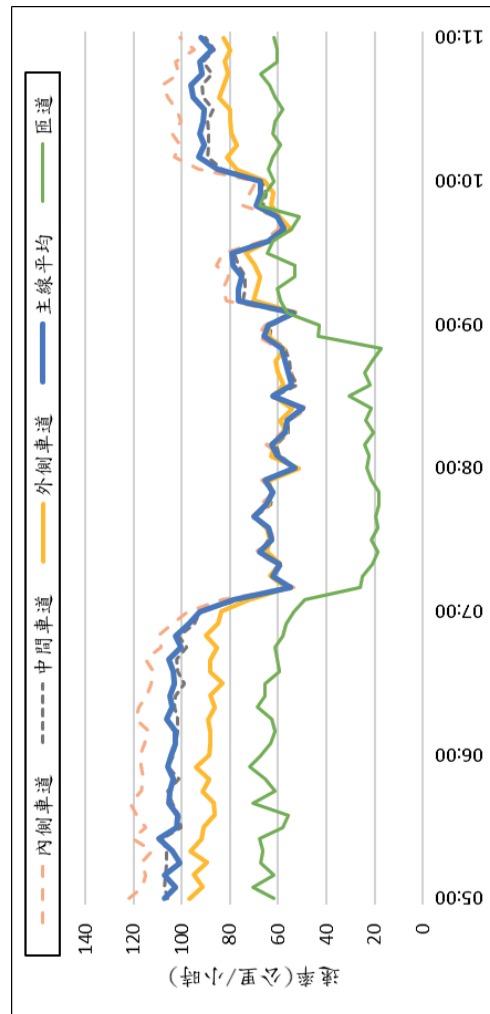
(c) 速率-時間圖

(d) 匝道之速率-流率圖

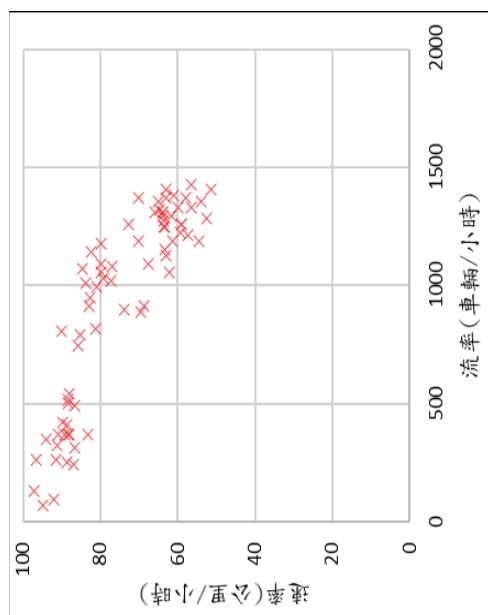
圖 B-1 國道 1 號南下高科交流道-主線與進口匝道流率及速率分析



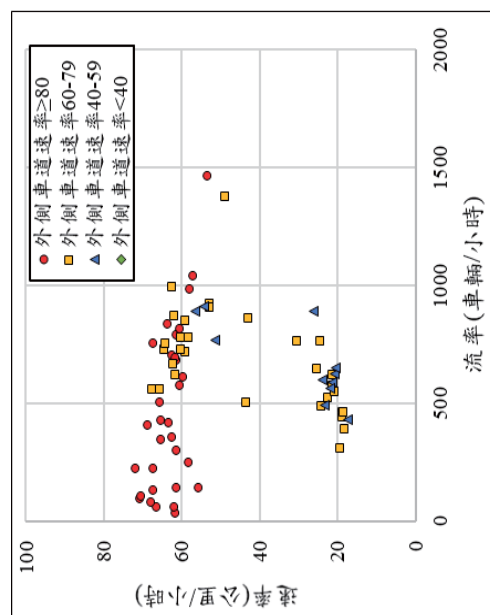
(a) 流率-時間圖



(c) 速率-時間圖

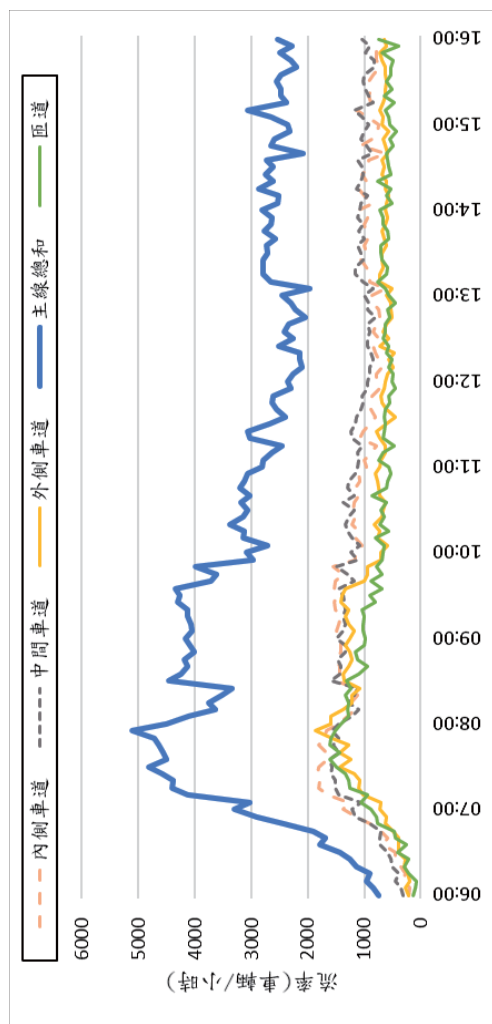


(b) 主線外側車道之速率-流率圖

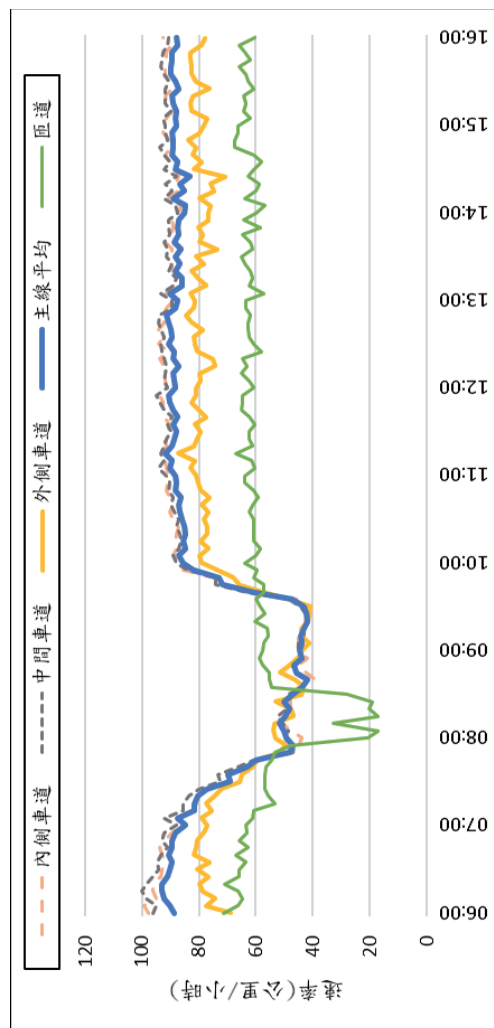


(d) 匝道之速率-流率圖

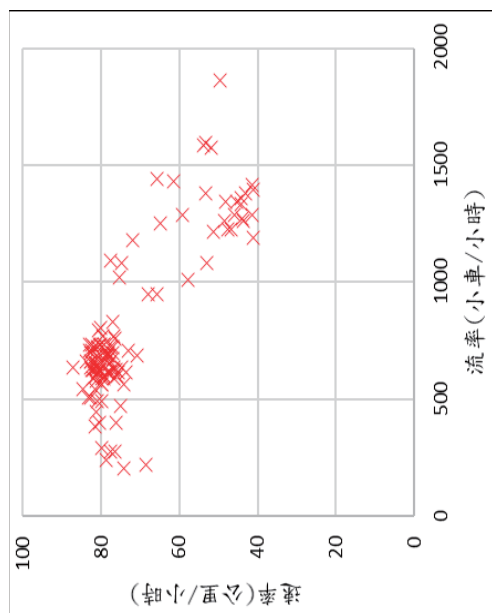
圖 B-2 國道 1 號北上大灣交流道-主線與進口匝道流率及速率分析



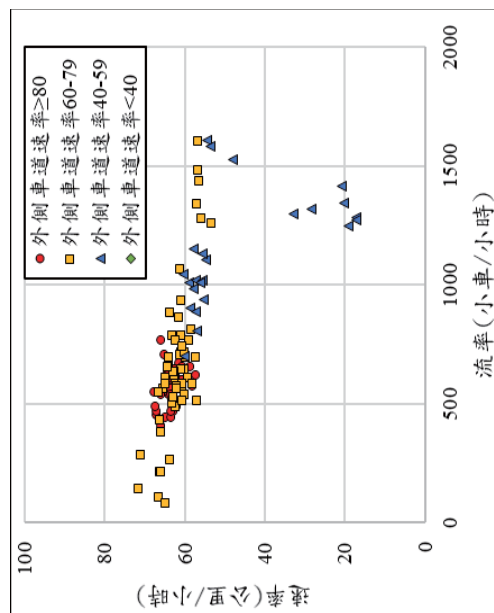
(a) 流率-時間圖



(c) 速率-時間圖

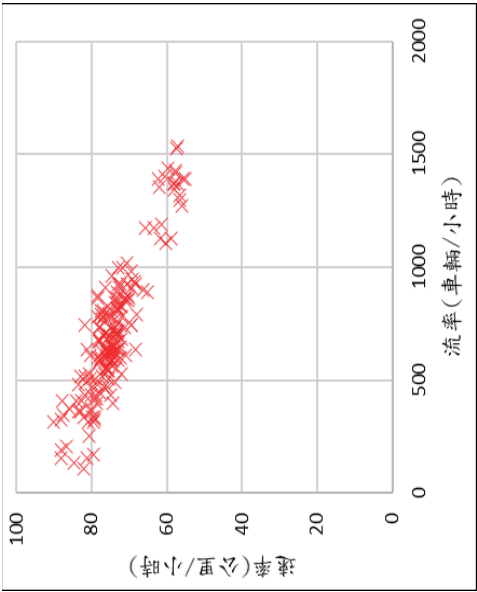


(b) 主線外側車道之速率-流率圖

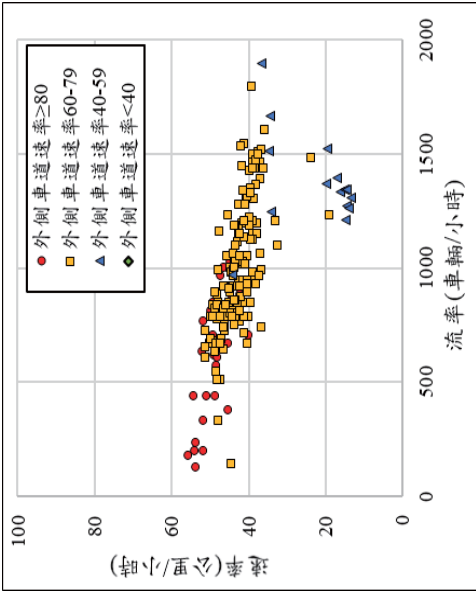


(d) 匝道之速率-流率圖

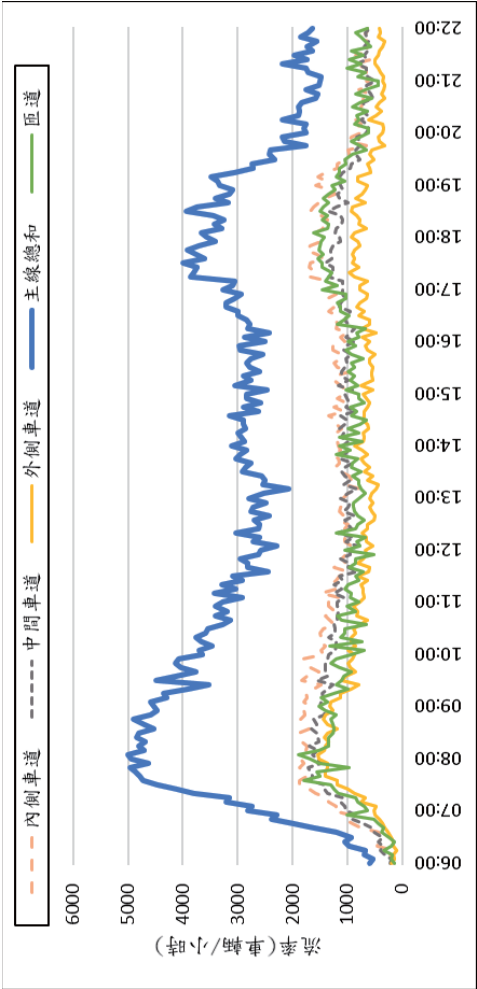
圖 B-3 國道 3 號北上新店交流道-主線與進口匝道流率及速率分析



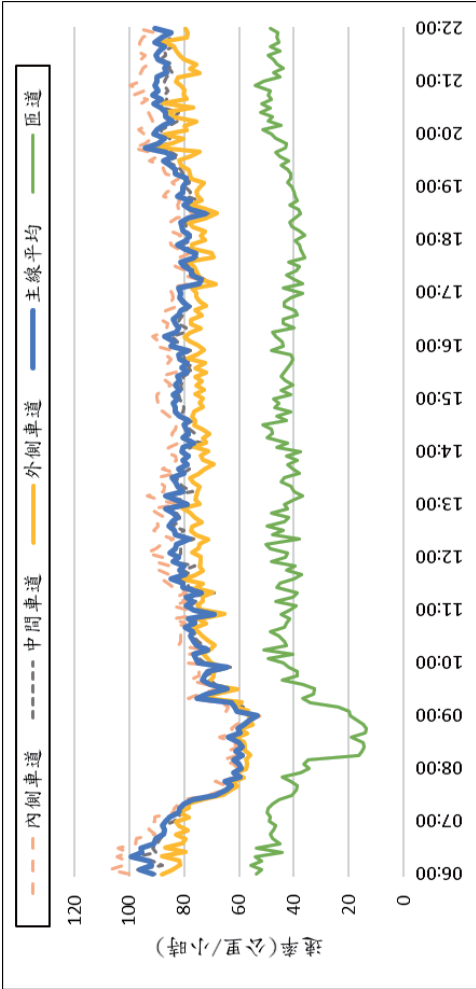
(b)主線外側車道之速率-流率圖



(d)匝道之速率-流率圖

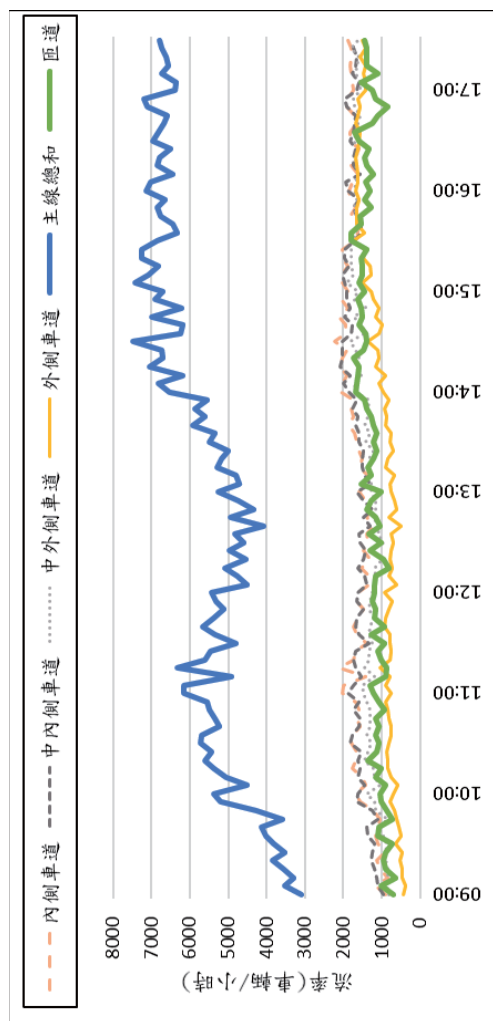


(a)流率-時間圖

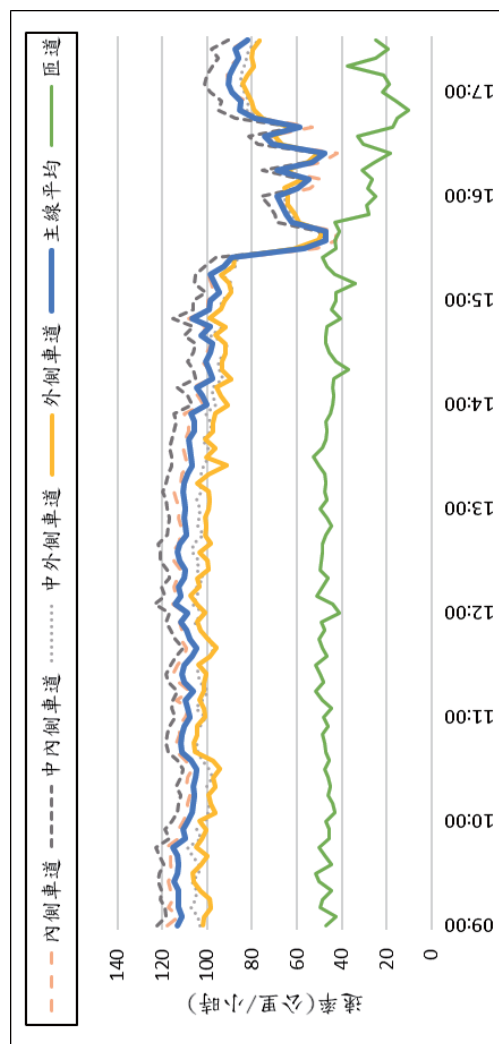


(c)速率-時間圖

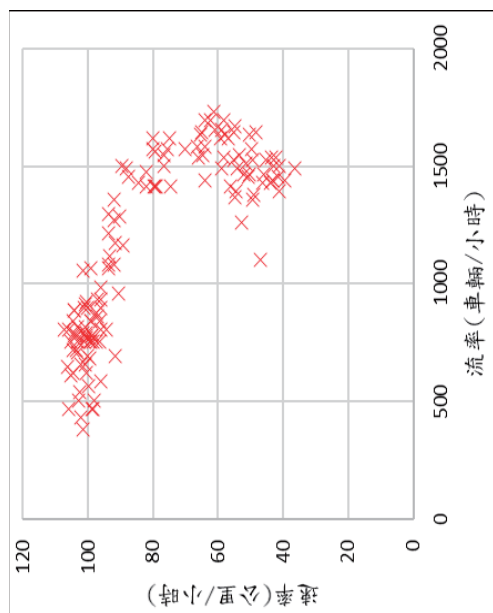
圖 B-4 國道3 號北上木柵交流道-主線與進口匝道流率及速率分析



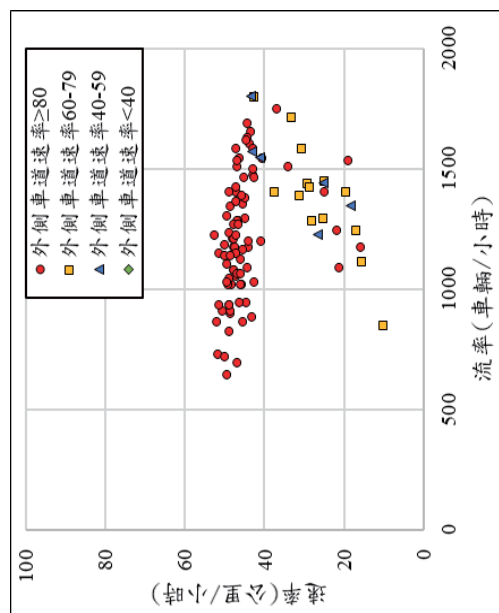
(a) 流率-時間圖



(c) 速率-時間圖

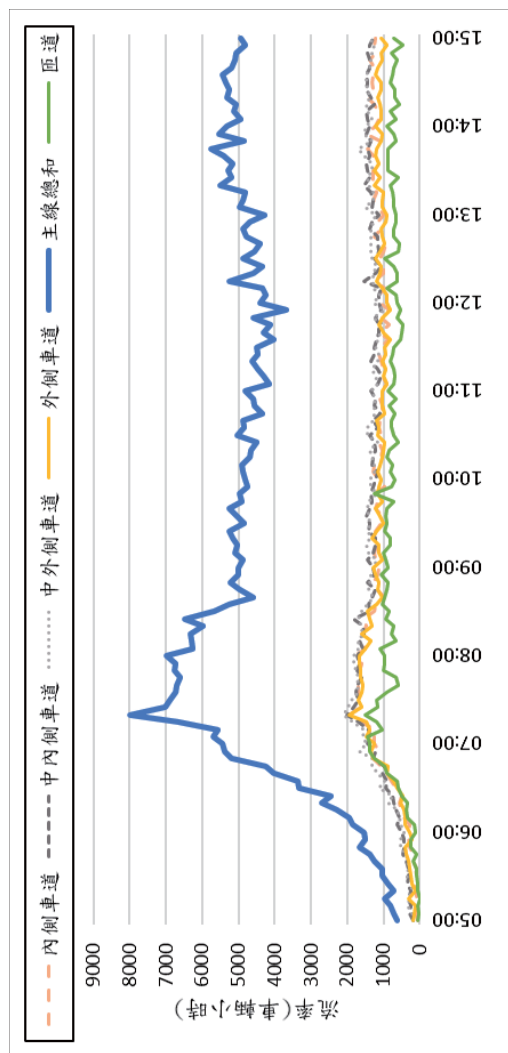


(b) 主線外側車道之速率-流率圖

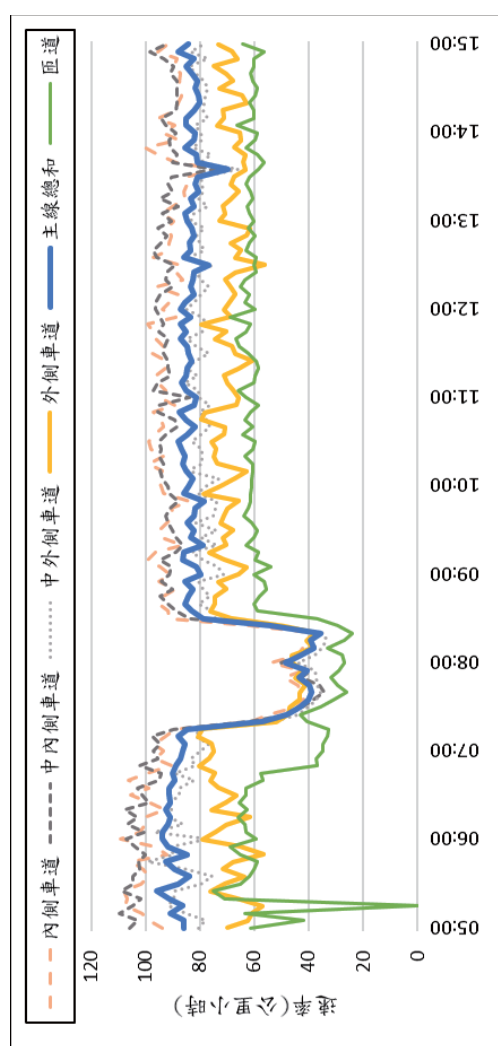


(d) 匝道之速率-流率圖

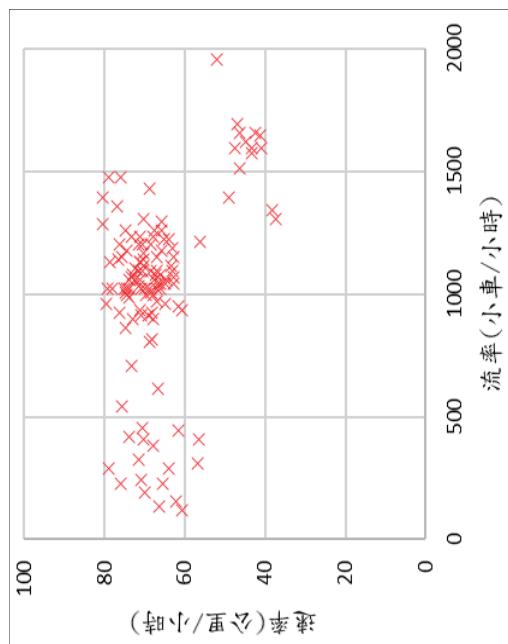
圖 B-5 國道 3 號北上三鶯交流道-主線與進口匝道流率及速率分析



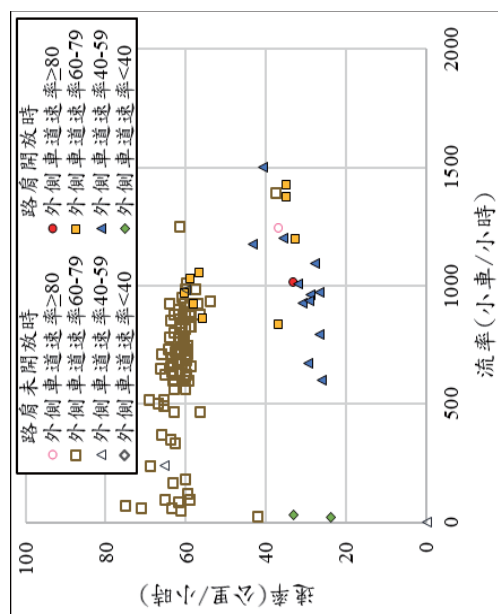
(a) 流率-時間圖



(c) 速率-時間圖

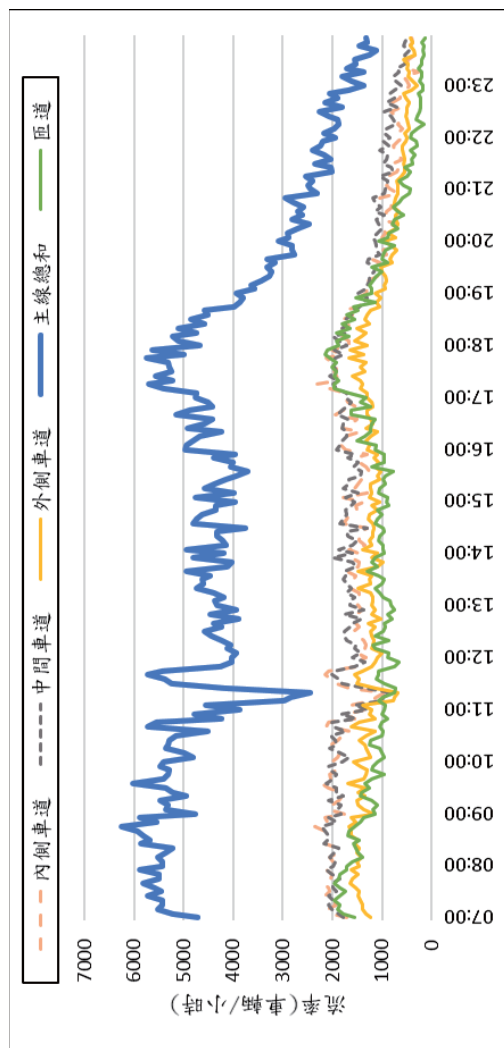


(b) 主線外側車道之速率-流率圖

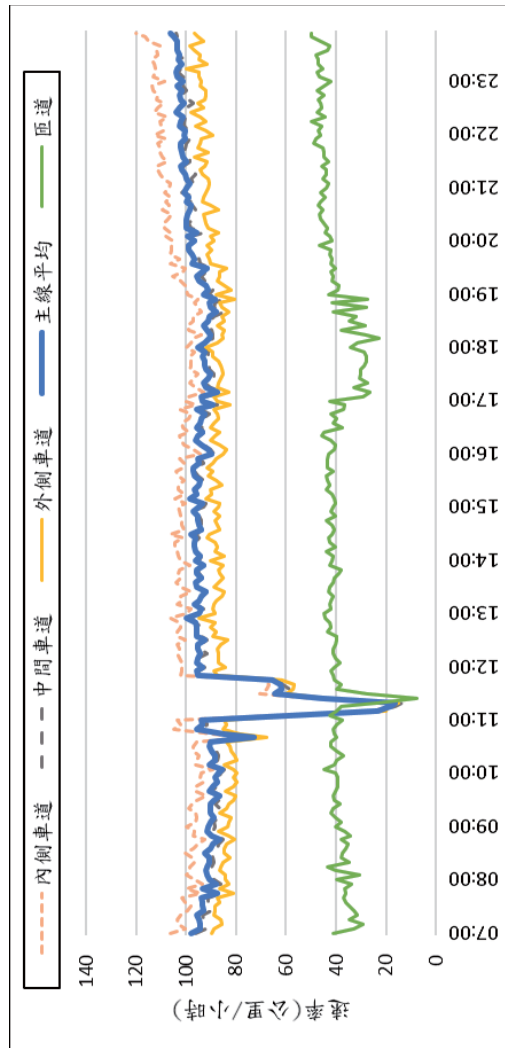


(d) 匝道之速率-流率圖

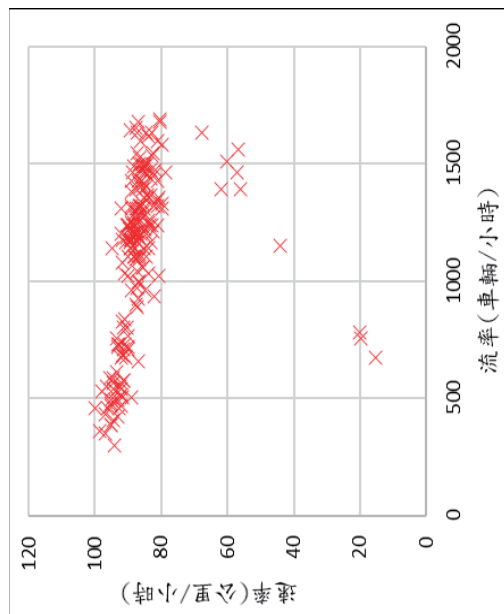
圖 B-6 國道 3 號北上樹林交流道-主線與進口匝道流率及速率分析



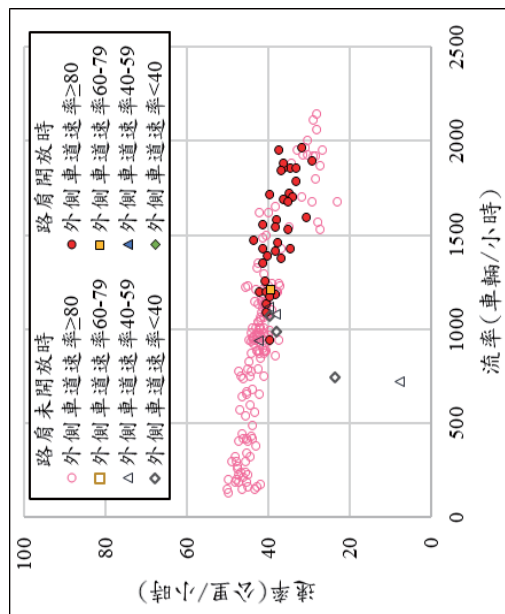
(a) 流率-時間圖



(c) 速率-時間圖

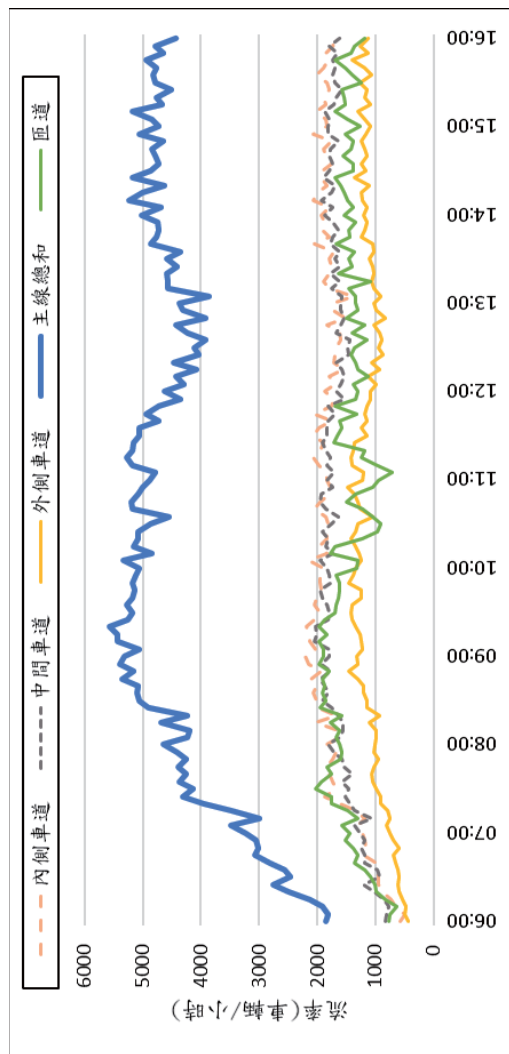


(b) 主線外側車道之速率-流率圖

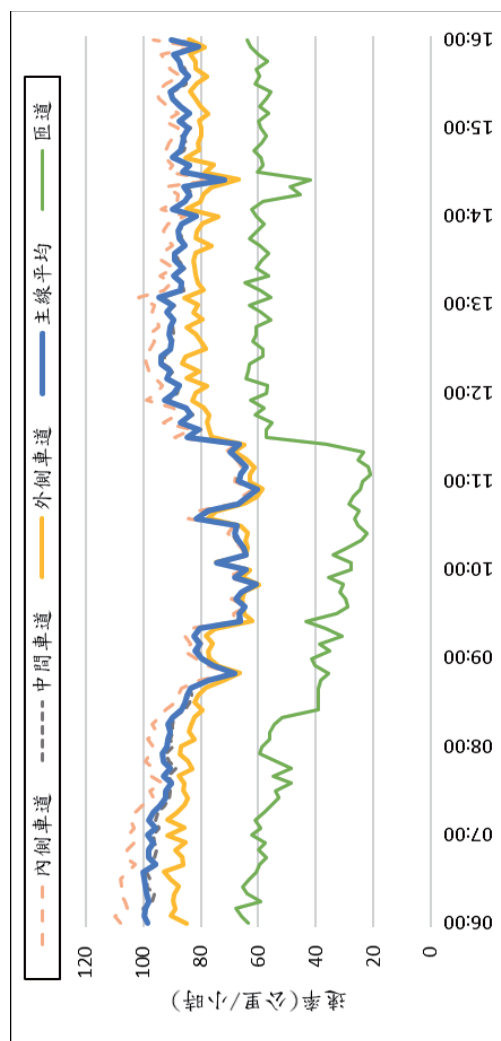


(d) 匝道之速率-流率圖

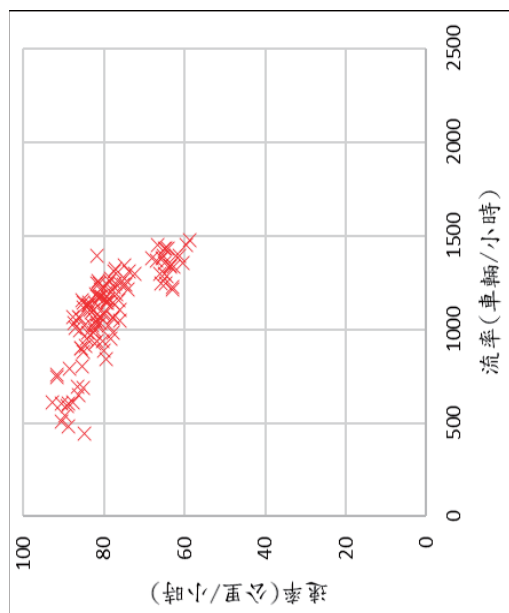
圖 B-7 國道 1 號南下湖口交流道-主線與進口匝道流率及速率分析



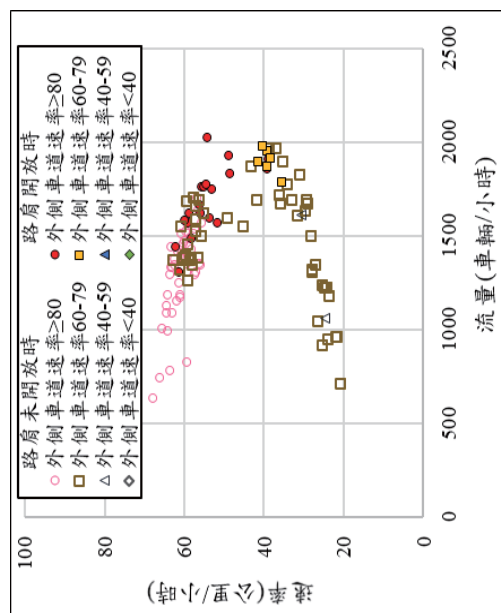
(a) 流率-時間圖



(c) 速率-時間圖

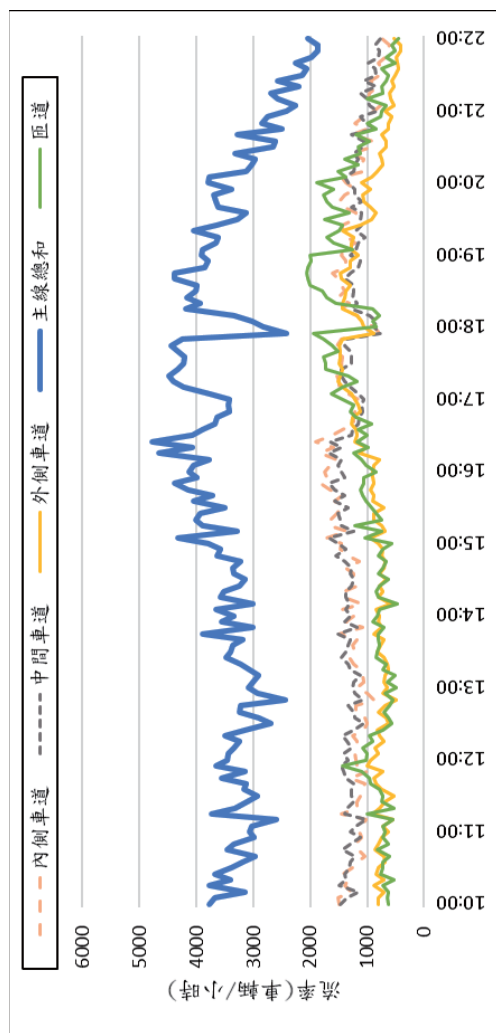


(b) 主線外側車道之速率-流率圖

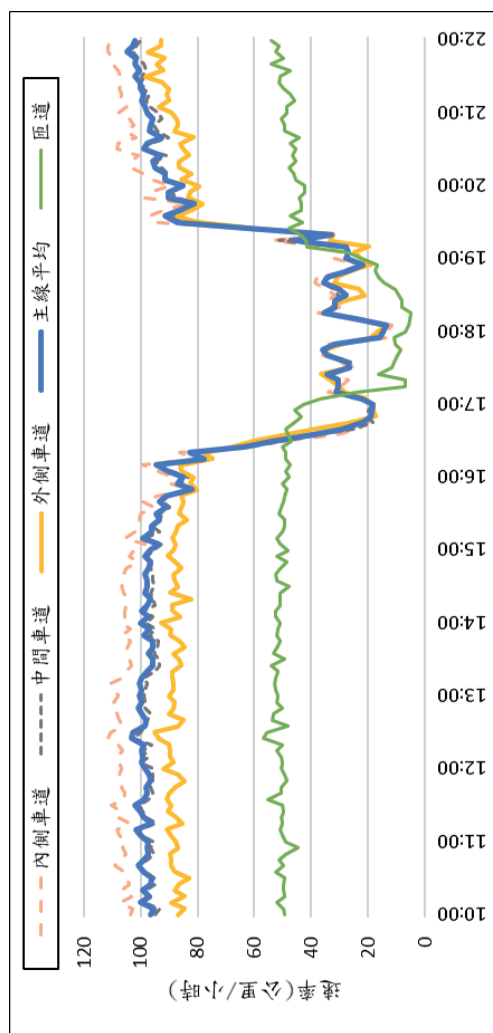


(d) 匝道之速率-流率圖

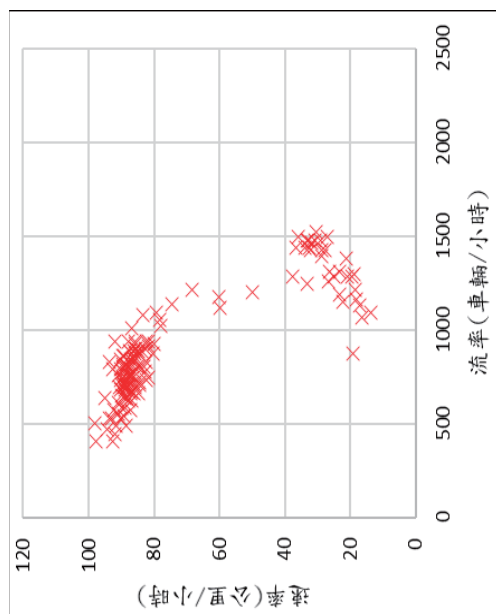
圖 B-8 國道 1 號北上大雅交流道-主線與進口匝道流量及速率分析



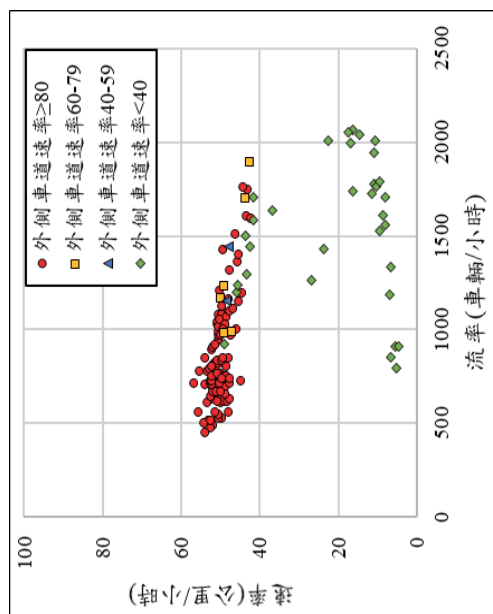
(a) 流率-時間圖



(c) 速率-時間圖

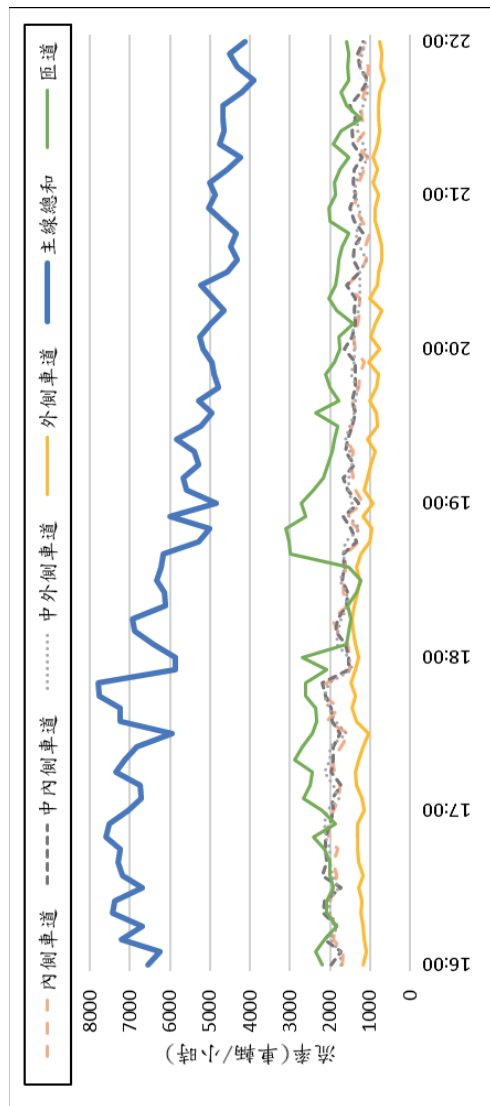


(b) 主線外側車道之速率-流率圖

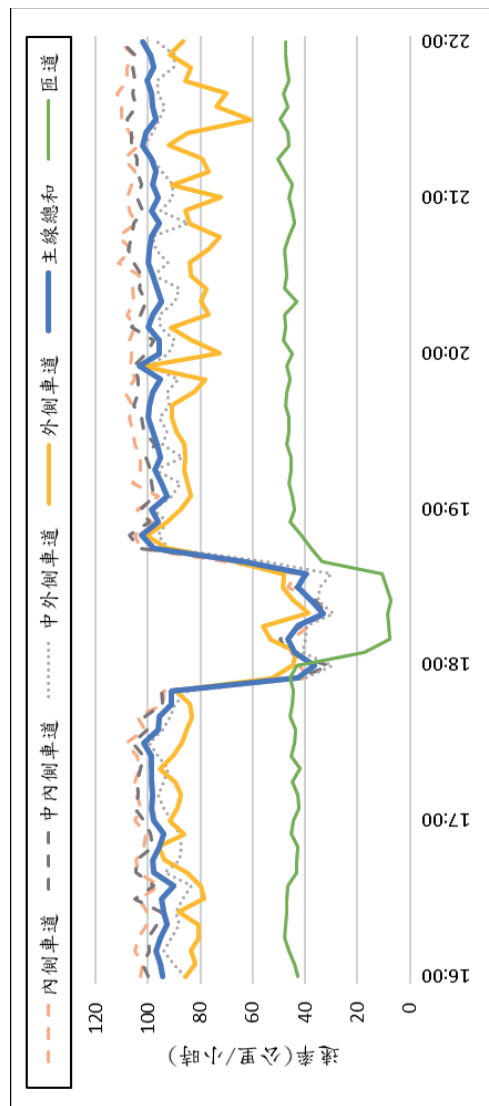


(d) 匝道之速率-流率圖

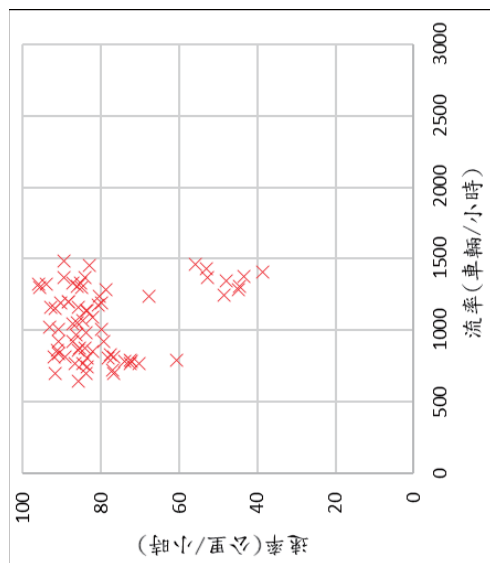
圖 B-9 國道 1 號北上新竹交流道 B-主線與進口匝道流率及速率分析



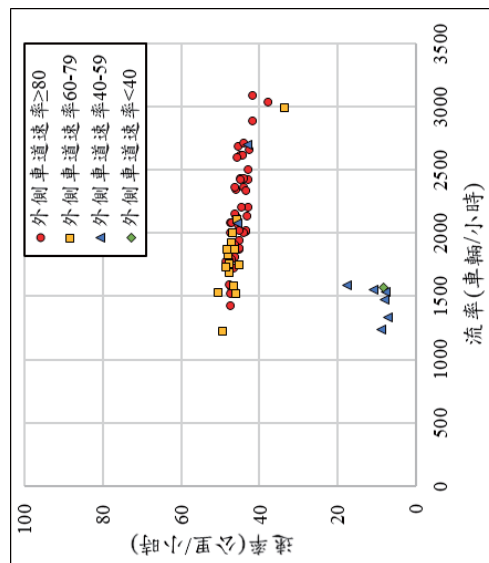
(a)流率-時間圖



(c)速率-時間圖

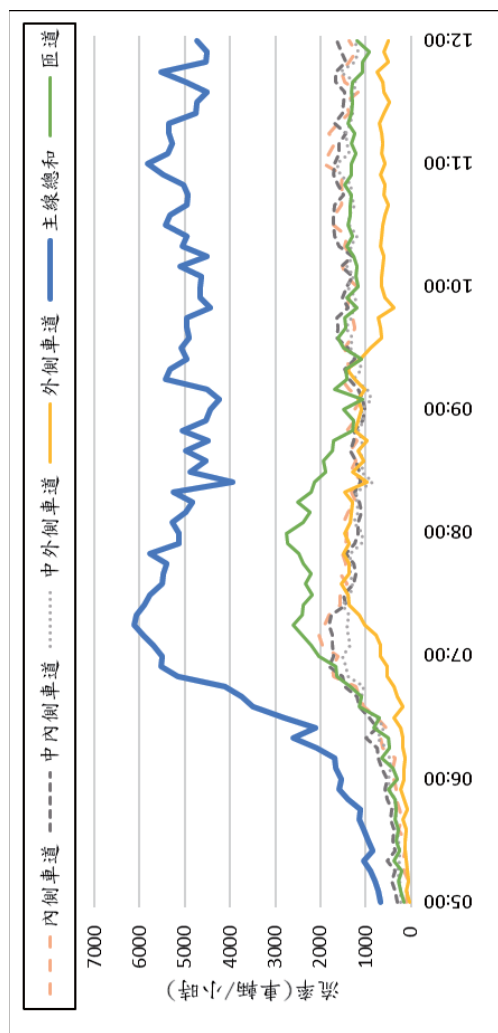


(b)主線外側車道之速率-流率圖

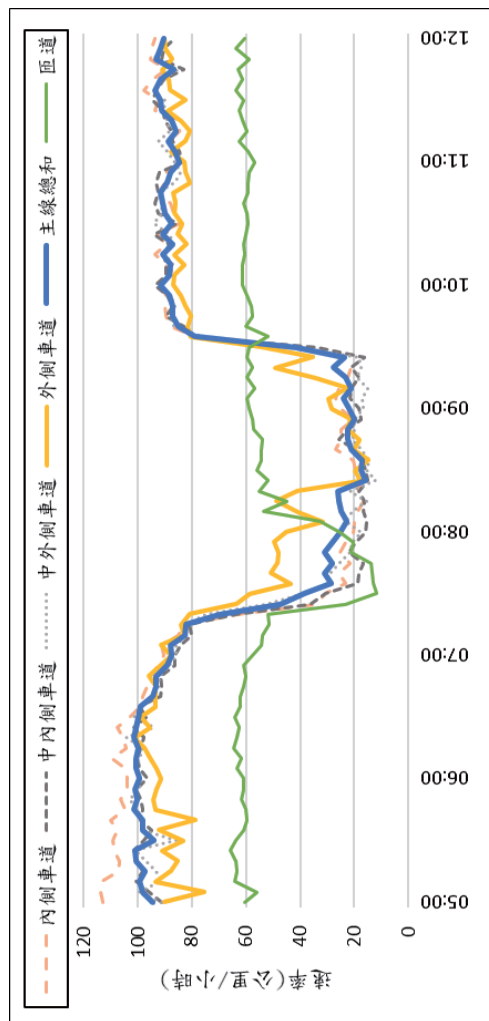


(d)匝道之速率-流率圖

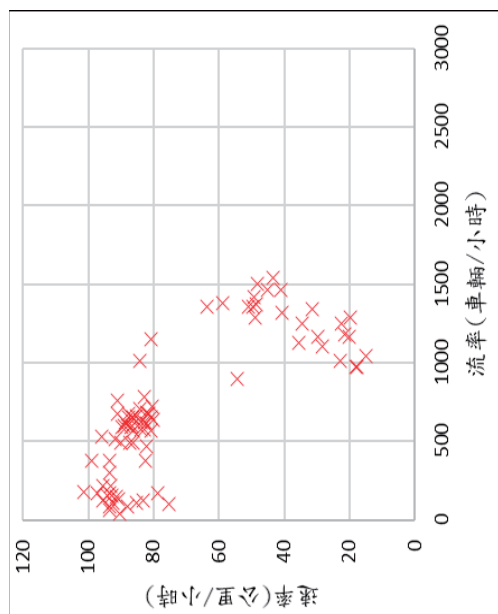
圖 B-10 國道 1 號北上林口交流道 A-主線與進口匝道流率及速率分析



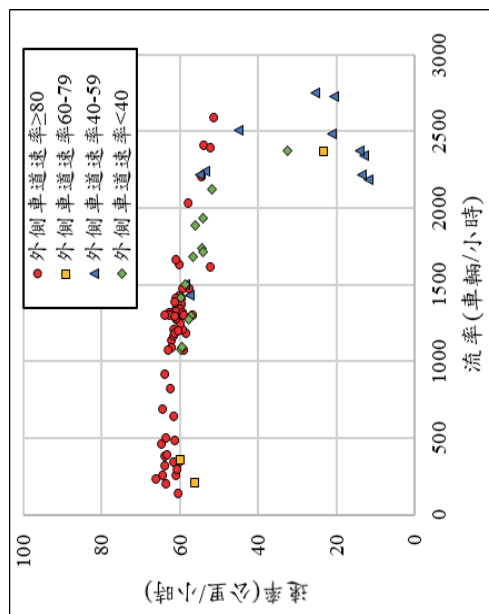
(a)流率-時間圖



(c)速率-時間圖

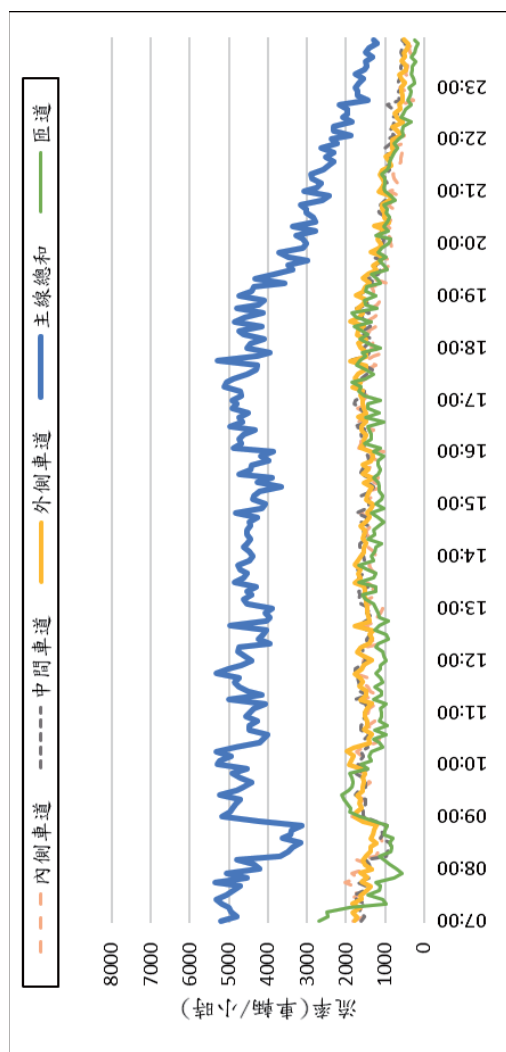


(b)主線外側車道之速率-流率圖

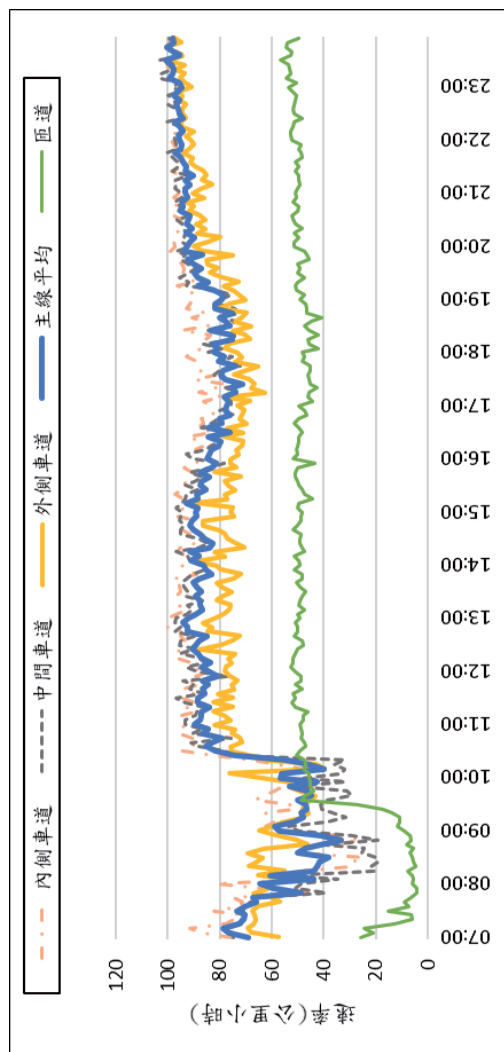


(d)匝道之速率-流率圖

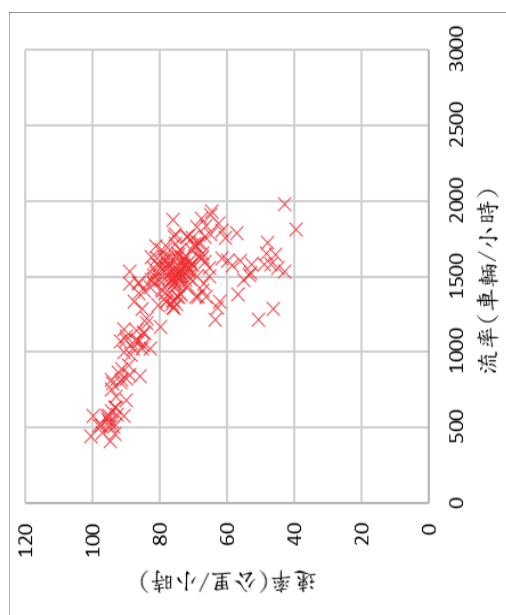
圖 B-11 國道 1 號北上三重交流道-主線與進口匝道流率及速率分析



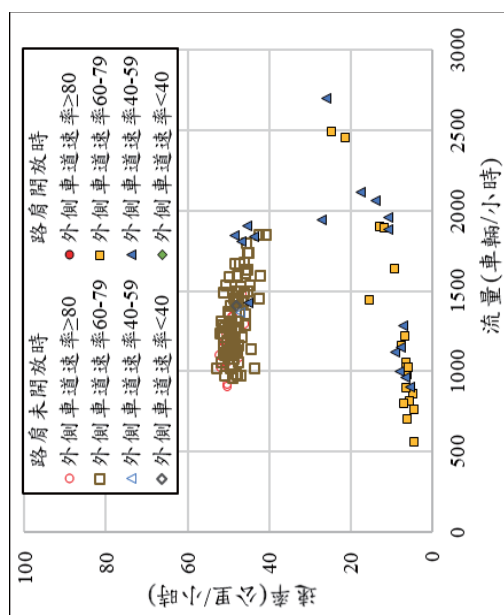
(a) 流率-時間圖



(c) 速率-時間圖



(b) 主線外側車道之速率-流率圖



(d) 匝道之速率-流率圖

圖 B-12 國道 1 號南下竹北交流道-主線與進口匝道流率及速率分析

附錄 C 應用單位研商會議

「MOTC-IOT-110-PDB011 高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究(3/3)- 快速公路分析及容量手冊研訂」 研商會議會議紀錄

