

107-047-1402
MOTC-IOT-106-PEB011

公路交通系統模擬模式調校 與新版容量手冊研訂(2/3)



交通部運輸研究所

中華民國 107 年 5 月

107-047-1402
MOTC-IOT-106-PEB011

公路交通系統模擬模式調校 與新版容量手冊研訂(2/3)

著者：林豐博、張舜淵、楊幼文、歐陽恬恬、
謝秉叡、陳怡紋

交通部運輸研究所

中華民國 107 年 5 月

ISBN 978-986-05-5787-9



9789860557879

GPN : 1010700511

定價 310元

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

公路交通系統模擬模式調校與新版容量手冊研訂.
(2/3) / 林豐博等著. -- 初版. -- 臺北市：交通部運輸研究所，民 107. 05

面；公分

ISBN 978-986-05-5787-9(平裝)

1. 公路管理 2. 運輸系統

557

107006375

公路交通系統模擬模式調校與新版容量手冊研訂(2/3)

著者：林豐博、張舜淵、楊幼文、歐陽恬恬、謝秉叡、陳怡玟

出版機關：交通部運輸研究所

地址：10548 臺北市敦化北路 240 號

網址：www.iot.gov.tw (中文版>數位典藏>本所出版品)

電話：(02)23496789

出版年月：中華民國 107 年 5 月

印刷者：九茹印刷有限公司

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：310 元

展售處：

交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)23496880

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

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

GPN：1010700511

ISBN：978-986-05-5787-9(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：公路交通系統模擬模式調校與新版容量手冊研訂(2/3)			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN978-986-05-5787-9	政府出版品統一編號 1010700511	運輸研究所出版品編號 107-047-1402	計畫編號 106-PEB011
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 聯絡電話：(02)23486812 傳真號碼：(02)25450428	合作研究單位：易緯工程顧問股份有限公司 計畫主持人：謝秉叡 研究人員：林豐博、陳怡姝 地址：105 臺北市民權東路 3 段 124-1 號 8 樓 聯絡電話：02-2718-1761		研究期間 自 106 年 2 月 至 106 年 12 月
關鍵詞：容量分析，服務水準，多車道郊區公路，坡度路段，都市地下道，2017HTSS 模式，分析方法，總重/馬力比			
摘要： 由於「2011 年臺灣公路容量手冊」仍有部分章節尚未修訂或須配合車流特性變化再作調整，民國 105 年起，本所展開為期 3 年之計畫，以近年容量研究成果為基礎，補充現場調查資料、調校 HTSS（Highway Traffic Systems Simulation）模式，以修訂更新相關章節出版新版容量手冊。 本報告為第二年期之工作，包括：(1)分析現場蒐集之郊區多車道公路平直路段流量-速率關係及上坡路段不同車種自由速率變化特性，以調校 2017 交通系統模擬模式(Highway Traffic Systems Simulation Model, 簡稱 HTSS 模式)；(2)編訂 2017HTSS 模式使用者手冊；(3)修訂「2011 年臺灣公路容量手冊」第十一章郊區多車道公路非阻斷性車流之部分；(4)校閱及編訂容量手冊新版第十章「市區地下道路」；以及(5)編輯「2011 年臺灣公路容量手冊」中將納入新版手冊之章節。本報告除說明上述各項工作的細節及成果，並建議後續宜進行之工作。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
107 年 5 月	262	310	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
機密等級： ☐ 密 ☐ 機密 ☐ 極機密 ☐ 絕對機密 （解密條件： ☐ 年 月 日解密， ☐ 公布後解密， ☐ 附件抽存後解密， ☐ 工作完成或會議終了時解密， ☐ 另行檢討後辦理解密） ☒ 普通			
備註：1.本研究之結論與建議不代表交通部之意見。 2.本研究係使用公路總局經費辦理。			