一. 時間：110 年 10 月 20 日（星期三）上午 10 時

二. 地點：線上視訊會議

三. 主席：張舜淵 組長

紀錄：林佳欣

四. 出席專家學者與單位：（如會議出席名單）

五. 議程：

時 間	議 程	主持（講）人
09:40 ~ 10:00	報 到	-
10:00 ~ 10:05	主席致詞	本所 張舜淵組長
10:00 ~ 10:30	簡報內容 1. 高速公路進口匝道匯流區分析方法 2. 高速公路出口匝道分流區分析方法 3. 匝道容量在規劃設計與運行分析之方法	國立陽明交通大學 黃家耀副教授
10:30 ~ 12:00	綜合討論	本所 張舜淵組長 國立陽明交通大學 黃家耀副教授 國立陽明交通大學 林貴璽老師 各界單位

本研商會議內容共分『階段研究成果展示與說明』與『意見交流與建議』兩部份，分別紀要如下：

（一）階段研究成果展示與說明

1. 主題一：高速公路進口匝道匯流區之分析方法

說明高速公路進口匝道匯流區之分析方法發展歷程、分析程序、分析範例與展示範例之說明影片。

2. 主題二：高速公路出口匝道分流區之分析方法

說明高速公路出口匝道分流區之分析方法發展歷程、分析程序、分析範例與展示範例之說明影片。

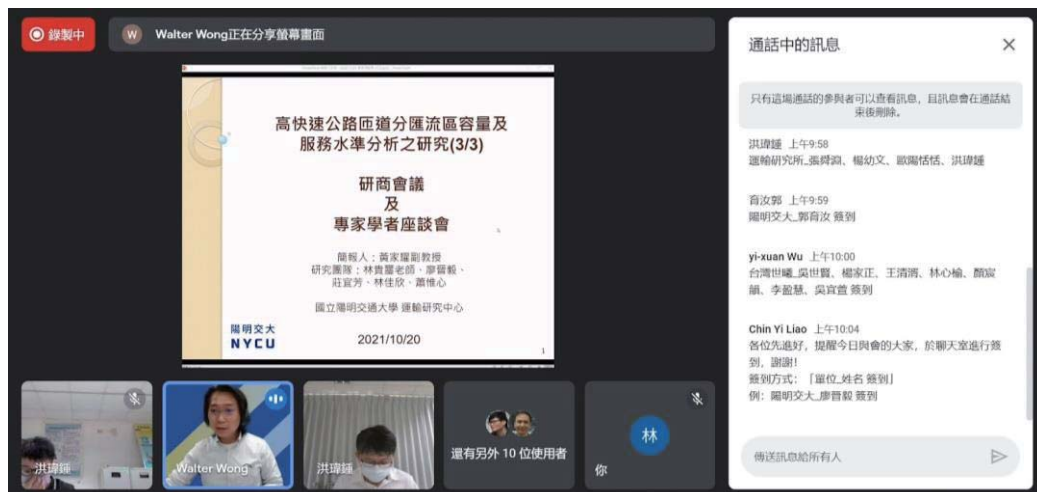
3. 主題三：匝道容量在規劃設計與運行分析之方法

討論匝道之容量分析，以及應用於規劃設計階段與運行分析階段，決定匝道車道數與匝道長度之應用情境說明，並以新建進口匝道之範例進行情境分析。

(二) 意見交流與建議

邀請與會人員提出相關問題與看法，收納重要回饋與建議，作為本計畫後續研究方向之依循與參考。

六. 研商會議照片（線上簡報）



七. 研商會議出席名單

出席單位	出席人員及職稱
鼎漢國際工程顧問股份有限公司	楊皓翔 助理工程師
交通部公路總局	林宥辰 幫工程司
台灣世曦工程顧問公司	吳世賢、楊家正、王清湑、林心榆、顏宸韻、李盈慧、吳宜萱
運輸研究所	張舜淵 組長 楊幼文 副組長 歐陽恬恬 研究員 洪瑋鍾 研究員
國立陽明交通大學	黃家耀 計畫主持人 林貴璽 協同主持人 廖晉毅 研究助理 林佳欣 研究生 莊宜芳 研究生 蕭惟心 研究生 郭育汝 學生 陳緯 學生 江品翰 學生

附錄 D 專家學者座談會

「MOTC-IOT-110-PDB011 高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究(3/3)－快速公路分析及容量手冊研訂」 專家學者座談會會議紀錄

一. 時間：110 年 10 月 20 日（星期三）下午 2 時

二. 地點：線上視訊會議

三. 主席：張舜淵組長、黃家耀副教授 紀錄：洪瑋鍾、林佳欣

四. 出席專家學者與單位：(如會議出席名單)

五. 專家學者意見

(一)國立成功大學交通管理科學系 魏健宏 教授

1. 認同團隊所提出的分析流程，透過完整的分析能掌握到服務水準較差的路段，俾利管理單位做改善方案的研擬。
2. 簡報 P.22 匯流區的服務水準表格中，可以看出匯流區外側兩車道與匯流區主線斷面區段的服務水準較差（D 級）；P.29 分流區的服務水準表格，可以看出內側車道的服務水準較差（E 級），由以上結果是否可得出匯流區在外側兩車道與主線斷面，以及分流區在內側車道，兩處是比較容易發生壅塞的位置？
3. 簡報 P.39，範例第二行的壅塞密度為靜態密度或是動態密度？車流密度應是動態的，此處之壅塞密度恐太高，即計算上實際的分母較小，回堵長度會增加，故現有範例之分析結果可能會過度樂觀。

(二)交通部道安會 吳木富 執行秘書

1. 感謝研究團隊針對匝道容量進行分析，P.32 匝道容量部分有說明過往匝道 1 車道 1,900 小車/小時的容量值，是基於「加速車道夠長」的狀況，然而目前部頒之公路路線設計

規範對於匝道加減速車道長度，有一定的規範，因此有關後續容量值的分析，建議與部頒規範加以連結。

2. 高速公路於民國 87 年才全線開始實施匝道儀控，因此，國道 1 號之設計未考慮匝道儀控。在匝道儀控實施後，高公局對加速車道的長度是否足夠曾進行檢討，並就長度不足的部分均已調整完畢，請團隊確認會議中所提「加速車道長度足夠」是否仍有此情形。
3. 簡報 P.37 運行分析階段之匝道容量與儀控率有關，此部分高公局交管組的儀控率設定有不同之通過率，而儀控率的分級應與匝道容量值相互配合，爰建議高公局可再依匝道容量值適時檢討儀控率。
4. 簡報 P.35 高科、大灣可能因為主線流量過高，導致匝道車輛無法匯入，因此，調查所得之最大通過量相對較低，而其他地點觀察所得容量值為 1,800 小車/小時，故 1 車道以 1,800 小車/小時做為容量應無太大爭議。2 車道林口 A 為下坡路段，且加速車道很長（直接當做最外側車道使用）；三重交流道因臨近臺北交流道，下游路段交織可能較為嚴重，故 2 地點之幾何狀況不太相同。
5. 過去舊版 THCM，匝道有設定服務水準，未來新版公路容量手冊是否改採其他方式評估？後續就增設匝道時，實務單位應如何辦理規劃作業，建議可補充說明。
6. 當匝道之最大流率接近或等於容量值時，是否可定義加速車道在此狀況下為「加速車道長度夠理想」之狀況？以新建進口匝道範例中的加速車道長度為 300 公尺為例，建議針對此範例的加速車道長度進行加以說明（如：長度是否足夠）。
7. 匝道 2 車道之容量值不等於匝道 1 車道容量值的兩倍，國外是否有類似的案例可供參考？
8. 出口匝道在論述時引用到號誌化路口，建議於出口匝道上

分析內容補充說明。

(三)交通部公路總局 李忠璋 副總工程司

1. 簡報 P.35，對於 1 車道與 2 車道的進口匝道，有針對不同交流道做最大流率之統計，最終採用中位數 1,800 小車/小時做為 1 車道容量值，但從數字上來看，高科與大灣的中位數為 1,500 小車/小時，差別較大，建議補充說明。
2. 簡報 P.37 提及匝道 1 車道容量值為 1,800 小車/小時，2 車道為 3,000 小車/小時，可以推測在 2 車道併入過程中，擬併入的車道會影響另 1 車道之運行，故其平均容量（1,500 小車/小時/車道）會比 1 車道為低。團隊是否能探討匝道 2 車道中各車道之流量分布情形？
3. 簡報 P. 38 若需求流率大於 3,000 小車/小時，匝道車流會影響平面道路，建議在匝道上設立儲車空間，是否表示匝道長度或加減速車道長度需要去做增減調整？
4. 簡報 P.41 與 P.42 範例的部分有針對情境做說明，情境二的部分上游在 3 車道之斷面總流率為 3,500 輛/小時，此處是否假設各車道流率一致？

(四)易緯工程顧問公司 高錫鈺 董事長

1. 匝道 1 車道部分，高科、大灣兩地點都在南部，新店、木柵與三鶯三地點都在北部，是否代表南部的主線在日常狀況下都達飽和？因調查日期 5 月 13-24 日，不管最大值或是中位數都跟北部有很大差別，是否與各地區駕駛習慣有關，未來可更深入探討。對於匝道容量 1 車道為 1,800 小車/小時，2 車道為 3,000 小車/小時，則尊重團隊研究結果。
2. 有關匝道匯入主線部份，目前快速道路台 74 匯入國道 3 號於霧峰交流道有明顯之重現性壅塞狀況，新的快速道路匯入國道是否亦有相同影響，對其應設定為匝道 1 車道或匝

道 2 車道是否有相關之評估依據？

(五)亞聯工程顧問公司 楊金華 總經理

1. 本次匝道分匯流區研究融合了美國的分析程序，並修正成臺灣的模式，分析上較有依據可循。
2. 進出口匝道分析程序上，建議團隊建構試算表或是程式，讓使用者容易使用。
3. 匝道分成 1 車道與 2 車道容量，但車道各自使用的參係數可能不太相同，未來是否可將參數與變數羅列，做為顧問公司參採依據？
4. 匝道容量分成規劃設計、運行分析兩階段，目前 1 車道以 1,800 小車/小時做為容量值，然而以新店交流道為例，實際上流率已超過 1,900 小車/小時，等於在匝道設計上 1 車道要增加為 2 車道，是否會產生實務上困擾？

(六)台灣世曦工程顧問公司 陳昭堯 經理（書面意見）

1. 以往校估參數所需的本土調查資料太少，經由交大團隊的努力，已逐步建立調查資料庫，對於本土化參數的訂定有很大的幫助。
2. 研究團隊就匝道容量評估除了將匝道車道數納入考量之外，也提出了匝道長度的概念，對於匝道容量的評估考慮得更為細緻、周延，也逐步與路工工程師的設計觀念貼近。
3. 非獨立進出口匝道(易受鄰近匝道車流影響)，車流匯入分出變化較複雜，常有交織情況產生，可以考慮用微觀車流模擬模式來處理及分析(高速公路增設及改善交流道設置原則中即有提到，高速公路交織區段的分析可以使用手冊第七章高速公路交織區段或微觀車流模擬進行檢核，視申請單位的基本資料及操作軟體而定，不特別加以規範限制)。
4. 簡報 P.17 進口匝道主線 3 車道 P_{FM} (6、7、8、9 四種 TYPE)

的估算式各有 2 個，建議加註適用情境(獨立或非獨立匝道)。

5. 簡報 P.22、P.29 幾何示意圖建議可以實際車道配置繪製，更容易理解；匝道路段服務水準建議也能一起呈現(當然這牽涉到要訂定匝道路段的評估準則)。
6. 出口匝道分流區幾個範例的評估結果很有趣，大多呈現內側車道的服務水準比較不理想，外側 1+2 車道服務水準較佳，似乎與一般直觀上的感受有差異，建議可再確認。
7. 建議可以增加匝環道路段的容量值。
8. 依據所推導的公式，加速車道長度對於匯流區外側 1+2 車道流率影響極輕微；減速車道長度甚至沒有影響，是否合理？

(七)交通部高速公路局

1. 目前公路容量手冊多朝向 v/c 與速率進行服務水準評估，進出口匝道匯流區之分析僅利用 v/c 進行服務水準評估原因為何？有否考慮使用雙指標？
2. 簡報 P.17 進口匝道匯流區流率比例 P_{FM} 估算式表中編號 6～編號 8 於 3 車道有不同之估算式，請問是否有建議標準？
3. 簡報 P.37 說明匝道 1 車道容量為 1,800 小車/小時，2 車道容量為 3,000 小車/小時，本次容量值往下修正確實較符實需。建議再區分環道及半直接式匝道的容量。直接式匝道、半直接式匝道、環道三者的設計速率可能都是 60kph，但實務上駕駛者的行駛速率及跟車行為都不相同，不同的行駛速率及跟車行為會影響流率(或容量)，因此這部分建議可以再著墨。
4. 簡報 P.41 及 P.42 的例題較不符合實務需求，新設交流道匝道的容量檢討目的在於探討車道需求，建議可改以車道需求分析做為案例討論。

5. 簡報 P.41 及 P.42 加速車道長度與國道主線及匝道設計速率有關，若加速長度非 300 公尺時，如何因應？
6. 本計畫針對進口匝道之匝道容量提出建議值，而出口匝道之匝道容量建議值為何？是否與進口匝道相同，建議補充說明？
7. 高速公路因部分路段尖峰車流龐大而有開放路肩之交管措施，但開放路肩之容量估算與對匝道之衝擊仍無研究方法與分析標準，是否有建議之容量值或相關的研究以供參考。
8. 因分析資料數據的增加與方法的精進，使得公路容量研究更能貼近臺灣本土車流實際狀況，但也因分析方法越加複雜，是否同時有進行 THCM 分析軟體同步更新的計畫，以利使用者便於分析與減少計算錯誤的機會。

(八)交通部公路總局（書面意見）

1. 簡報 P.37，匝道匯入主線容量建議值係由高速公路之調查資料獲得，考量快速公路系統加速車道較短，入口匝道型態多為直接式，儲車空間較短，是否會造成入口匝道容量較低？
2. 簡報 P.38，若將入口匝道之加速車道延長，或將入口加速車道後方之路肩改為輔助車道，是否有助於增加入口匝道需求流率？

六. 主席結論：

感謝各位學者專家及各單位的參與，並針對本次座談會討論的 2 項議題提供寶貴的實務經驗與具體建議，本所將與研究團隊進一步研商報告書及手冊內容。

專家學者座談會出席名單

出席單位	出席人員
國立成功大學魏教授健宏	魏健宏
中華大學羅教授仕京	請假
交通部吳參事木富	吳木富
交通部高速公路局蔡科長明哲	請假
交通部公路總局李副總工程司忠璋	李忠璋
易緯工程顧問股份有限公司高董事長錫鉦	高錫鉦
亞聯工程顧問股份有限公司楊總經理金華	楊金華
台灣世曦工程顧問股份有限公司陳經理昭堯	請假
高速公路局	游衣芸
公路總局	林宥辰
運輸研究所	張舜淵 楊幼文 歐陽恬恬 洪瑋鍾
國立陽明交通大學	黃家耀 林貴璽 廖晉毅 林佳欣 莊宜芳 蕭惟心

附錄 E 期中審查會議意見與回覆表

項次	與會人員審查意見	合作單位 處理情形或說明	承辦單位 審查意見
曾委員平毅			
1.	本案研究工作量甚大，本次為三年期研究工作的第三年期中報告，經檢視成果顯示，研究團隊能依限完成預計辦理之事項，值得肯定。	感謝委員不吝肯定與鼓勵，團隊已積極完成本專案預定工作目標。	同意
2.	根據需求說明書，「修訂臺灣公路容量手冊第五章及第六章(含匝道路段現況評估與規劃設計考量因素)」為本年度的工作項目之一，爰建議可在期末報告中呈現公路容量手冊之修改內容初稿。	已將公路容量手冊之修改內容初稿納入期末報告中。	同意
3.	考量臺 61 線新竹市及苗栗縣境路段為平面，且有號誌化路口，與高速公路性質差異較大，爰建議不納入本計畫分析當中。	感謝委員建議，遵照辦理。	同意
4.	本計畫係以與高速公路性質較為相近之高架路段且有上下匝道者(即使大部分是鑽石型匝道)，來分析快速公路之車流特性。另外，目前分析的資料主線最高速限多為 90 公里/小時，若有機會分析主線最高速限為 80 及 100 公里/小時之路段，其成果應用可能較為廣泛。	以現有蒐集到的資料目前僅有速限為 90 公里/小時之地點可進行車流特性分析，其餘速限地點因資料不合分析標準，故無法進行分析。	同意
5.	目前對於快速公路的分析著重於匝道分流區與匯流區，至於對主線(基本路段)的車流特性，是否會在後續研究中納入分析，建議可加以思考。	基本路段因各匝道距離接近，且快速公路偵測器佈設較不密集，故可分析之地點數不多。今年快速公路探討之對象為分匯流區之分析，基本路段建議納入後續研究進行分析。	同意
6.	期中報告對於範例的說明，除了提供兩個結構化、程序化的簡報檔外，亦錄製有解說影片檔，相當用心。由於目前的範例呈現較為平鋪直敘，未來若能在每個範例前區分為「背景說明」、「分析議題」及「分析程序」，將	遵照辦理，已補充背景說明、議題、分析程序，後續若實務單位可以協助提供相關情境設定，團隊可以針對其提供範例以供實務單位參考。	同意

項次	與會人員審查意見	合作單位 處理情形或說明	承辦單位 審查意見
	可提高易讀性；倘若分析過程也有不同的「情境議題」，則可能較符合交通工程師或分析者之需要。		
7.	表 4.3-1 及表 4.3-2 分別是匝道設施規劃階段之容量建議值及運作階段之最大通過流率，如此訂定方式是否合宜及符合實際，建議可與高公局共同研商。	第四章針對匝道容量之敘述為依據現有資料分析討論，為符合實際，本案已邀請有關單位進行討論，並據以修正。	同意
羅委員仕京			
1.	P.37，應說明 DN1、DN2 與 UP1、UP2 中，1、2 的編號規則。	感謝委員建議，已重新調整有關資料檢核 VD 示意圖的相對位置。	同意
2.	P.49-51、53-55 的圖用黑白印刷無法分辨內容，請與承辦單位討論如何呈現。電子檔如為彩色應可清楚呈現，如日後為單色印刷，建議一個圖只呈現一組資料較清楚。	感謝委員建議，已進行圖標修正。	同意
3.	P.60-61，分匯流區之平均自由速率的彙整與歸納中，在速限 90 及 100 公里/小時部分，自由車流速率之推估尚屬合理。但在速限 80 公里/小時，分流區與匯流區內側車道的平均自由速率差異很大，取速限加 10 公里/小時是否合理？	針對該地點檢查後，發現七堵二匯流區之坡度有往下降的趨勢。現已修正表 3.3-5 匯流區之分析地點為平坦地點（台 62 東向八里匯流區），並發現分匯流區之自由車流速率差異不大。	同意
4.	P.72 提及最大流率可能受線型、坡度等影響，能否使用折減因子進行最大流率調整？另入口匝道受儀控率影響，出口匝道則會受平面道路號誌影響，建議補充說明應如何呈現於公路容量中。P.74 匝道速限 50-60 公里/小時之容量與主線速限 90 公里/小時的容量相同是否合適？	(1)現場調查較難歸納出一套迴歸模式確認不同幾何因素對容量的影響，目前高速公路基本路段為透過模擬分析不同幾何因素之容量值。 (2)感謝委員建議，此部分將補充說明。 (3)團隊針對匝道容量之分析為參照主線速率高時，匝道車輛能夠自由進入主線之最大流率值。本計畫經偵測器資料確實有發現匝道速限 50-60 公里/小時之單車道最大流率為 1,900 小車/小時，此部分之最	同意

項次	與會人員審查意見	合作單位 處理情形或說明	承辦單位 審查意見
		大流率與主線容量值剛好一致。	
5.	大型重型機車對於快速公路容量之影響，建議補充說明。	本計畫分析路段中有部分里程開放重機行駛，分析上有大型重型機車時為小型車進行分析。	同意
6.	文字或排版勘誤		
	(1)P.16，表 2.3-2 混和比，應為混合比。對應的目錄也須修改。	感謝委員提醒，已修正文字。	同意
	(2)P.36，最後一行應該接續於前一段落後方。	感謝委員提醒，已修正排版。	同意
	(3)P.40 的段落應接續 P.39。	感謝委員提醒，已修正排版。	同意
	(4)P.62，中間文字格式與段落分段有誤請修正。而且，“然而，由表 3.4-1...”這句話並不完整。	感謝委員提醒，此為排版問題，已進行修正。	同意
	(5)P.65，第 2 行出現”錯誤！找不到參照來源”。	感謝委員提醒，已修正為「表 3.5-1」。	同意
	(6)P.66，中間有編號(三)、(四)，是否應刪除(三)、(四)？	感謝委員提醒，已將編號刪除。	同意
	(7)P.118，中間：三、...規劃階段如...應接續下一行。表 6.2-9 字型有誤。	感謝委員提醒，已修正該段落之格式。	同意
魏委員健宏			
1.	第五章與第六章之分析範例影片，建議可提供不同版本，包含快速說明之精簡版及詳盡解說之完整版。	感謝委員建議，有關影片之呈現方式已改為透過時間軸方式，呈現各步驟之運算過程。	同意
2.	容量分析之調查資料，目前係以平日資料為主要依據，惟我國假日所占比例日漸增高，未來是否也能提供假日的容量參考值？	平日上午、平日下午與假日之容量值確實不同，目前容量手冊訂定之容量為一定值，故團隊以平日容量值為基準。因假日的最大值比平日低，且變異大，資料不足，故暫時無法做出結論，而此部分並非本計畫之研究範疇。	同意
3.	簡報 P.26 於分流區速率與流率資料部分，有針對全車道、內側車道、外側車道討論，但簡報 P.23 於匯流區部分卻未進行區分，是否能夠加入探討，使研究成果具一致性。	感謝委員建議，報告書 P.49 圖 3.3-1 已有內、外車道的速率-流率圖。	同意
4.	平均自由速率部分，團隊建議使用內	快速公路之進出口匝道距離在 3~4	同意

項次	與會人員審查意見	合作單位 處理情形或說明	承辦單位 審查意見
	車道之值，從目前台 66 線及台 88 線之數據顯示內、外側車道之速差約為 10 公里/小時，是否能以統計方法檢定兩者差異性。	公里內，進口匝道進入匯流區外側車道之車輛尚在加速階段，而分流區之外側車道因為車輛會進入減速車道而降低速度，由此現象可推斷分匯流區之外側車道會受其他因素影響，故自由車流速率較以內側車道為依據。	
5.	第四章結論第 2 點提及在規劃階段之匝道 2 車道之容量值為 3,800 小車/小時，但運作階段為 2,750 小車/小時，此數字差距較大，是否有更恰當之論述，或可針對這項課題再進行補充調查？	本計畫訂定運作階段匝道 2 車道之容量值為 2,750 小車/小時，此值為判斷車輛是否會回堵至匝道上游平面道路之基準，若加速車道長度夠長，此值可能會提升到 3,800 小車/小時之理論值，現今國內之匝道並無觀察到 3,800 小車/小時之最大流率。此議題已於工作會議釐清匝道容量分析，匝道 1 車道為 1,800 小車/小時，匝道 2 車道為 3,000 小車/小時，並已修改報告書之說明。	同意
吳委員木富			
1.	匝道 2 車道的容量值可能有高估情形(3,800 小車/小時)，但目前運作階段的建議值為 2,750 小車/小時，比規劃階段值為低。這兩個容量值無法同時存在，建議運計組與執行單位後續與高公局的規劃及管理單位討論適宜方案。	感謝委員意見，此議題已於工作會議釐清匝道容量分析，匝道 1 車道為 1,800 小車/小時，匝道 2 車道為 3,000 小車/小時，並已修改報告書之說明。	同意
2.	快速公路基本容量，目前若以各日最大流率之最大值作為基準，比高速公路多出 50 小車/小時。審查簡報又呈現以中位數或平均值作為容量值，就建議的容量值採計方式，可再予以評估。	後續將詳細探討以平均值或中位數做為容量值之適當性。	同意
3.	P.6、P.31 研究快速道路係以速限 80kph 以上之高架路段為範圍，為能讓外界充分了解篩選理由，建議先說明是基於哪些分析後所做出之範圍界定。	感謝委員意見，已於報告書 3.1 節內詳細說明。	同意

項次	與會人員審查意見	合作單位 處理情形或說明	承辦單位 審查意見
4.	P.37 最末段所述誤差 5%、10%是否為正負誤差？	感謝委員提醒，已於 P.37 末段將文字修正為「差異在正負 5%範圍內」及「差異在正負 5%之內但少部分天數差異在正負 10%內」	同意
5.	第三章壅塞分析係採用 2019 年資料，而 P.56 連續假期的部分則採 2020 年資料，原因為何，建議補充說明。	在平日之車流特性資料蒐集過程中，因顧及 2020 年恐受疫情影響，故平日採用 2019 年資料。而連假部分因 2019 年無發現值得分析之假期，故轉為確認 2020 年連續假期之資料。本部份已於 P.56 補充說明原因。	同意
6.	P.60 台 78 快速公路有對總重 20 噸以上之大貨車速限為 90KPH，是否會對容量有所影響，建議併予考量。	由 VD 確認後，發現確實有大型車與聯結車行駛於外側車道，且有外側車道大貨車速限 90KPH 之規定。但後續分析之自由車流速率是以內側車道作為依據，故在分析上應不造成影響。	同意
7.	P.62 快速公路基本路段容量建議值較高速公路為高是否適當？一般而言快速公路的路肩較小，建議將此影響因素納入考慮。	高速公路基本路段之容量值為採用 60 分鐘之最大平均流率，本計畫於快速公路之分析為採用 15 分鐘之最大流率。針對快速公路之容量值，最終確認以數日 15 分鐘最大流率之平均值為基準。	同意
8.	P.66 表 4.1-2 建議表頭增加「2016 年」美國公路容量...	感謝委員意見，已補充文字。	同意
9.	P.68 第 4 行及 P.72 表 4.2-1 第 6 欄，所述之路肩開放是否係指上游主線路肩開放。	感謝委員意見，以補充為「下游」有無開放路肩。	同意
10.	P.74 表 4.3-1、4.3-2 表頭建議增加「進口」匝道。是否區分成運作階段及規劃設計階段有不同最大流率值與容量值，建議與團隊再與實務單位研商。	感謝委員意見，已補充文字。此議題已於工作會議釐清匝道容量分析，匝道 1 車道為 1,800 小車/小時，匝道 2 車道為 3,000 小車/小時，並已修改報告書之說明。	同意
11.	P.78、P.107 2.(3)... 間距均預設為 10,000 公尺以上，是否正確？	感謝委員提醒，目前已消除間距值之敘述，改為說明與上下游匝道有相當遠的距離。	同意
12.	P.78 最末段、P.79 圖 5.2-1，楔型線請	感謝委員意見，遵照辦理。	同意

項次	與會人員審查意見	合作單位 處理情形或說明	承辦單位 審查意見
	參考部頒標誌標線號誌設置規則第171條用語修正為進口槽化線。(第六章修正為出口槽化線)		
13.	P.81 最末行若...則無內車道，相關論述建議修正避免誤解。	感謝委員意見，遵照辦理。	同意
14.	P.84、P.113 折衷距離 $L_C = 0.5(L_{EQ} + 1,000)$ 有無經過試算，其結果是否正確，建議釐清。	針對折衷距離，已於期末報告之第五章、第六章之分析流程會重新說明。	同意
15.	P.89 表 5.2-7、P.118 表 6.2-7 開放路肩時，分、匯流區容量較未開放路肩為低，但本計畫尚未進行調查分析，是否要納入手冊中？	於分析過程中，本計畫目前並無針對開放路肩之狀況進行分析，而第五章、第六章之範例說明也無開放路肩的情境。未來手冊中不納入路肩開放之情境。	同意
16.	P.89 三、匝道路段容量，建議標題增加「進口」，運行分析改為運作分析。	感謝委員意見，遵照辦理。	同意
17.	P.118 三、匝道路段容量，建議標題增加「出口」，運行分析改為運作分析。	感謝委員意見，遵照辦理。	同意
李委員忠璋			
1.	本計畫在快速公路是以速限 80km/hr 的高架段來分析，但以台 61 線有些路段雖然是平面，但其布設型態仍是專用路權(如嘉義及台南路段)，是否可以直接引用，建議可加以探討。	本計畫較適用於進出受到管制、不設號誌的快速公路系統，目前東石嘉義平面有開放機車通行不在本計畫範圍內，台 61 號有號誌制路口也不太適用此分析方法。	同意
2.	快速公路受限用地範圍(尤其在東西快速公路)，交流道大多是以鑽石型來布設，而在匝道銜接平面道路大多會是號誌路口，而且匝道長度較短，因此在交流道上游區間(即分流區)容量是否會受到路口號誌的影響，可再探討。	以現有之方法論，若分流區受到下游號誌路口影響，目前訂定此分流區段為 F 級服務水準，詳細之相關分析由於此部份不在本計畫之分析範疇內，故不進行進一步之分析。	同意
3.	本計畫所分析的兩處快速公路交流道都位於市區流量大的路段，是否在郊區路段容量會有不同？	本計畫於分析過程僅發現兩地點可供快速公路分匯流區容量分析使用，此兩地點剛好位於市區範圍，而郊區目前無可供分析資料，故無法證明是否與市區有所差異。	同意

項次	與會人員審查意見	合作單位 處理情形或說明	承辦單位 審查意見
4.	在匝道容量分析中有針對路肩開放議題研究，但若在路肩可以開放的情境下，路肩的寬度多寡是否會影響容量。	目前並無足夠資料能探討路肩寬度對於容量之影響，且在基本路段之分析流程中，僅有針對「路肩有無開放使用」而有相對應之建議容量值，故本計畫並未針對路肩寬度進行容量分析。	同意
5.	相當肯定利用「車流崩潰」來分析道路容量，這對於道路管理機關在道路交通狀況接近臨界值之前的管理策略是有幫助的；但如何去判斷崩潰點，是否會因不同路段而有差異？建議能補充說明。	使用車流崩潰判別容量的原因為近年研究針對容量調查所使用的方式，以速率連續 15 分鐘下降為判斷依據，過去取最大值由於速率降低，密度可能隨之提高，從交通控制的角度應在速率往下降之前就做出因應，故取車流崩潰前流率做為容量。本部份之說明已在 3.3 節進行補充說明。	同意
6.	P.20，公路路線設計規範最新版本是 109 年 8 月頒布，建議更新。	感謝委員補充說明，已更改為最新版本之頒布時間。	同意
7.	P.31、高速公路的速限有部分為 80~90 之間(例如國道 5 號)。	多年期計畫主要以國道 1 號與國道 3 號為主，故在資訊匯總上並無列將國道 5 號列入取樣。國道 1 號與國道 3 號其速限主要在 90 公里/小時以上，大部分之速限為 100 公里/小時與 110 公里/小時。此敘述已補充於 P.31 頁。	同意
8.	P.42、43，表 3.2-6，表 3.2-7 中，台 88 線西向大寮、台 88 線西向鳳山、台 88 東向大寮，DN1 和 N+IN 的曲線及 UP2 和 N+OUT 的流量曲線變化一致，惟虛線與實線之間有一個固定差值，建議可以說明此一現象。	以本團隊流量守恆檢核經驗判斷，此狀況可能為匝道、主線偵測器有偵測誤差，但無法進一步確認是哪個偵測器資料有問題。本計畫發現雷達的偵測器與上下游之流量守恆差異較大，推測可能為雷達偵測器的流量誤差較為嚴重。	同意
交通部路政司（無意見）			
交通部高速公路局			
1.	P.66 有關「高速公路增設及改善交流道設置原則」及「高速公路增設及改善交流道申請審核作業要點」最新版本為 110 年 2 月版，請修正相關資料。	感謝單位意見，遵照辦理。	同意

項次	與會人員審查意見	合作單位 處理情形或說明	承辦單位 審查意見
2.	P.68 分析匝道地點篩選條件(4)最大流率應不受主線匝道口、匝道儀控、路肩開放所影響，惟 P.72 表 4.2-1 仍有常態路肩開放欄位，請補充論述。	原意為最大流率若不受路肩開放影響，才能將該最大流率作為匝道容量之參考依據。已於期末報告中進行補充論述。	同意
3.	P.69~71 請再請確認各交流道進口匝道分析示意圖流率單位為車輛/小時或小車/小時。	在匝道分析車流特性部分，本計畫無進行現場調查，僅能從 VD 蒐集資料。然而 VD 對車種的辨別並不穩定，有些小型車會被辨別為大型車，無法確認實際情況，在當量轉換上可能會出現問題。故在容量分析過程中，只擷取重車比例低的分析地點做為擬訂結論之依據。	同意
4.	P.72 之表 4.2-1： (1)建議補充匝道交通量調查日期，是否為疫情前？並註記調查時段以確認是否受匝道儀控影響。 (2)備註所述之平面應稱地區道路或連絡道為宜，避免誤解。另註 1 應敘明 2 處入口匝道係以集散道路整併再匯入主線，已利釐清匝道設置型式。	(1)感謝單位意見，以補充調查時間於註解處。 (2)感謝單位意見，已修正說法。	同意
5.	P.74 匝道容量現階段未分析環道，是否後續進行相關研究或有環道容量建議值？匝道容量單位為小車/小時，惟有些匝道大車占比可達 5~10%，是否後續進行相關研究或考慮轉換當量？	(1)匝道容量分析之探討係針對新增設交流道之議題，環道容量建議值非本計畫之探討內容。 (2)針對匝道車輛之當量轉換方式，目前以基本路段上的建議值進行當量轉換。	同意
6.	匝道分匯流區設計又分為平行式及直接式，對於主線及匝道線型設計上有所不同，且車流於分匯流區之交織行為與匯/出入主線之操作空間應有不同程度之影響，是否有納入考量，以作為基本分析之條件？	平行式與直接式在設計上有所區隔，但在分析作業內於主線均有對應的車道變換行為，故加減速車道型式對容量值影響較小，反而是加減車道長度之影響較大。	同意
交通部公路總局（無意見）			
社團法人中華民國交通工程技師公會			
1.	研究流程與調查計畫都相當嚴謹，期	感謝單位不吝肯定與鼓勵，團隊將積	同意

項次	與會人員審查意見	合作單位 處理情形或說明	承辦單位 審查意見
	待未來完成公路容量手冊第五、六章後，將對交通工程技師在規劃與評估進出匝道分匯流區服務水準有很大的幫助。	極完成本專案預定工作目標。	
2.	本計畫為了確保研究成果的正確性，分析地點都有篩選原則，此篩選原則未來可做為高速公路 VD 位置的設置參考，亦可對 VD 偵測技術(如線圈、雷達微波偵測器)提供建議。	有關偵測器之偵測結果與設置建議，在 3.5 節之第 8 點已說明，提供給有關單位參考。	同意
3.	第五、六章與本計畫(1/3)與(2/3)的關係為何？看兩者模式好像不大一樣，請補充說明。	(1/3)所敘述的模式為透過現場調查資料進行回歸分析的結果。為了使分析資料更完備，(2/3)的模式額外追加 VD 資料，重新建構模式，目前(3/3)期的模式則與(2/3)期一致。	同意
4.	P.62 提及快速公路容量值較高速公路稍高，原因為何？這結果是否會納入新版公路容量手冊？	高速公路基本路段之容量值為採用 60 分鐘之最大平均流率，本計畫於快速公路之分析為採用 15 分鐘之最大流率。針對快速公路之容量值，最終確認以數日 15 分鐘最大流率之平均值為基準。	同意
5.	P.74 規劃階段匝道容量採 1,900 小車/小時，對照表 4.2-1，此數值是否高估，因涉及未來新建匝道車道數之評估，是否採較保守數值為宜。	感謝單位意見，此議題已於工作會議釐清匝道容量分析，匝道 1 車道為 1,800 小車/小時，匝道 2 車道為 3,000 小車/小時，並已修改報告書之說明。	同意
6.	P.80 現場調查與 VD 偵測分類車種尺度在對照上不一致，是否會造成應用上的影響？	若為規劃分析，其車種尺寸為透過規劃程序而得，但若為營運分析，車種之資料來源為現場調查或是 VD 偵測器而來。現場調查部分車種分辨較無問題，但 VD 偵測器之車種分辨以車長為依據，小型車為 5.5 公尺以下，大型車為 5.5 至 12 公尺，經比對後，發現有些車子為 6 至 7 公尺廂型車，但其運作方式接近小型車，若歸類於大型車，則可能會發生高估大型車比例之情況。因此在使用不同資料來源上會有不同的車種分類標準。	同意

項次	與會人員審查意見	合作單位 處理情形或說明	承辦單位 審查意見
7.	P.93 範例一中， C_F (基本狀況下，匝道區上、下游主線總容量)，若以查表方式其容量是否應該為 5,700 小車/時(自由流速 105KPH，車道數 3)？	感謝單位提醒，已修正數值。	同意
8.	目前快速公路可以行駛大型重型機車，雖然目前大型重型機車占總車流量比例低，惟大型重型機車對於公路容量的影響以及其 PCE 如何設定，或許可做為未來公路容量手冊更新時之考量因素。	本計畫所分析路段中有部分里程開放重機行駛，在分析上若有大型重型機車，本計畫將大型重機視為小型車進行分析。	同意
9.	文字或排版勘誤		
	(1)文中資料來源的呈現方式不同，有的是 “[7]”，有的是 “(資料來源：[24])”，建議一致。	感謝單位意見，已修改為一致之格式。	同意
	(2)P.39 “結果如…” 後無文字，應是排版問題。	感謝單位意見，已修正排版。	同意
	(3)P.62 “表 3.4-2 所示。” 前方無文字；“然而，由表 3.4-1 與(資料來源：[24])” 後方無文字，應是排版問題。	感謝單位意見，已修正排版。	同意
	(4)P.64 “(見錯誤！找不到參照來源。)” 請修正。	感謝單位意見，已修正為「表 3.5-1」。	同意
本所運輸計畫組（書面意見）			
1.	有關文獻回顧寫法及內容請參考前期研究之出版報告酌修，以符合一致性。	依指示辦理。	同意
2.	P.39、40 格式資料有誤，請協助調整。	依指示辦理。	同意
3.	P.56 透過連續假期的壅塞資料與平日進行比較後，發現到連續假期與平日之調查所得特性不同是一個重要發現，建議後續於期末報告中可加以探討。	目前容量手冊訂定之容量為一定值，故團隊以平日容量值為基準。因假日的最大值比平日(值)低，且變異大，資料不足，故無做出結論，而此部分也並非本計畫之研究範圍，故無特別深入探討研究。	同意
4.	P.64 比較偵測器類型及流量守恆關係之補充參照資料格式跑掉，請調	依指示辦理。	同意

項次	與會人員審查意見	合作單位 處理情形或說明	承辦單位 審查意見
	整。		
5.	P.74 有關容量建議值之處理方式部分，請持續依據工作會議建議方式，將車道數及匝道設施長度等因素納入考量。	依指示辦理。	同意
6.	續請持續依本所排版格式編輯，以縮短報告校稿印製出版時程。	依指示辦理。	同意
主席結論			
1.	本期中報告審查原則通過，各委員及單位代表提供之意見，請研究團隊檢討修訂並製表回應，後續依契約規定辦理相關作業及請款事宜。	依指示辦理。	同意

附錄 F 期末審查會議意見與回覆表

項次	與會人員審查意見	合作單位 處理情形或說明	承辦單位 審查意見
羅委員仕京			
1.	考量高快速公路匝道型態多元，團隊是否可針對基本型態以外的匝道進行參數設定之調整進行研究，如：以折減參數方式調整。	感謝委員建議，本計畫於匝道研究上屬於初探性質，僅對直接式匝道進行探討，並未對非直接式、環道進行研究，受可用資料之限制亦未建立折減參數的關係。由於此部分已超出本計畫範疇，建議可納入未來研究探討。	同意
2.	我國高速公路在上下班尖峰時段會實施開放路肩策略，也是一項影響公路容量之因素，建議可納為後續研究之考量項目。	感謝委員建議，本計畫於前兩期計畫之分析對象設定已排除路肩開放之情況，建議可納入未來研究議題。	同意
3.	P.74，建議補充當 $v_R > C$ 的情況下，才需以匝道回堵估算匝道長度的說明。	感謝委員提醒，已於 P.74 補充此敘述。	同意
4.	P.90、P.92、表 5.2-3、表 5.2-4，計算 P_{FM} 之值是否有上下界，或者是 R^2 的標準可以作參考？若模式使用錯誤是否會造成分析結果有大幅度差異？	P_{FM} 模式之校估資料的上下界及 R^2 數值在本計畫(2/3)報告書有所說明(請參考 p.196~198 表 5.1-7~5.1-9 說明)，而選擇使用何種模式主要是根據緊鄰匝道對目標分析匝道的影響程度為依據(請參考在 5.2.4 節說明)，並不考慮資料範圍(calibration range)之上下界，因此為簡化起見，並未將此資訊納入表 5.2-3、表 5.2-4 的說明中。	同意
5.	附錄 F，第五章草案中表 5.4，速限越高時道路容量越高，車道數越多，每車道容量越小，是否有相關解釋？其估算方式為何？	平均每車道之容量值隨車道數增加而有所折減，其原因是主線車流於各車道之比例並不會平均分布，車道數越多，分配越不平均。當發生壅塞時，其中一車道會先達到容量值並發生車流崩潰，導致服務水準 F 級，因此車道數越多，斷面的平均每車道容量越低。	同意
6.	P.14，HCM 2016 多車道公路速率-流率關係曲線圖，模擬速率曲線，速	P.14 與 P.27 都是實測多車道公路車流資料的模擬曲線，P.14 圖中顯示	同意

項次	與會人員審查意見	合作單位 處理情形或說明	承辦單位 審查意見
	度越高則與前車保持間距應增加，因此速率應有上限值，不是速率越快流率越大，速率與流率不會是線性關係。而未觀察到最大容量的可能原因推測為未觀察到速率上限值。	不同自由車流速率的公路設施雖有不同的容量，但各設施發生容量時的臨界密度都會相同，因此較大的容量會對應較高的臨界速率，也發生在自由車流速率較高的公路，而自由車流速率和容量增減的關係並非線性。在 P.27 之 SES 模擬曲線亦顯示相同結果，即公路設施的自由車流速率愈高，容量會愈大（關係亦非線性），但與 HCM 不同的是臨界密度會較低。	
7.	在高快速公路相鄰匝道距離皆大於2公里情況下，還是可能受到部分車輛欲切換到系統交流道，導致主線外側車道壅塞，希望後續能有相關延伸議題之研究。	出口匝道或系統交流道外側因壅塞而產生回堵，在分流區的容量分析作業上訂為 F 級並終止分析程序。而出口匝道受下游車流回堵的問題是國內普遍的情況，確實有進一步進行延伸研究的必要性，建議未來可另案處理。	同意
李委員忠璋			
1.	P.14，HCM 2016 自由車流有多車道公路及高速公路兩種類型，選擇多車道公路的方式處理的原因為何？	本計畫主要是處理高速公路的分析方法，並將符合條件的快速公路納入分析方法的使用對象。由 HCM 2016 的兩個公式估算的自由車流速率會分別對應到高速公路與多車道公路分析，P.14 是多車道公路 Q-V 曲線，其中的自由車流速率主要受車道寬、側向寬、中央分隔，以及交叉口數影響，可能會較接近國內快速公路的操作特性。 由於國內快速公路車流特性的實證研究不多，目前尚無全國公路設施自由車流速率調查統計，尚未建立自由車流速率之估算模式。就目前僅有之發現，建議可先經由本計畫所整理公路速限與自由車流速率的對照關係，找出公路基本路段對應的 Q-V 校估	同意

項次	與會人員審查意見	合作單位 處理情形或說明	承辦單位 審查意見
		曲線（新版 THCM 第 9 章高架快速公路、第 11 章郊區多車道公路），再進行後續分析。	
2.	P.36 表 3.2-2 與表 3.2-3，加減速車道長度多半會依據公路路線設計規範來設計，因此，低於 100 公尺的數量應不多，請問此數值之取得方式為何？	本計畫的加速車道長度的記錄方式是鼻端槽化線的終點至加速車道漸變段終點，此定義是以車流分析之角度為主、亦參考美國公路容量手冊之定義，並非以工程面作為考慮。此定義應接近『公路路線設計規範』表 4.3.9.4 加速長度之匯入長度，而並未將入口前加速長度納入計算。 因此部分與後續分析無關，為避免誤解，將表 3.2-3 刪除。	同意
3.	P.40 表 3.2-5，「壅塞條件」欄位中標示「不符合(無壅塞發生)」判斷標準為何？經觀察台 64 線新店、西向板橋及台 61 線部分路段之尖峰流率很高且均有塞車狀況，與調查結果「無壅塞發生」落差大，請教其原因為何？	本計畫於判斷壅塞之準則為：流率大於 2,600 車輛/小時，車流速率低於 60 公里/小時，達 15 分鐘以上（參閱 3.2.3 節之說明）。 有關新店、板橋兩地點並未納入調查地點，原因為兩地點之 VD 資料顯示壅塞時間未達 15 分鐘，不符合上述之壅塞準則。	同意
4.	報告書內自由車流速率與自由速率用字，建議統一以自由車流速率表示。	感謝委員建議，用字已統一為「自由車流速率」。	同意
5.	P.54、P.55，自由車流速率為速限增加 5 公里/小時或是 10 公里/小時，請教此兩個數字的出處，此外，依據我國交通法規，當駕駛的行駛速率高於速限加 10 公里/小時的範圍內得對其施以勸導免予舉發，再研究時是否有將此因素納入考量？	表 3.3-8 的速限及平均自由速率之關係屬於建議值，在規劃設計階段道路設施尚未建造，可運用表格的數值概括平均自由速率，以用作容量分析之係數。5 kph 或 10 kph 只是在表格內容之建立上普遍採用近似值再四捨五入至 5 的倍數，且與新版容量手冊第四章之界定自由車流速率之準則相一致。 上述主要用於無法蒐集現場自由車流速率的情況下之估算值，若在運行分析階段道路已通車，則可透過現場	同意

項次	與會人員審查意見	合作單位 處理情形或說明	承辦單位 審查意見
		調查直接測量平均自由速率，不需要採用表格之建議值。	
6.	高速公路速限應無 105 公里/小時的路段，在分析時應用不到，是否需調整，建請考量。	謝謝委員之意見，有關表 3.4-1 之速限等級係參考新版 THCM 第四章基本路段章節中表 4.10~4.14 之平均自由速率類別，可做為未來規劃設計階段的參考值。但考量很可能造成使用者之誤會，因此將報告書表 3.4-1、表 3.4-2、附錄 F 表 5.9、附錄 G 表 6.9 之速限欄位刪除。	同意
7.	P.57，快速公路基本路段的定義，台 61 有些路段是平面，但為完全獨立專用，如：嘉義東石到布袋是平面，但為獨立專用其速限為 90 公里/小時，則此路段是否也可適用本計畫之分析程序？	研究團隊並未對獨立專用之平面路段進行車流特性分析，尚無法確認其適用性，因此並未納入適用的分析對象。	同意
8.	簡報 P.26，匝道路段容量單車道容量為 1,800 小車/小時，惟根據調查資料顯示國 1 多為 1,500 小車/小時，國 3 則為 1,800 ~ 1,900 小車/小時，兩條國道具有明顯差異。此外，匝道型式對容量的影響為何，如上游為號誌化路口的進口交流道、鑽石型交流道等等相關因素是否有納入考量，建議進一步說明。	匝道匯入主線之最大通過流率受加速車道設計影響以外，也與主線的車流率有關。資料顯示國 1 與國 3 的匝道最大流率有所不同，其原因應是國 1 主線的流率較高、國 3 主線的流率較低之緣故。 容量手冊之表格參考值是提供分析人員在設施之規劃階段時能快速掌握並估算其平均通行能力，實際上道路上的各種運行情況有可能帶來差異。建議容量值 1,800 小車/小時，是根據國 3 資料中最大流率平均值並採較為保守的數值，應為各界所能接受。國 1 資料顯示最大流率約 1,500 小車/小時，經確認是受主線車流及管制所影響，屬於運作層面的影響因素，規劃階段可能並未有這些資料，因此並未納入容量建議值的考慮範圍。	同意

項次	與會人員審查意見	合作單位 處理情形或說明	承辦單位 審查意見
		另外，匝道上游的道路型態也很有可能是影響因素之一，一般而言會以較為簡單的係數（如自由速率）來代表之，惟本計畫並未針對此議題再深入探討。	
9.	匝道兩車道容量為 3,000 小車/小時，直覺上一車道容量為 1,500 小車/小時，建議進一步探討並說明此緣由。	同第 8 點之回應說明。	
10.	快速公路的幾何型式與高速公路有很大的差異，如有後續計畫，建議可針對快速公路的容量進行專章的研究。	感謝委員建議，研究團隊亦認同，未來快速公路可透過另一專章進行深入研究。	同意
曾委員平毅（書面意見）			
1.	本案成果之 THCM 第五章及第六章草案內容，建議運研所邀請高公局、公路總局、顧問公司有較長時間協助審核內容；並共同商定服務水準劃分方式。	感謝委員建議，研究團隊將配合運研所研究方向辦理。	同意
2.	文字勘誤：		
	(1) P.2,「2001 年台灣公路容量手冊」應為「2001 年台灣地區公路容量手冊」，P.122 之文獻 [3] 亦請配合修訂。	感謝委員提醒，已修正文字。	同意
	(2) P.32 最後一行，「雷達」應為「雷射」	感謝委員提醒，已修正文字。	同意
	(3) P.119 第六行，「第五章」應為「第六章」	感謝委員提醒，已修正文字。	同意
社團法人中華民國交通工程技師公會			
1.	肯定團隊對容量分析的案例上投入的努力，在實務應用上所面臨之案例可能更加複雜，期待後續有更深入研究，針對不同的樣態提供規劃建議。	感謝單位肯定，本計畫於匝道路段的議題屬於初探性質，僅針對直接式匝道進行分析，目前尚無法建立折減比例的關係式。 補充回覆意見與羅委員意見 1 同。	同意
2.	公路容量手冊草案中，範例四、範例五符合實際應用，目前報告書有以匝道是否回堵的角度進行示範，請教團	範例中僅針對匝道回堵做計算，實際上確實也需考慮高速公路主線各檢核點之運作情形，然而目前範例篇幅	同意

項次	與會人員審查意見	合作單位 處理情形或說明	承辦單位 審查意見
	隊是否可以增加其他態樣之範例，如：納入檢核點位置等。	已很長，且前面的章節已針對主線相關影響因素進行解釋，故未另行補充說明。	
交通部高速公路局			
1.	附 F-1，文中提及“模式之建立與資料之蒐集雖以國內出現頻率最高之「出口匝道」類型為主”，應為進口匝道。	感謝單位提醒，已修改文字。	同意
2.	附 F-31 之 5.5 範例分析，範例分析分為兩種類別，建議簡要說明規劃設計與運行分析目的，以利使用者理解範例。範例四新建交流道之進口匝道方案評估，應屬規劃設計。	對尚未興建的道路應屬規劃設計，但因範例之資料為透過 VD 得來，故在定義上又屬於運行分析，故新設交流道的範例很難定義其為規劃層面，或是運行分析之問題。各範例之目的說明均已在每一範例前言做說明。 範例四之分析類別因兼顧新建匝道與服務品質評估，故已調整為規劃設計與運行分析。	同意
3.	附 G-27 之 6.5 範例分析，實務上仍有增設出口匝道之案例，建議比照第五章進口匝道範例章節增加規劃設計類別分析。	感謝提議，匝道容量原屬計畫之補充部分，但鑒於進口匝道併入主線車流會與匯流區和匝道本身的運行品質具關聯性，故補充進行車流特性探討，並將規劃和運行相關示範納入說明；至於出口匝道路段部分，因匝道下游平面路口車道佈設、號誌時制、轉向容量等所導致回堵車隊，常是後續匝道規劃、運行品質的主要影響因素，以致由匝道理論容量初估之車道數亦須一再檢討調整而無實質意義，故並未進一步探討，亦未再增列規劃設計類別。另外，出口匝道分析草案之三個範例中，範例 2 可視為原進口匝道上游新建另一出口匝道，範例 3 可視為原出口匝道下游新建另一出口匝道。	同意
4.	本案分匯流區之檢討皆以自由流的方式評估，因本局針對交通易壅塞的交流道目前已開始以交通工程手段，	感謝委員建議。但由於此部分已超出主線分匯流區之範疇，建議另案處理。	同意

項次	與會人員審查意見	合作單位 處理情形或說明	承辦單位 審查意見
	改以非自由流的方式減少分匯流區對車流之干擾，建議本案可針對非自由流運轉的服務水準能有所分析，以為改善後服務水準之掌握。		
5.	P.119，本報告建議單車道匝道之容量為 1,800 pcu/hr，雙車道匝道之容量為 3,000 pcu/hr。然因匝道運轉效能受出口地區道路號誌，匝道儲車長度等因素影響，建議匝道不再採用 v/c 方式判斷服務水準，但應如何判斷並未說明。建議團隊應補充其評估建議(如流率或行駛速率或雙指標作為判斷指標)。	如需求流率大於容量值 ($v/c > 1.0$)，則服務水準為 F 級；若否，則服務水準不為 F 級，不另進行服務水準 A~E 之判斷。此操作部分已於範例中進行說明。	同意
6.	承前，目前僅針對直接式匝道進行容量探討，並未針其他匝道型式(含直接式及平行式匝道)進行分析，這部分建議後續應予以探討。	感謝委員建議，由於此部分已超出本計畫之分析範圍，建議可納入未來研究。	同意
7.	附錄 F 範例四及五，方案評估與實務面有所落差，且部分名詞定義與部頒規範不一致，如報告書所述加速車道，係為部頒規範定義之匯入長度，加速長度=入口前加速長度+匯入長度，建議於報告書內補充說明。	感謝單位建議，已於相關章節補充。	同意
交通部公路總局			
1.	簡報 P.31，需求流率 > 3,000 小車/小時，匝道車流勢必回堵至平面道路，建議於匝道留設停車空間...，請審視設計規範上是否要有配套措施。	感謝單位說明，停車空間應為儲車空間，已統一修正。 目前「高速公路增設及改善交流道設置原則」只有對高速公路主線的服務水準有所規範，並未對匝道是否回堵至平面道路、儲車空間的設計或配套措施等有所規範。	同意
2.	簡報 P.26，匝道 1 車道容量參考新店交流道、三鶯交流道之車流資料，車道容量採中位數 1,800 小車/小時，但上開交流道已有多筆流率資料超過 1,800 小車/小時(達 1,900 小車/小時	容量手冊之表格參考值是提供分析人員在設施之規劃階段時能快速掌握並估算其平均通行能力，實際上，道路上的各種運行情況有可能帶來一些差異。如該設施已在運行中而流	同意

項次	與會人員審查意見	合作單位 處理情形或說明	承辦單位 審查意見
	以上)，是否會造成以 2 車道作設計之困擾？	率短暫期間高於建議容量值但不發生壅塞，並不需要進行調整。	
本所運輸計畫組（書面意見）			
1.	定稿報告中有交通部運輸研究所的陳述，請修正為「本所」。	依指示辦理。	同意
2.	P.19~P.29 文獻回顧建議可加上小結，可引出後續研究的辦理方向。	依建議補述於第二章 2.5 節。	同意
3.	P.75 小結及建議之第 2 點，「匝道容量可能受.....無法達到理論值 3,800 小車/小時」其數值是否為 3,600 小車/小時，再請協助確認。	3,800 數值是指文獻中匝道 1 車道的容量值（未考慮主線車流影響情況下之理論值）1,900 小車/小時之兩倍，故數值無誤。	同意
4.	P.119 頁結論第 4 點「高速公路出口匝道分匯流區之分析程序」附錄 G 應為第 6 章，再請修正。	依指示辦理。	同意
5.	有關快速公路容量值與高速公路容量值之差異性於 P.57 頁有說明，建議本項目亦可納入第 7 章之「建議」一節中。	依指示辦理。	同意
6.	有關期中審查回覆表為後續本所出版品之一部分，就處理情形及說明建議以目前的時間點進行說明(如：後續將在期末報告呈現可修正為已納入期末報告中)。	依指示辦理。	同意
7.	P.F-1 目錄部分「範例分析」章節有誤植，請修正。	依指示辦理。	同意
主席結論			
1.	本期末報告審查原則通過，各委員及單位代表提供之意見，請研究團隊檢討修訂並製表回應，並請於 12 月 3 日前提送修正定稿。	依指示辦理。	同意

附錄 G 臺灣公路容量手冊第五章草案

第五章 高速公路進口匝道匯流區

5.1 緒論

匯流是兩股不同動向的車流相互銜接為單一動向的運行，常發生在高速公路進口匝道 (on-ramp) 與主線 (freeway mainline) 連接處，或兩條不同的車流設施合而為一之處，匝道匯流區常因匝道車輛之併流而造成交通瓶頸。高速公路進口匝道匯流區 (on-ramp merge area) 主要包括匝道併入高速公路路段範圍之主線各車道與加速車道設施，以及匝道路段本身，進口匝道與高速公路之匯流區通常有 200~400 公尺之加速車道。

進口匝道匯流區之幾何設計常隨匝道地點而變，圖 5.1 為常見之兩種匯流區主要類型，圖中之匝道匯流區係指車流尚未進入壅塞狀況前，主線車流受匝道匯入車流影響之區域。圖 5.1 之 A 點為聯絡道路進入匝道路段起點，B 點為主線與進口匝道交接之鼻端槽化線端點，C 點為加速車道漸變段 (taper) 起點，D 點為加速車道終點里程，E 點則為主線受匝道併入車流影響較明顯之位置，大約在加速車道終點下游主線 100 公尺處。本章分析模式之建立與資料之蒐集雖以國內出現頻率最高之出口匝道類型為主，但分析程序應能應用於其他匝道類型，以確保容量手冊之完整性。

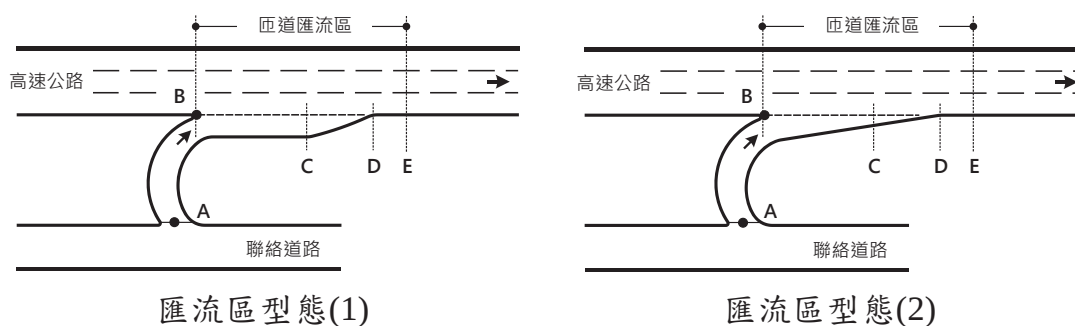


圖 5.1 進口匝道匯流區型態示意圖

當進口匝道區與相鄰上、下游其他匝道相距甚遠時，則由此進口匝道併入主線的車流，除了匝道區本身實質幾何、交通特性因素外，通常不會受上、下游其他匝道進出車流之影響。如何界定相鄰匝道間之“緊密距離”，至今尚無定論，本所參考美國 HCM 2016 對匝道分流、匯流影響區範圍均為 1,500 英尺（約 500 公尺）的原則，以兩相鄰匝道影響區最大影響範圍 1,000 公尺，做為劃分匝道車流獨立是否受影響之關鍵距離，兩匝道間距若超出此距離範圍，則兩者之車流視為各自獨立運行，否則視兩者車流可能相互影響。

上、下游相鄰匝道進出車流可能影響目前進口匯流區之車流運作，本章分析將進口匝道匯流區與上、下游鄰近匝道之間距，以上述 1,000 公尺作為分類準則，依上游 1,000 公尺內有或無進出口匝道，以及下游 1,000 公尺內有或無進出口匝道，共區分為 9 種匝道組合類型（如圖 5.2），各匝道類型說明如下：

- On-1：上、下游 1,000 公尺內均無進出口匝道
- On-2：上游 1,000 公尺內無進出口匝道、下游 1,000 公尺內有進口匝道
- On-3：上游 1,000 公尺內無進出口匝道、下游 1,000 公尺內有出口匝道
- On-4：上游 1,000 公尺內有進口匝道、下游 1,000 公尺內無進出口匝道
- On-5：上游 1,000 公尺內有出口匝道、下游 1,000 公尺內無進出口匝道
- On-6：上游 1,000 公尺內有進口匝道、下游 1,000 公尺內有進口匝道
- On-7：上游 1,000 公尺內有進口匝道、下游 1,000 公尺內有出口匝道
- On-8：上游 1,000 公尺內有出口匝道、下游 1,000 公尺內有進口匝道
- On-9：上游 1,000 公尺內有出口匝道、下游 1,000 公尺內有出口匝道

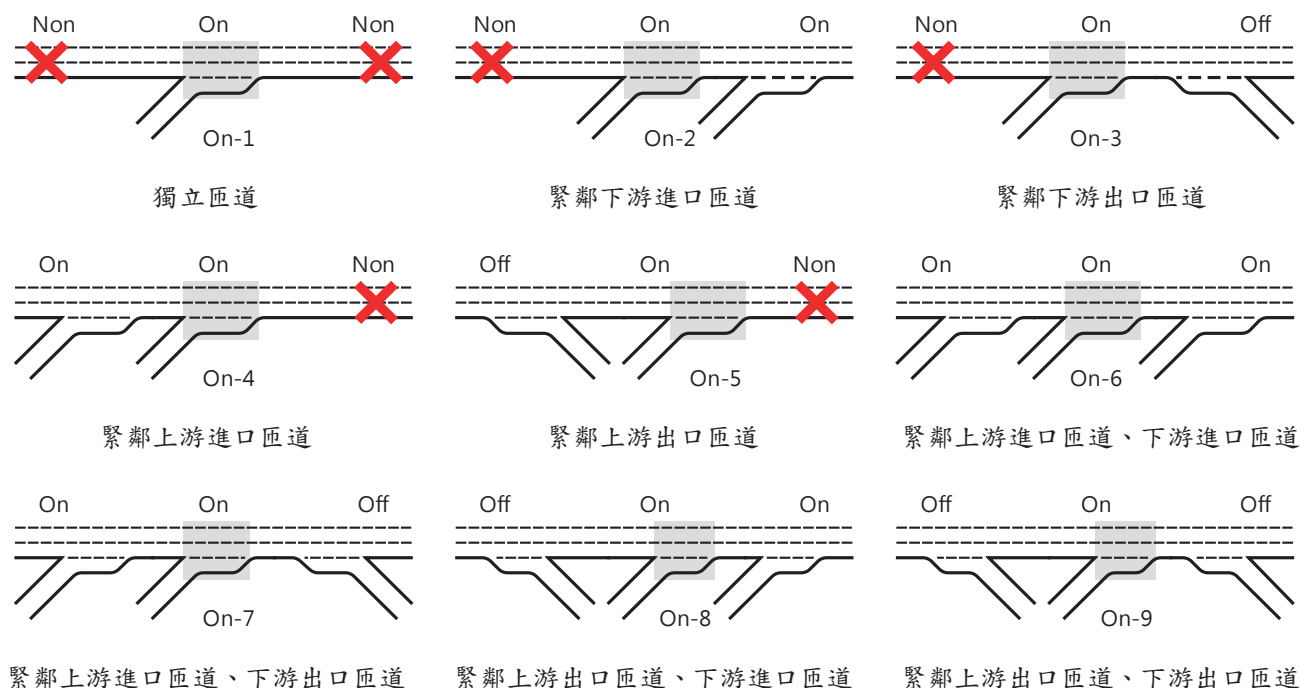


圖 5.2 高速公路進口匝道影響區分類示意圖

5.2 車流特性

本節依據高速公路匯流路段現場調查之資料，說明匯流區之車流特性。本所根據此議題調查之技術報告[1,2]進行無人機空拍作業，並以電腦視覺方式，運用深度學習之影像辨識技術，分析空拍影像，萃取車流軌跡，並結合攝影測量技術，推算觀測區域內各重要車流特性參數。此調查方法的主要特色是突破過去固定觀察點的資料收集方式，能整理出不同斷面位置的車流特性資料，包括流率、速率、密度、變換車道等車流特性，能呈現車流特性在空間上的變化。空拍畫面示意圖如圖 5.3 所示。

透過影像辨識技術取得之軌跡資料為最詳細之交通資料型式，可描述車輛在單位時間上的空間位置，並應用於所有類型的車流分析與應用，經後續處理，可產生各車道之車流軌跡時空圖，單一車道的範例示意圖如圖 5.4 所示，該圖中橫軸代表時間（0.1 秒為單位），縱軸為空間位置（單位：公尺），每一條線即代表一台車輛從進入空拍畫面到離開空拍畫面的軌跡。透過車流軌跡，可進一步以電腦計算各車道之車流特性資訊，包括流率、速率、密度、車道變換頻次與各車道分布概況。

於現場調查之技術報告中，一共調查了 8 個匯流區地點，且包含 4 個上、下游 1,000 公尺內無臨近匝道之獨立匯流區，以及 4 個上下游 1,000 公尺內有臨近匝道之非獨立匯流區。本節將以國道 3 號北上中和交流道匯流區為例，說明高速公路進口匝道匯流區之車流特性，該地點主線為 3 車道、無路肩開放、匝道及加速車道為 1 車道。



圖 5.3 空中拍攝畫面示意圖（中和交流道）

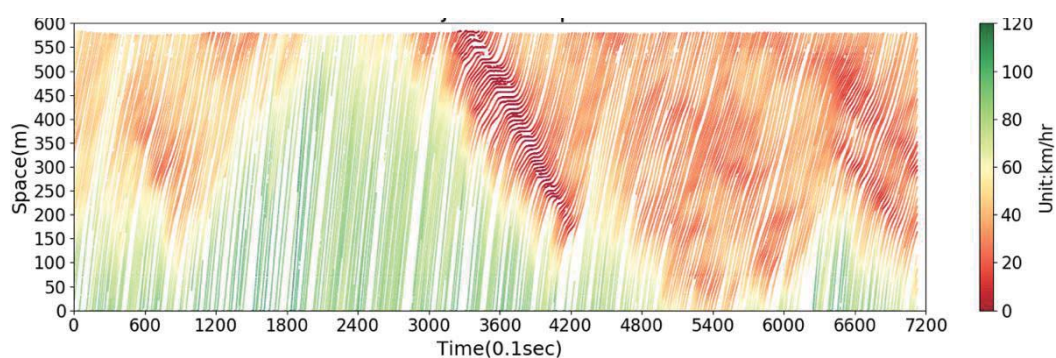


圖 5.4 車流軌跡時空圖

5.2.1 速率、流率與密度之關係

本節由國道 3 號北上中和交流道匯流區所蒐集之流率、速率、密度之現場資料，以 1 分鐘為單位繪製相關之散佈圖。圖 5.5、圖 5.6、圖 5.7 分別為速率－密度、速率－流率、流率－密度散佈圖，由這些散佈

圖可得到以下資訊：

1. 穩定車流狀態進入壅塞狀況前，車流密度約為 10~20 輛/公里，車道 1 之速率為 70~80 公里/小時，車道 2 約 80~90 公里/小時，車道 3 約 85~100 公里/小時，各車道速率隨密度上升而下降。
2. 進入壅塞狀況後，速率隨著密度上升而下降，在車流密度達到 50~60 輛/公里時，各車道速率皆降至 20~30 公里/小時。
3. 在車流穩定且流率小於 1,000 輛/小時的情況下，車道 1 之速率可維持在 75 公里/小時，車道 2 之速率可維持在 85 公里/小時，車道 3 之速率可維持在 95 公里/小時。
4. 車道 1 之速率在流率 1,500 ~ 1,600 輛/小時開始大幅下降，車道 2 與車道 3 之速率則在 1,900 ~ 2,000 輛/小時開始大幅下降，判斷為進入壅塞狀況。
5. 在車流穩定進入壅塞狀況前，車流密度在 20 ~ 25 輛/公里的情況下，車道 1 的流率可維持 1,300~1,500 輛/小時，車道 2 約 1,600~1,900 輛/小時、車道 3 約 1,700~1,950 輛/小時。
6. 進入壅塞狀況後，流率與車流密度無明顯下降趨勢，在車流密度達到 40~70 輛/公里的範圍下，車道 1 能承受 1,500~1,800 輛/小時的流率，車道 2 能維持 1,600~1,900 輛/小時，車道 3 的流率則維持在 1,600~2,000 輛/小時範圍內。

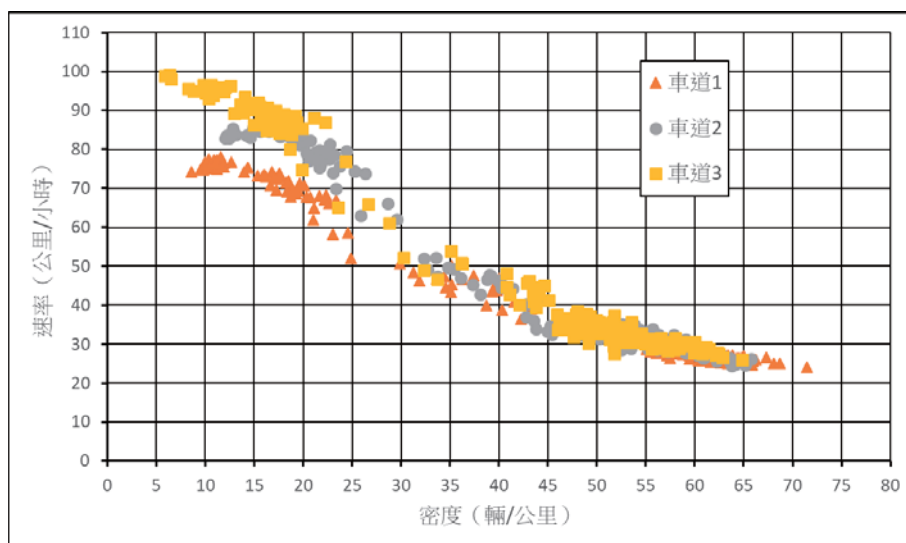


圖 5.5 各車道速率與密度散佈圖

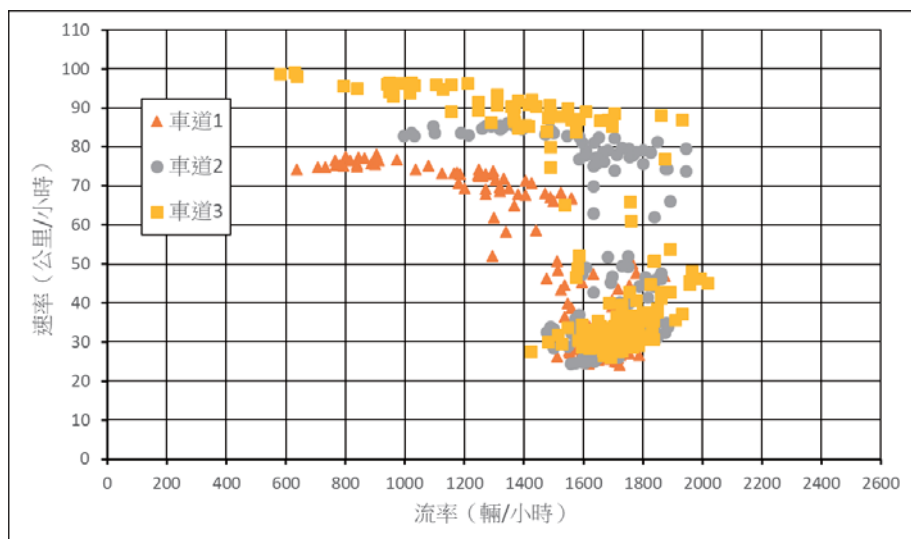


圖 5.6 各車道速率與流率散佈圖

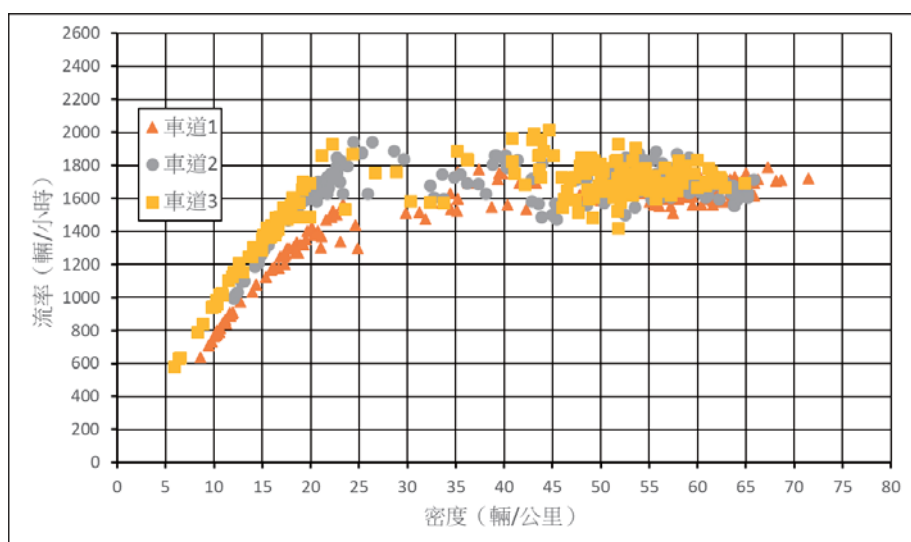


圖 5.7 各車道流率與密度散佈圖

5.2.2 車道變換頻次

軌跡資料包含每一車輛於每一時間之所在車道，進而用於判斷車道變換之計算。為了確認匯流區於各區段之車道變換趨勢，匯流區以每 50 公尺為一區間進行劃分，並以車輛之車頭中心坐標位置為判斷基準，紀錄各車輛進行車道變換的位置與頻次。

車道變換頻次登錄時間之範圍分為三部分，包含車流非壅塞時段、由非壅塞進入壅塞時段，以及車流壅塞時段。由現場資料所得之車道變換頻次圖如圖 5.8 所示，圖中變換車道的頻次大小以線條之粗細呈現，

對應關係可參考右下方之圖示，而各區間內之平均車輛密度則以顏色表示之，對應關係可參考左下方之圖示。

由圖 5.8 可看出多數變換車道之車輛多以往內側車道移動為主。穩定車流的情況下主線之車流密度較低，匝道車流會於加速車道開端盡量併入主線外側車道，但當主線較為壅塞時，則只能於加速車道中尋找機會併入，亦有情況是匝道車流難以併入主線，最終只能集中於加速車道終點強行切入。

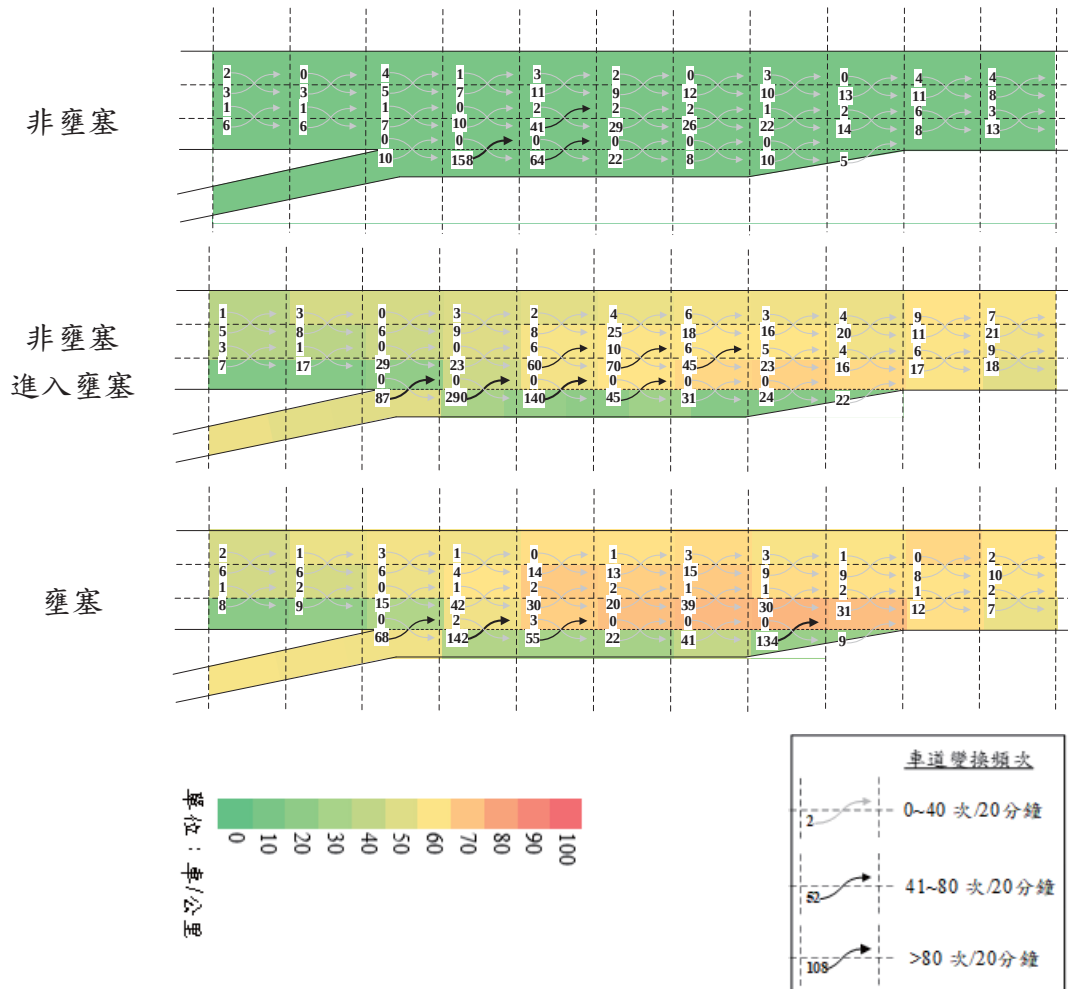


圖 5.8 匯流區於不同車流狀態下之車道變換頻次

圖 5.9 為車道變換之累積機率圖，圖中根據不同時間段與各區段由外側車道轉換到內側車道之累積機率。由圖 5.9 可看出在非壅塞時段 (06:30 ~ 07:00 與 09:00 ~ 09:30)，有約 80% 的車輛會於進入加速車道

150 公尺內由加速車道進入車道 1；在壅塞時段（07:30 ~ 08:30）則大多車輛會於加速車道結束之前 50 ~ 100 公尺進入車道 1，而車道 1 進入車道 2、車道 2 進入車道 3 之車道變換行為在各區間呈現均勻分布。

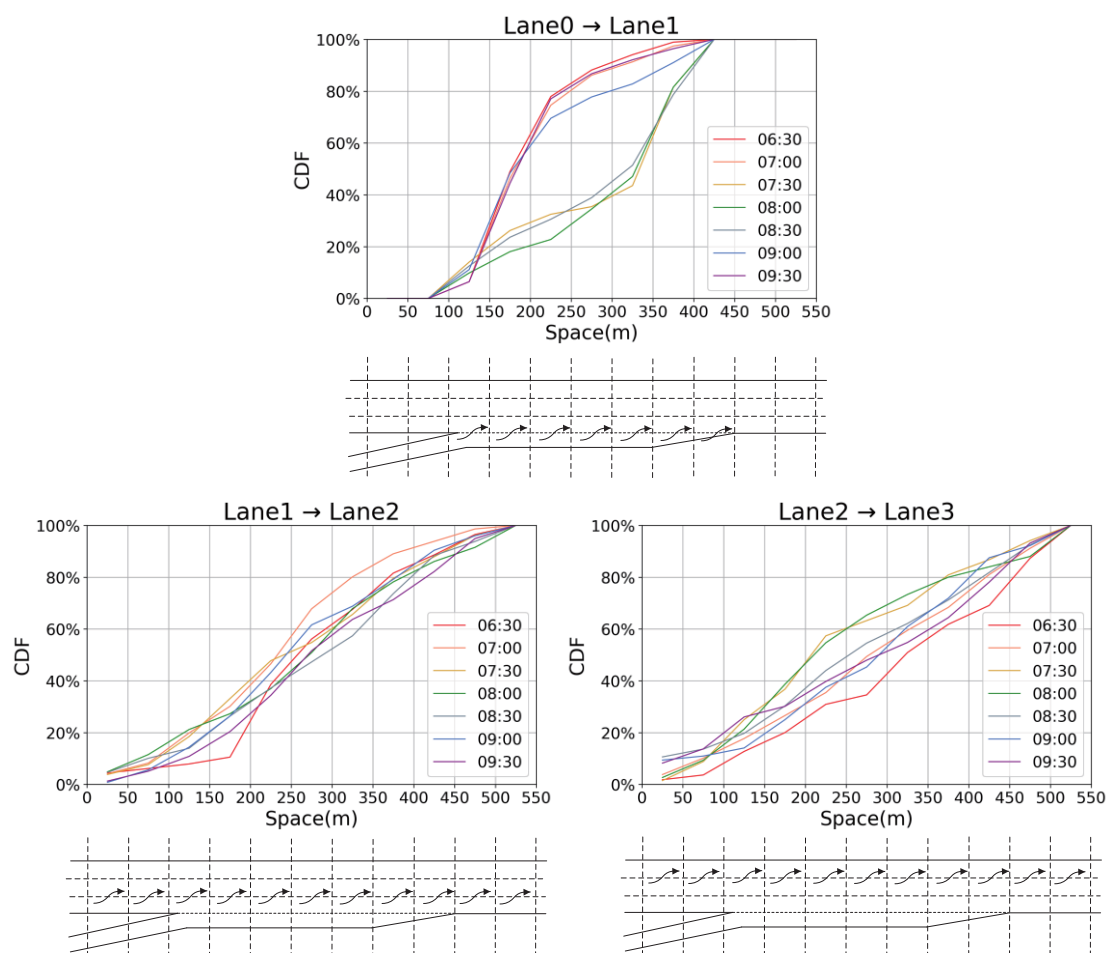


圖 5.9 車道變換累積機率圖

5.2.3 車道使用分布

本節將說明實證調查資料之車道使用分布情況，並以主線匯流區上游、匯流區內、匯流區下游三個斷面位置進行探討。

本節所稱之穩定車流為路段在發生壅塞時，導致速率驟降前之時間，即流率漸增至最高點前的車流狀況，發生壅塞後且流量驟降之車流狀況即視為壅塞車流。

表 5.1 為中和交流道主線匯流區各斷面位置之車道使用率，數值顯示在穩定車流的情況下，匯流區上游車道 1 之車流流率占主線總流率之 14%~18%、車道 2 占 37%~52%、車道 3 占 30%~48%，車道 1 之使用比例比車道 2 及車道 3 低很多。匯流區下游因受匝道匯入車流之影響，車道 1 的車道使用上升至 24%~31%，車道 2 及車道 3 的使用比例稍微下降至 35%~44%與 23%~37%。然而，在進入壅塞車流的情況下，匯流區上游之車道 1 的使用上升至 13%~33%、車道 2 下降至 30%~46%、車道 3 為 33%~48%；匯流區下游則呈現與穩定車流相同的趨勢。

表 5.1 主線匯流區各斷面位置之車道使用率

位置	車流狀況	加速車道	車道 1 (外側)	車道 2 (中間)	車道 3 (內側)
匯流區上游	穩定車流	—	14~18%	36~52%	30~48%
	壅塞車流		13~33%	30~46%	33~48%
匯流區內	穩定車流	14~23%	20~33%	25~31%	18~33%
	壅塞車流	13~26%	17~30%	23~33%	23~32%
匯流區下游	穩定車流	—	24~31%	35~44%	23~37%
	壅塞車流		26~35%	29~40%	28~37%

5.3 績效指標及服務水準劃分標準

5.3.1 服務水準概念

容量與服務水準是交通與運輸工程界最重要的兩個觀念，道路在接近容量狀況下運行通常會相當不順暢，因此很難長時間維持在接近容量狀況下運行而不癱瘓，匝道與主線交會區段更因主線車輛與匝道併入或分出車輛間的互動，在容量之下，車流中幾乎沒有多餘充足的間距，任何駛入車陣、或甚至變換車道的車輛，都會迫使後隨車輛放慢來維持行車空間，因而會往上游產生一連串衝擊反應，直到車流中有足夠可用的空間吸收此衝擊為止。

服務水準 (Level of Service, LOS) 是美國 1965 年為便於描述某一

設施在現有或預計交通、道路、控制狀況下的一般運行品質而引進的概念，並以英文大寫字母 A~F 代表不同的服務等級，可界定一個設施由最好到最壞的營運品質，這是一種傳達複雜的設施服務品質資訊給決策者和一般大眾的重要工具，其中服務水準 A 級描述無干擾車流設施的自由車流狀況與干擾車流設施的低時間延誤，E 級描述車流處於或接近設施容量時的運行狀況，F 級則描述設施最壞的運行狀況。對一般大眾與決策者來說，用 A~F 來傳達設施運行狀況的資訊是方便可行的辦法，然而從交通管理角度，進一步知道實際的設施運行品質才有助於充分掌握真正的運行狀況。早期較欠缺可廣泛界定設施服務品質的預測模式，但現今每一種設施服務品質都可用一到數個容易實測且較受認同的量度績效 (Measure of Effectiveness, MOE) 來描述用路人對交通狀況的感受。

將預計交通需求量與容量相比較是容量與服務水準分析中最常見的方式，V/C 值則是分析所依據的主要輸出值，可顯示目前或預計設施容量充足的程度， $V/C \leq 1.00$ 表示設施容量充足，故可反映在穩定車流狀況下的擁擠程度（即密度），常以 A~E 五個等級劃分，反之， $V/C > 1.00$ 則係容量不足，以 F 級表之。

由於實際流量通常不會大於容量，故在預測的前提下，F 級表示估計容量無法滿足預測需求量，亦即顯示一可能癱瘓的設施，普遍的經驗是停等車隊會往問題路段的上游回堵，回堵的長度與消散所需的時間則視不同情境而定，此外，一旦開始產生停等車隊，駕駛人常會尋找替代道路來避開擁擠，導致需求型態發生動態偏移，因而會衝擊擁擠路段及其週邊道路的交通運行。

在實測上，當車流處在擁擠狀況或上坡道或平曲線段時，上述 V/C 值常無法反映以速率衡量的行車效率，因此另界定可描述平均速率相對於速限的比值，作為評估服務水準的第二項指標。

5.3.2 匝道匯流區績效指標及服務水準分級

高速公路各設施之服務水準評估應根據同樣標準，因此本章沿用高速公路基本路段之績效指標，如表 5.2、5.3 所示。

在服務水準評估方面，以匝道匯流區各流量檢核項之 V/C 值為主要評估指標，評估匝道匯流區檢核點外側兩車道、主線斷面全部車道，

以及主線平均每一內車道之服務水準等級。

第二項指標—平均速率與速限之比值（速率比）部分，鑒於：(1) 基本路段之一般車道平坦路段在穩定車流狀況下之平均速率相對於流量的變化並不敏感，當 $V/C \leq 1.00$ ，即服務水準在 A~E 級的情況下，平均速率與速限之比值接近 1，以致速率比之服務水準會始終落在等級 1（良好）；(2) 基本路段在 F 級服務水準時，速比值可能落在 1~6 等級中的任何一級；(3) 目前匝道匯流區實測車流資料尚不足以發展在主線、進口匝道不同車道數與流率組合下之匯流區平均速率預測模式。故建議在已知主線速限之下，現場實測蒐集匝道匯流區段檢核點各車道之速率樣本，據以估算檢核點各車道設施之平均速率與速限比值，以及評估速率比之等級。

表 5.2 匝道匯流區檢核點各車道設施 V/C 比值服務水準表

服務水準	V/C 比值	狀況說明
A	$V/C \leq 0.25$	穩定車流，車輛很容易換道、併入、分出，完全自由運行
B	$0.25 < V/C \leq 0.50$	穩定車流，駕駛人須稍留意，運行亦稍受其他車輛影響
C	$0.50 < V/C \leq 0.80$	穩定車流，駕駛人須多留意，各運行開始受其他車輛限制
D	$0.80 < V/C \leq 0.90$	車流仍穩定，速率下降，密度驟增，車輛運行受限很明顯
E	$0.90 < V/C \leq 1.0$	接近容量，車流幾無可用間距，運行稍有變化便即發生崩解
F	$V/C > 1.0$	車流崩解，緩慢車隊時走時停或回堵嚴重，運行變異甚大

表 5.3 匝道匯流區檢核點各車道設施平均速率/速限比值服務水準表

服務水準	平均速率/速限比 ($\bar{V}/V_L$)
1	$\bar{V}/V_L \geq 0.90$
2	$0.80 \leq \bar{V}/V_L < 0.90$
3	$0.60 \leq \bar{V}/V_L < 0.80$
4	$0.40 \leq \bar{V}/V_L < 0.60$
5	$0.20 \leq \bar{V}/V_L < 0.40$
6	$\bar{V}/V_L < 0.20$

5.4 分析方法

高速公路進口匝道路段 (on-ramp junction) 包括匝道本身、匝道與高速公路主線之匯流區 (merge area)，以及匝道與市區或其他道路交叉口，與主線匯流區段通常配置 200~400 公尺加速車道。

進口匝道之容量分析最少應考慮進口匝道與高速公路主線匯流區，以及匝道路段兩部分。參考 2022 年臺灣公路容量手冊第五章[1]在國道 1 號桃園、中壢、內壢三處匝道共 14 小時交通分析結果，由於三處匝道現調交通資料大多屬中低流率狀況，本所在民國 108 年[2]由獨立進口匝道區幾何分類篩選出國道 1 號新竹，以及國道 3 號頭屋、安坑、中和等四處匝道口，109 年[3]再增加新店、中壢 A、中壢 B、三鶯等 4 處匝道口，均以無人機定點空拍方式進行現調作業，以增加對匯流區中、高流率與壅塞車流狀況之取樣資料與描述確度。

本方法論主要經由判別匝道匯流區與上下游匝道口之組合類型，以對應之迴歸模式預估該類區段內特定車道之尖峰需求流率，據以評估區段內車流運行之服務水準。一般咸認進口匝道路段車輛在併入主線前的操作特性，會衝擊主線較外側車道之車流，現場調查顯示，主線最外側 2 車道受影響程度最明顯，因此，所研議之分析方法論主要是經由確認之匝道口類型，預估主線最外側 2 車道之流率比例，再以匯流區檢核點之車道最大服務流率檢核所估算之需求流率，產生服務水準評估結果。

匝道匯流區分析程序主要含 7 個步驟（如圖 5.10），各分析依序列舉如后，並在以下各節說明：

1. 蒐集匝道匯流區實質幾何資料
2. 蒐集分析時段交通資料、進行尖峰需求流率調整
3. 界定匝道匯流區檢核點與檢核點各設施之最大服務流率
4. 界定匝道組合類型，檢視相鄰上、下游匝道影響範圍
5. 估計檢核點各車道之分布流率
6. 檢查匯流區檢核點各設施之流率
7. 計算檢核點各設施之 V/C 值與評估各設施之服務水準

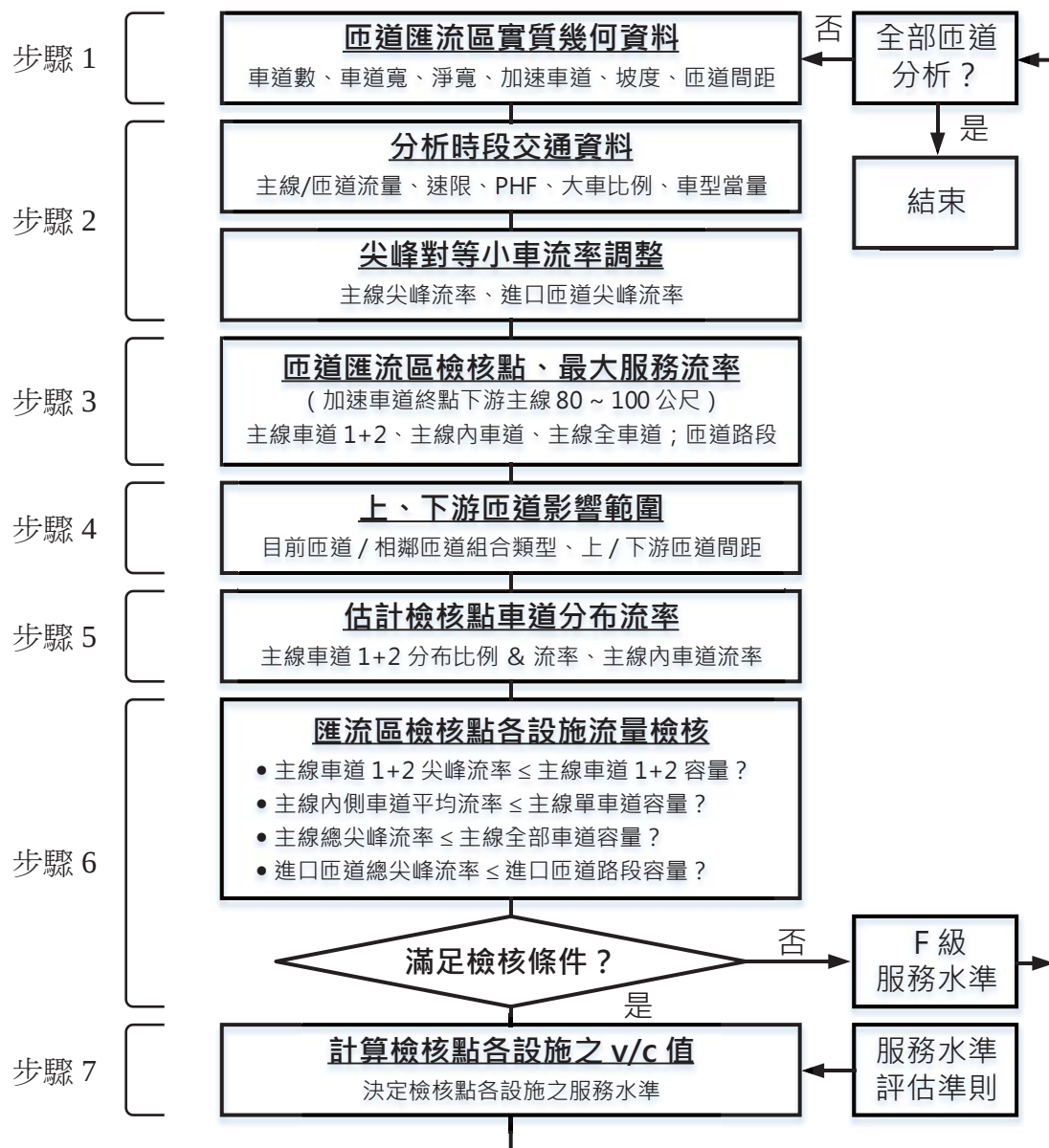


圖 5.10 進口匝道匯流區分析程序圖

5.4.1 匝道匯流區實質幾何資料

實質幾何資料分為預設基本狀況與現況兩部分：

1. 預設基本狀況資料

- (1) 車道寬為 3.65 公尺以上
- (2) 左側路肩寬 1.0 公尺以上，右側路肩寬為 3.0 公尺以上
- (3) 匝道匯流區位於平坦地區（坡度 $\leq 2\%$ ，坡道長 ≤ 500 公尺）

基本狀況資料用來檢視設施之幾何現況可達到理想交通運作的程度，研究雖未探討目前設施在不全符合基本狀況之下，對實際道路車流運行的影響程度，惟臺灣高速公路沿線視距，以及車道寬、側向淨寬等斷面設計的一致性甚高，應大都滿足基本狀況資料。

2. 現況實質幾何資料

- (1) 目前匝道區之主線單向車道數 N
- (2) 目前匝道區進口匝道之加速車道長度
- (3) 目前匝道區與上、下游匝道口之間距（若為獨立匝道區，則其與上游和下游匝道口之間距均預設為 $> 1,000$ 公尺）
- (4) 上、下游匝道口之類型（進口或出口）

本分析適用匝道區主線單向車道數 $N=2、3、4$ 的狀況，匝道區加速車道長度為加速車道全寬段與漸變段長度之和，其中加速車道長度為由進口匝道槽化標線鼻端往下游至加速車道終點之距離（如圖 5.11），而目前匝道區與上、下游匝道口之間距係以兩相鄰匝道實體槽化島之槽化標線鼻端（相當於圖 5.11 之匯入點，或匝道分流區之分出點）為量測基準點，若進口匝道槽化標線鼻端另有劃設禁止換道標線，則量測基準點應往下游延伸至該標線端點。相鄰匝道間距量測值是確認目前匝道區是否獨立的依據，若結合問題路段上、下游各相鄰匝道類型資訊，便是分析匝道區車道流量分布是否受上、下游匝道進出車流影響的重要資料。

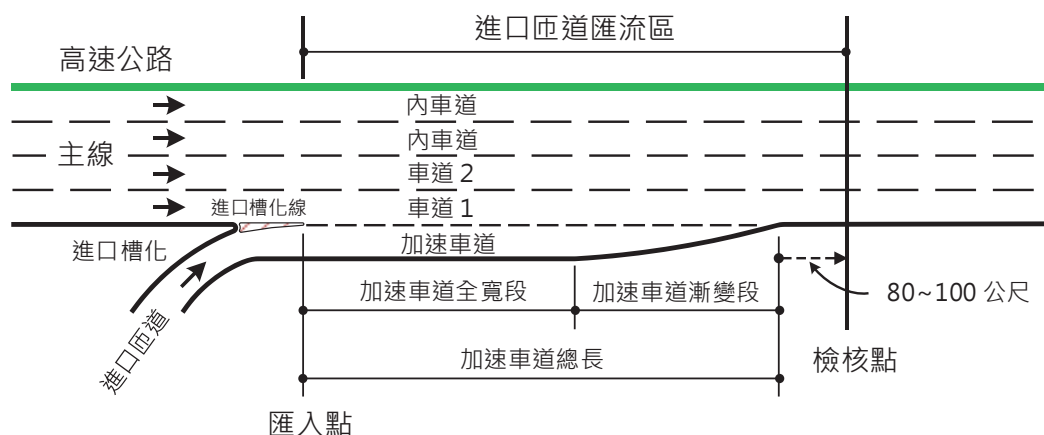


圖 5.11 匝道匯流區幾何示意圖

5.4.2 分析時段交通資料與尖峰調整

各匝道區分析時段交通資料包括：

1. 目前匝道區與上、下游相鄰匝道之主線分類車種交通量（分為小型車、大型車、聯結車等三種車型）
2. 目前匝道區與上、下游相鄰匝道之進（出）口匝道路段分類車種交通量（分為小型車、大型車、聯結車等三種車型）與分類車種比例
3. 各匝道區之上游主線與進（出）口匝道路段之尖峰小時係數 (PHF)
4. 各匝道區之主線與進（出）口匝道路段之速限

匝道區各路段尖峰小時係數 (PHF) 可將該路段的小時流量調整為尖峰需求流率，但因為主線與各匝道路段發生尖峰的時間不同，故本項調整旨在反映匝道區各路段設施都在最大需求流率下的運行狀況。主線與匝道路段的速限可分別預估對應之自由車流速率，並據以界定目前匝道區主線與匝道路段的車道容量，而匝道路段的自由車流速率則會影響主線車輛選擇行駛較外側車道的比例。

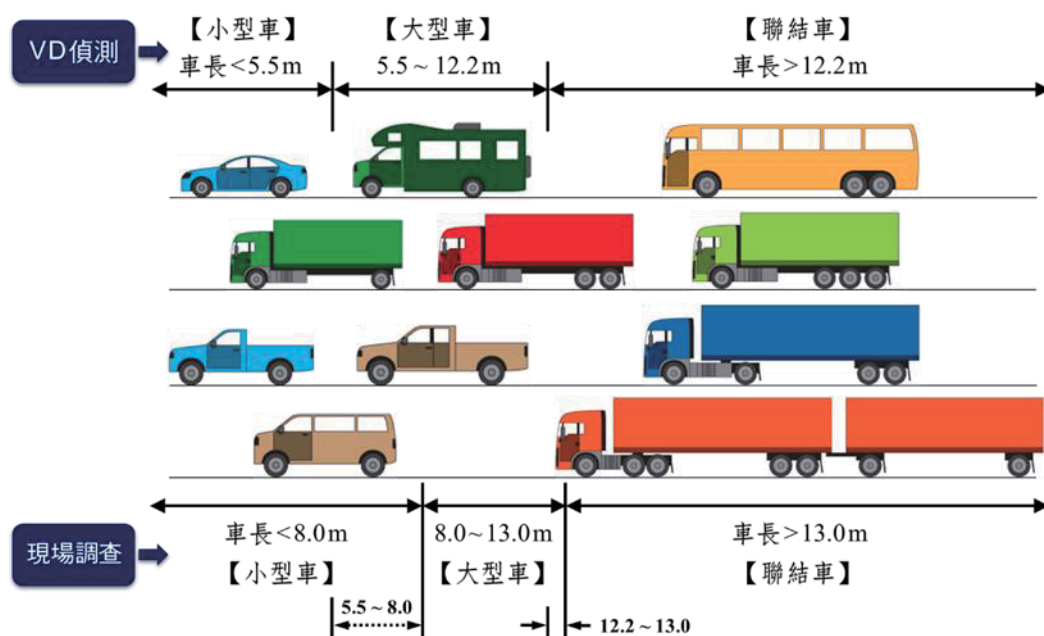
有關較大型車種（大型車、聯結車）當量之設定，以及對等小車流量之調整，分別說明如下：

1. 界定大型車種當量

由於在 108 年[2]之現場調查對各匯流區調查地點的大型車種比例大都在 10 % 以下，幾乎對車流運行無影響，故在分析各調查期間的依時流率型態，以及發展各調查地點的車道分布模式時，並未區分車種。

109 年新增 4 處匯流區現調資料，並蒐集更多地點之長時間車道 VD 依時資訊，可針對較高比例大型車種對車流的影響進行校驗。由分類車種流量資料可獲得較大型車種（大型車、聯結車）的比例，進而由大型車種當量，將尖峰小時總流量 (veh/hr) 轉換成尖峰小時總對等小車流量 (pc/hr)。

在界定較大型車輛之車種當量 (PCE) 值時，採現場空拍影像辨識車體尺度方式判讀，在幾經測試調整後，以小型車長 < 8.0 公尺（取當量 $E_P = 1.0$ ）， $8.0 \text{ 公尺} \leq \text{大型車長} \leq 13.0$ 公尺（取當量 $E_T = 1.6$ ），聯結車長 > 13.0 公尺（取當量 $E_C = 2.0$ ）作為發展車道分布預估模式的依據，然現行高速公路 VD 流率資訊採小型車長 < 5.5 公尺， $5.5 \text{ 公尺} \leq \text{大型車長} \leq 12.2$ 公尺，聯結車長 > 12.2 公尺（近似 13.0 公尺），顯然在定義大型車種長度上與現場調查有落差（如圖 5.12），故再由比對國道 3 號中和交流道主線鄰近 VD 佈設點上、下游 ETC 門架依時車種資訊，發現 VD 偵測之大型車長介於 5.5 ~ 8.0 公尺的比例約 13 ~ 33%（平均 24%），而 VD 偵測車長介於 12.2 ~ 13.0 公尺之聯結車，在現場調查的車長分類中被歸類為大型車。



（車型圖例資料：美國 FHWA 官網）

圖 5.12 現場調查與 VD 偵測分類車種尺度對照示意圖

基於上述，建議後續容量分析之車種當量 (PCE) 值如下：

(1) 現場調查資料

- 小型車 (小客車、小貨車) $E_P = 1.0$
- 大型車 (大客車、大貨車) $E_T = 1.6$
- 聯結車 $E_C = 2.0$

(2) VD 偵測資料

- 小型車 (車長 < 5.5 公尺) $E_P = 1.0$
- 大型車 ($5.5 \leq$ 車長 ≤ 12.2 公尺) $E_T = 1.0$
- 聯結車 (車長 > 12.2 公尺) $E_C = 2.0$

2. 調整對等小車流量為尖峰對等小車流率

交通特性資料需求如下：

- 匝道區上游主線、匝道路段之總流量； V_F 與 V_{ON} (單位：輛／小時)
- 匝道區主線、匝道路段之尖峰小時係數； PHF_F 與 PHF_{ON} (單位：十進位)
- 匝道區主線之大型車、聯結車比例； $P_{T(F)}$ 與 $P_{C(F)}$ (單位：十進位)
- 匝道路段之大型車、聯結車比例； $P_{T(ON)}$ 與 $P_{C(ON)}$ (單位：十進位)
- 大型車、聯結車當量值； E_T 與 E_C (單位：十進位)
- 主線重型車 (含大型車、聯結車) 車型調整因素 $f_{HV(F)}$

$$f_{HV(F)} = \frac{1}{1 + (E_T - 1) \cdot P_{T(F)} + (E_C - 1) \cdot P_{C(F)}}$$

- 進口匝道重型車 (含大型車、聯結車) 車型調整因素 $f_{HV(ON)}$

$$f_{HV(ON)} = \frac{1}{1 + (E_T - 1) \cdot P_{T(ON)} + (E_C - 1) \cdot P_{C(ON)}}$$

匝道區上游主線 (或進口匝道) 尖峰對等小車需求流率 v_F (或 v_{ON}) 可由主線 (或進口匝道) 尖峰小時總流量 V_F (或 V_{ON}) 經大型車、聯結車當量 (E_T 、 E_C) 調整後，除以對應之尖峰小時係數 PHF_F (或 PHF_{ON}) 而得，若其他實質幾何 (如車道寬、淨寬、坡度等) 近乎基本狀況而不考慮調整，則：

- 進口匝道區上游主線之尖峰對等小車流率 v_F

$$v_F = \frac{V_F}{f_{HV(F)} \cdot PHF_F} \quad (\text{單位：小車/小時})$$

- 進口匝道路段之尖峰對等小車流率 v_{ON}

$$v_{ON} = \frac{V_{ON}}{f_{HV(ON)} \cdot PHF_{ON}} \quad (\text{單位：小車/小時})$$

5.4.3 匝道匯流區檢核點之車道容量

1. 匝道匯流區檢核點

圖 5.11 將高速公路進口匝道匯流區主線行車方向最外側車道由外而內劃分為車道 1 與車道 2（高速公路局通稱為外側車道、中外側車道），其餘主線各車道統稱為內車道；進行分析時，若主線行車方向僅設兩車道，則僅分析車道 1、2。

圖 5.11 之檢核點係依據 108 年[2]匝道匯流區臨界點分析結果所研訂之匯流區主要運行狀況檢核斷面，匯流區檢核點位於加速車道終點之主線下游約 80 ~ 100 公尺範圍，這是調查與蒐集匝道匯流區之交通特性資料、進行車道流量檢核，以及評估車道服務水準的建議位置。

2. 匝道匯流區檢核點之車道容量

匝道匯流區主線檢核點各車道容量值沿用高速公路基本路段建議值（表 5.4），在不同自由車流速率、主線單向車道數，以及主線未開放使用路肩狀況下，依照對應之容量值對流量進行檢核。

表 5.4 基本路段在各種自由車流速率、單向車道數、未開放路肩之容量表

自由車流速率 (公里/時)	每車道容量 (小車/小時/車道)		
	2 車道	3 車道	4 車道
115	2,050	2,000	1,950
110	2,000	1,950	1,900
105	1,950	1,900	1,850
100	1,900	1,850	1,800

5.4.4 界定匝道區類型

本所於 107 年[4]曾對國道 1、3 號沿線匝道區位置、運行屬性、幾何現況等進行資料蒐集、建檔、統計。根據國道 1 號、3 號沿線雙向各進出匝道的幾何型態與分布位置，決定各個匝道區究屬獨立與否時，因國內尚無此類車流行為研究資訊，故曾以美國 HCM 所界定之 1,500 呎（約 460 公尺）作為進、出口匝道影響區範圍，根據此距離原則，若主線上、下游兩匝道區相互緊鄰，以致車流可能會相互影響時，此相鄰兩匝道區影響範圍至多為 3,000 呎（約 910 公尺，以 1,000 公尺計），此為單純由靜態匝道間距考量。

民國 108、109 年之計畫[2,3]分別以獨立和相鄰匝道區為調查分析對象，即依上項原則，當某匝道區上、下游 1,000 公尺範圍內無其他進口或出口匝道時，則視其為獨立匝道區；若某匝道區上、下游 1,000 公尺範圍內有其他進口或出口匝道，則因可能受這些上、下游匝道進出車流之影響，故視其為非獨立匝道區。

美國 HCM 2000 之後對主線單向 3 車道之匝道區有進一步判定是否「獨立」的對等距離 (L_{EQ}) 估計模式，對等距離 (L_{EQ}) 是用來界定目前匝道區運行車流受上游（或下游）匝道進出車流影響的最大可能距離，亦即是判別目前匝道區究竟屬獨立或非獨立運行的分界值，凡目前匝道區與上游（或下游）特定類型匝道口實際間距大於所估算之對等距離時，視為獨立匝道區，反之，則視為非獨立匝道區。所謂上游或下游特定類型匝道口是指 HCM 在探討匝道間距與上（下）游某些類型匝道口對目前進口匝道區的影響時，曾針對最常見的 6 車道（單向 3 車道）高速公路主線相鄰上、下游匝道口車流，建議以下兩種當匝道間距過近時，明顯會對目前進口匝道區車流有影響的組合類型（如圖 5.13 所示），至於其是否會產生影響，端視目前匝道與上游匝道間距 D_U 或與下游匝道間距 D_D 而定。

- (a) 目前進口匝道車流會受下游出口匝道車流之影響（類型 On-3）
- (b) 目前進口匝道車流會受上游出口匝道車流之影響（類型 On-5）

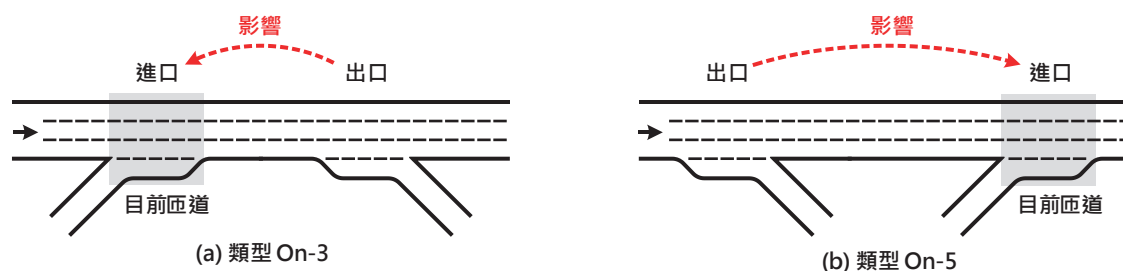


圖 5.13 目前進口匝道區受相鄰匝道影響之類型(美國 HCM 2016)

表 5.5 為美國 HCM 2016 之匝道間距對等距離 L_{EQ} 估算模式，表中各建議模式僅適用在單向 3 車道主線沿線，且僅限於各估算模式對應之目前匝道類型與相鄰上、下游匝道之特定類型。至於與上（下）游匝道之其他組合類型，或因現調取樣不足，或影響距離關係不明，或模式係數不顯著等原因，一律都視為對目前進口匝道區車流沒有影響，因此，將目前進口匝道區以獨立匝道類型分析。

表 5.5 美國 HCM 2016 進口匝道緊鄰間距對等距離 L_{EQ} 估算式表

相鄰匝道	目前匝道	對等距離 L_{EQ} 估算式	單位
上游 出口匝道	進口匝道	$L_{EQ} = 0.065227 (v_F + v_R) + 0.444 \cdot L_A + 10.10064 \cdot S_{FR} - 732.434$	公尺
下游 出口匝道	進口匝道	$L_{EQ} = \frac{v_D}{0.35958 + 0.001152 \cdot L_A}$	公尺

註：模式變數單位： $v_{x(x=D, F, R)}$ 流量（小車/時）； L_A 距離（公尺）； S_{FR} 速率（公里/時）

目前匝道也可能會同時受上、下游匝道車流之影響，圖 5.14 顯示目前進口匝道車流也會同時受相鄰上游出口匝道與下游出口匝道車流之影響（類型 On-9），但因 HCM 還沒有同時處理三處相鄰匝道區車流的分析模式，故建議分別對目前匝道與上游匝道，以及目前匝道與下游匝道進行分析，亦即在分析相鄰匝道組合類型 On-9 時，目前匝道區車流受影響的程度可分別單獨以圖 5.13 所列類型 On-3 和類型 On-5 估計，再以所估計影響程度較大者作為分析目前匝道區的依據。

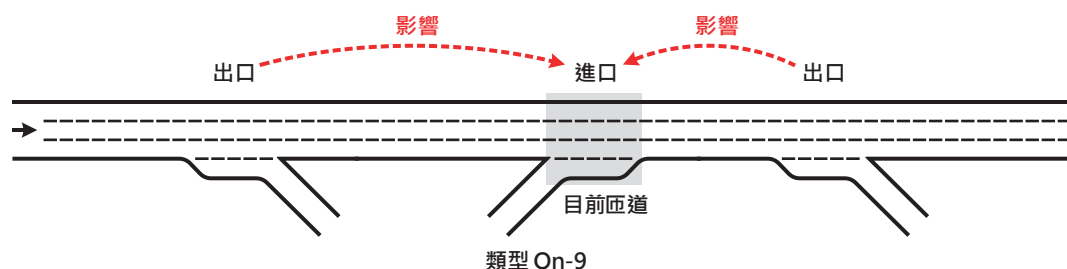


圖 5.14 目前進口匝道區受上、下游緊鄰匝道影響之類型(美國 HCM 2016)