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

TITLE: Develop and calibrate the Highway Traffic Systems Simulation Model and revise Taiwan Highway Capacity Manual(2/3)			
ISBN(OR ISSN) ISBN978-986-05-5787-9(pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010700511	IOT SERIAL NUMBER 107-047-1402	PROJECT NUMBER 106-PEB011
DIVISION: Planning Division DIVISION DIRECTOR: Shuen-Yuan Chang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Shuen-Yuan Chang PROJECT STAFF: Yu- Wen Yang, Tien-Tien Ou-Yang PHONE: 886-2-23496812 FAX: 886-2-23450428			PROJECT PERIOD FROM February 2017 TO December 2017
RESEARCH AGENCY: Everest Engineering Consultants Inc., PRINCIPAL INVESTIGATOR: Ping-Jui Hsieh PROJECT STAFF: Feng-Bor Lin, Yi-Wen Chen ADDRESS: 8F, No.124-1, Ming-Chuan E. Road, Taipei, Taiwan, R.O.C. PHONE: 886-2-27181761			
KEY WORDS: Capacity analysis, grade segments, level-of-service, multilane rural highway, simulation, 2017 HTSS model, urban underpass, weight-to-horsepower ratio.			
ABSTRACT: The institute of Transportation (IOT), Ministry of Transportation and Communications, plans to publish a new edition of the Taiwan Highway Capacity Manual (THCM) in the near future. To accomplish this mission, the IOT initiated a 3-phase project in 2016 to revise several chapters of the current 2011THCM and to edit other chapters for inclusion in the new manual. The tasks of the second phase include: (1) synthesize and use free-flow speeds and speed-flow relationship data provided by the IOT to calibrate the 2017 Highway Traffic Systems Simulation Model (2017HTSS model); (2) revise 2011THCM Chapter 11 methodology concerning the analysis of uninterrupted flow segments of multilane rural highways and draft a revised chapter 11; (3) prepare a user manual for the application of the 2017HTSS model; (4) edit the manuscript of Chapter 10 Urban Underpasses for inclusion in the new highway capacity manual; and (5) edit the other 2011THCM chapters that are to be included in the new highway capacity manual. This report describes in detail the aforementioned tasks and their results. It also presents several recommendations for future research and development.			
DATE OF PUBLICATION May 2018	NUMBER OF PAGES 262	PRICE 310	CLASSIFICATION ☐ RESTRICTED ☐ CONFIDENTIAL ☐ SECRET ☐ TOP SECRET ☒ UNCLASSIFIED
1. The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications. 2. The budget of this research project is contributed by Directorate General of Highways, M.O.T.C			

目 錄

頁次

第一章 緒論.....	1
1.1 計畫背景及目的.....	1
1.2 報告內容.....	3
第二章 文獻回顧.....	5
第三章 郊區多車道公路非阻斷性車流特性	13
3.1 背景.....	13
3.2 平直路段上之自由速率	13
3.3 平直路段流率與速率關係	18
3.4 坡度路段自由速率	33
第四章 2017HTSS 模式之微調.....	41
4.1 背景.....	41
4.2 自由速率.....	41
4.3 跟車邏輯.....	42
4.4 代表性總重(Gross Weight)及馬力	54
第五章 2011 年公路容量手冊第十一章「郊區多車道公路」之修訂	67
5.1 背景.....	67
5.2 緒論之修訂.....	68
5.3 非阻斷性車流路段分析方法之修訂	68
第六章 結論及建議.....	77
6.1 結論.....	77
6.2 建議.....	78
參考文獻.....	79
附錄 A 2017HTSS 模式使用者手冊	
附錄 B 容量手冊第十一章郊區多車道公路修訂稿(11.1，11.2 及 11.3 節)	
附錄 C 容量手冊第十章都市地下道修訂稿	
附錄 D 期中座談會議紀錄	

附錄 E 期末審查會議意見與回覆表

附錄 F 期末簡報

圖 目 錄

頁次

圖 2-1	郊區多車道公路平直路段流率與平均速率之關係.....	5
圖 2-2	郊區多車道公路平直路段流率與平均速率之模擬關係.....	6
圖 2-3	國 1 三義坡度路段北上小車速率.....	7
圖 2-4	美國郊區多車道公路在基本狀況下之流率與速率關係.....	10
圖 2-5	三義上坡路段流率與速率關係隨大車百分比之變化.....	11
圖 3-1	小車平均自由速率與速限及路口間距的關係.....	14
圖 3-2	大車平均自由速率與速限及路口間距的關係.....	15
圖 3-3	機車平均自由速率與速限及路口間距的關係.....	15
圖 3-4	自由速率與平均自由速率比值之累積分佈.....	17
圖 3-5	郊區多車道公路小車為主之快車道 1 分鐘流率與速率關係.....	19
圖 3-6	竹圍台 2 線南下 1K+700 最外側快車道 1 分鐘流率與速率關係..	19
圖 3-7	西濱快速道路內車道 1 分鐘流率與速率關係.....	20
圖 3-8	西濱快速道路外車道 1 分鐘流率與速率關係.....	20
圖 3-9	臺北市大度路往淡水方向路況.....	22
圖 3-10	大度路調查路段相關設施位置.....	23
圖 3-11	大度路下游調查站車速隨時間之變化.....	23
圖 3-12	大度路上游調查站車速隨時間之變化.....	24
圖 3-13	大度路下游調查站內車道之流率與速率關係.....	25
圖 3-14	大度路下游調查站外車道之流率與速率關係.....	26
圖 3-15	大度路上游調查站內車道之流率與速率關係.....	26
圖 3-16	大度路上游調查站外車道之流率與速率關係.....	27
圖 3-17	高速公路永康南下流率與速率關係.....	29
圖 3-18	高速公路竹山北上流率與速率關係.....	29
圖 3-19	郊區雙車道公路流率與速率關係.....	30
圖 3-20	壅塞狀況下流率與速率之常見關係.....	30
圖 3-21	代表性流率與速率關係(快車道).....	31