目前匝道區是獨立或非獨立的認定結果，會影響後續所採用的匝道區外側兩車道流量分配比例 (P_{FM}) 模式，鑒於國內目前並無類似用途之間距估算方法，且在 109 年之國道 1、3 號沿線相鄰匝道區調查研究亦因進口匝道區取樣地點有限，尚無法正確反映匝道間距影響車流運行的相關因素，故建議仍採用前述兩相鄰匝道區車流可能相互影響的靜態間距 1,000 公尺作為界定獨立匝道區的原則。

綜合上述，如果目前進口匝道區同時與上、下游匝道口間距 > 1,000 公尺，則界定其為一獨立匝道區，即視其上、下游相當距離內沒有任何匝道口進行分析；反之，如果與上游或（與）下游匝道口間距 ≤ 1,000 公尺，則視其可能為一非獨立匝道區進行分析，亦即認為其可能受上游或（與）下游匝道口進出車流的影響。

5.4.5 匝道匯流區車道流率分布比例

1. 匝道匯流區車道分布估計模式

匝道區上游主線流率 v_F 、外側兩車道（車道 1、2）流率 v_{12} ，以及影響區內主線外側兩車道（車道 1、2）流率比例 P_{FM} 如圖 5.15 所示。

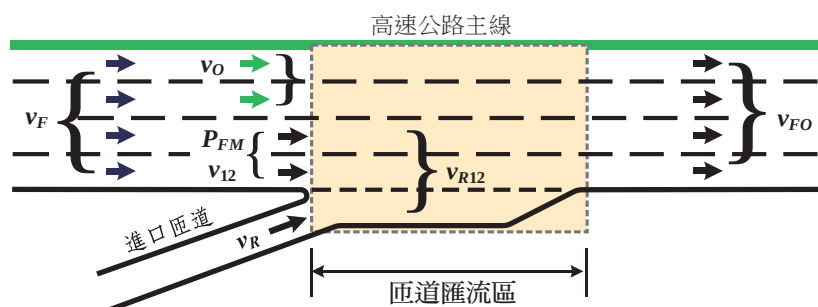


圖 5.15 匝道匯流區流率 v_F 、 v_{12} ，以及流率比例 P_{FM} 示意圖

圖 5.15，匝道匯流區主線外側兩車道（車道 1、2）之尖峰需求流率如下：

$$v_{12} = v_F \times P_{FM}$$

其中 v_{12} 進入匯流區上游主線車道 1 與 2 流率(小車/小時)

v_F 進入匯流區上游主線總流量（小車/小時）

P_{FM} 進入匯流區上游之主線車流量中，仍留在主線外側兩車道（車道 1、2）之比例

上式中，主線外側車道 1、2 之流率比例 P_{FM} 估算式如表 5.6 所示。

表 5.6 匝道匯流區主線外側車道 1、2 之 P_{FM} 估算迴歸式表

算式編號	P_{FM} 估算式
估算式 1	$P_{FM} = 1.00$
估算式 2	$P_{FM} = 0.6260 + 0.000087 \cdot L_A - 0.000073 \cdot v_R$
估算式 3	$P_{FM} = \frac{0.9813 \cdot (v_{12}^U + v_R^U)}{v_F^U + v_R^U}$
估算式 4	$P_{FM} = 0.5581 + 0.000055 \cdot L_A - 0.0000095 \cdot v_R + 0.000042 \cdot D_U$
估算式 5	$P_{FM} = 0.3263 + 0.000088 \cdot L_A - 0.0000023 \cdot v_R$

上表 P_{FM} 估算式 3、4 主要應用於目前匝道區主線為單向三車道，緊鄰上游匝道分別為進口、出口匝道的情形，估算 P_{FM} 時應注意：

(1) P_{FM} 估算式 3（上游緊鄰一入口匝道）：

109 年[3]之實證分析顯示若相鄰上游進口匝道過近，則由該匝道併入主線的車流會對緊鄰的下游進口匝道區車流運行造成影響（如圖 5.16），故估算式 3 之參數定義如下：

v_F^U ：進入上游進口匝道區主線之總流率（小車/小時）；可採用現場調查或 VD 資料，或以進入目前匝道區主線之總流率減去上游進口匝道路段流率估算之，即 $v_F^U = v_F - v_R^U$ 。

v_R^U ：上游進口匝道路段流率，採現場調查或 VD 資料（小車/小時）

v_{12}^U ：進入上游進口匝道區主線外側車道 1、2 之分布流率（小車/小時）；分析顯示上游進口匝道車流通常不受下游進口匝道之影響，故若上游進口匝道區可視為一獨立匝道區段，則其主線外側車道 1、2 之流率分布比例便可以表 5.6 估算式 2 估計，進而估算得 v_{12}^U 。

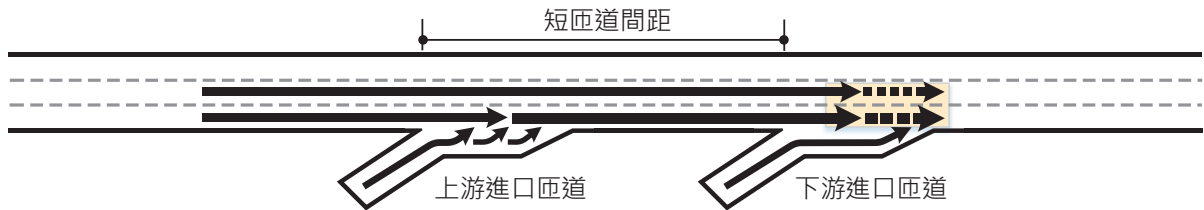


圖 5.16 上游進口匝道區主線外側車流對下游進口匝道匯入車輛之影響示意圖

(2) P_{FM} 估算式 4（上游緊鄰一出口匝道）：

現調顯示若相鄰上游出口匝道過近，則上游主線車流多會先換道至較內側車道，以致上游出口匝道愈靠近目前匝道區，則 P_{FM} 值應愈低。但表 5.6 估算式 4 之匝道間距 D_U 係數為正，顯示估算式僅在某 D_U 範圍有效，故建議在分析此類型匝道時，同時比較估算式 2（匝道獨立）和估算 4（匝道非獨立）之 P_{FM} 值，取兩者之較小值。

2. 流率比例 P_{FM} 估算式之選擇

相鄰匝道口之間距、個別匝道口類型等會對主要分析匝道口（即目前匝道區）產生影響。根據在不同主線車道數，上、下游相鄰匝道口型態與分布， P_{FM} 估算式之選擇如表 5.7。

在發展流量分布預測模式時，可能受限於國內並無某種類型之匝道口，或該類型匝道口數量太少（< 1.0 %）而未發展估算式，也可能因現場調查車流數據資料不足、匝道區附近 VD 群組未能通過流量型態檢核、迴歸式變數之係數檢定不顯著，或模式係數符號、數值不合理等因素而未能發展估算式，當擬分析之匝道口類型有這些情況時，建議以主線車道數相同之獨立匝道口估算式，或以相鄰匝道幾何型態類似之

匝道區估算式進行預估。

表 5.7 進口匝道匯流區流率比例 P_{FM} 估算式表

編號	匝道口類型	匝道位置			2車道		3車道		4車道	
		上游	中間	下游	地點數(比例)	P_{FM} 算式	地點數(比例)	P_{FM} 算式	地點數(比例)	P_{FM} 算式
On-1		無	進口	無	14 (4.46%)	估算式 1	108 (34.39%)	估算式 2	9 (2.87%)	估算式 5 *
On-2		無	進口	進口	2 (0.64%)	估算式 1	3 (0.96%)	估算式 2 *	0 (0.00%)	估算式 5 *
On-3		無	進口	出口	0 (0.00%)	估算式 1	3 (0.96%)	估算式 2 *	0 (0.00%)	估算式 5 *
On-4		進口	進口	無	1 (0.32%)	估算式 1	13 (4.14%)	估算式 3	3 (0.96%)	估算式 5 *
On-5		出口	進口	無	5 (1.59%)	估算式 1	101 (32.17%)	估算式 2 估算式 4	19 (6.05%)	估算式 5
On-6		進口	進口	進口	0 (0.00%)	估算式 1	0 (0.00%)	估算式 2 * 估算式 3 *	0 (0.00%)	估算式 5 *
On-7		進口	進口	出口	0 (0.00%)	估算式 1	0 (0.00%)	估算式 2 * 估算式 3 *	0 (0.00%)	估算式 5 *
On-8		出口	進口	進口	3 (0.96%)	估算式 1	10 (3.18%)	估算式 2 * 估算式 4 *	2 (0.64%)	估算式 5 *
On-9		出口	進口	出口	0 (0.00%)	估算式 1	2 (0.64%)	估算式 2 * 估算式 4 *	1 (0.32%)	估算式 5 *

註 1：* 係依目前匝道幾何型態所建議之估算式

註 2：各類型匝道口數量與比例係依據 107 年[3]彙整國道 1、3 號全線匝道幾何型態之統計結果。

5.4.6 匝道匯流區流量檢核

美國 HCM 2016 對匝道匯流區（除進口匝道路段外）主要有 3 個檢核點，以查驗各檢核點流量是否超過容量（如下圖 5.17）：

1. 匯流區下游主線外側兩車道之小車總流量
2. 匯流區下游主線斷面全部車道之小車總流量
3. 匯流區下游主線平均每一內車道之小車流量
4. 進口匝道路段

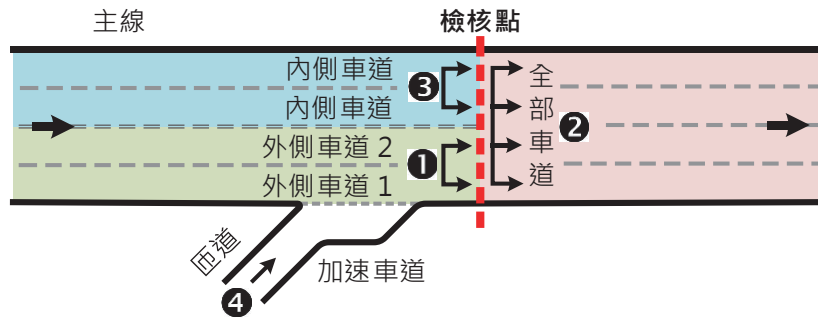


圖 5.17 進口匝道匯流區車道流量檢核示意圖

匝道區下游主線全部車道總容量係依據基本路段在不同自由車流速率下之「單一車道容量」乘以「單向車道數」而得，而匝道區下游主線外側兩車道之平均車道容量則稍低於上游或下游基本路段每車道容量。本分析程序循上述作法時，第 1 項檢核雖可依據新版 THCM 高速公路基本路段每車道容量規範進行檢核，但因匝道區主線外側兩車道每一車道之容量目前尚未定論，故在建立匝道匯流區檢核準則前，先參酌美國 HCM 的觀念，HCM 2016 採認在不同自由車流速率下：

- 匯流區下游主線外側兩車道（車道 1、2）之車道容量值都相同。
- 匯流區下游主線外側兩車道（車道 1、2）之平均每車道容量不一定比主線內車道之平均車道容量低。

一、公路設施自由車流速率之估計

設計速率是指車輛在公路情況良好時，所能維持的最高安全速率，實務上，公路線形各部分設計（如曲線的曲率、彎道的超高、視距等）很多是以設計速率為依據，在考慮配合自然地形、兩旁土地使用、公路型式、環境品質、美觀等條件下，這些項目的設計標準愈高，則配合的設計速率也愈高。但從實際行車面來看，通常駕駛人大都會隨公路所經地形限制、交通狀況、車道使用，甚至公路執法而調整其速率，甚少是因公路本身的重要性而調整。美國自 HCM 1985 起，對高速公路、多車道公路等非阻斷性公路設施分析已從原先沿用的設計速率調整為自由車流速率，以更確實反映車流受道路實質環境的影響，就連鄉村雙車道公路也因為大都是以可及性功能為主，其分布區域通常無法以較高速率行駛，故而改用較不受設計速率影響的跟車延滯時間百分比取代。

臺灣公路容量手冊對高速公路與多車道公路容量分析也是以公路

設施的自由車流速率為依據，以便確認較正確的速率－流量關係；自由車流速率儘可能在流率較低（美國 HCM 建議流率 $\leq 1,000$ pcphpl）的現場量測，此路段平均速率值會是自由車流速率的良好指標，且由於是現況資料，故不須做任何調整，其缺點是如果要分析某一未來道路設施或狀況，則不可能現場量測，因而常以參考比照其他同類型設施或採模式估計的方式取代。國內目前因無廣泛的公路自由車流速率特性調查，亦尚未發展本土化估計模式，故常藉由道路現有或預計的速限著手，其優點是不同類型公路各有特定的速限範圍，同一類型公路的速限也相當一致，這不論是對目前或對未來公路設施的預計速率，都較容易掌握。美國國內調查顯示理想狀況下的道路自由車流速率約較速限高 8 ~ 11 公里/時，惟這只是參考值。

為滿足本分析程序確認公路速限與自由車流速率關係之需要：(1) 高速公路部分一直接依循新版公路容量手冊第四章基本路段容量分析所訂定之基本路段速限與對應平均自由速率建議值，以求一致；(2) 快速公路分匯流區主線速限分別為 80、90、100 公里/時的自由車流速率統計結果，以對應於各個速限的公路內側車道平均自由車流速率為建議值。

以上兩種公路設施之速限與自由車流速率對應關係建議值整理如表 5.8 所示，表中兩種公路設施在速限 90 與 100 公里/時對應的自由車流速率相一致。

表 5.8 公路設施速限與自由車流速率對照建議表

公路設施	速限 S_L (公里/時)	自由車流速率 S_F (公里/時)
快速公路	≤ 80	$S_L + 10$
高、快速公路	90	100
高、快速公路	100	105
高速公路	110	115

二、匝道匯流區各車道設施容量

表 5.9 為綜合 110 年研究[5]第三章與本手冊第四章高速公路基本路

段在未開放使用路肩之下，高、快速公路匝道區各設施容量值建議表，本表列舉在不同自由車流速率下，匝道區上、下游主線斷面全部車道，以及主線外側兩車道之預設容量值，可供檢核匝道區各設施之流量負荷程度。至於在開放使用路肩部分，尚未對此狀況下之匝道匯流區車流特性進行調查，故未建立對應之匯流區各設施容量參考值。

表 5.9 高、快速公路匝道匯流區容量建議表（未開放使用路肩、平坦路段）

速限 (kph)	自由 流速 (kph)	匝道區上游/下游主線總容量 ¹				進口匝道區下游主 線車道 1+2 容量 $V_{R12(Max)}^2$
		單向車道數				
		2 車道	3 車道	4 車道	> 4 車道	
110	115	4,100	6,000	7,800	1,950 /車道	3,800
105	110	4,000	5,850	7,600	1,900 /車道	3,800
100	105	3,900	5,700	7,400	1,850 /車道	3,800
90	100	3,800	5,550	7,200	1,800 /車道	3,800
80	90	3,700	-	-	-	3,700

註¹：容量單位：小車/小時

註²： V_{R12} ：進口匝道區主線外側兩車道與進口匝道之總尖峰流率（小車/小時）

三、進口匝道路段容量

依本所 110 年研究[5]第四章之分析建議，匝道容量分析在規劃和運行兩階段之著重焦點並不相同，規劃階段著重於研判新設匝道路段本身是否滿足預計進出需求流率所需的車道數，歷來採用多車道匝道容量是單車道匝道的倍數的作法，通常前提是在進口匝道路段很長，匝道上游之車流運作不會受匝道下游回堵車隊影響，或者是加速車道夠長，匝道車輛進入主線的匯入行為和一般自由變換車道無異的情況；運作階段之分析除了要維持高速公路主線之服務水準外，也要避免匝道車流回堵至平面道路，當高速公路已進入壅塞狀況，或已啟動諸如主線路肩開放、匝道儀控等管理措施時，匝道進入主線之最大流率勢必無法達到預設容量之理想值，因此，運行分析時建議改採匯入點最大可通過

流率（服務流率）的概念，才能切合實際運行情況。

針對上述兩階段之需，表 5.10 分別列舉在規劃階段，不同車道數匝道之容量建議值，以及在運作階段，不同車道數匝道在未開放路肩或匝道儀控等措施下之最大通過流率建議值，表列建議值目前較適用於一般匝道 (ramps) 及大型車比例較低的情況，並未含環道 (loops) 及高比例大型車對容量之影響。

表 5.10 進口匝道匯入主線段容量建議表

速限(kph)	階 段	車道數	容量（小車/小時）
50 或 60	規劃設計	1 車道	1,800
		2 車道	3,000
	運行分析	1 車道	1,800 或 儀控率
		2 車道	3,000 或 儀控率

四、匝道匯流區之流量檢核

進口匝道匯流區檢核點各受檢個別車道或組合車道之主要流量項目，包括：

1. 匝道匯流區檢核點全部車道總尖峰流率 $V_{FO} (= V_F + V_R)$

等於“匝道區上游主線全部車道總小車流率”+“進口匝道小車流率”

2. 匝道匯流區檢核點之主線車道 1+2 估計尖峰流率 $V_{R12} (= V_{12} + V_R)$

等於“匝道區上游主線車道 1+2 估計小車流率”+“進口匝道小車流率”；若主線車道數 $N=2$ ，則 $V_{R12} = V_{FO}$ 。

3. 匝道匯流區檢核點之主線內車道平均尖峰流率

等於(“檢核點全部車道總尖峰流率”-“檢核點之主線車道 1+2 估計尖峰流率”) 除以“單向車道數 $N-2$ ”(其中 $N>2$ ，若 $N=2$ ，則不檢核本項)

4. 進口匝道路段之尖峰小車流率

等於匝道路段全部車道之總尖峰小車流率

5.4.7 服務水準評估

將實際需求量與容量相比較是最常用來瞭解公路容量供給被消耗的程度，以及評估服務水準的方式， V/C 值除了是服務水準績效指標外，也是進行評估分析時所依據的主要輸出項。

當處理預測資料時， $V/C > 1.0$ 暗示估計容量不足以滿足預測需求量， V/C 值概念上有可能大於 1.0，但實際流率應不會大於容量。在預測尖峰需求流率之下， $V/C > 1.0$ 顯示一可能癱瘓的設施，意即該服務設施無法適時疏散到達的交通需求，這種狀況會導致長等候車隊與發生高延滯。觀念上，當尖峰流率（目前或未來）與容量的比值 $V/C > 1.0$ 時，表示停等車隊預期將往問題路段的上游回堵，回堵車隊的長度與消散所需的時間視許多情況而定，包括 V/C 超過 1.0 的持續時間與超過多少等，也包括需求量的依時型態，因為停等車隊只會在當需求量比路段容量小時才開始消散；再者，一旦開始產生停等車隊，則駕駛人常會尋找替代道路來避開擁擠，因此 $V/C > 1.00$ 時，也可能會使需求型態發生動態偏移，因而會衝擊擁擠路段及其週邊道路的交通運行狀況。

1. 匝道匯流區各設施之流量檢核

當以下任一檢核項不滿足時，服務水準評為 F 級，並研判該檢核設施之車流可能會發生癱瘓；否則，進行服務水準等級評估。

- (1) 是否“檢核點車道 1+2 估計尖峰流率 v_{R12} ” $\leq$ “檢核點車道 1+2 容量 $v_{R12(Max)}$ ”？
- (2) 是否“檢核點全部車道總尖峰流率 v_{FO} ” $\leq$ “檢核點（即匝道區上游主線）全部車道總容量 c_F ”？
- (3) 是否“檢核點各內車道平均尖峰流率 $v_{O(Ave)}$ ” $\leq$ “檢核點主線車道 3（即內車道）之容量 c_F' ”？
- (4) 是否匯流區進口匝道路段之尖峰小車流率 v_R ” $\leq$ “進口匝道路段之容量 c_R ”？

2. 服務水準評估

計算以上匝道區各設施流量檢核項之 V/C 值，並依表 5.2 界定該設施之服務水準等級。

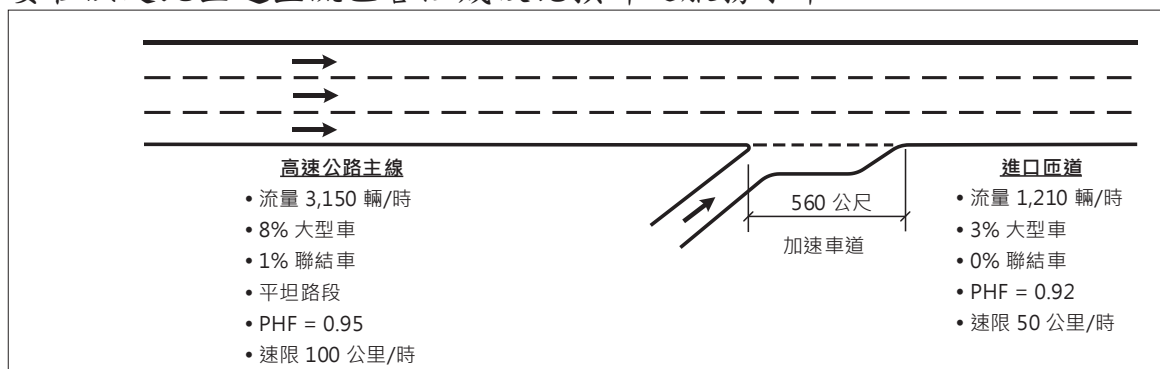
5.5 範例分析

本節之分析範例主要涵蓋臺灣國道 1、3 號沿線全部進口匝道匯流區中占較大比例之類型，各範例概要如下表：

範 例	示範主題	分析類別
範例一	●獨立進口匝道匯流區	運行分析
範例二	●進口匝道區上游緊鄰另一進口匝道區	運行分析
範例三	●進口匝道區上游緊鄰另一出口匝道	運行分析
範例四	●新建交流道之進口匝道方案評估	運行分析
範例五	●新建交流道之進口匝道容量分析	規劃設計

5.5.1 範例一、獨立進口匝道匯流區

下圖顯示某一單車道進口匝道併入一條都會區六車道高速公路（每方向三車道）之主線段，已知主線與進口匝道之現況幾何、交通資料如圖所示，假設天候環境良好、無任何交通事故，且為一般通勤車流；由於此匝道口距離上、下游相鄰匝道甚遠，故可視為一獨立匝道區(On-1)，這種匝道區約占國道 1、3 號全部進口匝道類型的 44%；本分析主要在決定此匝道匯流區各組成設施預計之服務水準。



步驟一：匝道區幾何資料

- 匝道口結構：獨立進口匝道區 (On-1)
- 所在地形：平坦地區 (level terrain)
- $N_F = 3$
- $N_R = 1$
- $L_A = 560$ 公尺
- $S_{L(F)} = 100$ 公里/時
- $S_{L(R)} = 50$ 公里/時

- 定義：主線單向總車道數
- 定義：匝道路段車道數
- 定義：加速車道長度（公尺）
- 定義：主線速限（公里/時）
- 定義：匝道路段速限（公里/時）

- $D_U > 1,000$ 公尺（獨立匝道區預設值） 定義：與上游匝道區間距（公尺）
分析獨立匝道區時，假設其與上游匝道口距離很長，或上游無其他匝道口
- $D_D > 1,000$ 公尺（獨立匝道區預設值） 定義：與下游匝道區間距（公尺）
分析獨立匝道區時，假設其與下游匝道口距離很長，或下游無其他匝道口

步驟二：匝道區交通資料、尖峰對等小車流率之調整

- $f_P = 1.000$ （預設值） 定義：駕駛人特性調整因素
- PHF_F ； PHF_R 定義：上游主線 F 或匝道 R 之尖峰小時係數
- $P_{T(F)} = 0.08$ （ $P_{C(F)} = 0.01$ ） 定義：主線大貨車 T（聯結車 C）比例
- $P_{T(R)} = 0.03$ （ $P_{C(R)} = 0.00$ ） 定義：匝道大貨車 T（聯結車 C）比例
- $E_T = 1.6$ （ $E_C = 2.0$ ） 定義：大貨車 T（聯結車 C）當量
- $f_{HV(F)}$ ； $f_{HV(R)}$ 定義：設施 i （上游主線 F 或匝道 R）之大型車調整因素

$$f_{HV(i)} = \frac{1}{1 + P_{T(i)}(E_T - 1) + P_{C(i)}(E_C - 1)}$$

$$\text{主線 } f_{HV(F)} = \frac{1}{1 + 0.08(1.6 - 1) + 0.01(2.0 - 1)} = 0.94518$$

$$\text{匝道 } f_{HV(R)} = \frac{1}{1 + 0.03(1.6 - 1) + 0.0(2.0 - 1)} = 0.98232$$

- V_F ； V_R （如以下換算表） 定義：上游主線 F 或匝道 R 之小時流量（輛/時）
- v_F ； v_R （如以下換算表） 定義：設施 i （上游主線 F 或匝道 R）之對等小車流率（小車/時）

$$v_i = \frac{V_i}{PHF_i \cdot f_{HV(i)} \cdot f_P}$$

設施小時流量與對等小車流率換算表

設施 i	V_i (輛/時)	PHF_i	$f_{HV(i)}$	f_P	v_i (小車/時)
主線 (F)	3,150	0.95	0.94518	1.000	3,508.1
匝道 (R)	1,210	0.92	0.98232	1.000	1,338.9

步驟三：界定分流區檢核點與最大服務流率

- 匯流區檢核點（加速車道終點下游主線約 80~100 公尺）
- $S_{F(F)} = S_{L(F)} + 5 = 100 + 5 = 105$ 公里/時
 定義：設施 i （上游主線 F ）之自由車流速率（表 5.8）
 $S_{F(i)} = S_{L(i)} + 10$ 若 $S_{L(i)} \leq 90$ 公里/時
 $= S_{L(i)} + 5$ 若 $S_{L(i)} > 90$ 公里/時
- $S_{L(R)} = 50$ 公里/時
 定義：匝道路段 R 之速限（公里/時）
- $c_F^1 = 1,900$ 小車/時
 定義：基本狀況下，匝道區上、下游主線單一車道容量
- $c_F = 5,700$ 小車/時
 定義：基本狀況下，匝道區上、下游主線總容量（表 5.9）
 $c_F = c_F^1 \times \text{主線單向車道數 } N_F$
- $c_R = 1,800$ 小車/時
 定義：基本狀況下，匝道路段總容量（表 5.2）
 $c_R = 1,800 \text{ pc/hr}$ 匝道車道數 $N_R = 1$
 $= 3,000 \text{ pc/hr}$ 匝道車道數 $N_R = 2$

步驟四：與上、下游匝道間距範圍之檢視

匝道 R 之相鄰上下游匝道類型檢查與車道分布模式統整表

主線 N_F	目前匝道 R	相鄰上/下游匝道	匝道間距 (m)	是否影響車流	匝道類型	車道分布模式
3	進口匝道	上游：無	—	否	ON-1	估算式 2
		下游：無	—	否	ON-1	估算式 2

步驟五：匝道區車道分布流率與評核

- 匯流區檢核點（加速車道終點下游主線約 80~100 公尺）
- 由步驟四之匝道 R 車道分布模式統整表，採估算式 2。
 - $P_{FM} = P_{FM(\text{獨立})} = 0.5770$
 定義：匯流區上游主線車道 1, 2 流量分布比例（表 5.6，估算式 2）
 - $v_{12} = 2,024.1$ 小車/時
 定義：匯流區上游主線車道 1, 2 流率
 $v_{12} = v_F \times P_{FM}$

步驟六(1)：匝道區檢核點各設施項之檢核

1. 檢核點之主線車道 1, 2 尖峰流率評核

- $v_{R12} = 3,363.0$ 小車/時
定義：檢核點之主線車道 1, 2 流率
$$v_{R12} = v_{12} + v_R$$
- $v_{R12(\text{Max})} = 3,800$ 小車/時
定義：檢核點之主線車道 1, 2 容量 (表 5.9)
- 評核結果： $v_{R12} \leq v_{R12(\text{Max})} \Rightarrow$ 未飽和
說明：是否 $v_{R12} > v_{R12(\text{Max})}$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

2. 檢核點斷面總尖峰流率評核

- $v_{FO} = 4,847.0$ 小車/時
定義：檢核點斷面總尖峰流率
$$v_{FO} = v_F + v_R$$
- 評核結果： $v_{FO} \leq c_F = 5,700 \Rightarrow$ 未飽和
說明：是否 $v_{FO} > c_F$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

3. 檢核點之主線平均每一內車道尖峰流率評核

- $v_{O(\text{Ave})} = 1,484.0$ 小車/時
定義：檢核點主線平均每一內車道流率
$$v_{O(\text{Ave})} = \frac{v_F - v_{12}}{N_F - 2}$$
- 評核結果： $v_{O(\text{Ave})} \leq c_F^1 = 1,900 \Rightarrow$ 未飽和
說明：是否 $v_{O(\text{Ave})} > c_F^1$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

步驟六(2)：匝道路段流量檢核

- $c_R = 1,800$ 小車/時
定義：匝道路段容量 (表 5.10)
- 評核結果： $v_R (= 1,338.9) \leq c_R \Rightarrow$ 未飽和
說明：是否 $v_R > c_R$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

步驟七：服務水準評估

- 檢核點之主線車道 1, 2： $V/C = 0.89$
說明：檢核點之主線車道 1, 2 之 V/C 值
• 服務水準：D 級
說明：服務水準等級 (表 5.2)
- 檢核點斷面全部車道： $V/C = 0.85$
說明：檢核點斷面全部車道之 V/C 值
• 服務水準：D 級
說明：服務水準等級 (表 5.2)
- 檢核點之主線每一內車道： $V/C = 0.78$
說明：檢核點之主線每一內車道

- 之 V/C 值
- 服務水準：C 級
- 說明：服務水準等級（表 5.2）
4. 匝道路段：V/C = 0.74
- 說明：匝道路段之 V/C 值

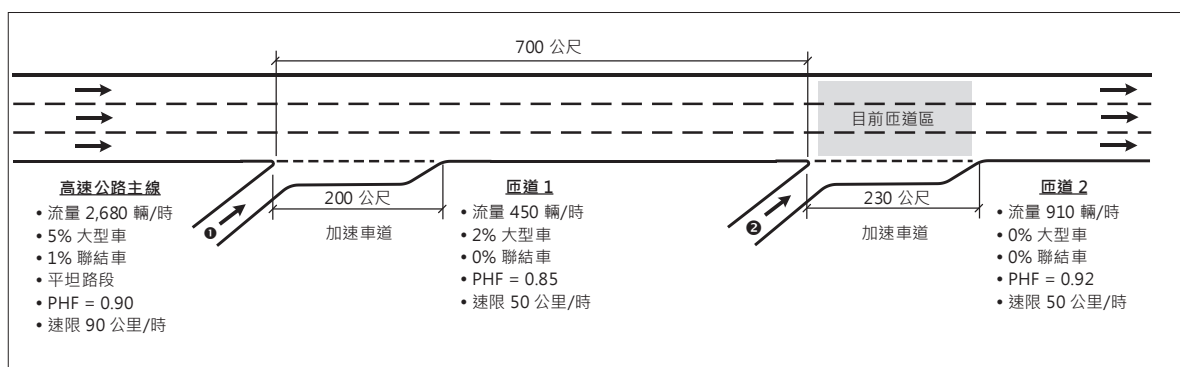
獨立匝道區設施服務水準表

高速公路主線 (目前匝道區)					
路段名稱	變數	流率 pc/hr	容量 pc/hr	V/C 值	服務水 準
• 匝道區上游主線	V_F	3,508.1	5,700	0.62	C
• 匝道區檢核點主線	V_{FO}	4,847.0	5,700	0.85	D
• 匝道區檢核點車道 1+2	V_{R12}	3,363.0	3,800	0.89	D
• 匝道區每一內車道	$V_{O(Ave)}$	1,484.0	1,900	0.78	C
• 匝道路段	V_R	1,338.9	1,800	0.74	—

評析：分析結果顯示本匝道匯流區目前各車道設施均處於穩定車流運行狀況，服務水準亦大概一致。

5.5.2 範例二、進口匝道區上游緊鄰另一進口匝道區

下圖為在一條六線道高速公路（每一方向三車道）某主線路段上之相鄰兩處匝道區，已知主線與兩處匝道之現況幾何、交通資料如圖所示，此圖例顯示目前匝道區（進口匝道區 R_2 ）上游 700 公尺處另設有一進口匝道區 R_1 ，這種匝道區約占國道 1、3 號全部進口匝道類型的 6 %；兩匝道區的交通運作有可能不相影響，但也可能因彼此間距較短，導致其中某一匝道區受另一匝道進出車流的影響，故必須確認各匝道區車流運作狀況是否有受影響，以合理分析其運行的品質。本範例將在以下每一步驟中，分別對此兩處匝道區進行幾何、交通資料彙整與影響分析，以決定每一匝道區各組成設施在現況下預期之服務水準。



步驟一：匝道區幾何資料

- 匝道口結構：進口匝道區上游緊鄰另一進口匝道區
- 所在地形：平坦地區 (level terrain)
- 設施代碼：F = 高速公路主線， R_1 = 上游匝道（匝道 1）， R_2 = 目前匝道（匝道 2）

- $N_F = 3$ 定義：主線單向總車道數
- $S_{L(F)} = 90$ 公里/時 定義：主線速限（公里/時）
- $N_{R1} = 1$ 定義：匝道 R_1 路段車道數
- $L_{A1} = 200$ 公尺 定義：匝道 R_1 加速車道長度（公尺）
- $S_{L(R1)} = 50$ 公里/時 定義：匝道 R_1 路段速限（公里/時）
- $N_{R2} = 1$ 定義：匝道 R_2 路段車道數
- $L_{A2} = 230$ 公尺 定義：匝道 R_2 加速車道長度（公尺）
- $S_{L(R2)} = 50$ 公里/時 定義：匝道 R_2 路段速限（公里/時）
- $D = 700$ 公尺 定義：上、下游匝道間距（公尺）
- $D_{U1} > 1,000$ 公尺（間距過長之預設值） 定義：匝道 R_1 與上游匝道間距（公尺）分析匝道區 R_1 時，假設其與上游匝道口距離很長，或上游無其他匝道口
- $D_{D1} = 700$ 公尺 定義：匝道 R_1 與下游匝道間距（公尺）
- $D_{U2} = 700$ 公尺 定義：匝道 R_2 與上游匝道間距（公尺）
- $D_{D2} > 1,000$ 公尺（間距過長之預設值） 定義：匝道 R_2 與下游匝道間距（公尺）分析匝道區 R_2 時，假設其與

下游匝道口距離很長，或下游
無其他匝道口

步驟二：匝道區交通資料、尖峰對等小車流率之調整

- $f_P = 1.000$ (預設值) 定義：駕駛人特性調整因素
- PHF_F ; PHF_{R1} ; PHF_{R2} 定義：上游主線 F、匝道 R_1 、匝道 R_2 之尖峰小時係數
- $P_{T(F)} = 0.05$; $P_{C(F)} = 0.01$ 定義：主線之大貨車 T 、聯結車 C 比例
- $P_{T(R1)} = 0.02$; $P_{C(R1)} = 0.00$ 定義：匝道 R_1 之大貨車 T 、聯結車 C 比例
- $P_{T(R2)} = 0.00$; $P_{C(R2)} = 0.00$ 定義：匝道 R_2 之大貨車 T 、聯結車 C 比例
- $E_T = 1.6$; $E_C = 2.0$ 定義：大貨車 T 、聯結車 C 當量
- $f_{HV(F)}$; $f_{HV(R1)}$; $f_{HV(R2)}$ 定義：設施 i (上游主線 F、匝道 R_1 、匝道 R_2) 之大型車調整因素

$$f_{HV(i)} = \frac{1}{1 + P_{T(i)}(E_T - 1) + P_{C(i)}(E_C - 1)}$$

$$\text{主線 } f_{HV(F)} = \frac{1}{1 + 0.05(1.6 - 1) + 0.01(2.0 - 1)} = 0.96154$$

$$\text{匝道 } R_1 \quad f_{HV(R1)} = \frac{1}{1 + 0.02(1.6 - 1) + 0.00(2.0 - 1)} = 0.98814$$

$$\text{匝道 } R_2 \quad f_{HV(R2)} = \frac{1}{1 + 0.00(1.6 - 1) + 0.00(2.0 - 1)} = 1.00000$$

- V_F ; V_{R1} ; V_{R2} (如以下換算表) 定義：上游主線 F、匝道 R_1 、匝道 R_2 之小時流量 (輛/時)
- v_F ; v_{R1} ; v_{R2} (如以下換算表) 定義：設施 i (上游主線 F、匝道 R_1 、匝道 R_2) 對等小車流率 (小車/時)

$$v_i = \frac{V_i}{PHF_i \cdot f_{HV(i)} \cdot f_P}$$

設施小時流量與對等小車流率換算表

設施 i	V_i (輛/時)	PHF_i	$f_{HV(i)}$	f_p	v_i (小車/時)
主線 (F)	2,680	0.90	0.96154	1.000	3,096.9
匝道 (R ₁)	450	0.85	0.98814	1.000	535.8
匝道 (R ₂)	910	0.92	1.00000	1.000	989.1

步驟三：界定兩匝道區檢核點與最大服務流率

- 匝道 R₁ 匯流區檢核點：加速車道終點下游主線約 80~100 公尺
- 匝道 R₂ 匯流區檢核點：加速車道終點下游主線約 80~100 公尺
- $S_{F(F)} = S_{L(F)} + 10 = 90 + 10 = 100$ 公里/時
 定義：設施 i (上游主線 F) 之自由車流速率 (表 5.8)
 $S_{F(i)} = S_{L(i)} + 10$ 若 $S_{L(i)} \leq 90$ 公里/時
 $= S_{L(i)} + 5$ 若 $S_{L(i)} > 90$ 公里/時
- $S_{L(R_1)} = 50$; $S_{L(R_2)} = 50$ 公里/時
 定義：匝道路段 R₁、R₂ 之速限 (公里/時)
- $c_F^1 = 1,850$ 小車/時
 定義：基本狀況下，匝道區上、下游主線單一車道容量
- $c_F = 5,550$ 小車/時
 定義：基本狀況下，匝道區上、下游主線總容量 (表 5.9)
 $c_F = c_F^1 \times \text{主線單向車道數 } N_F$
- $c_{R1} = 1,800$ 小車/時
 定義：基本狀況下，匝道 R₁ 路段總容量 (表 5.10)
 $c_{R1} = 1,800$ pc/hr 匝道車道數 $N_R = 1$
 $= 3,000$ pc/hr 匝道車道數 $N_R = 2$
- $c_{R2} = 1,800$ 小車/時
 定義：基本狀況下，匝道 R₂ 路段總容量 (表 5.10)
 $c_{R2} = 1,800$ pc/hr 匝道車道數 $N_R = 1$
 $= 3,000$ pc/hr 匝道車道數 $N_R = 2$

步驟四：與上、下游匝道間距範圍之檢視

1. 匝道 R₁ 匯流區

匝道 R₁ 之相鄰上/下游匝道類型檢查與車道分布模式統整表

主線 N_F	目前匝道 R_1	相鄰上/下游匝道	匝道間距 (m)	是否影響車流	匝道類型	車道分布模式
3	進口匝道	上游：無	—	否	ON-1	估算式 2
		下游：進口匝道	700	是	ON-2	估算式 2
				否	ON-1	估算式 2

2. 匝道 R₂ 匯流區

匝道 R₂ 之相鄰上/下游匝道類型檢查與車道分布模式統整表

主線 N_F	目前匝道 R_1	相鄰上/下游匝道	匝道間距 (m)	是否影響車流	匝道類型	車道分布模式
3	進口匝道	下游：無	—	否	ON-1	估算式 2
		上游：進口匝道	700	是	ON-4	估算式 3
				否	ON-1	估算式 2

步驟五：匝道區車道分布流率與評核

(一) 匝道 R₁ 匯流區

1. 匯流區檢核點（加速車道終點下游主線約 80~100 公尺）
2. 由步驟四之匝道 R₁ 匯流區車道分布模式統整表，採估算式 2。

- $P_{FM(\text{獨立})} = 0.60429$ 定義：若匯流區為獨立時，上游主線車道 1, 2 流量分布比例（表 5.6，估算式 2）
- $P_{FM(\text{非獨立})} = 0.60429$ 定義：若匯流區為非獨立時，主線車道 1, 2 流量分布比例（表 5.6，估算式 2）
- $P_{FM} = \text{Max}\{P_{FM(\text{獨立})}, P_{FM(\text{非獨立})}\} = 0.6043$ 定義：分流區內主線車道 1, 2 流量分布比例
- $v_{12} = 1,871.4$ 小車/時 定義：匯流區上游主線車道 1, 2 流率

$$\boxed{v_{12} = v_F \times P_{FM}}$$

(二) 匝道 R₂ 匯流區

1. 匯流區檢核點（加速車道終點下游主線約 80~100 公尺）
2. 由步驟四之匝道 R₂ 匯流區車道分布模式統整表，應同時比較估算式 2 與估算式 3。若目前匝道 R₂ 為非獨立，則車流可能受上游匝道 R₁ 影響，表 5.6 之主線車道 1, 2 流量分布比例估算式 3 參數如下：

- $v_F^U = v_{F(1)} = 3,096.9$ 小車/時 定義：基本狀況下，上游匝道區 R₁ 主線流率
- $v_R^U = v_{R(1)} = 535.8$ 小車/時 定義：基本狀況下，上游匝道區

- $P_{FM}^U = 0.6043$

- $v_{12}^U = 1,871.4$ 小車/時

- $P_{FM(\text{獨立})} = 0.57380$

- $P_{FM(\text{非獨立})} = 0.65026$

- $P_{FM} = \text{Max}\{P_{FM(\text{獨立})}, P_{FM(\text{非獨立})}\} = 0.65026$

- $v_{12} = 2,362.2$ 小車/時

R₁ 匝道流率

定義：上游匝道區 R₁ 主線車道 1, 2 流量分布比例，亦即上游匝道區 R₁ 之 P_{FM} 值

定義：基本狀況下，上游匝道區 R₁ 主線車道 1, 2 之分布流率

$$\boxed{v_{12}^U = v_F^U \times P_{FM}^U}$$

定義：若匯流區為獨立時，上游主線車道 1, 2 流量分布比例（表 5.6，估算式 2）

定義：若匯流區為非獨立時，上游主線車道 1, 2 流量分布比例（表 5.6，估算式 3）

定義：匯流區上游主線車道 1, 2 流量分布比例

定義：匯流區上游主線車道 1, 2 流率

$$\boxed{v_{12} = v_F \times P_{FM}}$$

步驟六(1)：匝道區檢核點各設施項之檢核

(一) 匝道 R₁ 匯流區

1. 檢核點之主線車道 1, 2 尖峰流率評核

- $v_{R12} = 2,407.2$ 小車/時

定義：檢核點之主線車道 1, 2 流率

$$\boxed{v_{R12} = v_{12} + v_R}$$

- $v_{R12(\text{Max})} = 3,800$ 小車/時

定義：檢核點之主線車道 1, 2 容量（表 5.9）

- 評核結果： $v_{R12} \leq v_{R12(\text{Max})} \Rightarrow$ 未飽和

說明：是否 $v_{R12} > v_{R12(\text{Max})}$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

2. 檢核點斷面總尖峰流率評核

- $v_{FO} = 3,632.7$ 小車/時

定義：檢核點斷面總尖峰流率

$$\boxed{v_{FO} = v_F + v_R}$$

- 評核結果： $v_{FO} \leq C_F = 5,550 \Rightarrow$ 未飽和

說明：是否 $v_{FO} > C_F$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

3. 檢核點之主線平均每一內車道尖峰流率評核

- $v_{O(Ave)} = 1,225.5$ 小車/時

定義：檢核點主線平均每一內車道流率

$$\boxed{v_{O(Ave)}} = \frac{v_F - v_{12}}{N_F - 2}$$

- 評核結果： $v_{O(Ave)} \leq c_F^1 = 1,850 \Rightarrow$ 未飽和

說明：是否 $v_{O(Ave)} > c_F^1$?
若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

(二) 匝道 R₂ 匯流區

1. 檢核點之主線車道 1, 2 尖峰流率評核

- $v_{R12} = 3,351.3$ 小車/時

定義：檢核點之主線車道 1, 2 流率

$$\boxed{v_{R12}} = v_{12} + v_R$$

- $v_{R12(Max)} = 3,800$ 小車/時

定義：檢核點之主線車道 1, 2 容量 (表 5.9)

- 評核結果： $v_{R12} \leq v_{R12(Max)} \Rightarrow$ 未飽和

說明：是否 $v_{R12} > v_{R12(Max)}$? 若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

2. 檢核點斷面總尖峰流率評核

- $v_{FO} = 4,621.8$ 小車/時

定義：檢核點斷面總尖峰流率

$$\boxed{v_{FO}} = v_F + v_R$$

- 評核結果： $v_{FO} \leq c_F = 5,550 \Rightarrow$ 未飽和

說明：是否 $v_{FO} > c_F$? 若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

3. 檢核點之主線平均每一內車道尖峰流率評核

- $v_{O(Ave)} = 1,270.5$ 小車/時

定義：檢核點主線平均每一內車道流率

$$\boxed{v_{O(Ave)}} = \frac{v_F - v_{12}}{N_F - 2}$$

- 評核結果： $v_{O(Ave)} \leq c_F^1 = 1,850 \Rightarrow$ 未飽和

說明：是否 $v_{O(Ave)} > c_F^1$?
若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

步驟六(2)：匝道路段流量檢核

(一) 匝道 R₁ 匯流區

- $c_{R1} = 1,800$ 小車/時

定義：匝道路段容量 (表 5.10)

- 評核結果： $v_{R1} = 535.8 \leq c_R \Rightarrow$ 未飽和

說明：是否 $v_{R1} > c_{R1}$? 若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

(二) 匝道 R₂ 匯流區

• $C_{R2} = 1,800$ 小車/時

• 評核結果： $V_{R2} = 989.1 \leq C_R \Rightarrow$ 未飽和

定義：匝道路段容量（表 5.10）

說明：是否 $V_{R2} > C_{R2}$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

步驟七：服務水準評估

(一) 匝道 R₁ 匯流區

1. 檢核點之主線車道 1, 2： $V/C = 0.63$

說明：檢核點之主線車道 1, 2 之 V/C 值

• 服務水準：C 級

說明：服務水準等級（表 5.2）

2. 檢核點斷面全部車道： $V/C = 0.65$

說明：檢核點斷面全部車道之 V/C 值

• 服務水準：C 級

說明：服務水準等級（表 5.2）

3. 檢核點之主線每一內車道： $V/C = 0.66$

說明：檢核點之主線每一內車道之 V/C 值

• 服務水準：C 級

說明：服務水準等級（表 5.2）

4. 匝道路段： $V/C = 0.30$

說明：匝道路段之 V/C 值

(二) 匝道 R₂ 匯流區

1. 檢核點之主線車道 1, 2： $V/C = 0.88$

說明：檢核點之主線車道 1, 2 之 V/C 值

• 服務水準：D 級

說明：服務水準等級（表 5.2）

2. 檢核點斷面全部車道： $V/C = 0.83$

說明：檢核點斷面全部車道之 V/C 值

• 服務水準：D 級

說明：服務水準等級（表 5.2）

3. 檢核點之主線每一內車道： $V/C = 0.69$

說明：檢核點之主線每一內車道之 V/C 值

• 服務水準：C 級

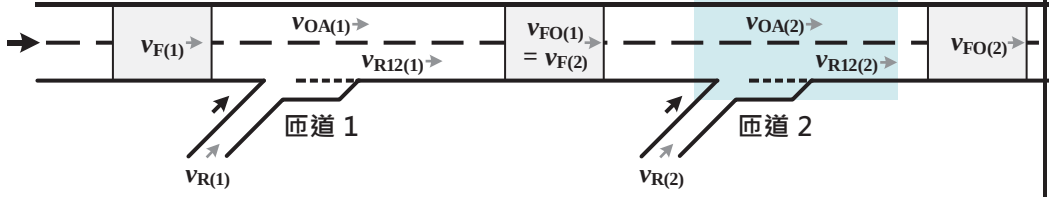
說明：服務水準等級（表 5.2）

4. 匝道路段： $V/C = 0.55$

說明：匝道路段之 V/C 值

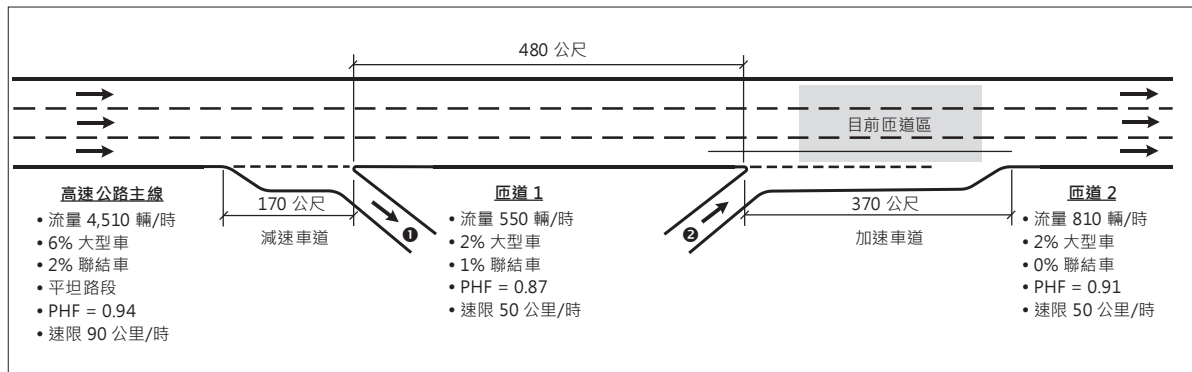
評析：分析結果顯示上、下游兩匝道匯流區各自之車道設施均處於穩定車流運行狀況，服務水準亦較一致。

相鄰匝道區設施服務水準表

高速公路主線 (目前匝道區) 					
路段名稱	變數	流率 pc/hr	容量 pc/hr	V/C 值	服務水 準
• 匝道區 1 上游主線	$V_F(1)$	3,096.9	5,550	0.56	C
• 匝道區 1 檢核點主線	$V_{FO}(1)$	3,632.7	5,550	0.65	C
• 匝道區 2 檢核點主線	$V_{FO}(2)$	4,621.8	5,550	0.83	D
• 匝道區 1 檢核點車道 1+2	$V_{R12}(1)$	2,407.2	3,800	0.63	C
• 匝道區 2 檢核點車道 1+2	$V_{R12}(2)$	3,351.3	3,800	0.88	D
• 匝道區 1 每一內車道	$V_{O(Ave,1)}$	1,225.5	1,850	0.66	C
• 匝道區 2 每一內車道	$V_{O(Ave,2)}$	1,270.5	1,850	0.69	C
• 匝道路段 1	$V_R(1)$	535.8	1,800	0.30	—
• 匝道路段 2	$V_R(2)$	989.1	1,800	0.55	—

5.5.3 範例三、進口匝道區上游緊鄰另一出口匝道區

下圖為在一條六線道高速公路(每一方向三車道)某主線路段上之相鄰兩處匝道區，已知主線與兩處匝道之現況幾何、交通資料如圖所示，此圖例顯示目前匝道區(進口匝道區 R_2)上游 510 公尺處另設有一出口匝道區 R_1 ，這種匝道區約占國道 1、3 號全部進口匝道類型的 42%；兩匝道區的交通運作有可能不相影響，但也可能因彼此間距較短，導致其中某一匝道區受另一匝道進出車流的影響，故必須確認各匝道區車流是否在受影響的運作狀況下，以合理分析其運行的品質。本範例將在以下每一步驟中，分別對此兩處匝道區進行幾何、交通資料彙整與影響分析，以決定每一匝道區各組成設施在現況下預期之服務水準。



步驟一：匝道區幾何資料

- 匝道口結構：進口匝道區上游緊鄰另一出口匝道區
- 所在地形：平坦地區 (level terrain)
- 設施代碼：F = 高速公路主線，R₁ = 上游匝道（匝道 1），
R₂ = 目前匝道（匝道 2）

- $N_F = 3$

定義：主線單向總車道數

- $S_{L(F)} = 90$ 公里/時

定義：主線速限（公里/時）

- $N_{R1} = 1$

定義：匝道 R₁ 路段車道數

- $L_{D1} = 170$ 公尺

定義：匝道 R₁ 減速車道長度
（公尺）

- $S_{L(R1)} = 50$ 公里/時

定義：匝道 R₁ 路段速限（公里/時）

- $N_{R2} = 1$

定義：匝道 R₂ 路段車道數

- $L_{A2} = 370$ 公尺

定義：匝道 R₂ 加速車道長度
（公尺）

- $S_{L(R2)} = 50$ 公里/時

定義：匝道 R₂ 路段速限（公里/時）

- $D = 480$ 公尺

定義：上、下游匝道間距（公尺）

$D_{U1} > 1,000$ 公尺(間距過長之預設值)

定義：匝道 R₁ 與上游匝道間距
（公尺）

分析匝道區 R₁ 時，假設其與上游匝道口距離很長，或上游無其他匝道口

$D_{D1} = 480$ 公尺

定義：匝道 R₁ 與下游匝道間距
（公尺）

$D_{U2} = 480$ 公尺

定義：匝道 R₂ 與上游匝道間距
（公尺）

$D_{D2} > 1,000$ 公尺(間距過長之預設值)

定義：匝道 R₂ 與下游匝道間距
（公尺）

分析匝道區 R₂ 時，假設其與下游匝道口距離很長，或下游無

其他匝道口

步驟二：匝道區交通資料、尖峰對等小車流率之調整

- $f_P = 1.000$ (預設值) 定義：駕駛人特性調整因素
 - PHF_F ; PHF_{R1} ; PHF_{R2} 定義：上游主線 F、匝道 R_1 、匝道 R_2 之尖峰小時係數
 - $P_{T(F)} = 0.06$; $P_{C(F)} = 0.02$ 定義：主線之大貨車 T 、聯結車 C 比例
 - $P_{T(R1)} = 0.02$; $P_{C(R1)} = 0.01$ 定義：匝道 R_1 之大貨車 T 、聯結車 C 比例
 - $P_{T(R2)} = 0.20$; $P_{C(R2)} = 0.00$ 定義：匝道 R_2 之大貨車 T 、聯結車 C 比例
 - $E_T = 1.6$; $E_C = 2.0$ 定義：大貨車 T 、聯結車 C 當量
 - $f_{HV(F)}$; $f_{HV(R1)}$; $f_{HV(R2)}$ 定義：設施 i (上游主線 F、匝道 R_1 、匝道 R_2) 之大型車調整因素
- $$f_{HV(i)} = \frac{1}{1 + P_{T(i)}(E_T - 1) + P_{C(i)}(E_C - 1)}$$

主線 $f_{HV(F)} = \frac{1}{1 + 0.06(1.6 - 1) + 0.02(2.0 - 1)} = 0.94697$

匝道 R_1 $f_{HV(R1)} = \frac{1}{1 + 0.02(1.6 - 1) + 0.01(2.0 - 1)} = 0.97847$

匝道 R_2 $f_{HV(R2)} = \frac{1}{1 + 0.02(1.6 - 1) + 0.00(2.0 - 1)} = 0.98814$

- V_F ; V_{R1} ; V_{R2} (如以下換算表) 定義：上游主線 F、匝道 R_1 、匝道 R_2 之小時流量 (輛/時)
 - v_F ; v_{R1} ; v_{R2} (如以下換算表) 定義：設施 i (上游主線 F、匝道 R_1 、匝道 R_2) 對等小車流率 (小車/時)
- $$v_i = \frac{V_i}{PHF_i \cdot f_{HV(i)} \cdot f_P}$$

設施小時流量與對等小車流率換算表

設施 i	V_i (輛/時)	PHF_i	$f_{HV(i)}$	f_P	v_i (小車/時)
主線 (F)	4,510	0.94	0.94697	1.000	5,066.6
匝道 (R_1)	550	0.87	0.97847	1.000	646.1
匝道 (R_2)	810	0.91	0.98814	1.000	900.8

步驟三：界定兩匝道區檢核點與最大服務流率

- 匝道 R_1 分流區檢核點：減速車道起點上游主線約 80~100 公尺
- 匝道 R_2 匯流區檢核點：加速車道終點下游主線約 80~100 公尺
- $S_{F(F)} = S_{L(F)} + 10 = 90 + 10 = 100$ 公里/時
 定義：設施 i （上游主線 F ）之自由車流速率（表 5.8）
 $S_{F(i)} = S_{L(i)} + 10$ 若 $S_{L(i)} \leq 90$ 公里/時
 $= S_{L(i)} + 5$ 若 $S_{L(i)} > 90$ 公里/時

$$S_{L(R1)} = 50 ; S_{L(R2)} = 50 \text{ 公里/時}$$

定義：匝道路段 R_1 、 R_2 之速限（公里/時）

$$c_F^1 = 1,850 \text{ 小車/時}$$

定義：基本狀況下，匝道區上、下游主線單一車道容量

$$c_F = 5,550 \text{ 小車/時}$$

定義：基本狀況下，匝道區上、下游主線總容量（表 5.9）

$$C_F = c_F^1 \times \text{主線單向車道數 } N_F$$

$$C_{R1} = 1,900 \text{ 小車/時（規劃設計容量值）}$$

定義：基本狀況下，匝道 R_1 路段總容量（表 6.2-7）

$$C_{R1} = 1,900 \text{ pc/hr 匝道車道數 } N_R = 1$$

$$= 3,800 \text{ pc/hr 匝道車道數 } N_R = 2$$

$$C_{R2} = 1,800 \text{ 小車/時}$$

定義：基本狀況下，匝道 R_2 路段總容量（表 5.10）

$$C_{R2} = 1,800 \text{ pc/hr 匝道車道數 } N_R = 1$$

$$= 3,000 \text{ pc/hr 匝道車道數 } N_R = 2$$

步驟四：與上、下游匝道間距範圍之檢視

1. 匝道 R_1 分流區

匝道 R_1 之相鄰上/下游匝道類型檢查與車道分布模式統整表

主線 N_F	目前匝道 R_1	相鄰上/下游匝道	匝道間距 (m)	是否影響車流	匝道類型	車道分布模式
3	出口匝道	上游：無	—	否	OFF-1	估算式 7
		下游：進口匝道	480	是	OFF-2	估算式 7
				否	OFF-1	估算式 7

2. 匝道 R₂ 匯流區

匝道 R₂ 之相鄰上 / 下游匝道類型檢查與車道分布模式統整表

主線 N_F	目前匝道 R ₂	相鄰上 / 下游匝道	匝道間距 (m)	是否影響車流	匝道類型	車道分布模式
3	進口匝道	下游：無	—	否	ON-1	估算式 2
		上游：出口匝道	480	是	ON-5	估算式 4
				否	ON-1	估算式 2

步驟五：匝道區車道分布流率與評核

(一) 匝道 R₁ 分流區

1. 分流區檢核點（減速車道起點上游主線約 80~100 公尺）
2. 由步驟四之匝道 R₁ 分流區車道分布模式統整表，採估算式 7。

- $P_{FD(\text{獨立})} = 0.55915$ 定義：若分流區為獨立時，主線車道 1, 2 流量分布比例（表 6.2-3，估算式 7）
- $P_{FD(\text{非獨立})} = 0.55915$ 定義：若分流區為非獨立時，主線車道 1, 2 流量分布比例（表 6.2-3，估算式 7）
- $P_{FD} = \text{Max}\{P_{FD(\text{獨立})}, P_{FD(\text{非獨立})}\} = 0.55915$ 定義：分流區內主線車道 1, 2 流量分布比例
- $v_{12} = 3,117.8$ 小車/時 定義：分流區上游主線車道 1, 2 流率

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) \times P_{FD}$$

(二) 匝道 R₂ 匯流區

1. 匯流區檢核點（加速車道終點下游主線約 80~100 公尺）
2. 由步驟四之匝道 R₂ 匯流區車道分布模式統整表，應同時比較估算式 2 與估算式 4。

- $P_{FM(\text{獨立})} = 0.59243$ 定義：若匯流區為獨立時，上游主線車道 1, 2 流量分布比例（表 5.6，估算式 2）
- $P_{FM(\text{非獨立})} = 0.59005$ 定義：若匯流區為非獨立時，上游主線車道 1, 2 流量分布比例（表 5.6，估算式 4）
- $P_{FM} = \text{Min}\{P_{FM(\text{獨立})}, P_{FM(\text{非獨立})}\} = 0.59005$ 定義：匯流區上游主線車道 1, 2 流量分布比例
- $v_{12} = 2,608.3$ 小車/時 定義：匯流區上游主線車道 1, 2 流率

$$\boxed{v_{12}} = v_F \times P_{FM}$$

步驟六(1)：匝道區檢核點各設施項之檢核

(一) 匝道 R₁ 分流區

1. 檢核點之主線車道 1, 2 尖峰流率評核

- $v_{12} = 3,117.8$ 小車/時 定義：檢核點之主線車道 1, 2 流率
- $v_{12(\text{Max})} = 3,650$ 小車/時 定義：檢核點之主線車道 1, 2 容量 (表 6.2-6)
- 評核結果： $v_{12} \leq v_{12(\text{Max})} \Rightarrow$ 未飽和 說明：是否 $v_{12} > v_{12(\text{Max})}$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

2. 檢核點斷面總尖峰流率評核

- $v_F = 5,066.6$ 小車/時 定義：檢核點斷面總尖峰流率
- 評核結果： $v_F \leq c_F = 5,550 \Rightarrow$ 未飽和 說明：是否 $v_F > c_F$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

3. 檢核點之主線平均每一內車道尖峰流率評核

- $v_{O(\text{Ave})} = 1,948.8$ 小車/時 定義：檢核點主線平均每一內車道流率
- 評核結果： $v_{O(\text{Ave})} > c_F^1 = 1,850 \Rightarrow$ 過飽和 說明：是否 $v_{O(\text{Ave})} > c_F^1$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

$$\boxed{v_{O(\text{Ave})}} = \frac{v_F - v_{12}}{N_F - 2}$$

(二) 匝道 R₂ 匯流區

1. 檢核點之主線車道 1, 2 尖峰流率評核

- $v_{R12} = 3,509.1$ 小車/時 定義：檢核點之主線車道 1, 2 流率
- $v_{R12(\text{Max})} = 3,800$ 小車/時 定義：檢核點之主線車道 1, 2 容量 (表 5.9)
- 評核結果： $v_{R12} \leq v_{R12(\text{Max})} \Rightarrow$ 未飽和 說明：是否 $v_{R12} > v_{R12(\text{Max})}$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

$$\boxed{v_{R12}} = v_{12} + v_R$$

2. 檢核點斷面總尖峰流率評核

- $v_{FO} = 5,321.3$ 小車/時 定義：檢核點斷面總尖峰流率

$$\boxed{V_{FO}} = V_F + V_R$$

- 評核結果： $V_{FO} \leq C_F = 5,550 \Rightarrow$ 未飽和 說明：是否 $V_{FO} > C_F$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

3. 檢核點之主線平均每一內車道尖峰流率評核

- $V_{O(Ave)} = 1,812.2$ 小車/時 定義：檢核點主線平均每一內車道流率

$$\boxed{V_{O(Ave)}} = \frac{V_F - V_{12}}{N_F - 2}$$

- 評核結果： $V_{O(Ave)} \leq C_F^1 = 1,850 \Rightarrow$ 未飽和 說明：是否 $V_{O(Ave)} > C_F^1$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

步驟六(2)：匝道路段流量檢核

(一) 匝道 R_1 分流區

- $C_{R1} = 1,900$ 小車/時 定義：匝道路段容量（表 6.2-7）
- 評核結果： $V_{R1} = 646.1 \leq C_{R1} \Rightarrow$ 未飽和 說明：是否 $V_{R1} > C_{R1}$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

(二) 匝道 R_2 匯流區

- $C_{R2} = 1,800$ 小車/時 定義：匝道路段容量（表 5.10）
- 評核結果： $V_{R2} = 900.8 \leq C_{R2} \Rightarrow$ 未飽和 說明：是否 $V_{R2} > C_{R2}$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

步驟七：服務水準評估

(一) 匝道 R_1 分流區

1. 檢核點之主線車道 1, 2： $V/C = 0.85$ 說明：檢核點之主線車道 1, 2 之 V/C 值
 - 服務水準：D 級 說明：服務水準等級（表 6.2-8）
2. 檢核點斷面全部車道： $V/C = 0.91$ 說明：檢核點斷面全部車道之 V/C 值
 - 服務水準：E 級 說明：服務水準等級（表 6.2-8）
3. 檢核點之主線每一內車道： $V/C = 1.05$ 說明：檢核點之主線每一內車道之 V/C 值
 - 服務水準：F 級 說明：服務水準等級（表 6.2-8）

4. 匝道路段：V/C = 0.34

說明：匝道路段之 V/C 值

(二) 匝道 R₂ 匯流區

1. 檢核點之主線車道 1, 2：V/C = 0.92

說明：檢核點之主線車道 1, 2 之 V/C 值

• 服務水準：E 級

說明：服務水準等級（表 5.2）

2. 檢核點斷面全部車道：V/C = 0.96

說明：檢核點斷面全部車道之 V/C 值

• 服務水準：E 級

說明：服務水準等級（表 5.2）

3. 檢核點之主線每一內車道：V/C = 0.98

說明：檢核點之主線每一內車道之 V/C 值

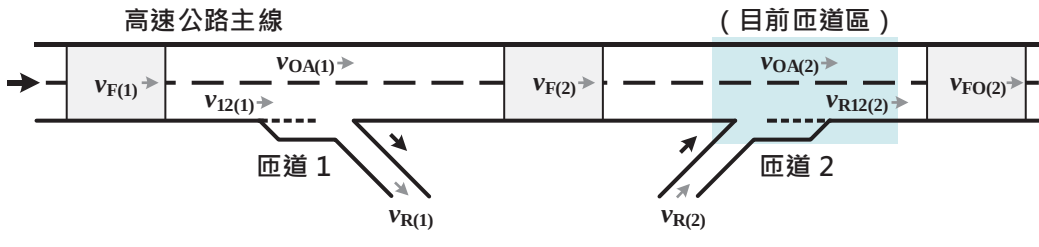
• 服務水準：E 級

說明：服務水準等級（表 5.2）

4. 匝道路段：V/C = 0.50

說明：匝道路段之 V/C 值

相鄰匝道區設施服務水準表

					
路段名稱	變數	流率 pc/hr	容量 pc/hr	V/C 值	服務水 準
• 匝道區 1 上游主線	$V_{F(1)}$	5,066.6	5,550	0.91	E
• 匝道區 2 上游主線	$V_{F(2)}$	4,420.5	5,550	0.80	C
• 匝道區 2 檢核點主線	$V_{FO(2)}$	5,321.3	5,550	0.96	E
• 匝道區 1 檢核點車道 1+2	$V_{12(1)}$	3,117.8	3,650	0.85	D
• 匝道區 2 檢核點車道 1+2	$V_{R12(2)}$	3,509.1	3,800	0.92	E
• 匝道區 1 每一內車道	$V_{O(Ave,1)}$	1,948.8	1,850	1.05	F
• 匝道區 2 每一內車道	$V_{O(Ave,2)}$	1,812.2	1,850	0.98	E
• 匝道路段 1	$V_{R(1)}$	646.1	1,900 ¹	0.34	—
• 匝道路段 2	$V_{R(2)}$	900.8	1,800	0.50	—

註¹：匝道路段 1（出口匝道）容量採規劃設計容量值 1,900 pc/hr

評析：本匝道匯流區僅有出口匝道 1 上游外側兩車道與進口匝道 2 上游主線處於穩定車流狀態，目前匝道區（匝道區 2）其他檢核點都處於不穩定車流（E 級）狀態，而匝道區 1 之內車道更降到 F 級。匝道流率會影響上游主線之車道使用分布，上游車流有可能因下游進口匝道流率大，而改行駛內側車道，以致內側車道之服務水準較外側車道差。

5.5.4 範例四、新建交流道之進口匝道方案評估

某城市因區域土地開發與交通系統擴建計畫，由目前交流道進入高速公路往東方向之流量已逐年顯著成長，交通管理單位預計數年後在通勤尖峰時間進入高速公路設施會達到飽和，但因地區環境限制，目前預擬以下三個方案因應成長之交通需求，並希望對這些方案進行事前評估分析。

方案一：目前交流道進口匝道維持一車道，但將加速車道長度延伸至 200 公尺，以增加目前匝道車輛之匯入空間。

方案二：將目前交流道進口匝道之車道數擴增為二車道，並調整目前加速車道長度至 300 公尺，以增加目前匝道之容量。

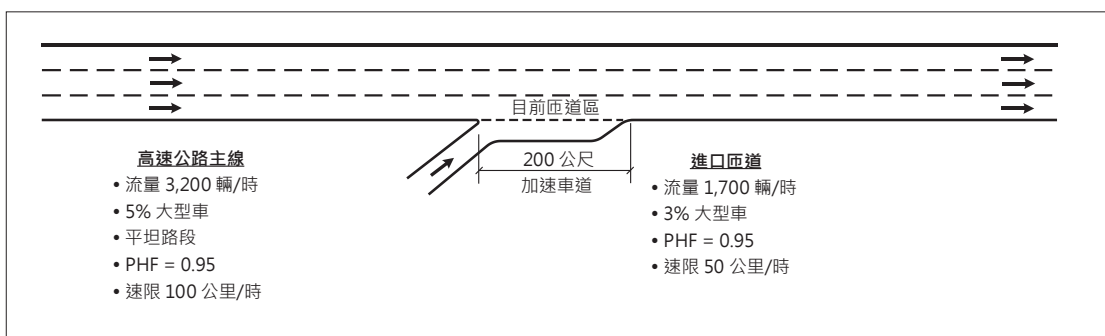
方案三：在緊鄰目前交流道進口匝道上游 500 公尺新設一處一車道進口匝道，以分散目前匝道之交通負荷。

已知幾何、交通資料

- 主線單向車道數 $N = 3$
- 速限：主線 $S_{L(F)} = 100$ 公里/時；進口匝道 $S_{L(R)} = 50$ 公里/時
- 大型車比例：主線 $P_{F(T)} = 5\%$ ；進口匝道 $P_{R(T)} = 3\%$
- 目標年預計交通量：主線往東 $V_F = 3,200$ 輛/時；
進口匝道 $V_R = 1,700$ 輛/時
- 尖峰小時係數：主線 $PHF_F = 0.95$ ；進口匝道 $PHF_R = 0.95$

方案一：目前交流道進口匝道維持一車道，但將加速車道長度延伸至 200 公尺，以增加目前匝道車輛之匯入空間（進口匝道幾何、交通資料示意圖如下）

- 所在地形：平坦地區 (level terrain)
- 主線單向車道數 $N_F = 3$
- 匝道路段車道數 $N_R = 1$
- 加速車道長度 $L_A = 200$ 公尺
- 大型車當量 $E_T = 1.6$



- 主線大型車調整因素 $f_{HV(F)} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1)} = \frac{1}{1 + 0.05(1.6 - 1)} = 0.9709$
- 進口匝道大型車調整因素 $f_{HV(R)} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1)} = \frac{1}{1 + 0.03(1.6 - 1)} = 0.9823$

預計小時流量與對等小車流率換算表

設施 i	V_i (輛/時)	PHF_i	$f_{HV(i)}$	f_P	v_i (小車/時)
主線 (F)	3,200	0.95	0.970874	1.000	3,469.5
匝道 (R)	1,700	0.95	0.982318	1.000	1,821.7

1. 檢核點外側車道 1+2 容量分析

- 進口匝道區檢核點外側車道 1+2 流量分布比例與流量

$$P_{FM} = P_{FM(\text{獨立})} = 0.51042 \text{ (表 5.6, 估算式 2)}$$

$$v_{12} = v_F \times P_{FM} = 3,469.5(0.51042) = 1,770.9 \text{ 小車/時}$$

- 檢核點外側車道 1+2 容量 $v_{R12(\text{Max})} = 3,800$ 小車/時 (表 5.9)
(主線速限 $S_{L(F)} = 100$ 公里/時，故自由車流速率 $S_{F(F)} = 105$ 公里/時；表 5.8)
- 檢核點外側車道 1+2 剩餘容量 $= v_{R12(\text{Max})} - v_{12} = 3,800 - 1,770.9 = 2,029.1$ 小車/時

2. 進口匝道容量分析

- 進口匝道 (1 車道) 運行容量 $c_R' = 1,800$ 小車/時 (表 5.10)
- 進口匝道允許最大通行流率 $c_R'' =$ 檢核點外側車道 1+2 剩餘容量 $= 2,029.1$ 小車/時
- 進口匝道實際容量 $c_R = \text{Min}\{c_R', c_R''\} = \text{Min}\{1,800, 2,029.1\} = 1,800$ 小車/時

3. 進口匝道運行分析

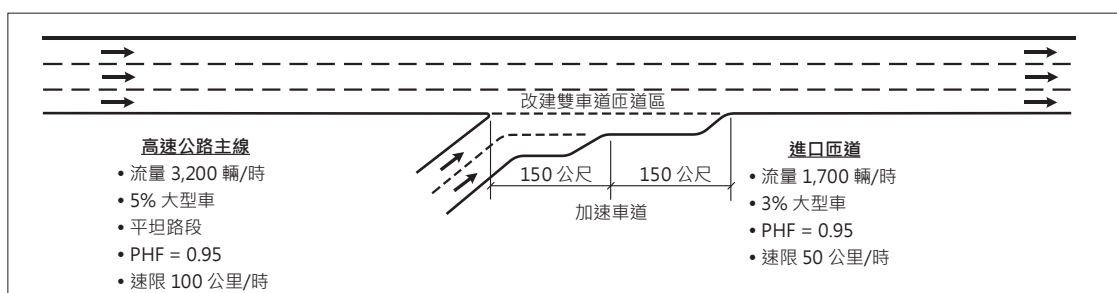
- 進口匝道尖峰流率 $v_R = 1,821.7$ 小車/時 (由上表)
- 進口匝道尖峰溢流量 $Q_R = v_R - c_R = 1,821.7 - 1,800 = 21.7$ 小車/時
- 進口匝道停等車隊回堵速率 $S_{Q(R)} = Q_R / 60 = 21.7(8.0) / 60 = 2.891$ 公尺/

分鐘

(假設前後車身間距 8.0 公尺)

- 進口匝道尖峰小時停等車隊回堵距離 $D_{Q(R)} = S_{Q(R)} \times 60 = 2.891(60) = 173.5$ 公尺；即匝道路段長度若短於 173.5 公尺，該尖峰小時回堵車隊將對匝道上游平面路口造成衝擊。

方案二：將目前交流道進口匝道之車道數擴增為二車道，並調整目前加速車道長度至 300 公尺，以增加目前匝道之容量（進口匝道幾何、交通資料示意圖如下）



- 所在地形：平坦地區 (level terrain)
- 主線單向車道數 $N_F = 3$
- 匝道路段車道數 $N_R = 2$
- 加速車道長度 $L_A = 300$ 公尺

註：美國 HCM 估計匯流區主線車流密度時，對雙車道匝道之加速車道長度係以每一車道之加速車道長度總和來概估，以上圖為例，即 $150(2) + 150 = 450$ 公尺，因尚無實證顯示此作法之適用性，故本範例只採毗鄰主線最外側車道之加速車道長度來計算，即 $150 + 150 = 300$ 公尺)

- 主線（匝道）小時流量 $V_F(V_R)$ ，以及對等小車流率 $v_F(v_R)$ 與方案一同

預計小時流量與對等小車流率換算表

設施 i	V_i (輛/時)	PHF_i	$f_{HV(i)}$	f_p	v_i (小車/時)
主線 (F)	3,200	0.95	0.970874	1.000	3,469.5
匝道 (R)	1,700	0.95	0.982318	1.000	1,821.7

1. 檢核點外側車道 1+2 容量分析

- 進口匝道區檢核點外側車道 1+2 流量分布比例與流量

$$P_{FM} = P_{FM(\text{獨立})} = 0.51912 \text{ (表 5.6, 估算式 2)}$$

$$v_{12} = v_F \times P_{FM} = 3,469.5(0.51912) = 1,801.1 \text{ 小車/時}$$

- 檢核點外側車道 1+2 容量 $v_{R12(\text{Max})} = 3,800$ 小車/時 (表 5.9)
(主線速限 $S_{L(F)} = 100$ 公里/時，故自由車流速率 $S_{F(F)} = 105$ 公里/時，查表 5.8)
- 檢核點外側車道 1+2 剩餘容量 $= v_{R12(\text{Max})} - v_{12} = 3,800 - 1,801.1 = 1,998.9$

小車/時

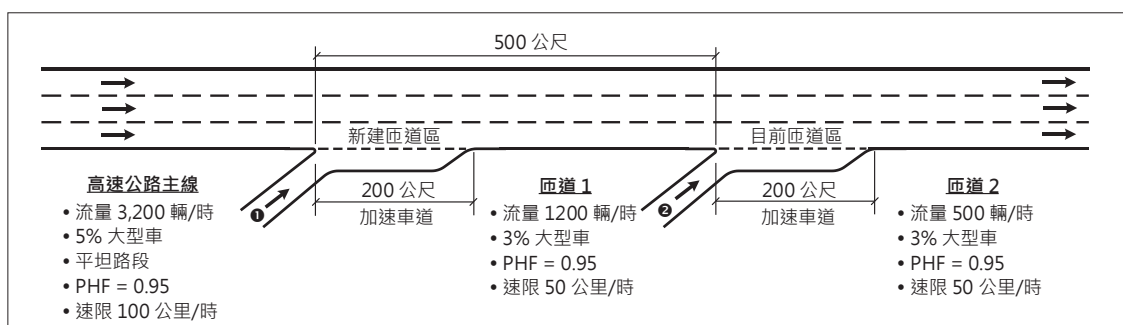
2. 進口匝道容量分析

- 進口匝道（2 車道）運行容量 $c_R' = 3,000$ 小車/時（表 5.10）
- 進口匝道允許最大通行流率 $c_R'' =$ 檢核點外側車道 1+2 剩餘容量 = 1,998.9 小車/時
- 進口匝道實際容量 $c_R = \text{Min}\{c_R', c_R''\} = \text{Min}\{3,000, 1,998.9\} = 1,998.9$ 小車/時

3. 進口匝道運行分析

- 進口匝道尖峰流率 $v_R = 1,821.7$ 小車/時（由上表）
- 進口匝道尖峰溢流量 $Q_R = v_R - c_R = 1,821.7 - 1,998.9 = (-177.2) < 0$ ，故未發生溢流，匝道車流不會發生回堵！

方案三：在緊鄰目前交流道進口匝道上游 500 公尺新設一處一車道進口匝道，以分散目前匝道之交通負荷（進口匝道幾何、交通資料示意圖如下），交管當局預估屆時將有 500 輛/時仍使用目前匝道，1,200 輛/時轉移至新建匝道。



- 所在地形：平坦地區 (level terrain)
- 設施代碼：F = 高速公路主線， R_1 = 上游匝道（匝道 1）， R_2 = 目前匝道（匝道 2）
- 主線單向車道數 $N_F = 3$
- 上、下游匝道車道數 $N_{R1} = 1$ 、 $N_{R2} = 1$
- 上、下游匝道加速車道長度 $L_{A(R1)} = 200$ 公尺、 $L_{A(R2)} = 200$ 公尺
- 上、下游匝道間距 $D = 500$ 公尺
- 匝道 R_1 與下游匝道 R_2 間距 $D_{D2} = 500$ 公尺
- 匝道 R_2 與上游匝道 R_1 間距 $D_{U1} = 500$ 公尺
- 大型車當量 $E_T = 1.6$

$$\text{主線大型車調整因素 } f_{HV(F)} = \frac{1}{1 + 0.05(1.6 - 1)} = 0.971$$

$$\text{進口匝道 } R_1、R_2 \text{ 大型車調整因素 } f_{HV(R1)} = f_{HV(R2)} = \frac{1}{1 + 0.03(1.6 - 1)} = 0.982$$

- 主線、匝道 R_1 、匝道 R_2 之小時流量 (V_F 、 V_{R1} 、 V_{R2})，以及對等小車流率 (v_F 、 v_{R1} 、 v_{R2}) 如以下換算表

設施小時流量與對等小車流率換算表

設施 i	V_i (輛/時)	PHF_i	$f_{HV(i)}$	f_P	v_i (小車/時)
主線 (F_1)	3,200	0.95	0.970874	1.000	3,469.5
匝道 (R_1)	1,200	0.95	0.982318	1.000	1,285.9
匝道 (R_2)	500	0.95	0.982318	1.000	535.8

1. 新建匝道 R_1 匯流區分析

(1) 與下游匝道 R_2 緊鄰間距條件之檢查

匝道 R_1 之相鄰上/下游匝道類型檢查與車道分布模式統整表

主線 N_F	匝道 R_1	相鄰上/下游匝道	匝道間距 (m)	是否影響車流	匝道類型	車道分布模式
3	進口匝道 (新建匝道)	上游：無	—	否	ON-1	估算式 2
		下游：進口匝道	500	是	ON-2	估算式 2
				否	ON-1	估算式 2

由上表，因匝道 R_1 與下游匝道 R_2 間之組合匝道類型有 ON-1 和 ON-2，但兩種類型之車道分布模式都是估算式 2（表 5.6），故無需再區分獨立或緊鄰匝道。

(2) 檢核點外側車道 1+2 容量分析

- 進口匝道區檢核點外側車道 1+2 流量分布比例與流量

$$P_{FM} = 0.5495 \text{ (表 5.6, 估算式 2)}$$

$$v_{12} = v_{F1} \times P_{FM} = 3,469.5(0.5495) = 1,906.6 \text{ 小車/時}$$

- 檢核點外側車道 1+2 容量 $v_{R12(\text{Max})} = 3,800$ 小車/時（表 5.9）
（主線速限 $S_{L(F)} = 100$ 公里/時，故自由車流速率 $S_{F(F)} = 105$ 公里/時；表 5.8）
- 檢核點外側車道 1+2 剩餘容量 $= v_{R12(\text{Max})} - v_{12} = 3,800 - 1,906.6 = 1,893.4$ 小車/時

(3) 進口匝道 R_1 容量分析

- 進口匝道 R_1 （1 車道）運行容量 $c_{R1}' = 1,800$ 小車/時（表 5.10）
- 進口匝道 R_1 允許最大通行流率 $c_{R1}'' =$ 檢核點外側車道 1+2 剩餘容量 $=$

1,893.4 小車/時

- 進口匝道 R_1 實際容量 $C_{R1} = \text{Min}\{C_{R1}', C_{R1}''\} = \text{Min}\{1,800, 1,893.4\} = 1,800.0$ 小車/時

(4) 進口匝道 R_1 運行分析

- 進口匝道 R_1 尖峰流率 $v_{R1} = 1,285.9$ 小車/時 (由對等小車流率換算表)
- 進口匝道 R_1 尖峰溢流量 $Q_{R1} = v_{R1} - C_{R1} = 1,285.9 - 1,893.4 = (-607.5) < 0$ ，故未發生溢流，匝道未回堵！

2. 目前匝道 R_2 匯流區分析

(1) 與上游匝道 R_1 緊鄰間距條件之檢查

匝道 R_2 之相鄰上/下游匝道類型檢查與車道分布模式統整表

主線 N_F	匝道 R_2	相鄰上/下游匝道	匝道間距 (m)	是否影響車流	匝道類型	車道分布模式
3	進口匝道 (目前匝道)	下游：無	—	否	ON-1	估算式 2
		上游：進口匝道	500	是	ON-4	估算式 3
				否	ON-1	估算式 2

由上表，若目前匝道 R_2 為非獨立類型 (ON-4)，則車流可能受上游新建匝道 R_1 影響，應同時比較估算式 2 與估算式 3，主線車道 1, 2 流量分布比例估算式 3 (表 5.6) 參數如下：

- $v_F^U = v_{F(1)} = 3,469.5$ 小車/時
定義：基本狀況下，上游匝道區 R_1 主線流率
- $v_R^U = v_{R(1)} = 1,285.9$ 小車/時
定義：基本狀況下，上游匝道區 R_1 匝道流率
- $P_{FM}^U = 0.5495$
定義：上游匝道區 R_1 主線車道 1+2 流量分布比例 (即上游匝道區 R_1 之 P_{FM} 值)
- $v_{12}^U = 1,906.6$ 小車/時
定義：基本狀況下，上游匝道區 R_1 主線車道 1+2 之分布流率
$$v_{12}^U = v_F^U \times P_{FM}^U$$

(2) 檢核點外側車道 1+2 容量分析

- 進口匝道區檢核點外側車道 1+2 流量分布比例與流量
 $P_{FM(\text{獨立})} = 0.6043$ (表 5.6，估算式 2)
 $P_{FM(\text{非獨立})} = 0.6588$ (表 5.6，估算式 3)
 $P_{FM} = \text{Max}\{P_{FM(\text{獨立})}, P_{FM(\text{非獨立})}\} = \text{Max}\{0.6043, 0.6588\} = 0.6588$
 $v_{F2} = v_{F1} + v_{R1} = 3,469.5 + 1,285.9 = 4,755.4$

$$v_{12} = v_{F2} \times P_{FM} = 4,755.4(0.6588) = 3,132.8 \text{ 小車/時}$$

- 檢核點外側車道 1+2 容量 $v_{R12(\text{Max})} = 3,800$ 小車/時 (表 5.9)
(主線速限 $S_{L(F)} = 100$ 公里/時，故自由車流速率 $S_{F(F)} = 105$ 公里/時，查表 5.8)
- 檢核點外側車道 1+2 剩餘容量 $= v_{R12(\text{Max})} - v_{12} = 3,800 - 3,132.8 = 667.2$ 小車/時

(3) 進口匝道 R₂ 容量分析

- 進口匝道 R₂ (1 車道) 運行容量 $CR_2' = 1,800$ 小車/時 (表 5.10)
- 進口匝道 R₂ 允許最大通行流率 $CR_2'' =$ 檢核點外側車道 1+2 剩餘容量
 $= 667.2$ 小車/時
- 進口匝道實際容量 $CR_2 = \text{Min}\{CR_2', CR_2''\} = \text{Min}\{1,800, 667.2\} = 667.2$ 小車/時

(4) 進口匝道運行分析

- 進口匝道 R₂ 尖峰流率 $v_{R2} = 535.8$ 小車/時 (由對等小車流率換算表)
- 進口匝道 R₂ 尖峰溢流量 $Q_{R2} = v_{R2} - CR_2 = 535.8 - 667.2 = (-131.4) < 0$ ，故未發生溢流，匝道未回堵！

評析：

📁 方案一

延伸加速車道長度雖可增加匝道車輛併入主線前之緩衝距離，但根據本流量分布模式（加速車道長度之係數為減項，匝道流率之係數為增項），預計也會增加主線車輛行駛外側車道的比例，降低匝道車輛併入主線的自由度，故在現有主線流量水準下，可能會降低匝道的服務流率，在尖峰小時內匝道停等車隊回堵距離預估將達 173.5 公尺。

📁 方案二

增闢進口匝道車道數，通常也會延伸加速車道長度，故與方案一相同，會增加主線車輛行駛外側車道的比例，然而當主線外側兩車道有足夠的剩餘容量時（方案一、二分別為 2,029.1 與 2,026.1 小車/時），本方案因為多設一車道，匝道運行容量可達 3,000 小車/時，因此最多可讓流量 2,026.1 小車/時併入主線，不像方案一受匝道路段容量 1,800 小車/時之限制，最多只能併入 1,800 小車/時。

上述兩車道數方案在預計匝道流率下所對應之溢流量，可據以推估匝道車隊回堵之速率（假設已知前、後兩停等車輛之平均間距，本範例假設為 8 公尺），以及停等車隊最大回堵距離，供設計匝道長度時之參考。

方案三

檢視上表，新建上游進口匝道方案在主線流量 3,200 輛/時，以及預估新、舊兩匝道流量分配為 1,200:500 輛/時之下，兩處匝道預計都不會發生溢流，但因兩緊鄰進口匝道中之下游匝道區運行往往會受來自上游匝道車流影響，若增加目前舊匝道(下游匝道)之分配流量，該匝道預期應會立即發生溢流。

匝道方案分析表

模式參數項	方案一	方案二	方案三	
	目前匝道	增闢二線匝道	新建匝道 R ₁	目前匝道 R ₂
• 主線車道數	3	3	3	3
• 匝道車道數	1	2	1	1
• 加速車道長度 L_A (公尺)	200	300	200	200
• 主線速限 (自由流速) $S_{L(F)}, S_{F(F)}$ (公里/時)	100 (105)	100 (105)	100 (105)	100 (105)
• 匝道速限 $S_{L(R)}$ (公里/時)	50	50	50	50
• 匯流區上游主線車道 1, 2 流量比例 P_{FM}	0.5104	0.5191	0.5495	0.6588
• 匯流區上游主線車道 1, 2 流率 v_{12} (小車/時)	1,770.9	1,801.1	1,906.6	3,132.8
• 檢核點主線車道 1, 2 最大服務流率 $VR_{12(Max)}$	3,800.0	3,800.0	3,800.0	3,800.0
• 匝道允許最大通行流率 c_R'' (小車/時) ¹	2,029.1	1998.9	1,893.4	667.2
• 匝道運行容量 c_R' (小車/時)	1,800.0	3,000.0	1,800.0	1,800.0
• 匝道實際容量 $\min\{c_R', c_R''\}$ (小車/時) ²	1,800.0	1998.9	1,800.0	667.2
• 匝道尖峰小時流量 V_R (輛/時)	1,700	1,700	1,200	500
• 匝道尖峰小時對等小車流率 v_R (小車/時)	1,821.7	1,821.7	1,285.9	535.8
• 匝道估計溢流量 Q_R (小車/時)	21.7	0.0	0.0	0.0
• 匝道溢流回堵速率 $S_{Q(R)}$ (公尺/分鐘) ³	2.891	0.0	0.0	0.0
• 匝道尖峰小時溢流回堵長度 $D_{Q(R)}$ (公尺)	173.5	0.0	0.0	0.0

註：1. 匝道允許最大通行流率為匝道在主線車道 1+2 流率下，可併入主線之最大流率

2. 匝道實際容量為匝道在主線車道 1+2 流率與匝道運行容量的雙重限制下，可併入主線之最大流率

3. 預設前後小車停等間距 (含後車車長) 為 8.0 公尺

5.5.5 範例五、新建交流道之進口匝道容量分析

高速公路局擬在目標年於單向三車道高速公路主線某處新建一處獨立交流道，因各地方社經環境、道路交通等特性互異，交通需求水準和成長程度也不相同。已知目標年主線與預計進口匝道之尖峰小時 PHF、大車比例、進口匝道加速車道長度等資料如以下各圖所示。

如果新建匝道計畫要求進口匝道區下游主線檢核點各車道設施的運行服務水準等級必須一致（例如全部是 D 級），則管理當局希望事先進行以下兩種情境分析：

檢核點外側車道 1+2 容量分析

情境 1. 假設目標年新建進口匝道之尖峰流率約為主線的 20%，則主線在各級服務水準下，允許之最大服務流率 (service flow) 與服務流量 (service volume) 範圍各為何？

情境 2. 已預知主線在目標年之尖峰小時流量為 3,500 輛/時，則新建進口匝道路段在各級服務水準下，允許之最大服務流率與服務流量範圍各為何？

📁 情境之幾何、交通基本資料

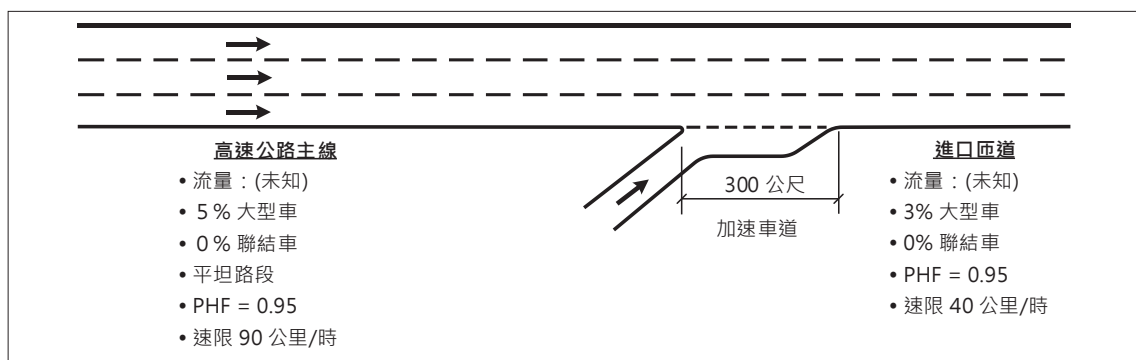
- 主線車道數 $N = 3$
- 主線速限 $S_{L(F)} = 90$ 公里/時
- 預定進口匝道速限 $S_{L(R)} = 40$ 公里/時
- 預定進口匝道加速車道長度 $L_A = 300$ 公尺
- 主線尖峰小時係數 $PHF_F = 0.95$
- 進口匝道尖峰小時係數 $PHF_R = 0.95$
- 主線大型車比例 $P_{F(T)} = 5\% = 0.05$
- 進口匝道大型車比例 $P_{R(T)} = 3\% = 0.03$
- 大型車當量 $E_T = 1.6$
- 各級服務水準 i 之最大 V/C 值（查表 5.2）

$$V/C_{(A)} = 0.25 \quad V/C_{(B)} = 0.50 \quad V/C_{(C)} = 0.80 \quad V/C_{(D)} = 0.90$$

$$V/C_{(E)} = 1.00$$

一、情境 1 分析（進口匝道幾何、交通資料如以下示意圖）

假設目標年新建進口匝道之尖峰流率約為主線的 20%，則主線在各級服務水準下，允許之最大服務流率 (service flow) 與服務流量 (service volume) 範圍各為何？



- 進口匝道與主線尖峰流率比例 $x = 0.2$

- 主線大型車調整因素 $f_{HV(F)} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1)} = \frac{1}{1 + 0.05(1.6 - 1)} = 0.971$

- 進口匝道大型車調整因素 $f_{HV(R)} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1)} = \frac{1}{1 + 0.03(1.6 - 1)} = 0.982$

- 主線外側車道 1+2 流率 $v_{12} = v_F \times P_{FM}$
 $= v_F (0.626 + 0.000087 L_A - 0.000073 v_R) \dots$ 採 P_{FM} 估算式 2
 $= v_F [0.626 + 0.000087 L_A - 0.000073 (x \cdot v_F)]$
 $= (0.626 + 0.000087 L_A) v_F - (0.000073 x) v_F^2$

令 常數 $M = 0.626 + 0.000087 L_A = 0.626 + 0.000087 (300)$
 $= 0.6521$ (上列 v_{12} 估算式第一項係數)

乘數 $K = 0.000073 x = 0.000073 (0.20)$
 $= 0.0000146$ (上列 v_{12} 估算式第二項係數)

1. 檢核點外側車道 1+2 容量分析

- 檢核點外側車道 1+2 流率 $v_{R12} = v_R + v_{12} = x \cdot v_F + M \cdot v_F - K \cdot v_F^2$
 $= (x + M) \cdot v_F - K \cdot v_F^2$
- 檢核點外側車道 1+2 容量 $v_{R12(\text{Max})} = 3,800$ 小車/時 (主線速限 $S_{L(F)} = 90$ 公里/時, 故自由車流速率 $S_{F(F)} = 100$ 公里/時, 查表 5.8、表 5.9)
- 令檢核點外側車道 1+2 最大服務流率 $A_{1(i)} = v_{R12(\text{Max})} \times V/C_{(i)}$, 其中 $i = A, B, C, D, E$
得 $A_{1(A)} = 950$ $A_{1(B)} = 1,900$ $A_{1(C)} = 3,040$ $A_{1(D)} = 3,420$ $A_{1(E)} = 3,800$

- 滿足 $v_{R12} = A_{1(i=A, B, C, D, E)}$ 之高速公路主線最大服務流率 $SF_{F(i)}$ 為下式之 $v_{F(i)}$ 解：

$$K \cdot v_{F(i)}^2 - (x + M) \cdot v_{F(i)} + A_{1(i)} = 0 \quad \text{其中 } i = A, B, C, D, E$$

- 得 $SF_{F(i)} (= v_{F(i)}) = \frac{(M + x) - \sqrt{(M + x)^2 - 4 \cdot K \cdot A_{1(i)}}}{2 \cdot K}$ 其中 $i = A, B, C, D, E$

- 對應於各主線最大服務流率 $SF_{F(i)}$ 之對等最大服務流量 $SV_{F(i)}$ 為：

$$SV_{F(i)} = SF_{F(i)} \times f_{HV(F)} \times PHF_F \quad \text{其中 } i = A, B, C, D, E$$

- 下表為對應於各級服務水準 i 之主線最大允許服務流率 (SF_F) 與服務流量 (SV_F) 分析結果。

檢核點車道 1+2 各級服務水準下，主線最大服務流率 (SF_F) 與服務流量 (SV_F) 分析表

服務水準	最大 V/C _(i)	檢核點車道 1+2 容量	匝道/主線 流率比	常數	乘數	檢核點車道 1+2 服務流率	主線最大服務流率與流量	
		$VR_{12(max)}$	x	M	K	$A_{1(i)}$ (小車/時)	SF_F (小車/時)	SV_F (輛/時)
A	0.25	3,800 (小車/時)	0.20	0.6521	1.46×10^{-5}	950.0	1,137	1,049
B	0.50					1,900.0	2,322	2,142
C	0.80					3,040.0	3,817	3,521
D	0.90					3,420.0	4,336	3,999
E	1.00					3,800.0	4,865	4,488

2. 檢核點每一內側車道容量分析

- 檢核點內側車道數 $= N - 2 = 1$
- 檢核點內側車道平均流率 $v_{OA} = \frac{v_O}{N-2} = v_O = v_F - v_{12} = v_F - (M \cdot v_F - K \cdot v_F^2)$

$$= K \cdot v_F^2 + v_F(1-M)$$
- 檢核點內側車道容量 $c_F^1 = \frac{c_F}{N} = \frac{5,550}{3} = 1,850$ 小車/時 (主線速限 $S_{L(F)} = 90$ 公里/時，故自由車流速率 $S_{F(F)} = 100$ 公里/時，查表 5.8、表 5.9)
- 令檢核點每一內側車道最大服務流率 $A_{2(i)} = c_F^1 \times V/C_{(i)}$ 其中 $i = A, B, C, D, E$
得 $A_{2(A)} = 462.5$ $A_{2(B)} = 925$ $A_{2(C)} = 1,480$ $A_{2(D)} = 1,665$ $A_{2(E)} = 1,850$

- 滿足 $v_{OA} = A_{2(i=A, B, C, D, E)}$ 之高速公路主線最大服務流率 $SF_{F(i)}$ 為下式之 $v_{F(i)}$ 解：

$$K \cdot v_{F(i)}^2 + (1-M)v_{F(i)} - A_{2(i)} = 0 \quad \text{其中 } i = A, B, C, D, E$$

- 得 $SF_{F(i)} (= v_{F(i)}) = \frac{(M-1) + \sqrt{(M-1)^2 + 4 \cdot K \cdot A_{2(i)}}}{2 \cdot K}$ 其中 $i = A, B, C, D, E$

- 對應於各主線最大服務流率 $SF_{F(i)}$ 之對等最大服務流量 $SV_{F(i)}$ 為：

$$SV_{F(i)} = SF_{F(i)} \times f_{HV(F)} \times PHF_F \quad \text{其中 } i = A, B, C, D, E$$

- 下表為對應於各級服務水準 i 之主線最大允許服務流率 (SF_F) 與服務流量 (SV_F) 分析結果。

檢核點內側車道各級服務水準下，主線最大服務流率 (SF_F) 與服務流量 (SV_F) 分析表

服務水準	最大 $V/C_{(i)}$	檢核點內車道容量	匝道/主線流率比	常數	乘數	檢核點內車道服務流率	主線最大服務流率與流量	
		C_F^1	x	M	K	$A_{2(i)}$ (小車/時)	SF_F (小車/時)	SV_F (輛/時)
A	0.25	1,850 (小車/時)	0.20	0.6521	1.46×10^{-5}	462.5	1,263	1,164
B	0.50					925.0	2,414	2,227
C	0.80					1,480.0	3,684	3,398
D	0.90					1,665.0	4,085	3,768
E	1.00					1,850.0	4,477	4,129

3. 檢核點全部車道容量分析

- 檢核點斷面全部車道流率 $v_{FO} = v_{R12} + v_{O(Ave)} = (x + M) \cdot v_F - K \cdot v_F^2 + K \cdot v_F^2 + v_F(1 - M)$

$$= (x + 1) \cdot v_F$$
- 檢核點斷面全部車道容量 $C_F = 5,550$ 小車/時 (主線速限 $S_{L(F)} = 90$ 公里/時，故自由車流速率 $S_{F(F)} = 100$ 公里/時，查表 5.8、表 5.9)
- 令檢核點斷面全部車道最大服務流率 $A_{3(i)} = C_F \times V/C_{(i)}$ 其中 $i = A, B, C, D, E$
得 $A_{3(A)} = 1,387.5$ $A_{3(B)} = 2,775$ $A_{3(C)} = 4,440$ $A_{3(D)} = 4,995$
 $A_{3(E)} = 5,550$
- 滿足 $v_{FO} = A_{3(i=A, B, C, D, E)}$ 之高速公路主線最大服務流率 $SF_{F(i)}$ 為下式之 $v_{F(i)}$ 解：

$$(x + 1) \cdot v_{F(i)} = A_{3(i)} \quad \text{其中 } i = A, B, C, D, E$$
- 得 $SF_{F(i)} (= v_{F(i)}) = \frac{A_{3(i)}}{x + 1}$ 其中 $i = A, B, C, D, E$
- 對應於各主線最大服務流率 $SF_{F(i)}$ 之對等最大服務流量 $SV_{F(i)}$ 為：

$$SV_{F(i)} = SF_{F(i)} \times f_{HV(F)} \times PHF_F \quad \text{其中 } i = A, B, C, D, E$$
- 下表為對應於各級服務水準 i 之主線最大允許服務流率 (SF_F) 與服務流量 (SV_F) 分析結果。

檢核點全部車道各級服務水準下，主線最大服務流率 (SF_F) 與服務流量 (SV_F) 分析表

服務水準	最大 $V/C_{(i)}$	檢核點全車道容量	匝道/主線流率比	常數	乘數	檢核點全車道服務流率	主線最大服務流率與流量	
		C_F	X	M	K	$A_{3(i)}$ (小車/時)	SF_F (小車/時)	SV_F (輛/時)
A	0.25	5,550 (小車/時)	0.20	-	-	1,387.5	1,156	1,066
B	0.50					2,775.0	2,313	2,133
C	0.80					4,440.0	3,700	3,413
D	0.90					4,995.0	4,163	3,839
E	1.00					5,550.0	4,625	4,266

綜合以上進口匝道區檢核點之每一項車道設施，主線在特定服務水準下，各對應有不同之最大服務流率 SF_F 與最大服務流量 SV_F ，如果要求檢核點所有三項車道設施之服務水準等級都應一致，則事前規劃時，應將此三張車道設施分析表中，主線在同一服務水準等級（例如 D 級）的服務流率 SF_F （或服務流量 SV_F ）範圍進行交集，以獲知主線在目標年的流量水準是否能達到預計的服務水準。

下表為經交集整理後，對應於各級服務水準之主線允許服務流率 (SF_F) 與服務流量 (SV_F) 範圍。

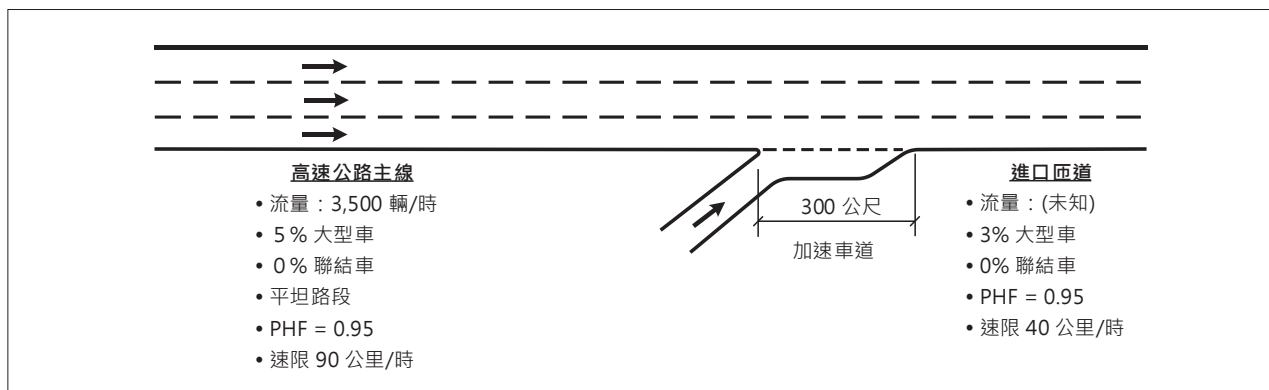
對應於匝道區檢核點各級服務水準，主線允許服務流率 (SF_F) 與服務流量 (SV_F) 範圍表

服務水準 (i)	$V/C_{(i)}$ 比值	服務流率 $SF_{F(i)}$ (小車/時)		服務流量 $SV_{F(i)}$ (輛/時)	
		最小值	最大值	最小值	最大值
A	0.00 ~ 0.25	0	1,137	0	1,049
B	0.26 ~ 0.50	1,263	2,313	1,164	2,133
C	0.51 ~ 0.80	2,414	3,684	2,227	3,398
D	0.81 ~ 0.90	3,817	4,085	3,521	3,768
E	0.91 ~ 1.00	4,336	4,477	3,999	4,129

表中服務流率 SF_F （或服務流量 SV_F ）在相鄰兩等級之間涵蓋的範圍並不連續，當主線流量落在此不連續範圍時，表示三種車道設施（主線車道 1+2、內車道、全部車道）僅能局部滿足相鄰兩等級中較好等級的運行品質，但應能全部滿足兩等級中較差等級的運行品質。

二、情境 2 分析（進口匝道幾何、交通資料如以下示意圖）

已預知主線在目標年之尖峰小時流量為 3,500 輛/時，則新建進口匝道路段在各級服務水準下，允許之最大服務流率與服務流量範圍各為何？



- 主線在目標年之尖峰小時流量 $V_F = 3,500$ 輛/時
- 主線大型車調整因素 $f_{HV(R)} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1)} = \frac{1}{1 + 0.05(1.6 - 1)} = 0.971$
- 進口匝道大型車調整因素 $f_{HV(R)} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1)} = \frac{1}{1 + 0.03(1.6 - 1)} = 0.982$
- 主線對等尖峰流率 $v_F = \frac{V_F}{PHF_F \cdot f_{HV(F)}} = \frac{3,500}{0.95(0.971)} = 3,794.7$ (小車/時)
- 主線外側車道 1+2 流率 $v_{12} = v_F \times P_{FM}$
 $= v_F(0.626 + 0.000087 L_A - 0.000073 v_R) \dots$ 採 P_{FM} 估算式 2
 $= (0.626 + 0.000087 L_A) v_F - (0.000073 v_F) v_R$
 令 常數 $M = (0.626 + 0.000087 L_A) v_F = 0.626 + 0.000087(3,794.7)$
 $= 2,474.55$ (上列 v_{12} 估算式第一項係數)
 乘數 $K = 0.000073 v_F = 0.000073(3,794.7)$
 $= 0.27702$ (上列 v_{12} 估算式第二項係數)

1. 檢核點外側車道 1+2 容量分析

- 檢核點外側車道 1+2 流率 $v_{R12} = v_R + v_{12} = v_R + M - K \cdot v_R$
 $= M + (1 - K) \cdot v_R$
- 檢核點外側車道 1+2 容量 $v_{R12(\text{Max})} = 3,800$ 小車/時 (主線速限 $S_{L(F)} = 90$ 公里/時，故自由車流速率 $S_{F(F)} = 100$ 公里/時，查表 5.8、表 5.9)
- 令檢核點外側車道 1+2 最大服務流率 $A_{1(i)} = v_{R12(\text{Max})} \times V/C_{(i)}$ ，其中 $i = A, B, C, D, E$
 得 $A_{1(A)} = 950$ $A_{1(B)} = 1,900$ $A_{1(C)} = 3,040$ $A_{1(D)} = 3,420$ $A_{1(E)} = 3,800$

- 滿足 $v_{R12} = A_{1(i=A, B, C, D, E)}$ 之進口匝道最大服務流率 $SF_{R(i)}$ 為下式之 $v_{R(i)}$
解：

$$M + (1-K) \cdot v_{R(i)} = A_{1(i)} \quad \text{其中 } i = A, B, C, D, E$$

- 得 $SF_{R(i)} (=v_{R(i)}) = \frac{A_{1(i)} - M}{1-K}$ 其中 $i = A, B, C, D, E$
- 對應於各主線最大服務流率 $SF_{R(i)}$ 之對等最大服務流量 $SV_{R(i)}$ 為：
 $SV_{R(i)} = SF_{R(i)} \times f_{HV(R)} \times PHFR$ 其中 $i = A, B, C, D, E$
- 下表為對應於各級服務水準 i 之進口匝道路段最大允許服務流率 (SF_R) 與服務流量 (SV_R) 分析結果。

檢核點車道 1+2 各級服務水準下，進口匝道最大服務流率 (SF_R) 與服務流量 (SV_R) 分析表

服務水準	最大 $V/C_{(i)}$	檢核點車道 1+2 容量	主線尖峰流率	常數	乘數	檢核點車道 1+2 服務流率	匝道最大服務流率與流量	
		$v_{R12(max)}$	v_F	M	K	$A_{1(i)}$ (小車/時)	SF_R (小車/時)	SV_R (輛/時)
A	0.25	3,800 (小車/時)	3,794.7 (小車/時)	2,474.55	0.27702	950.0	$(-2,109)^1$	$(-1,968)^1$
B	0.50					1,900.0	$(-795)^1$	$(-742)^1$
C	0.80					3,040.0	782	730
D	0.90					3,420.0	1,308	1,220
E	1.00					3,800.0	1,833	1,711

註：¹負值，表示在已知主線流率 3,500 輛/時之下，匝道區檢核點車流運行品質無法達到此等級之服務水準

2. 檢核點每一內側車道容量分析

- 檢核點內側車道數 $= N - 2 = 1$
- 檢核點內側車道平均流率 $v_{OA} = \frac{v_O}{N-2} = v_O = v_F - v_{12} = v_F - (M - K \cdot v_R)$
 $= (v_F - M) + K \cdot v_R$
- 檢核點內側車道容量 $c_F^1 = \frac{c_F}{N} = 5,550/3 = 1,850$ 小車/時 (主線速限 $S_{L(F)}$ = 90 公里/時，故自由車流速率 $S_{F(F)} = 100$ 公里/時，查表 5.8、表 5.9)
- 令檢核點每一內側車道最大服務流率 $A_{2(i)} = c_F^1 \times V/C_{(i)}$ 其中 $i = A, B, C, D, E$
得 $A_{2(A)} = 462.5$ $A_{2(B)} = 925$ $A_{2(C)} = 1,480$ $A_{2(D)} = 1,665$ $A_{2(E)} = 1,850$
- 滿足 $v_{OA} = A_{2(i=A, B, C, D, E)}$ 之進口匝道最大服務流率 $SF_{R(i)}$ 為下式之 $v_{R(i)}$
解：

$$(v_F - M) + K \cdot v_{R(i)} - A_{2(i)} = 0 \quad \text{其中 } i = A, B, C, D, E$$

- 得 $SF_{R(i)} (=v_{R(i)}) = \frac{A_{2(i)} - (v_F - M)}{K}$ 其中 $i = A, B, C, D, E$
- 對應於各主線最大服務流率 $SF_{R(i)}$ 之對等最大服務流量 $SV_{R(i)}$ 為：
 $SV_{R(i)} = SF_{R(i)} \times f_{HV(R)} \times PHF_R$ 其中 $i = A, B, C, D, E$
- 下表為對應於各級服務水準 i 之進口匝道路段最大允許服務流率 (SF_R) 與服務流量 (SV_R) 分析結果。

檢核點內側車道各級服務水準下，進口匝道最大服務流率 (SF_R) 與服務流量 (SV_R) 分析表

服務水準	最大 $V/C_{(i)}$	檢核點內車道容量	主線尖峰流率	常數	乘數	檢核點內車道服務流率	匝道最大服務流率與流量	
		C_F^1	v_F	M	K	$A_{2(i)}$ (小車/時)	SF_R (小車/時)	SV_R (輛/時)
A	0.25	1,850 (小車/時)	3,794.7 (小車/時)	2,474.55	0.27702	462.5	(-3,096) ¹	(-2,889) ¹
B	0.50					925.0	(-1,427) ¹	(-1,331) ¹
C	0.80					1,480.0	577	538
D	0.90					1,665.0	1,245	1,162
E	1.00					1,850.0	1,913	1,785

註：¹負值，表示在已知主線流率 3,500 輛/時之下，匝道區檢核點車流運行品質無法達到此等級之服務水準

3. 檢核點全部車道容量分析

- 檢核點斷面全部車道流率 $v_{FO} = v_{R12} + v_{O(Ave)} = M + (1 - K) \cdot v_R + (v_F - M) + K \cdot v_R$
 $= v_R + v_F$
- 檢核點斷面全部車道容量 $C_F = 5,550$ 小車/時 (主線速限 $S_{L(F)} = 90$ 公里/時，故自由車流速率 $S_{F(F)} = 100$ 公里/時，查表 5.8、表 5.9)
- 令檢核點斷面全部車道最大服務流率 $A_{3(i)} = C_F \times V/C_{(i)}$ 其中 $i = A, B, C, D, E$
得 $A_{3(A)} = 1,387.5$ $A_{3(B)} = 2,775$ $A_{3(C)} = 4,440$ $A_{3(D)} = 4,995$
 $A_{3(E)} = 5,550$
- 滿足 $v_{FO} = A_{3(i=A, B, C, D, E)}$ 之進口匝道最大服務流率 $SF_{R(i)}$ 為下式之 $v_{R(i)}$ 解：
 $v_{R(i)} + v_F = A_{3(i)}$ 其中 $i = A, B, C, D, E$
- 得 $SF_{R(i)} (=v_{R(i)}) = A_{3(i)} - v_F$ 其中 $i = A, B, C, D, E$
- 對應於各主線最大服務流率 $SF_{R(i)}$ 之對等最大服務流量 $SV_{R(i)}$ 為：
 $SV_{R(i)} = SF_{R(i)} \times f_{HV(R)} \times PHF_R$ 其中 $i = A, B, C, D, E$
- 下表為對應於各級服務水準 i 之進口匝道路段最大允許服務流率 (SF_R) 與服務流量 (SV_R) 分析結果。