圖 3-22	台 13 線三義路段調查地點及路段縱切面之高程及坡度	34
圖 3-23	台 74 甲線南下路段調查地點及路段縱切面之高程及坡度	34
圖 3-24	台 74 甲線北上路段調查地點及路段縱切面之高程及坡度	35
圖 3-25	台 13 線三義路段平均自由速度隨地點之變化	39
圖 3-26	台 74 甲線南下路段平均自由速度隨地點之變化	39
圖 3-27	台 74 甲線北上路段平均自由速度隨地點之變化	40
圖 4-1	穩定狀況下小車正常化平衡緩衝距離與正常化速率之關係	46
圖 4-2	壅塞狀況下小車平衡緩衝距離與速率之關係	47
圖 4-3	模擬與代表性流率-速率關係之比較	49
圖 4-4	機車跟隨機車之速率與平衡緩衝距離的關係	50
圖 4-5	4 公尺寬機車為主車道流率與速率關係之現場值及模擬值	51
圖 4-6	1.5 公尺寬機車為主車道流率與速率之模擬關係	52
圖 4-7	2.5 公尺寬機車為主車道流率與速率之模擬關係	53
圖 4-8	4.0 公尺寬機車為主車道流率與速率之模擬關係	53
圖 4-9	通過國道 1 號及 3 號高速公路地磅站車輛之總重分析	56
圖 4-10	通過省道地磅站車輛之總重分佈	56
圖 4-11	各車種欲採用之平均加速率與速率的關係	59
圖 4-12	台 13 線平均自由速率現場值與模擬值之比較	63
圖 5-1	機車之小車當量與機車百分比之關係	71
圖 5-2	半聯結車上坡減速時速率與行車距離的關係	71
圖 5-3	半聯結車上坡加速時速率與行車距離的關係	72
圖 5-4	半聯結車下坡加速時速率與行車距離的關係	72
圖 5-5	坡度路段對總重/馬力比為 81.6kg/kW(2,000 公斤、24.5kW 馬力) 之小車的影響(起始速率：70 公里/小時)	73

表 目 錄

頁次

表 2.1	2011 年容量手冊郊區多車道公路平直路段容量設定值.....	6
表 2.2	高速公路代表性車輛屬性.....	8
表 2.3	郊區雙車道公路代表性車輛之屬性	8
表 2.4	荷蘭高速公路流量與容量比及其相關壅塞機率	10
表 3.1	大車及機車平均自由速率與小車平均自由速率的關係	14
表 3.2	估計平均自由速率之迴歸模式	16
表 3.3	大度路調查站及路段中點之自由速率	25
表 3.4	台 13 線三義路段自由速率	36
表 3.5	台 74 甲南下坡度路段自由速率	37
表 3.6	台 74 甲北上坡度路段自由速率	38
表 4.1	郊區多車道公路代表性車輛總重、馬力及總重/馬力比	60
表 4.2	台 13 線三義路段平均自由速率現場值與模擬值之比較	61
表 4.3	台 74 甲南下路段平均自由速率現場值與模擬值之比較	61
表 4.4	台 74 甲北上路段平均自由速率現場值與模擬值之比較	61
表 4.5	短上坡車輛之總重與馬力.....	64
表 4.6	郊區多車道公路代表性車輛總重/馬力比(kg/kW).....	65
表 5.1	平坦非阻斷性車流路段之平均自由速率	69
表 5.2	郊區多車道公路代表性車輛總重/馬力比	70
表 5.3	對總重/馬力比等於 24.5kg/kW 之小車速率有負面影響之最小坡度	74
表 5.4	第十一章修訂版服務水準劃分標準	75

第一章 緒論

1.1 計畫背景及目的

交通部運輸研究所（以下簡稱本所）在 1990 年（民國 79 年）出版「臺灣地區公路容量手冊」[1]。該手冊所提供之分析方法乃根據美國 Transportation Research Board (TRB) 1985 年之公路容量手冊[2]，而且缺乏本土交通特性資料。因此本所隨後展開一連串的研究工作來修訂 1990 年手冊，並在 2001 年及 2011 年先後出版「2001 年台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作調整。尚未修訂的章節包含：

1. 第七章 高速公路交織區段
2. 第十章 市區地下道路
3. 第十二章 郊區雙車道公路
4. 第十四章 非號誌化交叉路口
5. 第十五章 圓環
6. 第十九章 行人設施

修訂 2011 年容量手冊之一大瓶頸是缺乏一可靠的工具來分析有超車區域或坡度路段的公路。這些公路的交通運作相當複雜，因此，許多國家發展模擬模式來分析雙車道公路及其他有坡度路段的公路。美國的 CORSIM[5]及 TWOPAS[6]，德國之 LASI[7]，澳洲之 TRARR[8]及瑞典之 VTI 模式[9]為其中一些模式。

臺灣尚缺乏能模擬本土雙車道公路及其他有坡度路段公路的模擬模式，為了克服此困境，本所從 2012 年開始發展一多功能的交通系統模