檢核點全部車道各級服務水準下，進口匝道最大服務流率 (SF_R) 與服務流量 (SV_R) 分析表

服務水準	最大 $V/C_{(i)}$	檢核點全車道容量	主線尖峰流率	常數	乘數	檢核點全車道服務流率	匝道最大服務流率與流量	
		C_F	V_F	M	K	$A_{3(i)}$ (小車/時)	SF_R (小車/時)	SV_R (輛/時)
A	0.25	5,550 (小車/時)	3,794.7 (小車/時)	2,474.55	0.27702	1,387.5	(-2,407) ¹	(-2,246) ¹
B	0.50					2,775.0	(-1,020) ¹	(-952) ¹
C	0.80					4,440.0	645	602
D	0.90					4,995.0	1,200	1,120
E	1.00					5,550.0	1,755	1,638

註：¹ 負值，表示在已知主線流率 3,500 輛/時之下，匝道區檢核點車流運行品質無法達到此等級之服務水準

綜合以上進口匝道區檢核點之每一項車道設施，進口匝道在特定服務水準下，各對應有不同之最大服務流率 SF_R 與最大服務流量 SV_R ，如果要求檢核點所有三項車道設施之服務水準等級都應一致，則事前規劃時，應將此三張車道設施分析表中，進口匝道在同一服務水準等級（例如 D 級）的服務流率 SF_R （或服務流量 SV_R ）範圍進行交集，以獲知進口匝道在目標年的流量水準是否能達到預計的服務水準。

下表為經交集整理後，對應於各級服務水準之進口匝道允許服務流率 (SF_R) 與服務流量 (SV_R) 範圍，表列資料顯示在已知主線尖峰小時流量 3,500 輛/時之下，進口匝道任何流量水準都無法使匝道區檢核點的車流達到 A、B 等級之服務水準。

對應於匝道區檢核點各級服務水準，進口匝道允許服務流率 (SF_R) 與服務流量 (SV_R) 範圍表

服務水準 (i)	$V/C_{(i)}$ 比值	服務流率 $SF_{R(i)}$ (小車/時)		服務流量 $SV_{R(i)}$ (輛/時)	
		最小值	最大值	最小值	最大值
A	0.00 ~ 0.25	-	-	-	-
B	0.26 ~ 0.50	-	-	-	-
C	0.51 ~ 0.80	0	577	0	538
D	0.81 ~ 0.90	782	1,200	730	1,120
E	0.91 ~ 1.00	1,308	1,755	1,220	1,638

與情境 1 情況相同，服務流率 SF_R （或服務流量 SV_R ）在相鄰兩等級之間涵蓋的範圍亦不連續，當進口匝道流量落在此不連續範圍時，表示僅能使匝道區檢核點之三種車道設施（主線車道 1+2、內車道、全部車道）局

部滿足相鄰兩等級中較好等級的運行品質，但應能全部滿足兩等級中較差等級的運行品質。

參考文獻

1. 「2022 年臺灣公路容量手冊」,111-043-1453,交通部運輸研究所,民國 111 年 6 月。
2. 「高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究(1/3)－獨立進出口分匯流區」,109-025-4322,交通部運輸研究所,民國 109 年 10 月。
3. 「高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究(2/3)－非獨立進出口分匯流區」,110-097-1443,交通部運輸研究所,民國 110 年 8 月。
4. 「高速公路匝道分匯流區車流特性調查之先期規劃」,交通部運輸研究所,民國 107 年 12 月。
5. 「高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究(3/3)－快速公路分析及容量手冊研訂」期末報告,交通部運輸研究所,民國 110 年 12 月。

附錄 H 臺灣公路容量手冊第六章草案

第六章 高速公路出口匝道分流區

6.1 緒論

分流是單一動向的車流分離為兩股不同動向的運行，常發生在高速公路出口匝道 (off-ramp) 與主線 (freeway mainline) 分離處，或由某一主要車流設施分割為兩條路線之處，匝道分流區常因上游主線進入匝道車輛之分流運行而發生亂流。高速公路出口匝道分流區 (off-ramp diverge area) 主要包括由高速公路主線往出口匝道路段範圍之主線各車道與減速車道設施，以及匝道路段本身。臺灣高速公路之速限最低為 90 公里/小時，一般出口匝道速限僅 50~60 公里/小時，以致由主線進入匝道之車輛必須減速，故匝道上游主線必須設置減速車道以分隔直行車輛及進入匝道之車輛。臺灣高速公路之減速車道通常約 100~300 公尺。

出口匝道分流區之幾何設計常隨匝道地點而變，圖 6.1 為常見之兩種分流區主要類型，圖中之匝道分流區係指車流尚未進入壅塞狀況前，主線車流受分流進入匝道車流影響之區域。

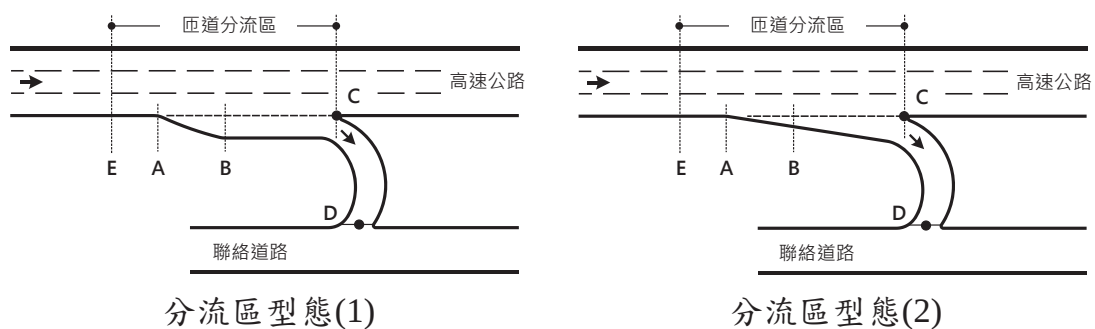


圖 6.1 出口匝道分流區型態示意圖

圖 6.1 之 A 點為減速車道起點、B 點為減速車道漸變段終點、C 點為主線與出口匝道分叉之鼻端槽化線端點，D 點為出口匝道與聯絡道路銜接點，E 點則為主線受前往匝道分出車流影響較明顯之位置，大約

在減速車道起點上游主線 100 公尺處。本章分析模式之建立與資料之蒐集雖以國內出現頻率最高之出口匝道類型為主，但分析程序應能應用於其他匝道類型，以確保容量手冊之完整性。

當出口匝道區與相鄰上、下游其他匝道相距甚遠時，主線前往出口匝道之分出車流，除了匝道區本身實質幾何、交通特性因素外，通常不會受上、下游其他匝道進出車流之影響。本所界定相鄰匝道間之“緊密距離”時，參考美國 HCM 2016 對匝道分流、匯流影響區範圍均為 1,500 英尺（約 500 公尺）的原則，以兩相鄰匝道影響區最大影響範圍 1,000 公尺，作為劃分匝道車流獨立不受影響或可能會與鄰接匝道相互影響的初訂距離，兩匝道間距若超出此距離範圍，則兩者之車流視為各自獨立運行，否則視兩者之車流可能相互影響。

上、下游相鄰匝道進出車流可能影響目前出口分流區之車流運作，本章分析將出口匝道分流區與上、下游鄰近匝道之間距，以上述 1,000 公尺作為分類準則，依上游 1,000 公尺內有或無進出口匝道，以及下游 1,000 公尺內有或無進出口匝道，共區分為 9 種匝道組合類型（如圖 6.2），各匝道類型說明如下：

- Off-1：上、下游 1,000 公尺內均無進出口匝道
- Off-2：上游 1,000 公尺內無進出口匝道、下游 1,000 公尺內有進口匝道
- Off-3：上游 1,000 公尺內無進出口匝道、下游 1,000 公尺內有出口匝道
- Off-4：上游 1,000 公尺內有進口匝道、下游 1,000 公尺內無進出口匝道
- Off-5：上游 1,000 公尺內有出口匝道、下游 1,000 公尺內無進出口匝道
- Off-6：上游 1,000 公尺內有進口匝道、下游 1,000 公尺內有進口匝道
- Off-7：上游 1,000 公尺內有進口匝道、下游 1,000 公尺內有出口匝道
- Off-8：上游 1,000 公尺內有出口匝道、下游 1,000 公尺內有進口匝道

- Off-9：上游 1,000 公尺內有出口匝道、下游 1,000 公尺內有出口匝道

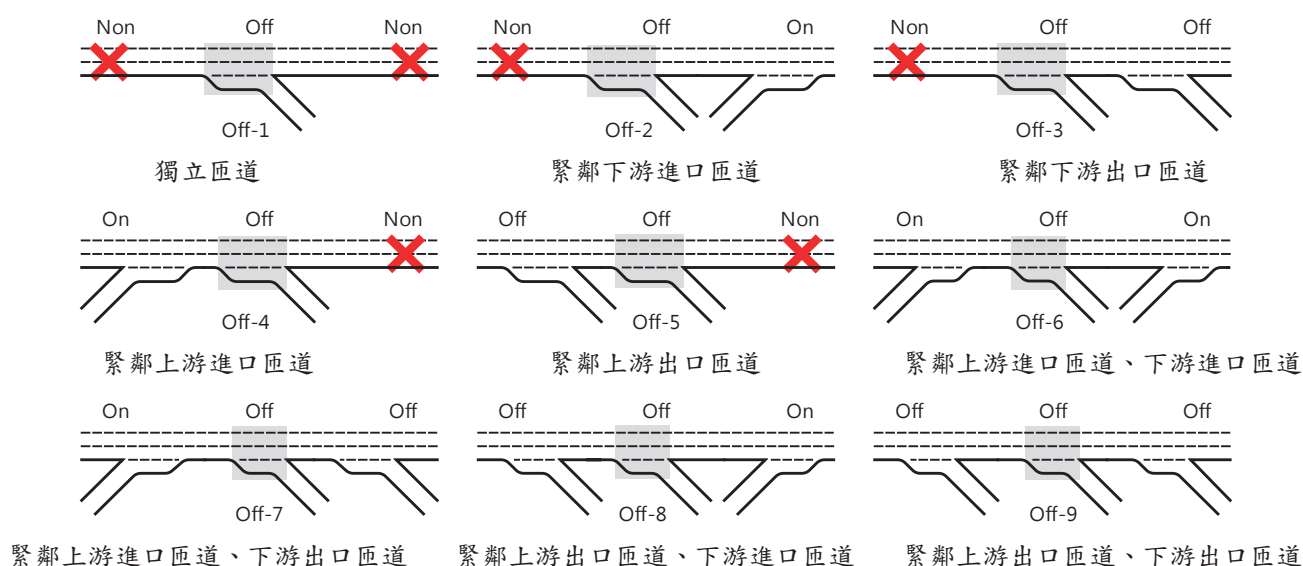


圖 6.2 高速公路出口匝道影響區分類示意圖

6.2 車流特性

本節依據高速公路分流路段現場調查之資料，說明分流區之車流特性。本所根據此議題調查之技術報告[1,2]進行無人機空拍作業，並以電腦視覺方式，運用深度學習之影像辨識技術，分析空拍影像，萃取車流軌跡，並結合攝影測量技術，推算觀測區域內各重要車流特性參數。此調查方法的主要特色是突破過去固定觀察點的資料收集方式，能整理出不同斷面位置的車流特性資料，包括流率、速率、密度、變換車道等車流特性，能呈現車流特性在空間上的變化。空拍畫面示意圖如圖 6.3 所示。

軌跡資料為最詳細之交通資料型式，可描述車輛在單位時間上的空間位置，並應用於所有類型的車流分析與應用，透過車流軌跡，可進一步以電腦計算各車道之車流特性資訊。於現場調查之技術報告中，一共調查了 4 個分流區地點，且包含 2 個上、下游 1,000 公尺內無臨近匝道之獨立分流區，以及 2 個上下游 1,000 公尺內有臨近匝道之非獨立分流區，後續將以國道 3 號北上土城交流道分流區為例，說明高速公路

出口匝道分流區之車流特性，該地點主線為 4 車道，有常態性的路肩開放（假日 14:00～22:00），匝道與減速車道為 2 車道。



圖 6.3 空中拍攝畫面示意圖（土城交流道）

6.2.1 速率、流率與密度之關係

本節由國道 3 號北上土城交流道分流區所蒐集之流率、速率、密度之現場資料，以 1 分鐘為單位繪製相關之散佈圖，此調查地點減速車道為 2 車道，在流率與密度之數值上採兩車道的加總。圖 6.4、圖 6.5、圖 6.6 分別為速率－密度、速率－流率、流率－密度散佈圖，由這些散佈圖可得到以下資訊：

1. 車道 1 密度非常低，速率亦低於其他三車道，推測車道 1 之速率是受到分出至減速車道之車流所影響。
2. 減速車道的速率與密度呈現負相關，速率隨密度上升而下降，在密度達 30～40 輛/公里時，速率下降至 40～60 公里/小時，顯示減速車道有壅塞的發生。
3. 在車流穩定且流率小於 1,200 輛/小時的情況下，車道 1 之速率可維持在 80～100 公里/小時，車道 2 之速率可維持在 90～100 公里/小時，車道 3 與車道 4 之速率可維持在 90～120 公里/小時。

4. 只探討主線的情況下，車道 4 的流率最高，可達 1,800 ~ 1,900 輛/小時，其次是車道 3，可達 1,600 ~ 1,800 輛/小時，車道 2 之流率約為 1,200 ~ 1,400 輛/小時，車道 1 的流率約為 600 輛/小時，遠低於其他車道之流率，推測是受到較長減速車道以及路肩開放的影響，車輛提前變換車道至減速車道導致。
5. 此地點減速車道有 2 車道，當減速車道流率高時，車道 1 與車道 2 的流率呈現較低之狀況。
6. 在相同密度且只探討主線的情況下，流率由高至低之車道位置依序為車道 4、車道 3、車道 2、車道 1。
7. 車道 1 的流量與密度非常低，最大流率發生在車流密度為 5 輛/公里的情況下，車道 1 的流率只有約 600 輛/小時，推測是受到較長減速車道以及路肩開放的影響，車輛提前變換車道至減速車道導致。

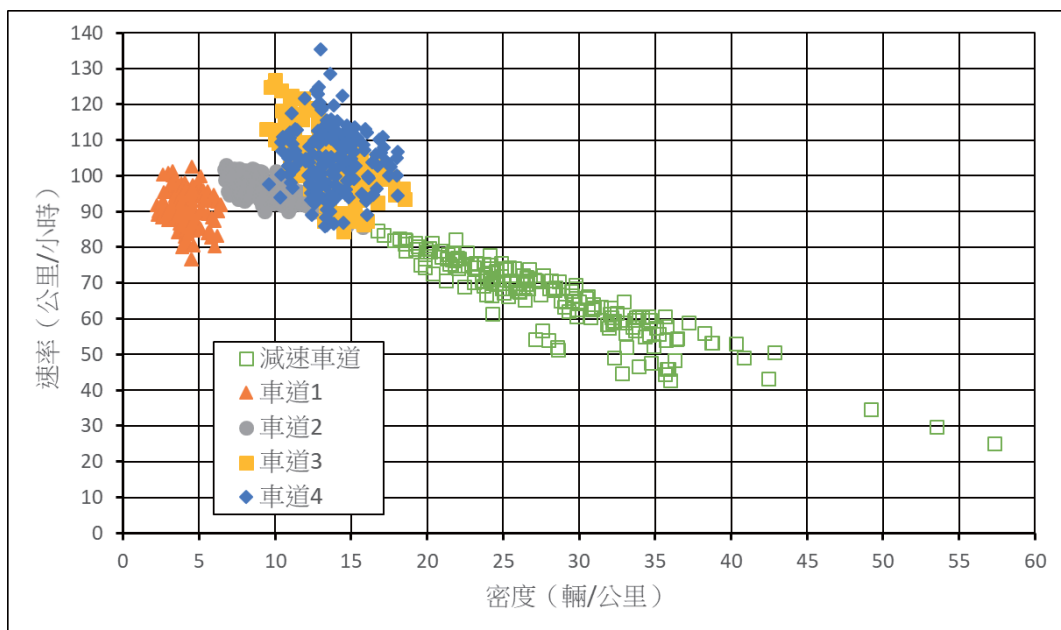


圖 6.4 各車道速率與密度散佈圖

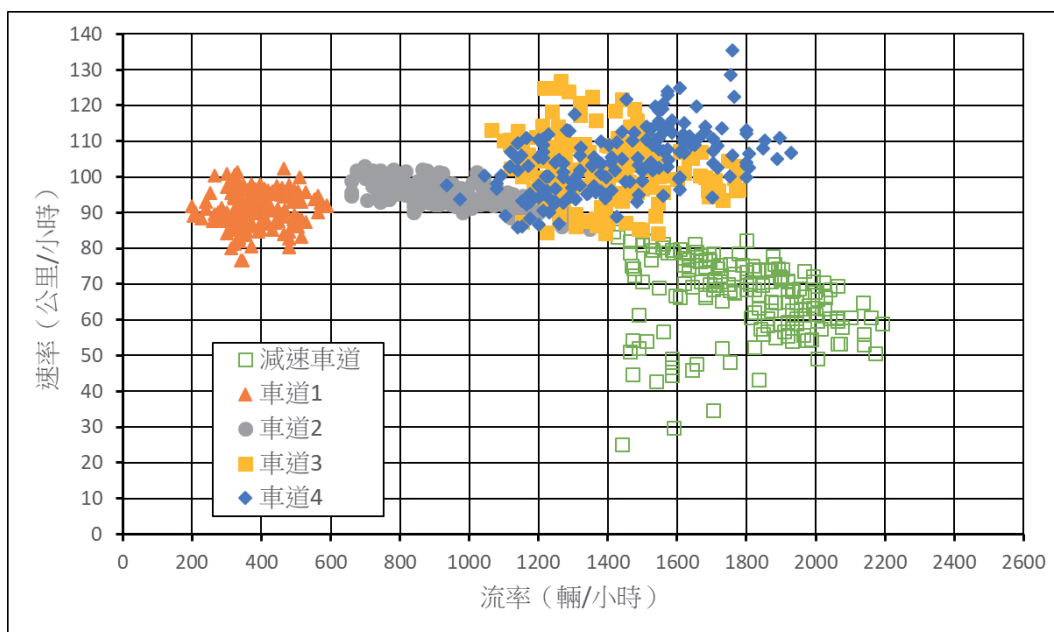


圖 6.5 各車道速率與流率散佈圖

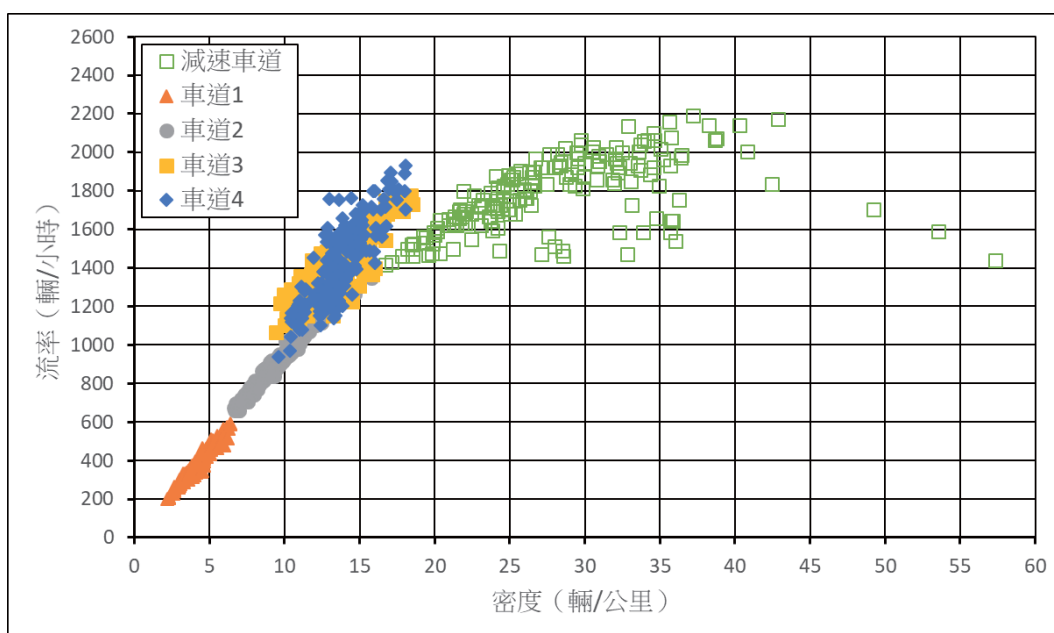


圖 6.6 各車道流率與密度散佈圖

6.2.2 車道分布概況

本部分說明實證調查資料之車道使用分布情況，並以主線分流區上游、分流區內、分流區下游三個斷面位置進行探討。於現場調查所涵蓋之資料，主線僅觀察到穩定車流之情況，而路肩部分有發生車多壅塞，其餘車道無發現壅塞現象。

表 6.1 為土城交流道主線分流區在各斷面位置之車道使用率，該地點的主線為 4 車道，在調查期間有開放路肩，此調查地點有 2 車道長 700 公尺的減速車道。分流區上游車道 1 之車流率占主線總流率之 3 ~ 10%、車道 2 占 13%~19%、車道 3 占 19~27%、車道 4 占 20~26%、減速車道 23%~36%、路肩 0~10%。主線於車道 1 與車道 2 之使用比例較低，這個趨勢在分流區內一致。分流區下游因受出口匝道車流離開主線之影響，車道 1 的車道使用下降至 5~11%，車道 2~4 的使用比例稍微上升。

表 6.1 主線分流區各斷面位置之車道使用率

位置	車流狀況	路肩	車道 1 (外側)	車道 2	車道 3	車道 4 (內側)
分流區上游	穩定車流	0 ~ 10%	3 ~ 10%	13 ~ 19%	19 ~ 27%	20 ~ 26%
分流區內	穩定車流	0 ~ 5%	4 ~ 9%	11 ~ 19%	19 ~ 25%	19 ~ 25%
分流區下游	穩定車流	—	5 ~ 11%	20 ~ 28%	29 ~ 38%	28 ~ 38%

6.3 績效指標與服務水準劃分

6.3.1 服務水準概念

容量與服務水準是交通與運輸工程界最重要的兩個觀念，道路在接近容量狀況下運行通常會相當不順暢，因此很難長時間維持在容量狀況下運行而不癱瘓，匝道與主線交會區段更因主線車輛與匝道併入或分出車輛間的互動，在容量狀況之下，車流中幾乎沒有多餘充足的間距，任何駛入車陣、或甚至變換車道的車輛，都會迫使後隨車輛放慢來

維持行車空間，因而會往上游產生一連串衝擊反應，直到車流中有足夠可用的空間吸收此衝擊為止。

服務水準 (Level of Service, LOS) 是美國 1965 年為便於描述某一設施在現有或預計交通、道路、控制狀況下的一般運行品質而引進的概念，並以英文大寫字母 A~F 代表不同的服務等級，可界定一個設施由最好到最壞的營運品質，這是一種傳達複雜的設施服務品質資訊給決策者和一般大眾的重要工具，其中服務水準 A 級描述無干擾車流設施的自由車流狀況與干擾車流設施的低時間延誤，E 級描述車流處於或接近設施容量時的運行狀況，F 級則描述設施最壞的運行狀況。對一般大眾與決策者來說，用 A~F 來傳達設施運行狀況的資訊是方便可行的辦法，然而從交通管理角度，進一步知道實際的設施運行品質才有助於充分掌握真正的運行狀況。早期較欠缺可廣泛界定設施服務品質的預測模式，但現今每一種設施服務品質都可用一到數個容易實測且較受認同的量度績效 (Measure of Effectiveness, MOE) 來描述用路人對交通狀況的感受。

將預計交通需求量與容量相比較是容量與服務水準分析中最常見的方式，V/C 值則是分析所依據的主要輸出值，可顯示目前或預計設施容量充足的程度， $V/C \leq 1.00$ 表示設施容量充足，故可反映在穩定車流狀況下的擁擠程度（即密度），常以 A~E 五個等級劃分，反之， $V/C > 1.00$ 則係容量不足，以 F 級表之。

由於實際流量通常不會大於容量，故在預測的前提下，F 級表示估計容量無法滿足預測需求量，亦即顯示一可能癱瘓的設施，普遍的經驗是停等車隊會往問題路段的上游回堵，回堵的長度與消散所需的時間則視許多情況而定，此外，一旦開始產生停等車隊，駕駛人常會尋找替代道路來避開擁擠，導致需求型態發生動態偏移，因而會衝擊擁擠路段及其周邊道路的交通運行。

在實測上，當車流處在擁擠狀況或上坡道或平曲線段時，上述 V/C 值常無法反映以速率衡量的行車效率，因此另界定可描述平均速率相對於速限的比值，作為評估服務水準的第二項指標。

6.3.2 匝道分流區績效指標與服務水準分級

高速公路各設施之服務水準評估應根據同樣標準，因此本章沿用高速公路基本路段之績效指標，如表 6.2、6.3 所示。

表 6.2 匝道分流區檢核點各車道設施 V/C 比值服務水準表

服務水準	V/C 比值	狀況說明
A	$V/C \leq 0.25$	穩定車流，車輛很容易換道、併入、分出，完全自由運行
B	$0.25 < V/C \leq 0.50$	穩定車流，駕駛人須稍留意，運行亦稍受其他車輛影響
C	$0.50 < V/C \leq 0.80$	穩定車流，駕駛人須多留意，各運行開始受其他車輛限制
D	$0.80 < V/C \leq 0.90$	車流仍穩定，速率下降，密度驟增，車輛運行受限很明顯
E	$0.90 < V/C \leq 1.0$	接近容量，車流幾無可用間距，運行稍有變化便即發生崩解
F	$V/C > 1.0$	車流崩解，緩慢車隊時走時停或回堵嚴重，運行變異甚大

表 6.3 匝道分流區檢核點各車道設施平均速率/速限比值服務水準表

服務水準	平均速率/速限比 ($\bar{V}/V_L$)
1	$\bar{V}/V_L \geq 0.90$
2	$0.80 \leq \bar{V}/V_L < 0.90$
3	$0.60 \leq \bar{V}/V_L < 0.80$
4	$0.40 \leq \bar{V}/V_L < 0.60$
5	$0.20 \leq \bar{V}/V_L < 0.40$
6	$\bar{V}/V_L < 0.20$

在服務水準評估方面，以匝道分流區各流量檢核項之 V/C 值為主要評估指標，評估匝道分流區檢核點外側兩車道、主線斷面全部車道，以及主線平均每一內車道之服務水準等級。

第二項指標—平均速率與速限之比值（速率比）部分，鑒於：(1) 基本路段之一般車道平坦路段在穩定車流狀況下之平均速率相對於流量的變化並不敏感；(2) 基本路段在 F 級服務水準時，速比值可能落在 1~6 等級中的任何一級；(3) 目前匝道分流區實測車流資料尚不足以發展在主線、進口匝道不同車道數與流率組合下之分流區平均速率預測

模式。故建議在已知主線速限之下，現場實測蒐集匝道分流區段檢核點各車道之速率樣本，據以估算檢核點各車道設施之平均速率與速限比值，以及評估速率比之等級。

6.4 分析方法

高速公路出口匝道路段(off-ramp junction)包括主線分流區(diverge area)、出口匝道(off-ramp)，以及匝道與平面道路或其他高、快速道路之銜接區域。臺灣高速公路最低速限為 90 公里/小時，但一般出口匝道速限僅 50 公里/小時，由主線進入匝道之車輛必須減速，故出口匝道上游主線常見設置 100~300 公尺減速車道，以分隔直行車輛與進入匝道之車輛。出口匝道通常僅佈設一車道，但在車流較大地點（如圓山、臺北、楊梅交流道）則設有兩車道。

出口匝道容量分析至少應考慮匝道與高速公路主線分流區，以及匝道路段兩部分；2022 年臺灣公路容量手冊第六章[1]，依據民國 85 年在國道 1 號桃園、內壢、新竹三處出口匝道區現場各蒐集約 0.5~1.0 小時有限的交通資料，對分流區車流特性做一初步描述與分析。本所於民國 108 年[2]，由出口匝道區幾何分類另篩選出國道 3 號樹林、大溪兩處匝道口，109 年[3]再增加土城、頭份等 2 處匝道口，空拍現場調查作業與進口匝道同。

本方法論主要經由判別匝道分流區與上、下游匝道口之組合類型，以對應之迴歸模式預估該類區段內特定車道之尖峰需求流率，據以評估區段內車流運行之服務水準。一般咸認出口匝道路段車輛在分出主線前的操作特性，會衝擊主線較外側車道之車流，現場調查顯示，主線最外側 2 車道受影響程度最明顯，因此，研議之分析方法論主要是經由確認之匝道口類型，預估主線最外側 2 車道之流率比例，再以分流區檢核點之車道最大服務流率檢核所估算之需求流率，產生服務水準評估結果。

匝道分流區分析程序主要含七個步驟（如圖 6.7），各分析步驟依序列舉如下，並在以下各節說明：

1. 蒐集匝道分流區實質幾何資料
2. 蒐集分析時段交通資料、進行尖峰需求流率調整

3. 界定匝道分流區檢核點與檢核點各設施之最大服務流率
4. 界定匝道組合類型，檢視相鄰上、下游匝道影響範圍
5. 估計檢核點各車道之分布流率
6. 檢查分流區檢核點各設施之流率
7. 計算檢核點各設施之 V/C 值與評估各設施之服務水準

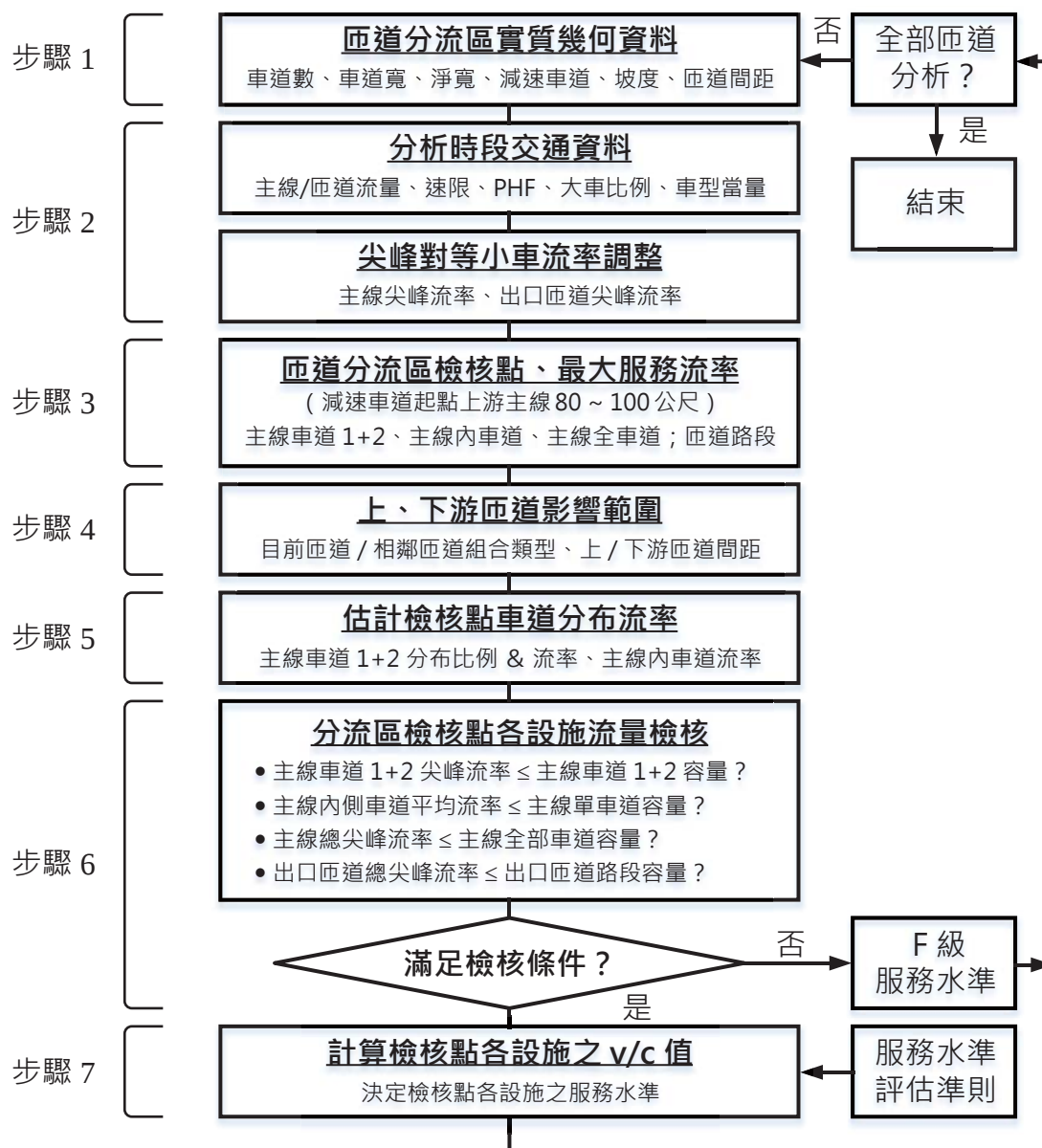


圖 6.7 出口匝道分流區分析程序圖

6.4.1 匝道分流區實質幾何資料

實質幾何資料分為預設基本狀況與現況兩部分：

1. 預設基本狀況資料

- (1) 車道寬為 3.65 公尺以上
- (2) 左側路肩寬 1.0 公尺以上，右側路肩寬為 3.0 公尺以上
- (3) 匝道分流區位於平坦地區（坡度 $\leq 2\%$ ，坡道長 ≤ 500 公尺）

基本狀況資料用來檢視設施之幾何現況可達到理想交通運作的程度，研究雖未探討目前設施在全符合基本狀況之下，對實際道路車流運行的影響程度，惟臺灣高速公路沿線視距，以及車道寬、側向淨寬等斷面設計的一致性甚高，應大都滿足基本狀況資料。

2. 現況實質幾何資料

- (1) 目前匝道區之主線單向車道數 N
- (2) 目前匝道區出口匝道之減速車道長度
- (3) 目前匝道區與上、下游匝道口之間距（若為獨立匝道區，則其與上游和下游匝道口之間距均預設為 $> 1,000$ 公尺）
- (4) 上、下游匝道口之類型（進口或出口）

本分析適用匝道區主線單向車道數 $N=2、3、4$ 的狀況，匝道區減速車道長度為減速車道全寬段與漸變段長度之和，其中減速車道長度為由出口匝道槽化標線鼻端往上游至減速車道起點之距離（如圖 6.8），而目前匝道區與上、下游匝道口之間距係以兩相鄰匝道實體槽化島之槽化標線鼻端（相當於圖 6.8 之分出點，或匝道匯流區之匯入點）為量測基準點，若出口匝道槽化標線鼻端另有劃設禁止換道標線，則量測基準點應往上游延伸至該標線端點。相鄰匝道間距量測值是確認目前匝道區是否獨立的依據，若結合問題路段上、下游各相鄰匝道類型資訊，便是分析匝道區車道流量分布是否受上、下游匝道進出車流影響的重要資料。

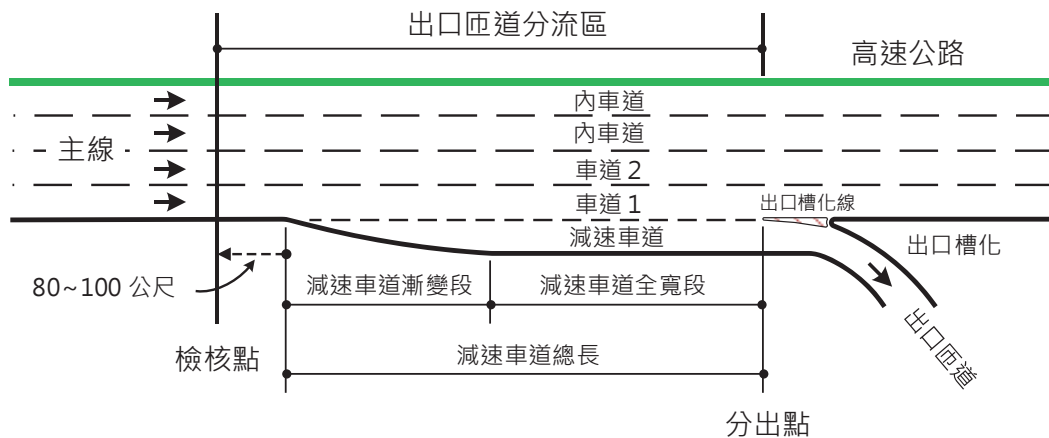


圖 6.8 匝道分流區幾何示意圖

6.4.2 分析時段交通資料與調整

各匝道區分析時段交通資料包括：

1. 目前匝道區與上、下游相鄰匝道之主線分類車種交通量（分為小型車、大型車、聯結車等三種車型）
2. 目前匝道區與上、下游相鄰匝道之進（出）口匝道路段分類車種交通量（分為小型車、大型車、聯結車等三種車型）與分類車種比例
3. 各匝道區之上游主線與進（出）口匝道路段之尖峰小時係數 (PHF)
4. 各匝道區之主線與進（出）口匝道路段之速限

匝道區各路段尖峰小時係數 (PHF) 可將該路段的小時流量調整為尖峰需求流率，但因為主線與各匝道路段發生尖峰的時間不同，故本項調整旨在反映匝道區各路段設施都在最大需求流率下的運行狀況。主線與匝道路段的速限可分別預估對應之自由車流速率，並據以界定目前匝道區主線和匝道路段的車道容量，而匝道路段的自由車流速率則會影響主線車輛選擇行駛較外側車道的比例。

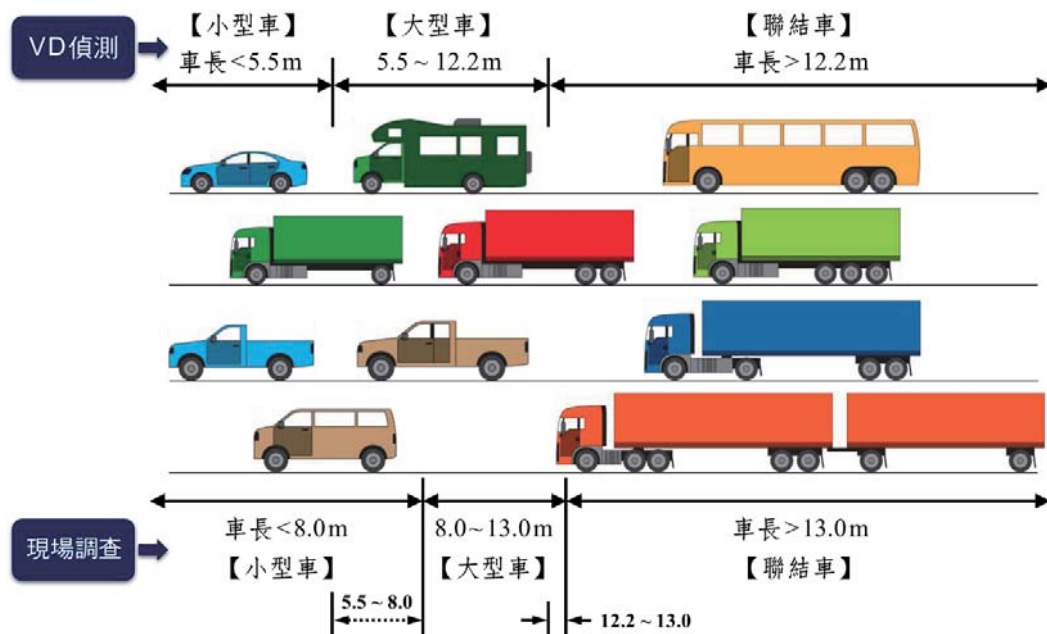
有關較大型車種（大型車、聯結車）當量之設定，以及對等小車流量之調整，分別說明如下：

1. 界定大型車種當量

由於 108 年[2]之現場調查於各分流區調查地點的大型車種比例大都在 10% 以下，幾乎對車流運行無影響，故在分析各調查期間的依時流率型態，以及發展各調查地點的車道分布模式時，並未區分車種。109

年[3]新增 2 處分流區現調資料，並蒐集更多地點之長時間車道 VD 依時資訊，可對較高比例大型車種對車流的影響進行校驗。由分類車種流量資料可獲得較大型車種（大貨車、聯結車）的比例，進而由大型車種當量，將尖峰小時總流量 (veh/hr) 轉換成尖峰小時總對等小車流量 (pc/hr)。

在界定較大型車輛之車種當量 (PCE) 值時，採現場空拍影像辨識車體尺度方式判讀，在幾經測試調整後，以小型車長 < 8.0 公尺（取當量 $E_P = 1.0$ ），8.0 公尺 ≤ 大型車長 ≤ 13.0 公尺（取當量 $E_T = 1.6$ ），聯結車長 > 13.0 公尺（取當量 $E_C = 2.0$ ）作為發展預估車道分布模式的依據，然現行高速公路 VD 流率資訊採小型車長 < 5.5 公尺，5.5 公尺 ≤ 大型車長 ≤ 12.2 公尺，聯結車長 > 12.2 公尺（近似 13.0 公尺），顯然在定義大型車種長度上與現場調查有落差（如圖 6.9），故再由比對國道 3 號中和交流道主線鄰近 VD 佈設點上、下游 ETC 門架依時車種資訊，發現 VD 偵測之大型車長介於 5.5~8.0 公尺的比例約 13~33%（平均 24%），而 VD 偵測車長介於 12.2~13.0 公尺之聯結車，在現場調查車長分類中被歸類為大型車。



（車型圖例資料：美國 FHWA 官網）

圖 6.9 現場調查與 VD 偵測分類車種尺度對照示意圖

基於上述，建議後續容量分析之車種當量 (PCE) 值如下：

(1) 現場調查資料

- 小型車（小客車、小貨車） $E_P = 1.0$
- 大型車（大客車、大貨車） $E_T = 1.6$
- 聯結車 $E_C = 2.0$

(2) VD 偵測資料

- 小型車（車長 < 5.5 公尺） $E_P = 1.0$
- 大型車（ $5.5 \leq$ 車長 ≤ 12.2 公尺） $E_T = 1.0$
- 聯結車（車長 > 12.2 公尺） $E_C = 2.0$

2. 調整對等小車流量為尖峰對等小車流率

交通特性資料需求如下：

- 匝道區上游主線、匝道路段之總流量； V_F 與 V_{OFF} （單位：輛／小時）
- 匝道區主線、匝道路段之尖峰小時係數； PHF_F 與 PHF_{OFF} （單位：十進位）
- 匝道區主線之大型車、聯結車比例； $P_{T(F)}$ 與 $P_{C(F)}$ （單位：十進位）
- 匝道路段之大型車、聯結車比例； $P_{T(OFF)}$ 與 $P_{C(OFF)}$ （單位：十進位）
- 大型車、聯結車當量值； E_T 與 E_C （單位：十進位）
- 主線重型車（含大型車、聯結車）車型調整因素 $f_{HV(F)}$

$$f_{HV(F)} = \frac{1}{1 + (E_T - 1) \cdot P_{T(F)} + (E_C - 1) \cdot P_{C(F)}}$$

- 出口匝道重型車（含大型車、聯結車）車型調整因素 $f_{HV(OFF)}$

$$f_{HV(OFF)} = \frac{1}{1 + (E_T - 1) \cdot P_{T(OFF)} + (E_C - 1) \cdot P_{C(OFF)}}$$

匝道區上游主線（或出口匝道）尖峰對等小車需求流率 v_F （或 v_{OFF} ）可由主線（或出口匝道）尖峰小時總流量 V_F （或 V_{OFF} ）經大型車、聯結車當量（ E_T 、 E_C ）調整後，除以對應之尖峰小時係數 PHF_F （或 PHF_{OFF} ）而得，若其他實質幾何（如車道寬、淨寬、坡度等）近乎基本狀況而不考慮調整，則：

- 出口匝道區上游主線之尖峰對等小車流率 v_F

$$v_F = \frac{V_F}{f_{HV(F)} \cdot PHF_F} \quad (\text{單位：小車/小時})$$

- 出口匝道路段之尖峰對等小車流率 v_{OFF}

$$v_{OFF} = \frac{V_{OFF}}{f_{HV(OFF)} \cdot PHF_{OFF}} \quad (\text{單位：小車/小時})$$

6.4.3 匝道分流區檢核點之車道容量

1. 匝道分流區檢核點

圖 6.8 將高速公路出口匝道分流區主線行車方向最外側車道由外而內劃分為車道 1 與車道 2 (高速公路局通稱為外側車道、中外側車道)，其餘主線各車道統稱為內車道；進行分析時，若主線行車方向僅設兩車道，則僅分析車道 1、2。

圖 6.8 之檢核點係依據 108 年期匝道分流區臨界點分析結果所研訂之分流區主要運行狀況檢核斷面，分流區檢核點位於減速車道起點之主線上游約 80 ~ 100 公尺範圍，這是調查與蒐集匝道分流區之交通特性資料、進行車道流量檢核，以及評估車道服務水準的建議位置。

2. 匝道分流區檢核點之車道容量

匝道分流區主線檢核點各車道容量值沿用第四章高速公路基本路段，在不同自由車流速率、主線單向車道數，以及主線未開放使用路肩狀況下，依照對應之容量值對流量進行檢核，如表 6.4 所示。

表 6.4 基本路段在各種自由車流速率、單向車道數、未開放路肩之容量表

自由車流速率 (公里/時)	每車道容量 (小車/小時/車道)		
	2 車道	3 車道	4 車道
115	2,050	2,000	1,950
110	2,000	1,950	1,900
105	1,950	1,900	1,850
100	1,900	1,850	1,800

6.4.4 界定匝道區類型

本所於民國 107 年之研究[4]，曾對國道 1、3 號沿線匝道區位置、運行屬性、幾何現況等進行資料蒐集、建檔、統計。根據國道 1 號、3 號沿線雙向各進出匝道的幾何型態與分布位置，決定各個匝道區究屬獨立與否時，因國內尚無此類車流行為研究資訊，故曾以美國 HCM 所界定之 1,500 呎（約 460 公尺）作為進、出口匝道影響區範圍，根據此距離原則，若主線上、下游兩匝道區相互緊鄰，以致車流可能會相互影響時，此相鄰兩匝道區影響範圍至多為 3,000 呎（約 910 公尺，以 1,000 公尺計），此為單純由靜態匝道間距考量。

民國 108、109 年研究[2,3]分別以獨立和相鄰匝道區為調查分析對象，即依上項原則，當某匝道區上、下游 1,000 公尺範圍內無其他進口或出口匝道時，則視其為獨立匝道區；若某匝道區上、下游 1,000 公尺範圍內有其他進口或出口匝道，則因可能受這些上、下游匝道進出車流之影響，故視其為非獨立匝道區。

美國 HCM 2000 之後對主線單向 3 車道之匝道區有進一步判定是否「獨立」的對等距離 (L_{EQ}) 估計模式，對等距離 (L_{EQ}) 是用來界定目前匝道區運行車流受上游（或下游）匝道進出車流影響的最大可能距離，亦即是判別目前匝道區究竟屬獨立或非獨立運行的分界值，凡目前匝道區與上游（或下游）特定類型匝道口實際間距大於所估算之對等距離時，視為獨立匝道區，反之，則視為非獨立匝道區。所謂上游或下游特定類型匝道口是指 HCM 在探討匝道間距和上（下）游某些類型匝道口對目前進口匝道區的影響時，曾針對最常見的 6 車道（單向 3 車道）高速公路主線相鄰上、下游匝道口車流，建議以下兩種當匝道間距過近時，明顯會對目前出口匝道區車流有影響的組合類型（如圖 6.10 所示），至於其是否會產生影響，端視目前匝道與上游匝道間距 D_U 或與下游匝道間距 D_D 而定。

(a) 目前出口匝道車流會受下游出口匝道車流之影響（類型 Off-3）

(b) 目前出口匝道車流會受上游進口匝道車流之影響（類型 Off-4）

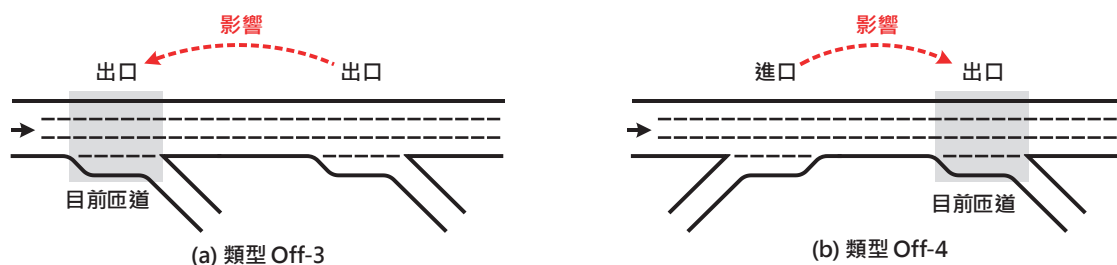


圖 6.10 目前出口匝道區受緊鄰匝道影響之類型（美國 HCM 2016）

表 6.5 為美國 HCM 2016 之匝道間距對等距離 L_{EQ} 估算模式，表中各建議模式僅適用在單向 3 車道主線沿線，且僅限於各估算模式對應之目前匝道類型與相鄰上、下游匝道之特定類型。至於與上（下）游匝道之其他組合類型，或因現場調查取樣不足，或影響距離關係不明，或模式係數不顯著等原因，一律都視為對目前出口匝道區車流沒有影響，因此，將目前出口匝道區以獨立匝道類型分析。

表 6.5 美國 HCM 2016 出口匝道緊鄰間距對等距離 L_{EQ} 估算式表

相鄰匝道	目前匝道	對等距離 L_{EQ} 估算式	單位
上游 進口匝道	出口匝道	$L_{EQ} = \frac{v_U}{0.23294 + 0.00007546 \cdot v_F - 0.00024934 \cdot v_R}$	公尺
下游 出口匝道	出口匝道	$L_{EQ} = \frac{v_D}{3.773 - 0.000105 \cdot v_F - 0.0012106 \cdot v_R}$	公尺

註：模式變數單位： v_x ($x = U, D, F, R$) 流量（小車/時）

目前匝道也可能會同時受上、下游匝道車流之影響，圖 6.11 顯示目前出口匝道車流也會同時受相鄰上游進口匝道與下游出口匝道車流之影響（類型 Off-7），但因 HCM 還沒有同時處理三處相鄰匝道區車流的分析模式，故建議分別對目前匝道與上游匝道，以及目前匝道與下游匝道進行分析，亦即在分析相鄰匝道組合類型 Off-7 時，目前匝道區車流受影響的程度可分別單獨以圖 6.10 所列類型 Off-3 和類型 Off-4 估計，再以所估計影響程度較大者作為分析目前匝道區的依據。

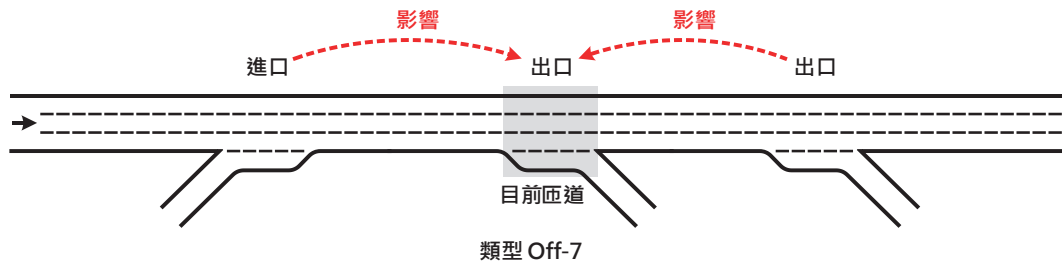


圖 6.11 目前出口匝道區受上、下游緊鄰匝道影響之類型（美國 HCM 2016）

目前匝道區是獨立或非獨立的認定結果，會影響後續所採用的匝道區外側兩車道流量分配比例 (P_{FD}) 模式，鑒於國內目前並無類似用途之間距估算方法，且在 109 年之國道 1、3 號沿線相鄰匝道區調查研究亦因出口匝道區取樣地點較少，尚無法正確反映匝道間距影響車流運行的相關因素，故建議仍採用前述兩相鄰匝道區可能相互影響的靜態間距 1,000 公尺作為區分獨立與緊鄰匝道區的原則。

綜合上述，如果目前出口匝道區同時與上、下游匝道口間距 $> 1,000$ 公尺，則界定其為一獨立匝道區，即視其上、下游相當距離內沒有任何匝道口進行分析；反之，如果與上游或（與）下游匝道口間距 $\leq 1,000$ 公尺，則視其可能為一非獨立匝道區進行分析，亦即認為其可能受上游或（與）下游匝道口進出車流的影響。

6.4.5 匝道分流區車道流率分布比例

1. 匝道分流區車道分布估計模式

匝道區上游主線流率 v_F 、外側兩車道（車道 1、2）流率 v_{12} ，以及影響區內主線外側兩車道（車道 1、2）流率比例 P_{FD} 如圖 6.12 所示。

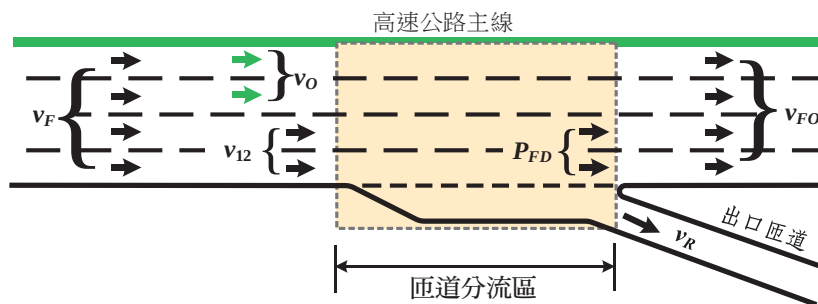


圖 6.12 匝道分流區流率 v_F 、 v_{12} ，以及流率比例 P_{FD} 示意圖

由圖 6.12，匝道分流區主線外側兩車道（車道 1、2）之尖峰需求流率如下：

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) \cdot P_{FD}$$

其中 v_{12} 進入分流區上游之主線車道 1 與 2 流率（小車/小時）

v_F 進入分流區上游之主線總流量（小車/小時）

P_{FD} 進入分流區上游之主線車流量中，減去出口匝道流量後，仍留在主線外側兩車道（車道 1、2）之比例

上式中，主線外側車道 1、2 之流率比例 P_{FD} 估算式如表 6.6 所示。

表 6.6 匝道分流區主線外側車道 1、2 之 P_{FD} 估算迴歸式表

算式編號	P_{FD} 估算式
估算式 6	$P_{FD} = 1.00$
估算式 7	$P_{FD} = 0.6758 + 0.0000035 \cdot v_F - 0.000208 \cdot v_R$
估算式 8	$P_{FD} = 0.3912$

2. 流率比例 P_{FD} 估算式之選擇

相鄰匝道口之間距、個別匝道口類型等會對主要分析匝道口（即目前匝道區）產生影響。根據在不同主線車道數，上、下游相鄰匝道口型態與分布， P_{FD} 估算式之選擇如表 6.7。

在發展流量分布預測模式時，可能受限於國內並無某種類型之匝道口，或該類型匝道口數量太少（< 1.0 %）而未發展估算式，也可能因現場調查車流數據資料不足、匝道區附近 VD 群組未能通過流量型態檢核、迴歸式變數之係數檢定不顯著，或模式係數符號、數值不合理等因素而未能發展估算式，當擬分析之匝道口類型有這些情況時，建議以主線車道數相同之獨立匝道口估算式，或以相鄰匝道幾何型態類似之匝道區估算式進行預估。

表 6.7 出口匝道分流區流率比例 P_{FD} 估算式表

編號	匝道口類型	匝道位置			2車道		3車道		4車道	
		上游	中間	下游	地點數(比例)	P_{FD} 算式	地點數(比例)	P_{FD} 算式	地點數(比例)	P_{FD} 算式
Off-1		無	出口	無	13 (4.17%)	估算式 6	106 (33.97%)	估算式 7	8 (2.56%)	估算式 8
Off-2		無	出口	進口	9 (2.88%)	估算式 6	109 (34.94%)	估算式 7	13 (4.17%)	估算式 8 *
Off-3		無	出口	出口	1 (0.32%)	估算式 6	8 (2.56%)	估算式 7 *	5 (1.60%)	估算式 8
Off-4		進口	出口	無	1 (0.32%)	估算式 6	2 (0.64%)	估算式 7 *	1 (0.32%)	估算式 8 *
Off-5		出口	出口	無	1 (0.32%)	估算式 6	4 (1.28%)	估算式 7 *	0 (0.00%)	估算式 8 *
Off-6		進口	出口	進口	0 (0.00%)	估算式 6	1 (0.32%)	估算式 7 *	0 (0.00%)	估算式 8 *
Off-7		進口	出口	出口	1 (0.32%)	估算式 6	0 (0.00%)	估算式 7 *	0 (0.00%)	估算式 8 *
Off-8		出口	出口	進口	2 (0.64%)	估算式 6	6 (1.92%)	估算式 7 *	4 (1.28%)	估算式 8 *
Off-9		出口	出口	出口	0 (0.00%)	估算式 6	0 (0.00%)	估算式 7 *	0 (0.00%)	估算式 8 *

註¹：* 係依目前匝道幾何型態所建議之估算式

註²：各類型匝道口數量與比例係依據 107 年[3]彙整國道 1、3 號全線匝道幾何型態之統計結果。

6.4.6 匝道分流區流量檢核

美國 HCM 2016 對匝道分流區（除出口匝道路段外）主要有 3 個檢核點，以查驗各檢核點流量是否超過容量（如下圖 6.13）：

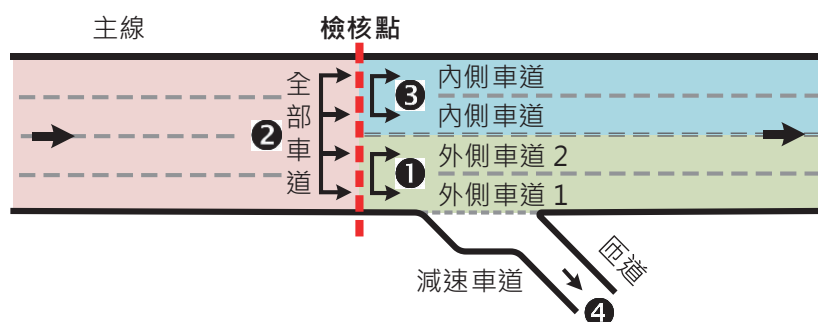


圖 6.13 出口匝道分流區車道流量檢核示意圖

1. 分流區上游主線外側兩車道之小車總流量
2. 分流區上游主線斷面全部車道之小車總流量
3. 分流區上游主線平均每一內車道之小車流量
4. 出口匝道路段

匝道區上游主線全部車道總容量係依據基本路段在不同自由車流速率下之「單一車道容量」乘以「單向車道數」而得，而匝道區上游主線外側兩車道之平均車道容量則稍低於上游或下游基本路段每車道容量。本分析程序循上述作法時，第 1 項檢核雖可依據預定新版 THCM 高速公路基本路段每車道容量規範進行檢核，但因匝道區主線外側兩車道每一車道之容量目前尚未定論，故在建立匝道分流區檢核準則前，先參酌美國 HCM 的觀念，HCM 2016 採認在不同自由車流速率下：

- 分流區上游主線外側兩車道（車道 1、2）之車道容量值都相同。
- 分流區上游主線外側兩車道（車道 1、2）之平均每車道容量不一定比主線內車道之平均車道容量低。

一、公路設施自由車流速率之估計

設計速率是指車輛在公路情況良好時，所能維持的最高安全速率，實務上，公路線形各部分設計（如曲線的曲率、彎道的超高、視距等）很多是以設計速率為依據，在考慮配合自然地形、兩旁土地使用、公路型式、環境品質、美觀等條件下，這些項目的設計標準愈高，則配合的設計速率也愈高。但從實際行車面來看，通常駕駛人大都會隨公路所經地形限制、交通狀況、車道使用，甚至公路執法而調整其速率，甚少是因公路本身的重要性而調整。美國自 HCM 1985 起，對高速公路、多車道公路等非阻斷性公路設施分析已從原先沿用的設計速率調整為自由車流速率，以更確實反映車流受道路實質環境的影響，就連鄉村雙車道公路也因為大都是以可及性功能為主，其分布區域通常無法以較高速率行駛，故而改用較不受設計速率影響的跟車延滯時間百分比取代。

臺灣公路容量手冊對高速公路與多車道公路容量分析也是以公路設施的自由車流速率為依據，以便確認較正確的速率—流量關係；自由車流速率盡可能在流率較低（美國 HCM 建議流率 $\leq 1,000$ pcphpl）的現場量測，此路段平均速率值會是自由車流速率的良好指標，且由於是現況資料，故不須做任何調整，其缺點是如果要分析某一未來道路設施

或狀況，則不可能現場量測，因而常以參考比照其他同類型設施或採模式估計的方式取代。

國內目前因無廣泛的公路自由車流速率特性調查，亦尚未發展本土化估計模式，故常藉由道路現有或預計的速限著手，其優點是不同類型公路各有特定的速限範圍，同一類型公路的速限也相當一致，這不論是對目前或對未來公路設施的預計速率，都較容易掌握。美國國內調查顯示理想狀況下的道路自由車流速率約較速限高 8~11 公里/時，惟這只是參考值。

為滿足本分析程序確認公路速限與自由車流速率關係之需要：(1) 高速公路部分一直接依循新版公路容量手冊第四章基本路段容量分析所訂定之基本路段速限與對應平均自由速率建議值，以求一致；(2) 快速公路分匯流區主線速限分別為 80、90、100 公里/時的自由車流速率統計結果，以對應於各個速限的公路內側車道平均自由車流速率為建議值。

以上兩種公路設施之速限與自由車流速率對應關係建議值整理如表 6.8 所示，表中兩種公路設施在速限 90 與 100 公里/時對應的自由車流速率相一致。

表 6.8 公路設施速限與自由車流速率對應參考表

公路設施	速限 S_L (公里/時)	自由車流速率 S_F (公里/時)
快速公路	≤ 80	$S_L + 10$
高、快速公路	90	100
高、快速公路	100	105
高速公路	110	115

二、匝道分流區各車道設施容量

表 6.9 為綜合 110 年研究[5]第三章與本手冊第四章高速公路基本路段在未開放使用路肩之下，高、快速公路匝道區各設施容量值建議表，本表列舉在不同自由車流速率下，匝道區上、下游主線斷面全部車道，以及主線外側兩車道之預設容量值，可供檢核匝道區各設施之流量負荷程度。至於在開放使用路肩部分，尚未對此狀況下之匝道分流區車流

特性進行調查，故未建立對應之分流區各設施容量參考值，惟基本路段在開放使用路肩下之車道容量，可參閱新版 THCM 第四章資訊。

表 6.9 高、快速公路匝道分流區容量建議表（未開放使用路肩、平坦路段）

速限 (kph)	自由 流速 (kph)	匝道區上游/下游主線總容量 ¹				出口匝道區上游主 線車道 1+2 容量 V _{12(Max)} ²
		單向車道數				
		2 車道	3 車道	4 車道	> 4 車道	
110	115	4,100	6,000	7,800	1,950 /車道	3,650
105	110	4,000	5,850	7,600	1,900 /車道	3,650
100	105	3,900	5,700	7,400	1,850 /車道	3,650
90	100	3,800	5,550	7,200	1,800 /車道	3,650
80	90	3,700	-	-	-	3,650

註¹：容量單位：小車/小時

註²： V_{12} ：出口匝道區上游主線外側兩車道之總尖峰流率（小車/小時）

三、出口匝道路段容量

依本所 110 年研究[5]第四章之分析建議，匝道容量分析在規劃和運行兩階段之訴求並不相同，規劃階段著重於研判新設匝道路段本身是否滿足預計進出需求流率所需的車道數，歷來採用多車道匝道容量是單車道匝道的倍數的作法，通常前提是在進口匝道路段很長，匝道上游之車流運作不會受匝道下游回堵車隊影響，或者是減速車道夠長，匝道車輛離開主線的分出行為和一般自由變換車道無異的情況；至於運作階段之分析則完全受出口匝道下游平面路口之車道實質幾何、交通操作特性，以及交通控制型式之影響，不易直接界定車道容量值。

針對上述兩階段之需求，表 6.10 分別列舉在規劃階段，不同車道數匝道之容量建議值，以及運作階段研訂容量之建議方式，表列建議值目前較適用於一般匝道 (ramps)、大型車比例較低的情況，並未含環道 (loops)、高比例大型車對容量之影響。

表 6.10 出口匝道分出主線段容量建議表

速限(kph)	階 段	車道數	容量（小車/小時）
50 或 60	規劃設計	1 車道	1,900
		2 車道	3,800
	運行分析	1 車道	視出口匝道下游路口 交通控制型式而定
		2 車道	

四、匝道分流區之流量檢核

出口匝道區檢核點各受檢核個別車道或組合車道之主要流量項目，包括：

1. 匝道分流區檢核點全部車道總尖峰流率 v_F
等於“匝道區上游主線全部車道總小車流率”
2. 匝道分流區檢核點之主線車道 1+2 估計尖峰流率 v_{12}
等於“匝道區段內主線車道 1+2 估計小車流率”+“出口匝道小車流率”；若主線車道數 $N=2$ ，則 $v_{12} = v_F$ 。
3. 匝道分流區檢核點之主線內車道平均尖峰流率
等於(“檢核點全部車道總尖峰流率”－“檢核點之主線車道 1+2 估計尖峰流率”)除以“單向車道數 $N-2$ ”(其中 $N>2$ ，若 $N=2$ ，則不檢核本項)
4. 出口匝道路段之尖峰小車流率
等於匝道路段全部車道之總尖峰小車流率

6.4.7 服務水準評估

將實際需求量與容量相比較是最常用來瞭解公路容量供給之使用的程度，以及評估服務水準的方式， V/C 值除了是服務水準績效指標外，也是進行評估分析時所依據的主要輸出項。

當處理預測資料時， $V/C > 1.0$ 表示估計容量不足以滿足預測需求量， V/C 值概念上有可能大於 1.0，但實際流率應不會大於容量。在預測尖峰需求流率之下， $V/C > 1.0$ 顯示一可能癱瘓的設施，意即該服務設施無法適時疏散到達的交通需求，這種狀況會導致長等候車隊與發

生高延滯。觀念上，當尖峰流率（目前或未來）與容量的比值 $V/C > 1.0$ 時，表示停等車隊預期將往問題路段的上游回堵，回堵車隊的長度與消散所需的時間視許多情況而定，包括 V/C 超過 1.0 的持續時間與超過多少等，也包括需求量的依時型態，因為停等車隊只會在當需求量比路段容量小時才開始消散；再者，一旦開始產生停等車隊，則駕駛人常會尋找替代道路來避開擁擠，因此 $V/C > 1.00$ 時，也可能會使需求型態發生動態偏移，因而會衝擊擁擠路段及其週邊道路的交通運行狀況。

1. 匝道分流區各設施之流量檢核

當以下任一檢核項不滿足時，服務水準評為 F 級，並研判該檢核設施之車流可能會發生癱瘓；否則，進行服務水準等級評估。

- (1) 是否“檢核點車道 1+2 估計尖峰流率 v_{12} ” $\leq$ “檢核點車道 1+2 容量 $v_{12(Max)}$ ”？
- (2) 是否“檢核點全部車道總尖峰流率 v_F ” $\leq$ “檢核點（即匝道區下游主線）全部車道總容量 c_F ”？
- (3) 是否“檢核點各內車道平均尖峰流率 $v_{O(Ave)}$ ” $\leq$ “檢核點主線車道 3（即內車道）之容量 c_F' ”？
- (4) 是否分流區出口匝道路段之尖峰小車流率 v_R ” $\leq$ “出口匝道路段之容量 c_R ”？

2. 服務水準評估

計算以上匝道區各設施流量檢核項之 V/C 值，並依據表 6.2 界定該設施之服務水準等級。

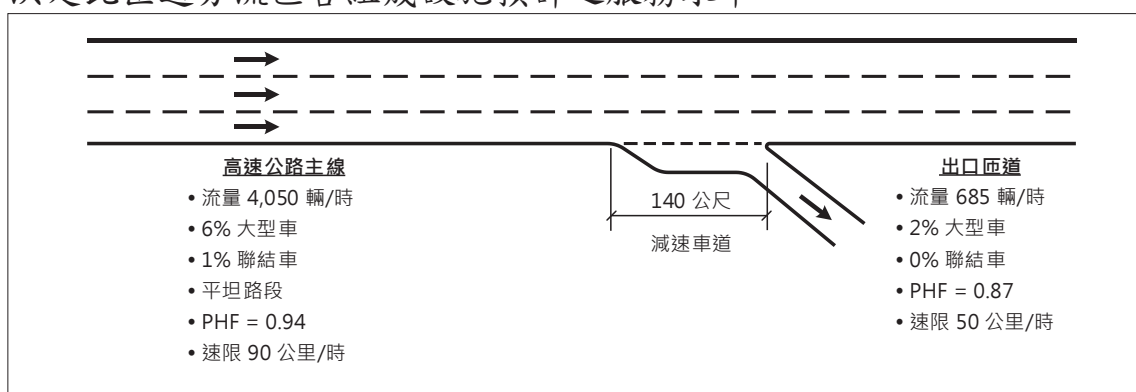
6.5 範例分析

本節之分析範例主要涵蓋臺灣國道 1、3 號沿線全部出口匝道分流區中占較大比例之類型，各範例概要如下表：

範 例	示範主題	分析類別
範例一	●獨立出口匝道分流區	運行分析
範例二	●出口匝道區下游緊鄰另一進口匝道區	運行分析
範例三	●出口匝道區下游緊鄰另一出口匝道區	運行分析

6.5.1 範例一、獨立出口匝道分流區

下圖顯示一單車道出口匝道由一條郊區 6 車道高速公路（每方向 3 車道）主線段分出，已知主線與出口匝道之現況幾何、交通資料如圖所示，假設天候環境良好、無任何交通事故，且為一般通勤車流；由於此匝道口距離上、下游相鄰匝道甚遠，故可視為一獨立匝道區（OFF-1），這種匝道區約占國道 1、3 號全部出口匝道類型的 43%；本分析主要在決定此匝道分流區各組成設施預計之服務水準。



步驟一：匝道區幾何資料

- | | |
|-------------------------------|--|
| • 匝道口結構：獨立出口匝道區 | |
| • 所在地形：平坦地區 (level terrain) | |
| • $N_F = 3$ | 定義：主線單向總車道數 |
| • $N_R = 1$ | 定義：匝道路段車道數 |
| • $L_D = 140$ 公尺 | 定義：減速車道長度 (公尺) |
| • $S_{L(F)} = 90$ 公里/時 | 定義：主線速限 (公里/時) |
| • $S_{L(R)} = 50$ 公里/時 | 定義：匝道路段速限 (公里/時) |
| • $D_U > 1,000$ 公尺 (獨立匝道區預設值) | 定義：與上游匝道區間距 (公尺)
分析獨立匝道區時，假設其與上游匝道口間距很長 |
| • $D_D > 1,000$ 公尺 (獨立匝道區預設值) | 定義：與下游匝道區間距 (公尺)
分析獨立匝道區時，假設其與下游匝道口間距很長 |

步驟二：匝道區交通資料、尖峰對等小車流率之調整

- | | |
|---|-------------------------|
| • $f_p = 1.000$ (預設值) | 定義：駕駛人特性調整因素 |
| • PHF_F ; PHF_R | 定義：上游主線 F 或匝道 R 之尖峰小時係數 |
| • $P_{T(F)} = 0.06$ ($P_{C(F)} = 0.01$) | 定義：主線大貨車 T (聯結車 C) 比例 |
| • $P_{T(R)} = 0.02$ ($P_{C(R)} = 0.00$) | 定義：匝道大貨車 T (聯結車 C) 比例 |

- $E_T = 1.6$ ($E_C = 2.0$)

- $f_{HV(F)}$; $f_{HV(R)}$

C) 比例

定義：大貨車 T (聯結車 C) 當量

定義：設施 i (上游主線 F 或匝道 R) 之大型車調整因素

$$f_{HV(i)} = \frac{1}{1 + P_{T(i)}(E_T - 1) + P_{C(i)}(E_C - 1)}$$

主線 $f_{HV(F)} = \frac{1}{1 + 0.06(1.6 - 1) + 0.01(2.0 - 1)} = 0.956$

匝道 $f_{HV(R)} = \frac{1}{1 + 0.02(1.6 - 1) + 0.0(2.0 - 1)} = 0.988$

- V_F ; V_R (如以下換算表)

定義：上游主線 F 或匝道 R 之小時流量 (輛/時)

- v_F ; v_R (如以下換算表)

定義：設施 i (上游主線 F 或匝道 R) 之對等小車流率 (小車/時)

$$v_i = \frac{V_i}{PHF_i \cdot f_{HV(i)} \cdot f_P}$$

設施小時流量與對等小車流率換算表

設施 i	V_i (輛/時)	PHF_i	$f_{HV(i)}$	f_P	v_i (小車/時)
主線 (F)	4,050	0.94	0.956	1.000	4,506.7
匝道 (R)	685	0.87	0.988	1.000	796.8

步驟三：界定分流區檢核點與最大服務流率

- 分流區檢核點：減速車道起點上游主線約 80~100 公尺

- $S_{F(F)} = S_{L(F)} + 10 = 90 + 10 = 100$ 公里/時

定義：設施 i (上游主線 F) 之自由車流速率 (表 6.8)

$$S_{F(i)} = S_{L(i)} + 10 \text{ 若 } S_{L(i)} \leq 90 \text{ 公里/時}$$

$$= S_{L(i)} + 5 \text{ 若 } S_{L(i)} > 90 \text{ 公里/時}$$

- $S_{L(R)} = 50$ 公里/時

定義：匝道路段 R 之速限 (公里/時)

- $c_F^1 = 1,850$ 小車/時

定義：基本狀況下，匝道區上、下游主線單一車道容量 (表 6.4)

- $c_F = 5,550$ 小車/時

定義：基本狀況下，匝道區上、

下游主線總容量（表 6.9）

$$c_F = c_F^1 \times \text{主線單向車道數 } N_F$$

- $c_R = 1,900$ 小車/時（規劃設計容量值） 定義：基本狀況下，匝道路段總容量（表 6.10）
- $c_R = 1,900$ pc/hr 匝道車道數 $N_R = 1$
 $= 3,800$ pc/hr 匝道車道數 $N_R = 2$

步驟四：與上、下游匝道間距範圍之檢視

匝道 R 之相鄰上下游匝道類型檢查與車道分布模式統整表

主線 N_F	目前匝道 R	相鄰上/下游匝道	匝道間距 (m)	是否影響車流	匝道類型	車道分布模式
3	出口匝道	上游：無	—	否	OFF-1	估算式 7
		下游：無	—	否	OFF-1	估算式 7

步驟五：匝道區車道分布流率與評核

1. 分流區檢核點（減速車道起點上游主線約 80~100 公尺）
2. 由步驟四之匝道 R 車道分布模式統整表，採估算式 7。

- $P_{FD} = P_{FD(\text{獨立})} = 0.5258$ 定義：分流區內主線車道 1, 2 流量分布比例（表 6.6，估算式 7）
- $v_{12} = 2,747.6$ 小車/時 定義：分流區上游主線車道 1, 2 流率
- $v_{12} = v_R + (v_F - v_R) \times P_{FD}$

步驟六(1)：匝道區檢核點各設施項之檢核

1. 檢核點之主線車道 1, 2 尖峰流率評核

- $v_{12} = 2,747.6$ 小車/時 定義：檢核點之主線車道 1, 2 流率
- $v_{12(\text{Max})} = 3,650$ 小車/時 定義：檢核點之主線車道 1, 2 容量（表 6.9）
- 評核結果： $v_{12} \leq v_{12(\text{Max})}$ ➡ 未飽和 說明：是否 $v_{12} > v_{12(\text{Max})}$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

2. 檢核點斷面總尖峰流率評核

- $v_F = 4,506.7$ 小車/時 定義：檢核點斷面總尖峰流率

- 評核結果： $v_F \leq c_F (= 5,550) \Rightarrow$ 未飽和 說明：是否 $v_F > c_F$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

3. 檢核點之主線平均每一內車道尖峰流率評核

- $VO_{(Ave)} = 1,831.0$ 小車/時 定義：檢核點主線平均每一內車道流率

$$VO_{(Ave)} = \frac{V_F - V_{12}}{N_F - 2}$$

- 評核結果： $VO_{(Ave)} \leq c_F^1 (= 1,850) \Rightarrow$ 未飽和 說明：是否 $VO_{(Ave)} > c_F^1$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

步驟六(2)：匝道路段流量檢核

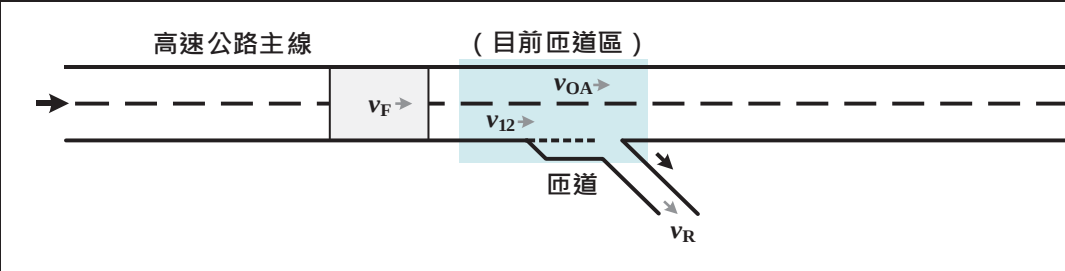
- $c_R = 1,800$ 小車/時 定義：匝道路段容量（表 6.10）
- 評核結果： $v_R (= 796.8) \leq c_R \Rightarrow$ 未飽和 說明：是否 $v_R > c_R$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

步驟七：服務水準評估

1. 檢核點之主線車道 1, 2： $V/C = 0.75$ 說明：檢核點之主線車道 1, 2 之 V/C 值
 - 服務水準：C 級 說明：服務水準等級（表 6.2）
2. 檢核點斷面全部車道： $V/C = 0.81$ 說明：檢核點斷面全部車道之 V/C 值
 - 服務水準：D 級 說明：服務水準等級（表 6.2）
3. 檢核點之主線每一內車道： $V/C = 0.95$ 說明：檢核點之主線每一內車道之 V/C 值
 - 服務水準：E 級 說明：服務水準等級（表 6.2）
4. 匝道路段： $V/C = 0.42$ 說明：匝道路段之 V/C 值

評析：分析結果顯示本匝道匯流區除了主線內車道外，其他設施多處於穩定車流運行狀況；出口匝道區因減速車道較短，多數出口車輛可能會有較大程度減速，因而預期有較多數主線直行車輛選擇行駛內車道，導致內車道流率接近容量值。

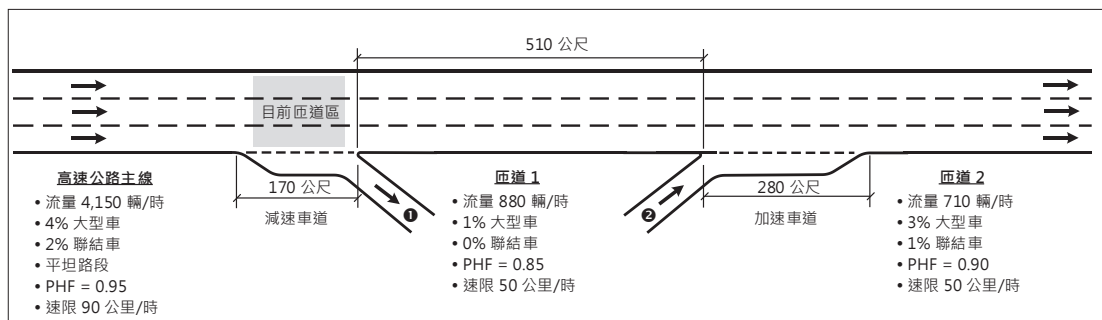
獨立匝道區設施服務水準表

					
路段名稱	變數	流率 pc/hr	容量 pc/hr	V/C 值	服務水 準
• 匝道區上游主線	v_F	4,506.7	5,550	0.81	D
• 匝道區檢核點車道 1+2	v_{12}	2,747.6	3,650	0.75	C
• 匝道區每一內車道	$v_{O(Ave)}$	1,759.1	1,850	0.95	E
• 匝道路段	v_R	796.8	1,900 ¹	0.42	—

註¹：匝道路段（出口匝道）容量採規劃設計容量值 1,900 pc/hr

6.5.2 範例二、出口匝道區下游緊鄰另一進口匝道區

下圖為在一條六線道高速公路（每一方向 3 車道）某主線路段上之相鄰兩處匝道區，已知主線與兩處匝道之現況幾何、交通資料如圖所示，此圖例顯示目前匝道區（出口匝道區 R_1 ）下游 510 公尺處另有一進口匝道區 R_2 ，這種匝道區約占國道 1、3 號全部出口匝道類型的 44 %；兩匝道區的交通運作有可能不相影響，但也可能因彼此間距較短，導致其中某一匝道區受另一匝道進出車流的影響，故必須確認各匝道區車流是否在受影響的運作狀況下，以合理分析其運行的品質。本範例將在以下每一步驟中，分別對此兩處匝道區進行幾何、交通資料彙整與影響分析，以決定每一匝道區各組成設施在現況下預期之服務水準。



步驟一：匝道區幾何資料

- 匝道口結構：出口匝道區下游緊鄰另一進口匝道區
- 所在地形：平坦地區 (level terrain)
- 設施代碼：F = 高速公路主線， R_1 = 目前匝道（匝道 1），
 R_2 = 下游匝道（匝道 2）
- $N_F = 3$ 定義：主線單向總車道數
- $S_{L(F)} = 90$ 公里/時 定義：主線速限（公里/時）
- $N_{R1} = 1$ 定義：匝道 R_1 路段車道數
- $L_{D1} = 170$ 公尺 定義：匝道 R_1 減速車道長度（公尺）
- $S_{L(R1)} = 50$ 公里/時 定義：匝道 R_1 路段速限（公里/時）
- $N_{R2} = 1$ 定義：匝道 R_2 路段車道數
- $L_{A2} = 280$ 公尺 定義：匝道 R_2 加速車道長度（公尺）
- $S_{L(R2)} = 50$ 公里/時 定義：匝道 R_2 路段速限（公里/時）
- $D = 510$ 公尺 定義：上、下游匝道間距（公尺）
- $D_{U1} > 1,000$ 公尺(間距過長之預設值) 定義：匝道 R_1 與上游匝道間距（公尺）
分析匝道區 R_1 時，假設其與上游匝道口距離很長，或上游無其他匝道口
- $D_{D1} = 510$ 公尺 定義：匝道 R_1 與下游匝道間距（公尺）
- $D_{U2} = 510$ 公尺 定義：匝道 R_2 與上游匝道間距（公尺）
- $D_{D2} > 1,000$ 公尺(間距過長之預設值) 定義：匝道 R_2 與下游匝道間距（公尺）
分析匝道區 R_2 時，假設其與下游匝道口距離很長，或下游無其他匝道口

步驟二：匝道區交通資料、尖峰對等小車流率之調整

- $f_P = 1.000$ （預設值） 定義：駕駛人特性調整因素
- PHF_F ； PHF_{R1} ； PHF_{R2} 定義：上游主線 F、匝道 R_1 、匝道 R_2 之尖峰小時係數
- $P_{T(F)} = 0.04$ ； $P_{C(F)} = 0.02$ 定義：主線之大貨車 T、聯結車 C 比例

- $P_{T(R1)} = 0.01$; $P_{C(R1)} = 0.00$ 定義：匝道 R₁ 之大貨車 T、聯結車 C 比例
- $P_{T(R2)} = 0.03$; $P_{C(R2)} = 0.01$ 定義：匝道 R₂ 之大貨車 T、聯結車 C 比例
- $E_T = 1.6$; $E_C = 2.0$ 定義：大貨車 T、聯結車 C 當量
- $f_{HV(F)}$; $f_{HV(R1)}$; $f_{HV(R2)}$ 定義：設施 i (上游主線 F、匝道 R₁、匝道 R₂) 之大型車調整因素

$$f_{HV(i)} = \frac{1}{1 + P_{T(i)}(E_T - 1) + P_{C(i)}(E_C - 1)}$$

$$\text{主線 } f_{HV(F)} = \frac{1}{1 + 0.04(1.6 - 1) + 0.02(2.0 - 1)} = 0.958$$

$$\text{匝道 R}_1 \quad f_{HV(R1)} = \frac{1}{1 + 0.01(1.6 - 1) + 0.00(2.0 - 1)} = 0.994$$

$$\text{匝道 R}_2 \quad f_{HV(R2)} = \frac{1}{1 + 0.03(1.6 - 1) + 0.01(2.0 - 1)} = 0.973$$

- V_F ; V_{R1} ; V_{R2} (如以下換算表) 定義：上游主線 F、匝道 R₁、匝道 R₂ 之小時流量 (輛/時)
- v_F ; v_{R1} ; v_{R2} (如以下換算表) 定義：設施 i (上游主線 F、匝道 R₁、匝道 R₂) 對等小車流率 (小車/時)

$$v_i = \frac{V_i}{PHF_i \cdot f_{HV(i)} \cdot f_P}$$

設施小時流量與對等小車流率換算表

設施 i	V_i (輛/時)	PHF_i	$f_{HV(i)}$	f_P	v_i (小車/時)
主線 (F)	4,150	0.95	0.958	1.000	4,560.6
匝道 (R ₁)	880	0.85	0.994	1.000	1,041.5
匝道 (R ₂)	710	0.90	0.973	1.000	811.0

步驟三：界定兩匝道區檢核點與最大服務流率

- 匝道 R₁ 分流區檢核點：減速車道起點上游主線約 80~100 公尺
- 匝道 R₂ 匯流區檢核點：加速車道終點下游主線約 80~100 公尺
- $S_{F(F)} = 100$ 定義：設施 i (上游主線 F) 之自由車流速率 (表 6.8)
 $S_{F(i)} = S_{L(i)} + 10$ 若 $S_{L(i)} \leq 90$ 公里/時

$$= S_{L(i)} + 5 \text{ 若 } S_{L(i)} > 90$$

公里/時

- $S_{L(R1)} = 50$; $S_{L(R2)} = 50$ 公里/時

定義：匝道路段 R_1 、 R_2 之速限
(公里/時)

- $c_F^1 = 1,850$ 小車/時

定義：基本狀況下，匝道區上、
下游主線單一車道容量

- $c_F = 5,550$ 小車/時

定義：基本狀況下，匝道區上、
下游主線總容量 (表
6.9)

$$c_F = c_F^1 \times \text{主線單向車道數 } N_F$$

- $c_{R1} = 1,900$ 小車/時 (規劃設計容量值)

定義：基本狀況下，匝道 R_1 路
段總容量 (表 6.10)

$$c_{R1} = 1,900 \text{ pc/hr 匝道車道數 } N_R = 1$$

$$= 3,800 \text{ pc/hr 匝道車道數 } N_R = 2$$

- $c_{R2} = 1,800$ 小車/時

定義：基本狀況下，匝道 R_2 路
段總容量 (表 5.10)

$$c_{R2} = 1,800 \text{ pc/hr 匝道車道數 } N_R = 1$$

$$= 3,000 \text{ pc/hr 匝道車道數 } N_R = 2$$

步驟四：與上、下游匝道間距範圍之檢視

1. 匝道 R_1 分流區

匝道 R_1 之相鄰上/下游匝道類型檢查與車道分布模式統整表

主線 N_F	目前匝道 R_1	相鄰上/下游匝道	匝道間距 (m)	是否影響車流	匝道類型	車道分布模式
3	出口匝道	上游：無	—	否	OFF-1	估算式 7
		下游：進口匝道	510	是	OFF-2	估算式 7
				否	OFF-1	估算式 7

2. 匝道 R_2 匯流區

匝道 R_2 之相鄰上/下游匝道類型檢查與車道分布模式統整表

主線 N_F	目前匝道 R_2	相鄰上/下游匝道	匝道間距 (m)	是否影響車流	匝道類型	車道分布模式
3	進口匝道	下游：無	—	否	ON-1	估算式 2
		上游：出口匝道	510	是	ON-5	估算式 4
				否	ON-1	估算式 2

步驟五：匝道區車道分布流率與評核

(一) 匝道 R_1 分流區

1. 分流區檢核點（減速車道起點上游主線約 80~100 公尺）

2. 由步驟四之匝道 R_1 分流區車道分布模式統整表，採估算式 7。

- $P_{FD(\text{獨立})} = 0.4751$ 定義：若分流區為獨立時，主線車道 1, 2 流量分布比例（表 6.6，估算式 7）
- $P_{FD(\text{非獨立})} = 0.4751$ 定義：若分流區為非獨立時，主線車道 1, 2 流量分布比例（表 6.6，估算式 7）
- $P_{FD} = \text{Max}\{P_{FD(\text{獨立})}, P_{FD(\text{非獨立})}\} = 0.4751$ 定義：分流區內主線車道 1, 2 流量分布比例
- $v_{12} = 2,713.5$ 小車/時 定義：分流區上游主線車道 1, 2 流率
$$\boxed{v_{12} = v_R + (v_F - v_R) \times P_{FD}}$$

(二) 匝道 R_2 匯流區

1. 匯流區檢核點（加速車道終點下游主線約 80~100 公尺）

2. 由步驟四之匝道 R_2 匯流區車道分布模式統整表，應同時比較估算式 2 與估算式 4。

- $P_{FM(\text{獨立})} = 0.5912$ 定義：若匯流區為獨立時，上游主線車道 1, 2 流量分布比例（表 5.6，估算式 2）
- $P_{FM(\text{非獨立})} = 0.5872$ 定義：若匯流區為非獨立時，上游主線車道 1, 2 流量分布比例（表 5.6，估算式 4）
- $P_{FM} = \text{Min}\{P_{FM(\text{獨立})}, P_{FM(\text{非獨立})}\} = 0.5872$ 定義：匯流區上游主線車道 1, 2 流量分布比例
- $v_{12} = 2,066.5$ 小車/時 定義：匯流區上游主線車道 1, 2 流率
$$\boxed{v_{12} = v_F \times P_{FM}}$$

步驟六(1)：匝道區檢核點各設施項之檢核

(一) 匝道 R_1 分流區

1. 檢核點之主線車道 1, 2 尖峰流率評核

- $v_{12} = 2,713.5$ 小車/時 定義：檢核點之主線車道 1, 2 流率
- $v_{12(\text{Max})} = 3,650$ 小車/時 定義：檢核點之主線車道 1, 2 容量（表 6.9）

- 評核結果： $v_{12} \leq v_{12(\text{Max})}$ ➡ 未飽和
說明：是否 $v_{12} > v_{12(\text{Max})}$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

2. 檢核點斷面總尖峰流率評核

- $v_F = 4,560.6$ 小車/時
定義：檢核點斷面總尖峰流率
- 評核結果： $v_F \leq c_F = 5,550$ ➡ 未飽和
說明：是否 $v_F > c_F$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

3. 檢核點之主線平均每一內車道尖峰流率評核

- $v_{O(\text{Ave})} = 1,847.1$ 小車/時
定義：檢核點主線平均每一內車道流率
- 評核結果： $v_{O(\text{Ave})} \leq c_F^1 = 1,850$ ➡ 未飽和
說明：是否 $v_{O(\text{Ave})} > c_F^1$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

$$v_{O(\text{Ave})} = \frac{v_F - v_{12}}{N_F - 2}$$

(二) 匝道 R₂ 匯流區

1. 檢核點之主線車道 1, 2 尖峰流率評核

- $v_{R12} = 2877.5$ 小車/時
定義：檢核點之主線車道 1, 2 流率
- $v_{R12(\text{Max})} = 3,800$ 小車/時
定義：檢核點之主線車道 1, 2 容量 (表 5.9)
- 評核結果： $v_{R12} \leq v_{R12(\text{Max})}$ ➡ 未飽和
說明：是否 $v_{R12} > v_{R12(\text{Max})}$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

$$v_{R12} = v_{12} + v_R$$

2. 檢核點斷面總尖峰流率評核

- $v_{FO} = 4,330.1$ 小車/時
定義：檢核點斷面總尖峰流率
- 評核結果： $v_{FO} \leq c_F = 5,550$ ➡ 未飽和
說明：是否 $v_{FO} > c_F$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

$$v_{FO} = v_F + v_R$$

3. 檢核點之主線平均每一內車道尖峰流率評核

- $v_{O(\text{Ave})} = 1,452.6$ 小車/時
定義：檢核點主線平均每一內車道流率

$$v_{O(\text{Ave})} = \frac{v_F - v_{12}}{N_F - 2}$$

- 評核結果： $V_{O(Ave)} \leq c_F^1 = 1,850 \Rightarrow$ 未飽和

說明：是否 $V_{O(Ave)} > c_F^1$?
若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

步驟六(2)：匝道路段流量檢核

(一) 匝道 R₁ 分流區

- $C_{R1} = 1,900$ 小車/時
- 評核結果： $V_{R1} = 1,041.5 \leq C_{R1} \Rightarrow$ 未飽和

定義：匝道路段容量 (表 6.10)

說明：是否 $V_{R1} > C_{R1}$? 若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

(二) 匝道 R₂ 匯流區

- $C_{R2} = 1,800$ 小車/時
- 評核結果： $V_{R2} = 1,290.7 \leq C_{R2} \Rightarrow$ 未飽和

定義：匝道路段容量 (表 5.10)

說明：是否 $V_{R2} > C_{R2}$? 若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

步驟七：服務水準評估

(一) 匝道 R₁ 分流區

1. 檢核點之主線車道 1, 2： $V/C = 0.74$
 • 服務水準：C 級
 說明：檢核點之主線車道 1, 2 之 V/C 值
 說明：服務水準等級 (表 6.2)
2. 檢核點斷面全部車道： $V/C = 0.82$
 • 服務水準：D 級
 說明：檢核點斷面全部車道之 V/C 值
 說明：服務水準等級 (表 6.2)
3. 檢核點之主線每一內車道： $V/C = 1.00$
 • 服務水準：F 級
 說明：檢核點之主線每一內車道之 V/C 值
 說明：服務水準等級 (表 6.2)
4. 匝道路段： $V/C = 0.55$
 說明：匝道路段之 V/C 值

(二) 匝道 R₂ 匯流區

1. 檢核點之主線車道 1, 2： $V/C = 0.76$
 • 服務水準：C 級
 說明：檢核點之主線車道 1, 2 之 V/C 值
 說明：服務水準等級 (表 5.2)
2. 檢核點斷面全部車道： $V/C = 0.78$
 • 服務水準：C 級
 說明：檢核點斷面全部車道之 V/C 值
 說明：服務水準等級 (表 5.2)
3. 檢核點之主線每一內車道： $V/C = 0.79$
 • 服務水準：C 級
 說明：檢核點之主線每一內車道之 V/C 值
 說明：服務水準等級 (表 5.2)
4. 匝道路段： $V/C = 0.45$
 說明：匝道路段之 V/C 值

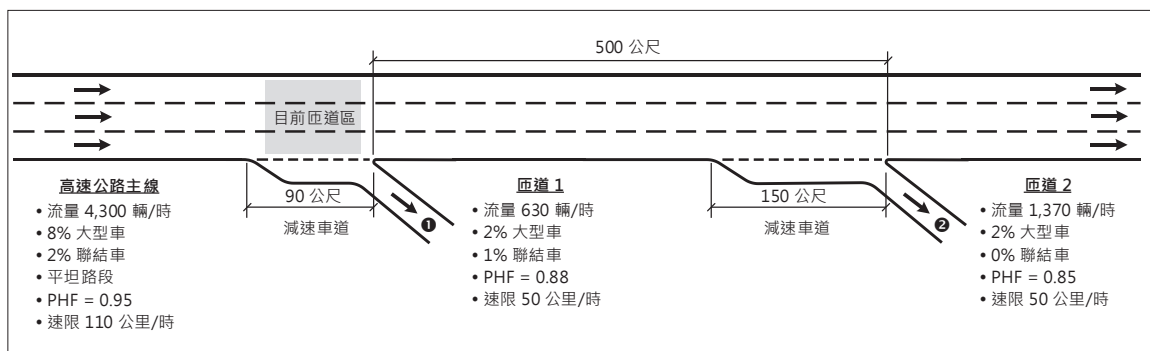
相鄰匝道區設施服務水準表

路段名稱	變數	流率 pc/hr	容量 pc/hr	V/C 值	服務水 準
• 匝道區 1 上游主線	$V_F(1)$	4,560.6	5,550	0.82	D
• 匝道區 2 上游主線	$V_F(2)$	3,519.1	5,550	0.63	C
• 匝道區 2 檢核點主線	$V_{FO}(2)$	4,330.1	5,550	0.78	C
• 匝道區 1 檢核點車道 1+2	$V_{12}(1)$	2,713.5	3,650	0.74	C
• 匝道區 2 檢核點車道 1+2	$V_{R12}(2)$	2877.5	3,800	0.76	C
• 匝道區 1 每一內車道	$V_{O(Ave,1)}$	1,847.1	1,850	1.00	E
• 匝道區 2 每一內車道	$V_{O(Ave,2)}$	1,452.6	1,850	0.79	C
• 匝道路段 1	$V_R(1)$	1,041.5	1,900 ¹	0.55	—
• 匝道路段 2	$V_R(2)$	811.0	1,800	0.72	—

註¹：匝道路段 1（出口匝道）容量採規劃設計容量值 1,900 pc/hr

6.5.3 範例三、出口匝道區下游緊鄰另一出口匝道區

下圖為在一條六線道高速公路（每一方向 3 車道）某主線路段上之相鄰兩處匝道區，已知主線與兩處匝道之現況幾何、交通資料如圖所示，此圖例顯示目前匝道區（出口匝道區 R_1 ）下游 500 公尺處亦有一出口匝道區 R_2 ，這種匝道區約占國道 1、3 號全部出口匝道類型的 5%；兩匝道區的交通運作有可能不相影響，但也可能因彼此間距較短，致其中某一匝道區受另一匝道進出車流的影響，故必須確認各匝道區車流是否在受影響的運作狀況下，以合理分析其運行的品質。本範例將在以下每一步驟中，分別對此兩處匝道區進行幾何、交通資料彙整與影響分析，以決定每一匝道區各組成設施在現況下預期之服務水準。



步驟一：匝道區幾何資料

- 匝道口結構：出口匝道區下游緊鄰另一出口匝道區
- 所在地形：平坦地區 (level terrain)
- 設施代碼：F = 高速公路主線， R_1 = 目前匝道（匝道 1）， R_2 = 下游匝道（匝道 2）

• $N_F = 3$	定義：主線單向總車道數
• $S_{L(F)} = 110$ 公里/時	定義：主線速限（公里/時）
• $N_{R1} = 1$	定義：匝道 R_1 路段車道數
• $L_{D1} = 90$ 公尺	定義：匝道 R_1 減速車道長度（公尺）
• $S_{L(R1)} = 50$ 公里/時	定義：匝道 R_1 路段速限（公里/時）
• $N_{R2} = 1$	定義：匝道 R_2 路段車道數
• $L_{D2} = 150$ 公尺	定義：匝道 R_2 減速車道長度（公尺）
• $S_{L(R2)} = 50$ 公里/時	定義：匝道 R_2 路段速限（公里/時）
• $D = 500$ 公尺	定義：上、下游匝道間距（公尺）
$D_{U1} > 1,000$ 公尺(間距過長之預設值)	定義：匝道 R_1 與上游匝道間距（公尺） 分析匝道區 R_1 時，假設其與上游匝道口距離很長，或上游無其他匝道口
$D_{D1} = 500$ 公尺	定義：匝道 R_1 與下游匝道間距（公尺）
$D_{U2} = 500$ 公尺	定義：匝道 R_2 與上游匝道間距（公尺）
$D_{D2} > 1,000$ 公尺(間距過長之預設值)	定義：匝道 R_2 與下游匝道間距（公尺）

分析匝道區 R₂ 時，假設其與下游匝道口距離很長，或下游無其他匝道口

步驟二：匝道區交通資料、尖峰對等小車流率之調整

- $f_P = 1.000$ (預設值) 定義：駕駛人特性調整因素
- PHF_F ; PHF_{R1} ; PHF_{R2} 定義：上游主線 F、匝道 R₁、匝道 R₂ 之尖峰小時係數
- $P_{T(F)} = 0.08$; $P_{C(F)} = 0.02$ 定義：主線之大貨車（聯結車）比例
- $P_{T(R1)} = 0.02$; $P_{C(R1)} = 0.01$ 定義：匝道 R₁ 之大貨車、聯結車比例
- $P_{T(R2)} = 0.02$; $P_{C(R2)} = 0.00$ 定義：匝道 R₂ 之大貨車、聯結車比例
- $E_T = 1.6$; $E_C = 2.0$ 定義：大貨車、聯結車當量
- $f_{HV(F)}$; $f_{HV(R1)}$; $f_{HV(R2)}$ 定義：設施 i (上游主線 F、匝道 R₁、匝道 R₂) 之大型車調整因素

$$\square f_{HV(i)} = \frac{1}{1 + P_{T(i)}(E_T - 1) + P_{C(i)}(E_C - 1)}$$

$$\text{主線 } f_{HV(F)} = \frac{1}{1 + 0.08(1.6 - 1) + 0.02(2.0 - 1)} = 0.936$$

$$\text{匝道 R}_1 \quad f_{HV(R1)} = \frac{1}{1 + 0.02(1.6 - 1) + 0.01(2.0 - 1)} = 0.978$$

$$\text{匝道 R}_2 \quad f_{HV(R2)} = \frac{1}{1 + 0.02(1.6 - 1) + 0.00(2.0 - 1)} = 0.988$$

- V_F ; V_{R1} ; V_{R2} (如以下換算表) 定義：上游主線 F、匝道 R₁、匝道 R₂ 之小時流量 (輛/時)
- v_F ; v_{R1} ; v_{R2} (如以下換算表) 定義：設施 i (上游主線 F、匝道 R₁、匝道 R₂) 對等小車流率 (小車/時)

$$\square v_i = \frac{V_i}{PHF_i \cdot f_{HV(i)} \cdot f_P}$$

設施小時流量與對等小車流率換算表

設施 i	V_i (輛/時)	PHF_i	$f_{HV(i)}$	f_P	v_i (小車/時)
主線 (F)	4,300	0.95	0.936	1.000	4,834.1
匝道 (R ₁)	630	0.88	0.978	1.000	731.7
匝道 (R ₂)	1,370	0.85	0.988	1.000	1,631.1

步驟三：界定兩匝道區檢核點與最大服務流率

- 匝道 R₁ 分流區檢核點：減速車道起點上游主線約 80~100 公尺
- 匝道 R₂ 分流區檢核點：減速車道起點上游主線約 80~100 公尺
- $S_{F(F)} = 115$

定義：設施 i (上游主線 F) 之自由車流速率 (表 6.8)

$$S_{F(i)} = S_{L(i)} + 10 \text{ 若 } S_{L(i)} \leq 90 \text{ 公里/時}$$

$$= S_{L(i)} + 5 \text{ 若 } S_{L(i)} > 90 \text{ 公里/時}$$
- $S_{L(R1)} = 50$; $S_{L(R2)} = 50$ 公里/時

定義：匝道路段 R₁、R₂ 之速限 (公里/時)
- $c_F^1 = 2,000$ 小車/時

定義：基本狀況下，匝道區上、下游主線單一車道容量 (表 6.9)
- $C_F = 6,000$ 小車/時

定義：基本狀況下，匝道區上、下游主線總容量 (表 6.9)

$$C_F = c_F^1 \times \text{主線單向車道數 } N_F$$
- $C_{R1} = 1,900$ 小車/時 (規劃設計容量值)

定義：基本狀況下，匝道 R₁ 路段總容量 (表 6.10)

$$C_{R1} = 1,900 \text{ pc/hr 匝道車道數 } N_R = 1$$

$$= 3,800 \text{ pc/hr 匝道車道數 } N_R = 2$$
- $C_{R2} = 1,900$ 小車/時 (規劃設計容量值)

定義：基本狀況下，匝道 R₂ 路段總容量 (表 6.10)

$$C_{R2} = 1,900 \text{ pc/hr 匝道車道數 } N_R = 1$$

$$= 3,800 \text{ pc/hr 匝道車道數 } N_R = 2$$

步驟四：與上、下游匝道間距範圍之檢視

1. 匝道 R₁ 分流區

匝道 R₁ 之相鄰上/下游匝道類型檢查與車道分布模式統整表

主線 N _F	目前匝道 R ₁	相鄰上/下游匝道	匝道間距 (m)	是否影響車流	匝道類型	車道分布模式
3	出口匝道	上游：無	—	否	OFF-1	估算式 7
		下游：出口匝道	500	是	OFF-3	估算式 7
				否	OFF-1	估算式 7

2. 匝道 R₂ 分流區

匝道 R₂ 之相鄰上/下游匝道類型檢查與車道分布模式統整表

主線 N _F	目前匝道 R ₂	相鄰上/下游匝道	匝道間距 (m)	是否影響車流	匝道類型	車道分布模式
3	出口匝道	下游：無	—	否	OFF-1	估算式 7
		上游：出口匝道	500	是	OFF-5	估算式 7
				否	OFF-1	估算式 7

步驟五：匝道區車道分布流率與評核

(一) 匝道 R₁ 分流區

1. 分流區檢核點（減速車道起點上游主線約 80~100 公尺）

2. 由步驟四之匝道 R₁ 分流區車道分布模式統整表，採估算式 7。

- $P_{FD(\text{獨立})} = 0.5405$ 定義：若分流區為獨立時，主線車道 1, 2 流量分布比例（表 6.6，估算式 7）
- $P_{FD(\text{非獨立})} = 0.5405$ 定義：若分流區為非獨立時，主線車道 1, 2 流量分布比例（表 6.6，估算式 7）
- $P_{FD} = \text{Max}\{P_{FD(\text{獨立})}, P_{FD(\text{非獨立})}\} = 0.5405$ 定義：分流區內主線車道 1, 2 流量分布比例
- $v_{12} = 2,949.2$ 小車/時 定義：分流區上游主線車道 1, 2 流率

$$v_{12} = v_R + (v_F - v_R) \times P_{FD}$$

(二) 匝道 R₂ 分流區

1. 分流區檢核點（減速車道起點上游主線約 80~100 公尺）

2. 由步驟四之匝道 R₂ 分流區車道分布模式統整表，採估算式 7。

- $P_{FD(\text{獨立})} = 0.3509$ 定義：若分流區為獨立時，主線車道 1, 2 流量分布比例

- $P_{FD(\text{非獨立})} = 0.3509$ (表 6.6, 估算式 7)
定義：若分流區為非獨立時，主線車道 1, 2 流量分布比例 (表 6.6, 估算式 7)
- $P_{FD} = \text{Max}\{P_{FD(\text{獨立})}, P_{FD(\text{非獨立})}\} = 0.3509$ 定義：分流區內主線車道 1, 2 流量分布比例
- $v_{12} = 2,498.3$ 小車/時 定義：分流區上游主線車道 1, 2 流率

$$\boxed{v_{12} = v_R + (v_F - v_R) \times P_{FD}}$$

步驟六(1)：匝道區檢核點各設施項之檢核

(一) 匝道 R_1 分流區

1. 檢核點之主線車道 1, 2 尖峰流率評核

- $v_{12} = 2,949.2$ 小車/時 定義：檢核點之主線車道 1, 2 流率
- $v_{12(\text{Max})} = 3,650$ 小車/時 定義：檢核點之主線車道 1, 2 容量 (表 6.9)
- 評核結果： $v_{12} \leq v_{12(\text{Max})} \Rightarrow$ 未飽和 說明：是否 $v_{12} > v_{12(\text{Max})}$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

2. 檢核點斷面總尖峰流率評核

- $v_F = 4,834.1$ 小車/時 定義：檢核點斷面總尖峰流率
- 評核結果： $v_F \leq c_F = 6,000 \Rightarrow$ 未飽和 說明：是否 $v_F > c_F$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

3. 檢核點之主線平均每一內車道尖峰流率評核

- $v_{O(\text{Ave})} = 1,884.9$ 小車/時 定義：檢核點主線平均每一內車道流率

$$\boxed{v_{O(\text{Ave})} = \frac{v_F - v_{12}}{N_F - 2}}$$
- 評核結果： $v_{O(\text{Ave})} \leq c_F^1 = 2,000 \Rightarrow$ 未飽和 說明：是否 $v_{O(\text{Ave})} > c_F^1$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

(二) 匝道 R_2 分流區

1. 檢核點之主線車道 1, 2 尖峰流率評核

- $v_{12} = 2,498.3$ 小車/時 定義：檢核點之主線車道 1, 2 流率
- $v_{12(\text{Max})} = 3,650$ 小車/時 定義：檢核點之主線車道 1, 2 容

- 評核結果： $v_{12} \leq v_{12(\text{Max})}$ ➡ 未飽和 說明：是否 $v_{12} > v_{12(\text{Max})}$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

2. 檢核點斷面總尖峰流率評核

- $v_F = 4,102.4$ 小車/時 定義：檢核點斷面總尖峰流率
- 評核結果： $v_F \leq c_F = 6,000$ ➡ 未飽和 說明：是否 $v_F > c_F$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

3. 檢核點之主線平均每一內車道尖峰流率評核

- $v_{O(\text{Ave})} = 1,604.2$ 小車/時 定義：檢核點主線平均每一內車道流率
- 評核結果： $v_{O(\text{Ave})} \leq c_F^1 = 2,000$ ➡ 未飽和 說明：是否 $v_{O(\text{Ave})} > c_F^1$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

$$v_{O(\text{Ave})} = \frac{v_F - v_{12}}{N_F - 2}$$

步驟六(2)：匝道路段流量檢核

(一) 匝道 R_1 分流區

- $c_{R1} = 1,900$ 小車/時 定義：匝道路段容量 (表 6.10)
- 評核結果： $v_{R1} = 731.7 \leq c_{R1}$ ➡ 未飽和 說明：是否 $v_{R1} > c_{R1}$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

(二) 匝道 R_2 分流區

- $c_{R2} = 1,900$ 小車/時 定義：匝道路段容量 (表 6.10)
- 評核結果： $v_{R2} = 1,631.1 \leq c_{R2}$ ➡ 未飽和 說明：是否 $v_{R2} > c_{R2}$ ？若是，則設施可能會癱瘓，評估為 LOS F

步驟七：服務水準評估

(一) 匝道 R_1 分流區

1. 檢核點之主線車道 1, 2： $V/C = 0.81$ 說明：檢核點之主線車道 1, 2 之 V/C 值
 - 服務水準：D 級 說明：服務水準等級 (表 6.2)
2. 檢核點斷面全部車道： $V/C = 0.81$ 說明：檢核點斷面全部車道之 V/C 值
 - 服務水準：D 級 說明：服務水準等級 (表 6.2)
3. 檢核點之主線每一內車道： $V/C = 0.94$ 說明：檢核點之主線每一內車道

- 服務水準：E 級
4. 匝道路段：V/C = 0.39

之 V/C 值

說明：服務水準等級（表 6.2）

說明：匝道路段之 V/C 值

（二）匝道 R₂ 分流區

1. 檢核點之主線車道 1, 2：V/C = 0.68

說明：檢核點之主線車道 1, 2 之 V/C 值

- 服務水準：C 級

說明：服務水準等級（表 6.2）

2. 檢核點斷面全部車道：V/C = 0.68

說明：檢核點斷面全部車道之 V/C 值

- 服務水準：C 級

說明：服務水準等級（表 6.2）

3. 檢核點之主線每一內車道：V/C = 0.80

說明：檢核點之主線每一內車道之 V/C 值

- 服務水準：D 級

說明：服務水準等級（表 6.2）

4. 匝道路段：V/C = 0.86

說明：匝道路段之 V/C 值

相鄰匝道區設施服務水準表

路段名稱	變數	流率 pc/hr	容量 pc/hr	V/C 值	服務水 準
• 匝道區 1 上游主線	$V_{F(1)}$	4,834.1	6,000	0.81	D
• 匝道區 2 上游主線	$V_{F(2)}$	4,102.4	6,000	0.68	C
• 匝道區 1 檢核點車道 1+2	$V_{12(1)}$	2,949.2	3,650	0.81	D
• 匝道區 2 檢核點車道 1+2	$V_{12(2)}$	2,498.3	3,650	0.68	C
• 匝道區 1 每一內車道	$V_{O(Ave,1)}$	1,884.9	2,000	0.94	E
• 匝道區 2 每一內車道	$V_{O(Ave,2)}$	1,604.2	2,000	0.80	D
• 匝道路段 1	$V_{R(1)}$	731.7	1,900 ¹	0.39	—
• 匝道路段 2	$V_{R(2)}$	1,631.1	1,900 ²	0.86	—

註¹：匝道路段 1（出口匝道）容量採規劃設計容量值 1,900 pc/hr

註²：匝道路段 2（出口匝道）容量採規劃設計容量值 1,900 pc/hr

參考文獻

1. 「2022 年臺灣公路容量手冊」,111-043-1453,交通部運輸研究所,民國 111 年 6 月。
2. 「高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究(1/3)－獨立進出口分匯流區」,109-025-4322,交通部運輸研究所,民國 109 年 10 月。
3. 「高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究(2/3)－非獨立進出口分匯流區」,110-097-1443,交通部運輸研究所,民國 110 年 8 月。
4. 「高速公路匝道分匯流區車流特性調查之先期規劃」,交通部運輸研究所,民國 107 年 12 月。
6. 「高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究(3/3)－快速公路分析及容量手冊研訂」期末報告,交通部運輸研究所,民國 110 年 12 月。

附錄 I 期末簡報

高快速公路匝道分匯流區容量及 服務水準分析之研究(3/3) - 快速公路分析及容量手冊研訂

期末審查簡報

簡報人：黃家耀副教授
研究團隊：林貴璽老師、廖晉毅、
莊宜芳、林佳欣、蕭惟心

國立陽明交通大學 運輸研究中心

陽明交大
NYCU

2021/11/19

1

簡報資料下載

- 本次期末審查的相關資料電子檔（含簡報檔、範例例題、範例解說錄影檔），可由以下連結下載。



<https://reurl.cc/2oNDQ9>

2

簡報大綱

- 壹、計畫背景
- 貳、文獻回顧
- 參、快速公路分匯流區之分析
- 肆、匝道路段之容量分析
- 伍、高速公路進口匝道匯流區之分析程序
- 陸、高速公路出口匝道分流區之分析程序
- 柒、結論與建議

3

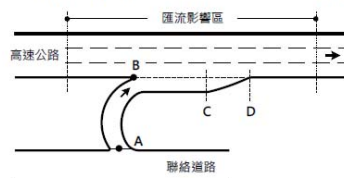
壹、計畫背景

4

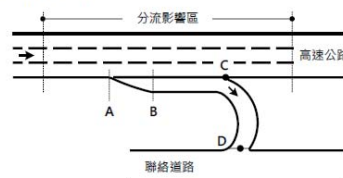
壹、計畫背景

背景說明

- 「臺灣地區公路容量手冊」(2011) 分析法係引用美國1985年之公路容量手冊 (1985 HCM) ，缺乏考慮本土交通特性資料。
- 本計畫自107年執行專案計畫，修訂容量手冊之第五章「高速公路進口匝道路段」與第六章「高速公路出口匝道路段」。
 - 建立主線及匝道之運作績效與相關影響因素之關係
 - 發展主線分匯流區之容量及服務水準分析方法
 - 加入快速公路、匝道路段的分析方法



進口匯流區



出口分流區

5

壹、計畫背景

多年期計畫主題

107

- 高速公路匝道分匯流區車流特性調查之先期規劃

108

- 高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究 (1/3) - 獨立進出口分匯流區

109

- 高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究 (2/3) - 非獨立進出口分匯流區

110

- 高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究 (3/3) - 快速公路進出口分匯流區

6

壹、計畫背景

主要研究成果(1)

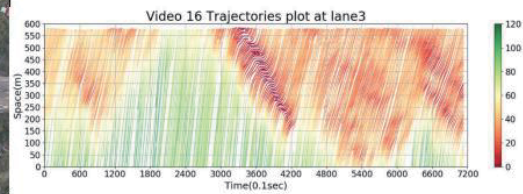
1. 現場調查新技術

- 採用無人機進行現場調查，透過電腦視覺技術分析影像，計算畫面中不同斷面位置的車流特性資料（流率、速率、密度、車長、車道變換）

空拍影像（國3北上新店）



車流軌跡圖



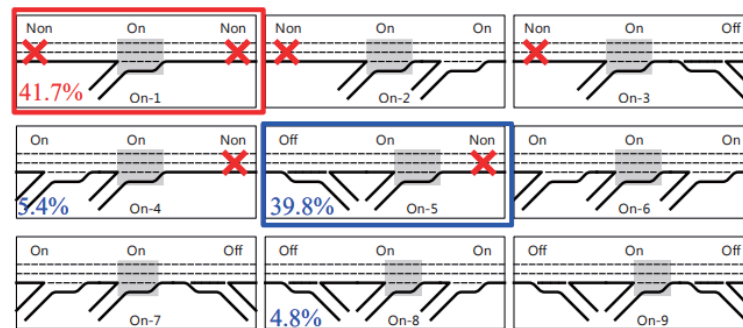
7

壹、計畫背景

主要研究成果(2)

2. 分析方法、模式建立

- 獨立進出口匝道：考慮多個變數項目進行模式校估，最終將加速車道長度及匝道流率納入模式變數
- 非獨立進出口匝道：考慮上、下游臨近匝道之影響，建立不同組合情況下之分析模式



高速公路進口匝道影響區分類示意圖

8

壹、計畫背景

主要研究成果(3)

3. 補充分析

- **快速公路分匯流區分析**：建立快速公路之分析參數，包括建議容量值、速率與平均自由速率之關係，能套用高速公路之模式
- **匝道路段容量分析**：進行匝道路段的初探，由本土資料發現，匝道的最大通過量較過去之容量建議值為低。

4. 完成臺灣公路容量手冊第五章、第六章之草案

9

壹、計畫背景

計畫進度甘梯圖

編號	工作項目	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	文獻回顧										
2	快速公路幾何確認										
3	確立分析方法										
4	車流特性資料整理										
5	車流特性分析										
6	快速公路之分析方法										
7	撰寫進出口分匯流區分析之計算程序										
8	修訂台灣公路容量手冊第五章及第六章										
9	專家學者座談會										
10	說明會										
11	報告書撰寫										
12	期中報告提送與審查										
13	期末報告提送與審查										
14	期末報告書修正稿										
	工作進度估計百分比(累積數)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

期中階段KPI

1. 完成文獻回顧
2. 歸納快速公路可適用於臺灣公路容量手冊第五章、第六章分析方法之地點
3. 完成資料整理、車流特性分析
4. 快速公路匝道分匯流區之分析方法
5. 完成期中報告初稿

期末階段KPI

1. 完成進出口分匯流區容量及服務水準分析之計算程序
2. 完成修訂臺灣公路容量手冊第五章及第六章
3. 完成辦理專家學者座談會1次、說明會1次
4. 論文投稿
5. 完成製作可供展示之海報或影片電子檔
6. 完成期末報告初稿

10

◦ 貳、文獻回顧

11

貳、文獻回顧

一、分匯流區容量分析方法與對照

- 各國高速公路匝道口容量研究概要
 - 美國、臺灣、德國
 - 荷蘭、瑞典、馬來西亞、南韓、北歐、俄羅斯
- 各國高速公路匝道分匯流區容量分析方法論
 - 美國 HCM (1985 ~ 2016)
 - 臺灣 THCM (2011)
 - 德國 HBS (2015)
- 各國方法論評析
 - 輸入參數對照
 - 模式對照

12

● 參、快速公路分匯流區之分析

13

參、快速公路分匯流區之分析

一、工作項目

1. 蒐集快速公路幾何設計，歸納於臺灣公路手冊暫可適用之分析章節。
2. 蒐集快速公路車流資料，進行車流特性分析
3. 快速公路之補充分析參數
 - (1)速限與平均自由速率之關係
 - (2)容量建議值

14

參、快速公路分匯流區之分析

二、平均自由速率(1)

匯流區 (T88E鳳山-速限90)				分流區 (T66E平鎮二-速限90)			
日期	FFS (公里/小時)			日期	FFS (公里/小時)		
	全車道	內側車道	外側車道		全車道	內側車道	外側車道
2019/5/8	95.41	101.66	90.38	2019/5/8	89.39	97.47	87.65
2019/5/9	96.15	101.47	91.46	2019/5/9	87.82	94.62	85.70
2019/5/10	94.45	103.20	89.10	2019/5/10	88.56	96.65	87.70
2019/5/11	93.76	99.86	87.89	2019/5/11	91.65	97.84	87.99
2019/5/12	95.40	100.99	90.44	2019/5/12	90.75	98.51	89.38
2019/5/13	96.49	101.57	91.62	2019/5/13	90.39	98.84	87.73
2019/5/14	95.59	101.04	90.16	2019/5/14	91.42	98.58	90.18
2019/5/30	95.36	100.51	90.24	2019/5/15	90.66	98.20	87.83

15

參、快速公路分匯流區之分析

二、平均自由速率(2)

- 由前述之計算方式，可得出快速公路各速限所對應之自由車流速率如下表所示：

公路設施	速限 (公里/小時)	平均自由速率 (公里/小時)
快速公路	100	105
	90	100
	80	90

- 高速公路之平均自由速率建議值：

公路設施	速限 (公里/小時)	平均自由速率 (公里/小時)
高速公路	110	115
	100	105
	90	100

16

參、快速公路分匯流區之分析

三、建議容量值(1)

- 匯流區的崩潰前最大流率(最大值、平均值、中位數)

平假日	日期	5分鐘最大流率		15分鐘最大流率	
		車輛/小時	小車/小時	車輛/小時	小車/小時
平日	2019/05/08	3,564	3,823.2	3,516	3,764.8
	2019/05/09	3,744	4,065.6	3,632	3,941.6
	2019/05/10	3,360	3,652.8	3,308	3,573.6
	2019/05/13	3,888	4,072.8	3,612	3,871.2
	2019/05/14	3,792	4,082.4	3,612	3,915.2
	2019/05/30	3,708	3,919.2	3,612	3,821.6
	平日最大值	3,888	4,082.4	3,632	3,941.6
	平日中位數	3,676	3,936.0	3,549	3,814.7
	平日平均值	3,726	3,992.4	3,612	3,846.4
假日	2019/05/11	3,216	3,494.4	3,164	3,408.8
	2019/05/12	3,744	3,900.0	3,480	3,648.8
	假日最大值	3,744	3,900.0	3,480	3,648.8
	假日中位數	3,480	3,697.2	3,322	3,528.8
	假日平均值	3,480	3,697.2	3,322	3,528.8

17

參、快速公路分匯流區之分析

三、建議容量值(2)

- 經車流特性分析，快速公路的容量建議值如下。
 - 以平日最大流率之**中位數**作為依據
 - 相同平均自由速率條件下，快速公路之容量值與高速公路相同。

快速公路分匯流區之容量建議值 (2車道平坦路段，不開放路肩)			
速限 (公里/小時)	自由速率 (公里/小時)	容量 (小車/小時/車道)	容量 (小車/小時)
100	105	1,950	3,900
90	100	1,900	3,800
80	90	1,850	3,700

高速公路基本路段之容量建議值 (2車道平坦路段，不開放路肩)			
速限 (公里/小時)	自由速率 (公里/小時)	容量 (小車/小時/車道)	容量 (小車/小時)
110	115	2,050	4,100
(無對應速限)	110	2,000	4,000
100	105	1,950	3,900
90	100	1,900	3,800

18

肆、匝道路段容量分析

19

肆、匝道路段容量分析

一、背景說明(1)

1. 地方政府進行增設交流道提出的可行性研究報告，需依據「高速公路增設及改善交流道設置原則」及「申請審核作業要點」，進行服務水準的相關分析。
2. 分析方法主要參考容量手冊2011年版之第五～七章，而該版本未有針對匝道路段的容量及服務水準提供分析方法。
3. 分析人員引用1990版本的「臺灣公路容量手冊」的第三章「匝道」，將容量訂在一車道 1,900 小車/小時、二車道 3,800 小車/小時。

1990 THCM之匝道設施服務水準評估表

LOS	匝道設計速率 (公里/小時)				
	≤ 32	33 - 49	50 - 64	65 - 80	≥ 81
A	*	*	*	*	700
B	*	*	*	700	1,050
C	*	*	1,300	1,450	1,500
D	*	1,400	1,600	1,800	1,900
E	1,450	1,700	1,900	1,950	2,000
F	—	—	—	—	—

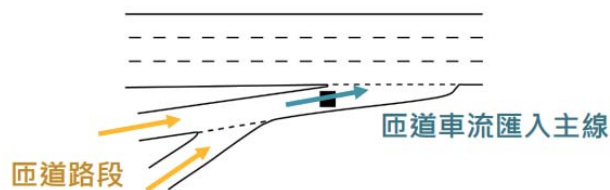
* 由於設計速率過低以致無法達成預定之服務水準

20

肆、匝道路段容量分析

一、背景說明(2)

4. 過去的規劃作業指在訂定匝道之車道數，然而，在訪談過程中發現，國內分析尚有匝道回堵之議題：透過需求流率及最大通過量，計算無法順利進入主線的車流回堵率，以評估匝道車流是否會回堵平面道路，從而設計適當之匝道長度。
5. 前述之匝道路段容量（一車道 1,900 小車/小時、二車道 3,800 小車/小時），其前提條件是匝道車流經加速車道匯入主線不受阻礙。
6. 實際上，資料顯示匯入主線之匝道車流並無法達到前述「匝道路段」之容量值，導致回堵率估算有低估的情形。因此，有需要另進行分析匝道之最大流率容量。

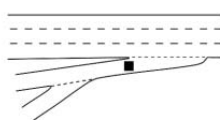


21

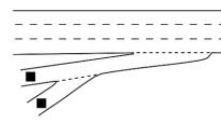
肆、匝道路段容量分析

二、國內之進口匝道型態類別之車流特性(1)

- 車流特性考慮的幾何及管制型態：
 - 幾何：匝道1車道、匝道2車道
 - 管制：不考慮路肩開放
 - 只考慮直接式匝道
- 分析方法：
 - 佈設於加速車道起點之 VD 資料
 - 地點篩選條件：(1)匝道車流量大、(2) 有發生擁塞、(3) 流量守恆



符合分析條件

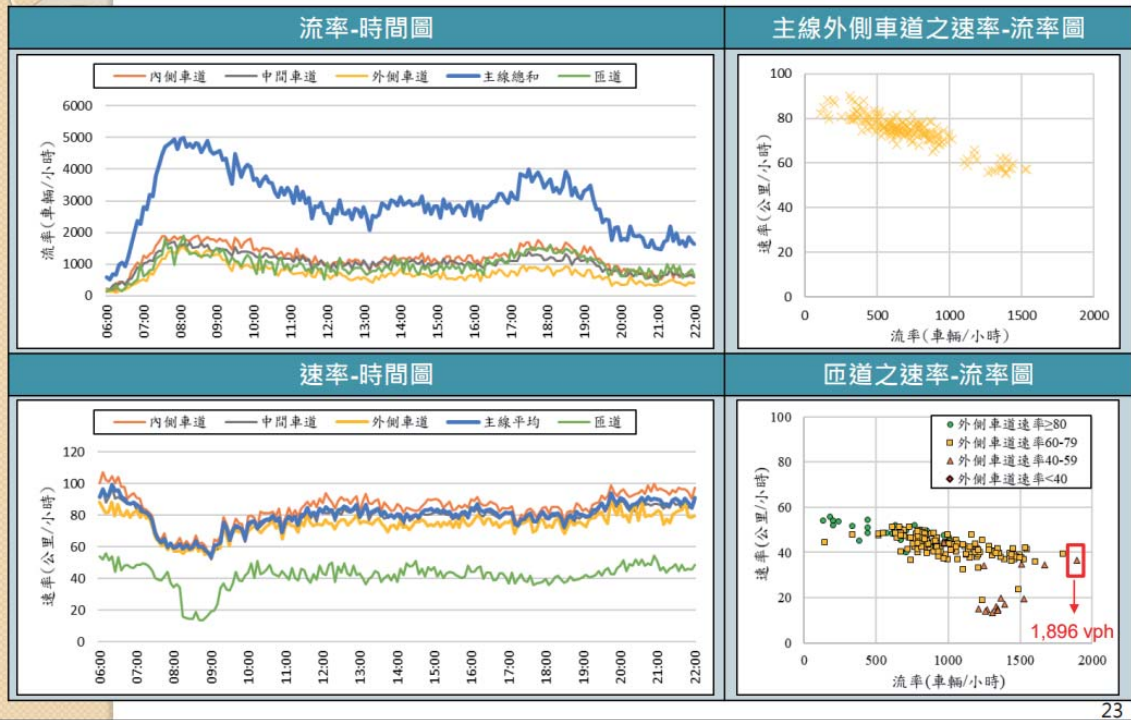


不符合分析條件

22

肆、匝道路段容量分析

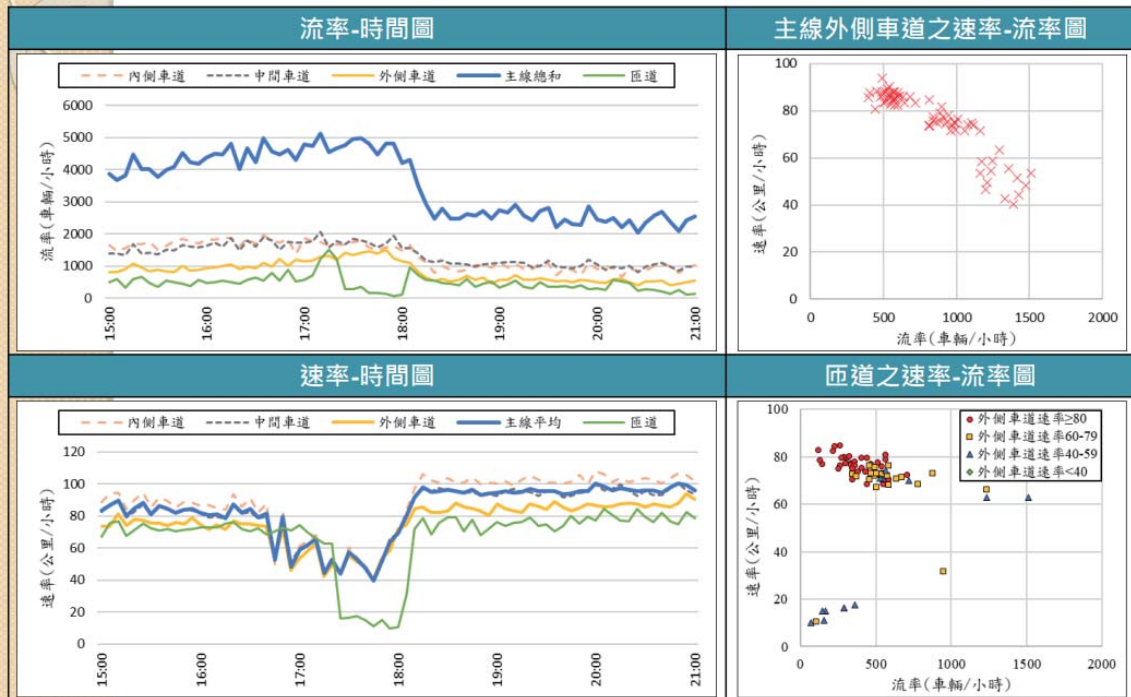
二、國內之進口匝道型態類別之車流特性(2) - 3N木柵



23

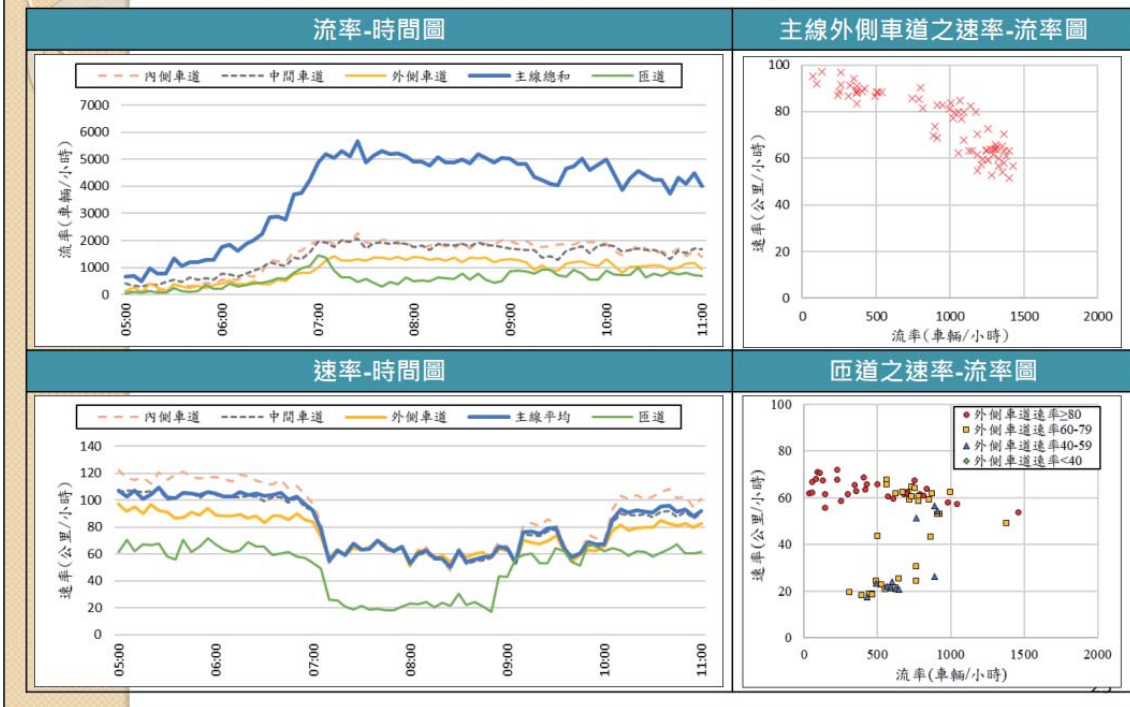
肆、匝道路段容量分析

二、國內之進口匝道型態類別之車流特性(3) - 1S高科



肆、匝道路段容量分析

二、國內之進口匝道型態類別之車流特性(4) - 1N大灣



肆、匝道路段容量分析

二、國內之進口匝道型態類別之車流特性(5) - 匝道一車道

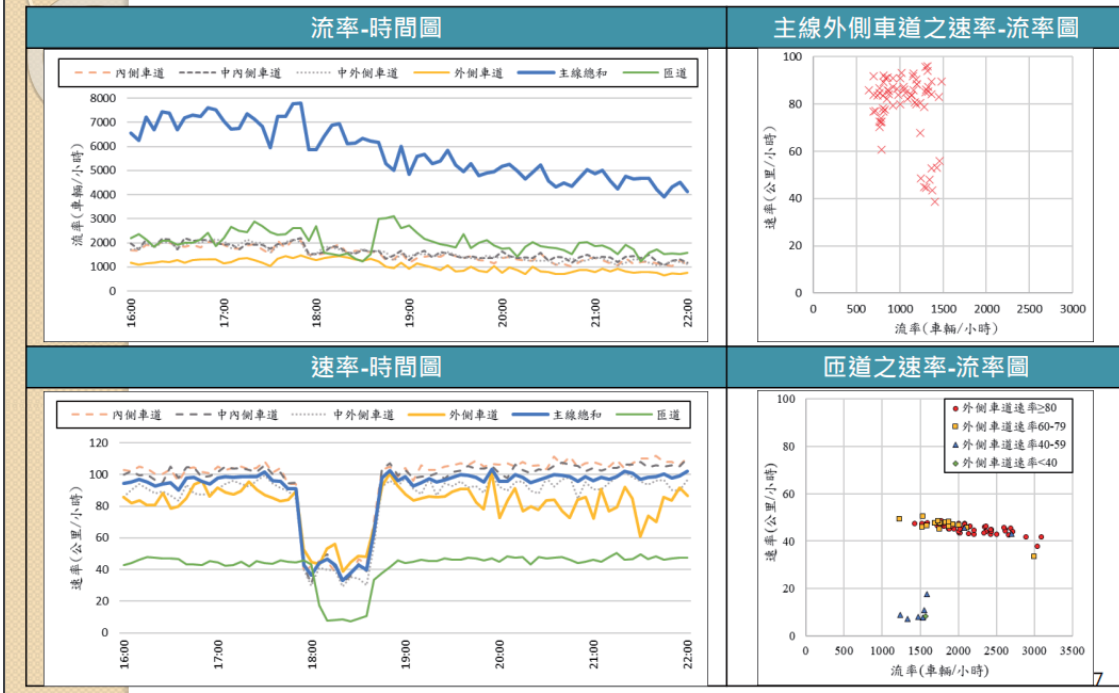
日期/地點	一車道				
	1S高科	1N大灣	3N新店	3N木柵	3N三鶯
2018/05/13	-	-	-	-	1,821.6
2018/05/14	1,286.4	1,483.2	1,653.6	1,756.8	1,864.8
2018/05/15	1,332.0	1,526.4	1,826.4	1,682.4	1,896.0
2018/05/16	1,555.2	1,471.2	1,956.0	1,824.0	-
2018/05/17	-	1,545.6	1,749.6	1,857.6	1,828.8
2018/05/18	-	1,538.4	1,819.2	1,864.8	1,912.8
2018/05/19	-	-	-	-	-
2018/05/20	-	-	-	-	1,867.2
2018/05/21	1,507.2	1,466.4	1,740.0	1,778.4	-
2018/05/22	1,485.6	1,418.4	1,663.2	1,852.8	-
2018/05/23	1,430.4	1,574.4	1,785.6	1,886.4	-
2018/05/24	1,514.4	1,454.4	1,725.6	1,797.6	1,946.4
2018/05/25	-	-	-	1,797.6	-
2018/05/26	-	-	-	1,668.0	-
最大值	1,555.2	1,574.4	1,956.0	1,886.4	1,946.4
中位數	1,485.6	1,483.2	1,749.6	1,797.6	1,867.2
平均值	1,444.5	1,497.6	1,768.8	1,796.9	1,876.8

註：「-」表該日無發生壅塞，無法觀察到壅塞前最大流率

- 高科、大灣：與原先分析的容量值接近（約1,500）
- 新店：最大值為1,900，其餘天數介於1,650~1,800之間，中位數約為1,750
- 木柵：最大值為1,886，其餘天數介於1,650~1,800之間，中位數約為1,800
- 三鶯：最大值為1,946，其餘天數介於1,650~1,800之間，中位數約為1,850
- 綜合上述分析，以中位數為依據，一車道容量值採用1,800小車/小時

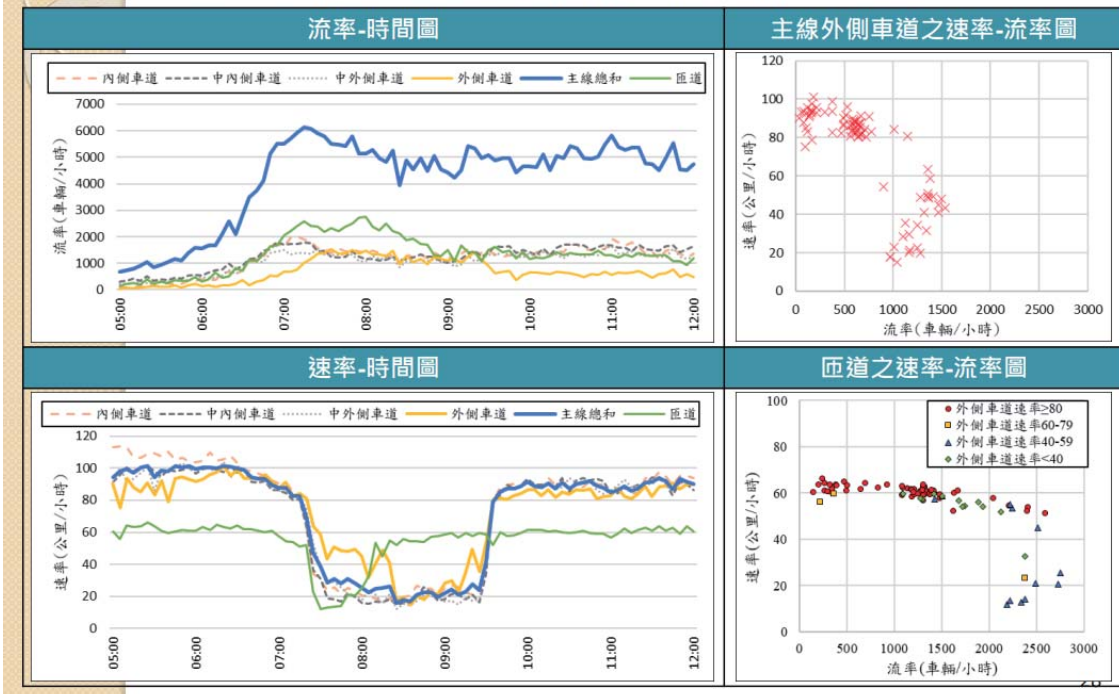
肆、匝道路段容量分析

二、國內之進口匝道型態類別之車流特性(6) - 1N林口



肆、匝道路段容量分析

二、國內之進口匝道型態類別之車流特性(7) - 1N三重



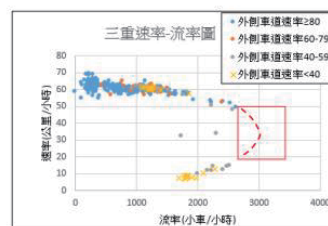
肆、匝道路段容量分析

二、國內之進口匝道型態類別之車流特性(8) - 匝道二車道

日期\地點	二車道	
	1N林口A	1N三重
2018/05/13 (日)	-	-
2018/05/14	-	2,580.0
2018/05/15	3,033.6	2,613.6
2018/05/16	2,918.4	2,620.8
2018/05/17	2,947.2	2,517.6
2018/05/18	2,841.6	2,455.2
2018/05/19	3,021.6	-
2018/05/20 (日)	-	-
2018/05/21	2,942.4	2,532.0
2018/05/22	3,168.0	2,575.2
2018/05/23	2,937.6	2,584.8
2018/05/24	2,980.8	2,551.2
2018/05/25	3,276.0	-
2018/05/26	-	-
最大值	3,276.0	2,620.8
中位數	2,964.0	2,575.2
平均值	3,006.7	2,558.9

註：「-」表該日無發生壅塞，無法觀察到壅塞前最大流率

- 林口：最大值為3,276，中位數約為3,000小車/小時
- 三重：最大值為2,620，從速率-流率散佈圖可觀察到曲線有缺口，此現象可能為匝道車輛受儀控影響，故該地點不適合作為容量值之參考依據。而資料趨勢顯示最大值約為3,000小車/小時。



- 綜合上述分析，以中位數為依據，二車道容量值採用3,000小車/小時

29

肆、匝道路段容量分析

二、國內之進口匝道型態類別之車流特性(9) - 建議容量值

- 進口匝道匯入主線之容量建議值

速限KPH	階段	車道數	容量 (小車/小時)
50或60	規劃設計	1車道	1,800
		2車道	3,000
	運行分析	1車道	1,800 或 儀控率
		2車道	3,000 或 儀控率

30

肆、匝道路段容量分析

三、應用情境 (1) - 規劃設計階段

● 匝道車道數

- 需求流率 $\leq 1,800$ 小車/小時：匝道一車道
- 需求流率 $> 1,800$ 小車/小時 並 $\leq 3,000$ 小車/小時：匝道二車道
- 需求流率 $> 3,000$ 小車/小時：匝道車流勢必回堵至平面道路，建議於匝道留設停車空間，或由運輸規劃之角度將進入高速公路的車流量進行分流，以降低分析匝道之需求流率。

31

肆、匝道路段容量分析

三、應用情境 (2) - 運行分析階段

● 匝道長度

- 已知匝道需求流率 (V_R)、匝道需求流率的持續時間 (T)、儀控率或容量值 (C)、平均壅塞車間距 (S)
- 車流回堵率 (R) 及回堵之車隊長度 (L) 的計算公式為：

$$R = (V_R - C) \times S$$

$$L = R \times T$$

- 例：儀控率為 1,300 小車/小時，匝道需求流率為 1,550 小車/小時且持續時間為 30 分鐘，平均壅塞車間距為 7 公尺
 - 車流回堵率 $R = (1,550 - 1,300) \text{ 小車/小時} \times 7 \text{ 公尺/小車} = 1,750 \text{ 公尺/小時}$
 - 回堵之車隊長度 $L = 1,750 \text{ 公尺/小時} \times 0.5 \text{ 小時} = 875 \text{ 公尺}$
 - 如需避免匝道車流回堵至平面道路，匝道長度應大於 875 公尺，作為車流回堵之儲車空間。
 - 以上為簡要說明車流回堵的初步估算方法，實際上尚需考慮尖峰時段前後之需求流率、匝道路段之儲車空間、車間距離等因素。

32

肆、匝道路段容量分析

四、補充及建議

1. 匝道容量之文獻較少，僅發現主要影響因素：
 - 匝道設計（如曲線半徑）
 - 加速車道設計（如加速車道長度、是否有輔助車道）
 - 主線流率
2. 目前匝道2車道所觀察到的最大通過容量 (throughput capacity) 約為 3,000小車/小時，較理論值低出許多，其主要原因可能是資料中當匝道流率達到最大值時，主線的流率已相當高，對匝道車流的匯入造成影響。
3. 本節之補充分析屬初探性質，目前僅分析直接式匝道，並未對半直接式匝道、環道進行探討。

33

伍、高速公路進口匝道匯流區分析程序

- 分析方法發展歷程
- 分析程序
- 分析範例、說明影片

34

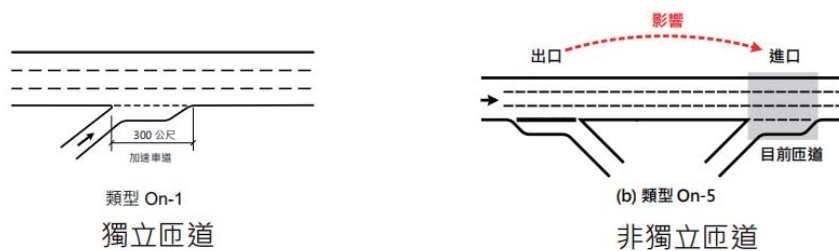
伍、高速公路進口匝道匯流區分析程序

一、分析流程(1)

本分析方法之主要特性(1)：

- 獨立及非獨立匝道：

- 依據匝道匯流區與上下游匝道口之組合類型，以對應之迴歸模式預估該類區段內特定車道之尖峰需求流率，據以評估區段內車流運行之服務水準。
- 共9種不同的組合型態



35

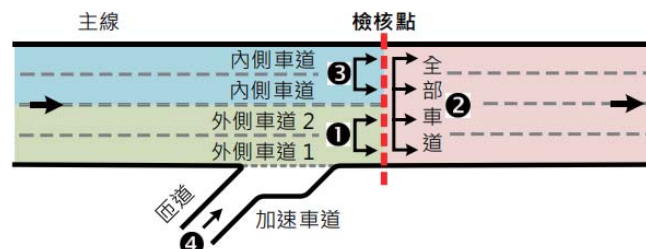
伍、高速公路進口匝道匯流區分析程序

一、分析流程(2)

本分析方法之主要特性(2)：

- 外側兩車道為主要評估對象：

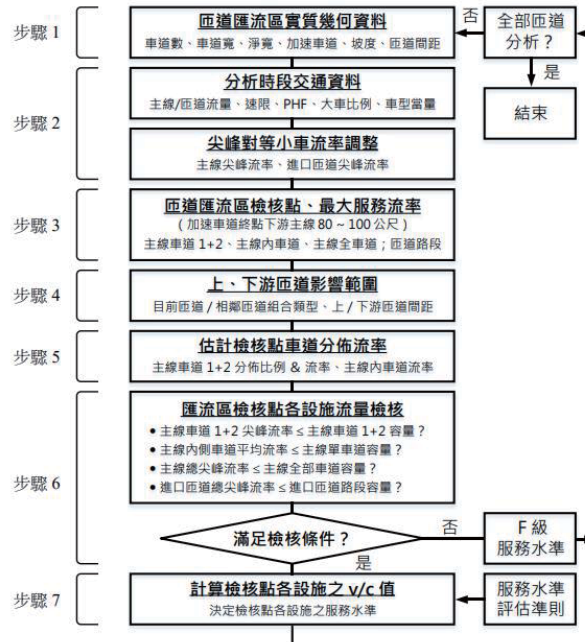
- 進口匝道路段車輛在併入主線前的操作特性，會衝擊主線較外側車道之車流，以主線最外側二車道受影響程度最明顯。
- 預估主線最外側二車道之流率比例，再以匯流區檢核點之車道最大服務流率檢核所估算之需求流率，產生服務水準評估結果。



36

伍、高速公路進口匝道匯流區分析程序

一、分析流程(3)



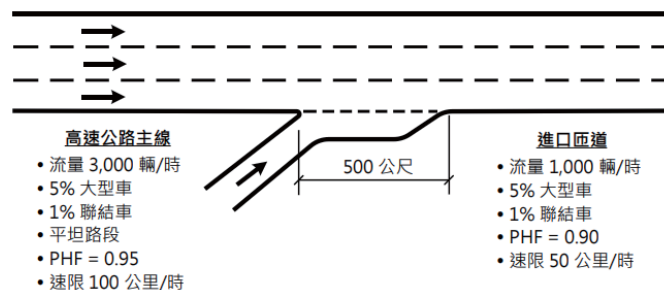
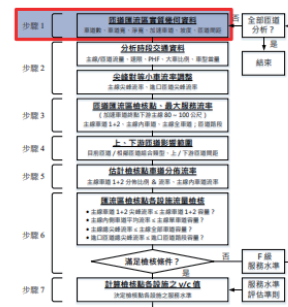
37

伍、高速公路進口匝道匯流區分析程序

一、分析流程(4)

步驟1：匝道匯流區實質幾何資料

- 車道數
- 車道寬
- 淨寬
- 加速車道長度
- 坡度
- 匝道間距



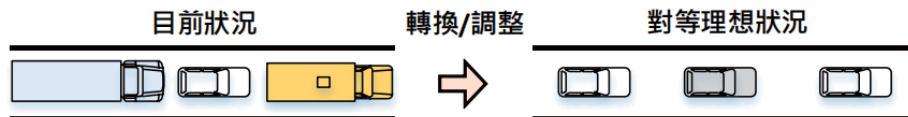
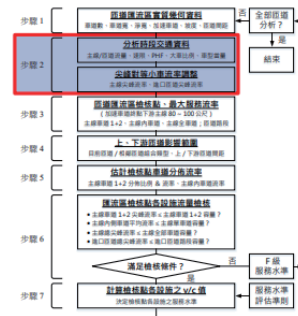
38

伍、高速公路進口匝道匯流區分析程序

一、分析流程(5)

步驟2：交通資料與尖峰對等小車流率調整

- 主線/匝道流量
- 速限
- PHF
- 大車比例
- 車型當量
- 主線尖峰流率
- 進口匝道尖峰流率



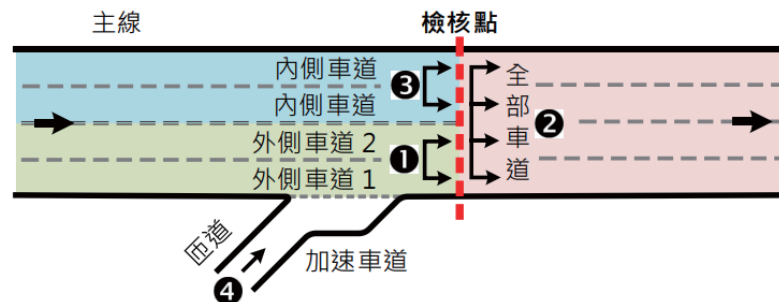
39

伍、高速公路進口匝道匯流區分析程序

一、分析流程(6)

步驟3：匝道匯流區檢核點、最大服務流率

- 主線外側車道 1 + 2
- 主線內側車道
- 主線全車道
- 匝道路段



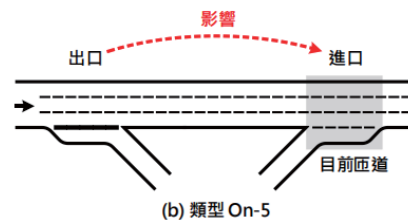
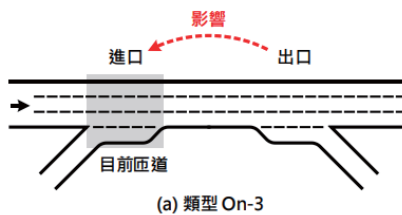
40

伍、高速公路進口匝道匯流區分析程序

一、分析流程(7)

步驟4：上、下游匝道影響範圍

- 目前匝道/相鄰匝道組合類型
- 上/下游匝道間距



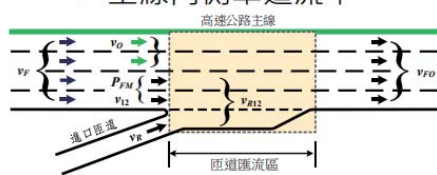
41

伍、高速公路進口匝道匯流區分析程序

一、分析流程(8)

步驟5：估計檢核點車道分布流率

- 主線車道 1 + 2 分布比例
- 主線車道 1 + 2 流率
- 主線內側車道流率



$$v_{12} = v_F \times P_{FM}$$

匝流匯區主線外側車道1、2之 P_{FM} 估算迴歸式表

算式編號	P_{FM} 估算式
估算式 1	$P_{FM} = 1.00$
估算式 2	$P_{FM} = 0.6260 + 0.000087L_A - 0.000073v_R$
估算式 3	$P_{FM} = \frac{0.9809(v_{12}^U + v_R^U)}{(v_F^U + v_R^U)}$
估算式 4	$P_{FM} = 0.5581 + 0.000055L_A - 0.0000095v_R + 0.000042D_U$
估算式 5	$P_{FM} = 0.3263 + 0.000088L_A - 0.0000023v_R$



進口匝道匯流區流率比例 P_{FM} 估算式表

編號	匝流匯區	上游/下游	匝流匯區	匝流匯區	匝流匯區	匝流匯區	匝流匯區	匝流匯區	匝流匯區
On-1	無	無	無	無	無	無	無	無	無
On-2	無	無	無	無	無	無	無	無	無
On-3	無	無	無	無	無	無	無	無	無
On-4	無	無	無	無	無	無	無	無	無
On-5	無	無	無	無	無	無	無	無	無
On-6	無	無	無	無	無	無	無	無	無
On-7	無	無	無	無	無	無	無	無	無
On-8	無	無	無	無	無	無	無	無	無
On-9	無	無	無	無	無	無	無	無	無

42

伍、高速公路進口匝道匯流區分析程序

一、分析流程(9)

步驟6：匯流區檢核點各設施流量檢核

- 主線車道 1 + 2 尖峰流量
- 主線內側車道平均流量
- 主線總尖峰流量
- 進口匝道總尖峰流量



速限與自由車流速率對照表

公路設施	速限 S_L (公里/時)	自由車流速率 S_F (公里/時)
快速公路	≤ 80	$S_L + 10$
高、快速公路	90	100
高、快速公路	100	105
高速公路	110	115

高、快速公路匝道匯流區容量建議表

速限 (kph)	自由 流速 (kph)	匝道區上游/下游主線總容量				進口匝道區下游主 線車道1+2容量 V _{R12(Max)}
		單向車道數				
		2車道	3車道	4車道	> 4車道	
110	115	4,100	6,000	7,800	1,950 /車道	3,800
105	110	4,000	5,850	7,600	1,900 /車道	3,800
100	105	3,900	5,700	7,400	1,850 /車道	3,800
90	100	3,800	5,550	7,200	1,800 /車道	3,800
80	90	3,700	-	-	-	3,700

43

伍、高速公路進口匝道匯流區分析程序

一、分析流程(10)

步驟7：計算檢核點各設施之 v/c 值

- 決定檢核點各設施之服務水準



服務水準等級劃分準則表

服務水準	v/c 比值	狀況說明
A	≤ 0.25	穩定車流，車輛很容易換道、併入、分出，完全自由運行
B	0.26 ~ 0.50	穩定車流，駕駛人須稍留意，運行亦稍受其他車輛影響
C	0.51 ~ 0.80	穩定車流，駕駛人須多留意，各運行開始受其他車輛限制
D	0.81 ~ 0.90	車流仍穩定，速率下降，密度驟增，車輛運行受限很明顯
E	0.91 ~ 1.00	接近容量，車流幾無可用間距，運行稍有變化便即發生崩解
F	> 1	車流崩解，緩慢車隊時走時停或回堵嚴重，運行變異甚大

44

伍、高速公路進口匝道匯流區分析程序

二、分析範例

範例	示範主題	分析類別
範例一	獨立進口匝道匯流區	運行分析
範例二	進口匝道區上游緊鄰另一進口匝道區	運行分析
範例三	進口匝道區上游緊鄰另一出口匝道	運行分析
範例四	新建交流道之進口匝道方案評估	運行分析
範例五	新建交流道之進口匝道容量分析	規劃設計

註1：範例內容請參考附錄F 臺灣公路手冊第五章草案 - 5.5 範例分析

註2：範例一、範例三有製作範例影片，可由參考資料連結下載

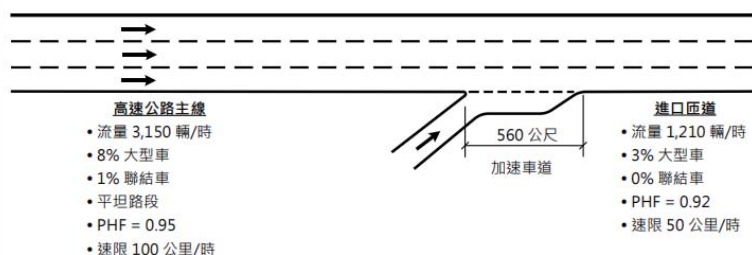
45

伍、高速公路進口匝道匯流區分析程序

二、範例一：獨立進口匝道匯流區(1)

• 問題說明

- 下圖顯示某一單車道進口匝道併入一條都會區六車道高速公路（每方向三車道）之主線段，已知主線與進口匝道之現況幾何、交通資料如圖所示。
- 假設天候環境良好、無任何交通事故，且車輛駕駛均為一般通勤旅次；此匝道口距離上、下游相鄰匝道甚遠，可視為一獨立匝道區（ON-1），試評估此匝道匯流區各組成設施預計之服務水準？



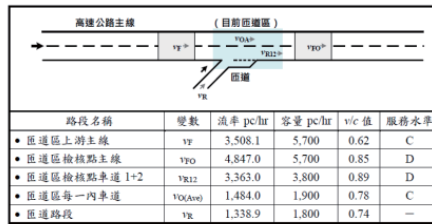
範例資料：<https://reurl.cc/OkL1mD>



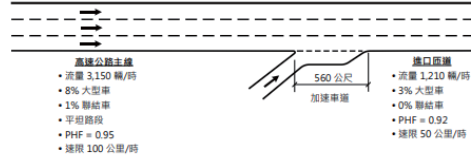
46

伍、高速公路進口匝道匯流區分析程序

二、範例一：獨立進口匝道匯流區(2) - 分析結果



進口匝道匯流區幾何、交通現況圖



項目			
路段類型	$F_{(1)} =$	基本路段	$R_{(1)} =$
單向車道數(單向)	$N_{(1)} =$	3	入口
加減速車道長度 (m)			$L_{R(1)} =$
與上游匝道口間距 (m)			$L_{UP(1)} =$
與下游匝道口間距 (m)			$L_{DN(1)} =$
尖峰需求流量 (pc/h)	$V_{F(1)} =$	3,508.1 pc/h	$V_{R(1)} =$
大型車比例 (%)	$P_{HV(1)} =$	9.0 %	$P_{HV(R1)} =$
尖峰小時係數 (PHF)	$PHF_{(1)} =$	0.95	$PHF_{(R1)} =$
自由車速率 (km/h)	$S_{F(1)} =$	105.0 kph	$S_{FR(1)} =$
入口匝道主線總流量留在車道 1, 2 之比例			$P_{FM(1)} =$
出口匝道主線總流量留在車道 1, 2 之比例			$P_{FD(1)} =$
匝道口上/下游主線車道 1, 2 總流量 (pc/h)	$V_{12(1)} =$	2,024.1 pc/h	$V_{R12(1)} =$
匝道口上/下游主線車道 1, 2 容量 (pc/h)	$C_{12(1)} =$	- pc/h	$C_{R12(1)} =$
匝道口上游主線內側車道總流量 (pc/h)	$V_{O(1)} =$	1,484.0 pc/h	
匝道口上游主線內側車道平均流量 (pc/h)	$V_{O(1)ave} =$	1,484.0 pc/h	
匝道口下游主線尖峰需求流量 (pc/h)			$V_{FO(1)} =$
匝道口上/下游主線總容量 (pc/h)	$C_{F(1)} =$	5,700 pc/h	

47

伍、高速公路進口匝道匯流區分析程序

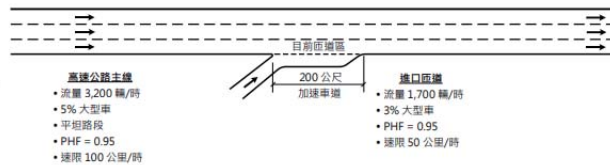
二、範例四：新建交流道之進口匝道方案評估(1)

● 問題說明

- 因區域土地開發與交通系統擴建計畫，交管當局預計數年後通勤尖峰進入高速公路設施會達到飽和，預擬以下三個方案因應成長之交通需求，並進行事前評估分析。

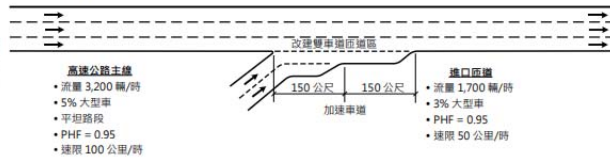
方案一

目前交流道進口匝道維持一車道，但將加速車道長度延伸至200公尺，以增加目前匝道車輛之匯入空間。



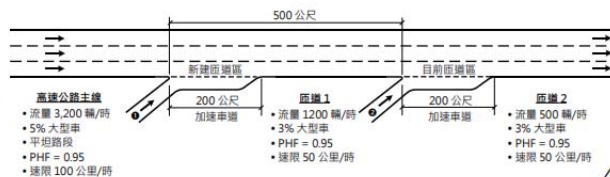
方案二

將目前交流道進口匝道之車道數擴增為二車道，並調整目前加速車道長度至300公尺，以增加目前匝道的容量。



方案三

在緊鄰目前交流道進口匝道上游500公尺新設一處一車道進口匝道，以分散目前匝道之交通負荷。



48

伍、高速公路進口匝道匯流區分析程序

二、範例四：新建交流道之進口匝道方案評估(2)

● 分析結果

模式參數項	方案一	方案二	方案三	
	目前匝道	增闢二線匝道	新建匝道R ₁	目前匝道R ₂
● 主線車道數	3	3	3	3
● 匝道車道數	1	2	1	1
● 加速車道長度L _A (公尺)	200	300	200	200
● 主線速限 (自由流速) S _{L(F)} , S _{F(F)} (公里/時)	100 (105)	100 (105)	100 (105)	100 (105)
● 匝道速限S _{L(R)} (公里/時)	50	50	50	50
● 匯流區上游主線車道1, 2流量比例P _{FM}	0.5104	0.5191	0.5495	0.6588
● 匯流區上游主線車道1, 2流率v ₁₂ (小車/時)	1,770.9	1,801.1	1,906.6	3,132.8
● 檢核點主線車道1, 2最大服務流率v _{R12(Max)}	3,800.0	3,800.0	3,800.0	3,800.0
● 匝道允許最大通行流率c _{R''} (小車/時) ¹	2,029.1	2,026.1	1,893.4	667.2
● 匝道運行容量c _{R'} (小車/時)	1,800.0	3,000.0	1,800.0	1,800.0
● 匝道實際容量Min{ c _{R'} , c _{R''} } (小車/時) ²	1,800.0	2,026.1	1,800.0	667.2
● 匝道尖峰小時流量V _R (輛/時)	1,700	1,700	1,200	500
● 匝道尖峰小時對等小車流率v _R (小車/時)	1,821.7	1,821.7	1,285.9	535.8
● 匝道估計溢流量Q _R (小車/時)	21.7	0.0	0.0	0.0
● 匝道溢流回堵速率S _{Q(R)} (公尺/分鐘) ³	2.891	0.0	0.0	0.0
● 匝道尖峰小時溢流回堵長度D _{Q(R)} (公尺)	173.5	0.0	0.0	0.0

匝道回堵

未回堵

未回堵

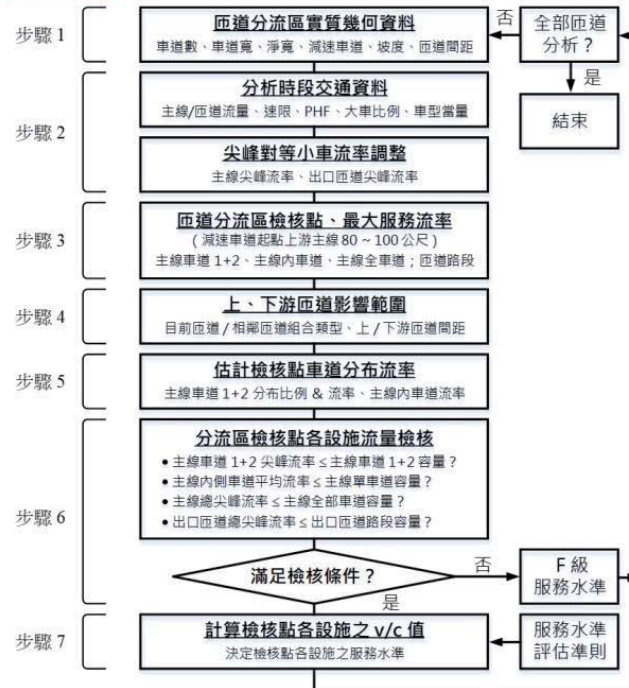
未回堵⁴⁹

● 陸、高速公路出口匝道分流區分析程序

- 分析方法發展歷程
- 分析程序
- 分析範例、說明影片

陸、高速公路出口匝道分流區分析程序

一、分析流程



51

陸、高速公路出口匝道分流區分析程序

二、分析範例

範例	示範主題	分析類別
範例一	獨立出口匝道分流區	運行分析
範例二	出口匝道區下游緊鄰另一進口匝道區	運行分析
範例三	出口匝道區下游緊鄰另一出口匝道區	運行分析

註1：範例內容請參考附錄G 臺灣公路手冊第六章草案 - 6.5 範例分析

註2：範例一、範例二有製作範例影片，可由參考資料連結下載

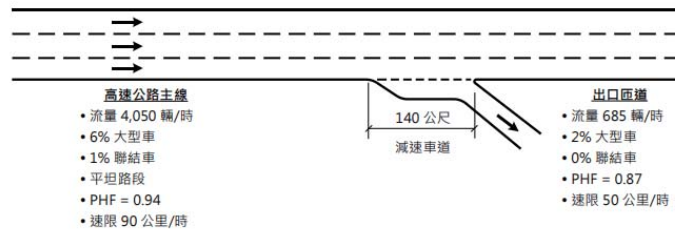
52

陸、高速公路出口匝道分流區分析程序

二、範例一：獨立出口匝道分流區(1)

問題說明

- 下圖顯示一單車道出口匝道由一條郊區六車道高速公路（每方向三車道）主線段分出，已知主線與出口匝道之現況幾何、交通資料如圖所示。
- 假設天候環境良好、無任何交通事故，且車輛駕駛均為一般通勤旅次；此匝道口距離上、下游相鄰匝道甚遠，故可視為一獨立匝道區（OFF-1），試評估此匝道分流區各組成設施預計之服務水準？



範例資料：<https://reurl.cc/73LXK5>



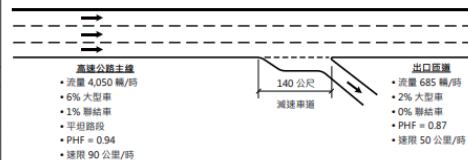
53

陸、高速公路出口匝道分流區分析程序

二、範例一：獨立出口匝道分流區(2) - 分析結果

路段名稱	變數	速率 pc/hr	容量 pc/hr	v/c 值	服務水準
匝道上游主線	V_F	4,506.7	5,550	0.81	D
匝道口上游主線	V_{12}	2,747.6	3,650	0.75	C
匝道上游主線內側車道	$V_{O(ave)}$	1,759.1	1,850	0.95	E
匝道路段	V_R	796.8	1,900	0.42	-

出口匝道分流區幾何、交通現況圖



項目			
路段類型	$F_{(1)} =$ 基本路段	$R_{(1)} =$ 出口	
單向車道數 (單向)	$N_{(1)} =$ 3	$N_{R(1)} =$ 1	
加減速車道長度 (m)		$L_{R(1)} =$ 140 m	
與上游匝道口間距 (m)		$L_{UP(1)} =$ 1,000 m	
與下游匝道口間距 (m)		$L_{DN(1)} =$ 1,000 m	
尖峰需求速率 (pc/h)	$V_{F(1)} =$ 4,506.7 pc/h	$V_{R(1)} =$ 796.8 pc/h	
大型車比例 (%)	$P_{HV(1)} =$ 7.0 %	$P_{HV(R1)} =$ 2.0 %	
尖峰小時係數 (PHF)	$PHF_{(1)} =$ 0.94	$PHF_{(R1)} =$ 0.87	
自由車流速率 (km/h)	$S_{F(1)} =$ 100.0 kph	$S_{FR(1)} =$ 60.0 kph	
入口匝道主線總流量留在車道 1, 2 之比例		$P_{FM(1)} =$ -	
出口匝道主線總流量留在車道 1, 2 之比例		$P_{FD(1)} =$ 0.5258	
匝道上/下游主線車道 1, 2 總速率 (pc/h)	$V_{12(1)} =$ 2,747.6 pc/h	$V_{R12(1)} =$ - pc/h	
匝道上/下游主線車道 1, 2 容量 (pc/h)	$C_{12(1)} =$ 3,650 pc/h	$C_{R12(1)} =$ - pc/h	
匝道上游主線內側車道總速率 (pc/h)	$V_{O(1)} =$ 1,759.1 pc/h		
匝道上游主線內側車道平均速率 (pc/h)	$V_{O(1)ave} =$ 1,759.1 pc/h		
匝道上游主線尖峰需求速率 (pc/h)		$V_{FO(1)} =$ (不適用) pc/h	
匝道上/下游主線總容量 (pc/h)	$C_{F(1)} =$ 5,550 pc/h		

54

柒、結論與建議

55

柒、結論與建議

一、結論(1)

1. 快速公路分匯流區之補充分析

- 已將快速公路依幾何特性進行分類，將運作性質接近於高速公路之快速公路路段定義為速限 80公里/小時或以上之高架路段
- 建立分析參數：(1) 容量建議值、(2) 速限與平均自由速率之關係
- 納入第五章、第六章之分析方法

56

柒、結論與建議

一、結論(2)

2. 匝道路段的補充方法：

- 目前實務分析上採用的匝道容量值1,900小車/小時/車道，係指匝道車流在不受匝道上游入口及下游匯入主線的干擾情形下之理論值。
- 在實際上匝道的最大通過量會因加速車道設計、主線車流及管理措施等難以達到此理論值。
- 在新版的分析程序中，匝道路段應納入進行容量分析，針對欲通過匝道設施之需求流率是否超過其容量值進行檢核，但不需要進行服務水準分析。
 - 匝道1車道匯入主線之容量值為1,800小車/小時、2車道之容量值為3,000小車/小時。
 - 在規劃設計、運行分析階段之分析需求並不相同，可對應兩個分析應用情境，用以評估所需的匝道車道數及匝道長度。

57

柒、結論與建議

一、結論(3)

3. 高速公路進口匝道匯流區之分析程序

- 提出7個步驟的容量及服務水準分析程序，適用於高速公路獨立及非獨立進口匝道匯流區、以及運作性質接近之快速公路。
- 已完成臺灣公路容量手冊之第五章「高速公路進口匝道匯流區」修訂草案（附錄F）。

4. 高速公路出口匝道分流區之分析程序

- 提出7個步驟的容量及服務水準分析程序，適用於高速公路獨立及非獨立出口匝道分流區、以及運作性質接近之快速公路。
- 已完成臺灣公路容量手冊之第六章「高速公路出口匝道分流區」修訂草案（附錄G）。

58

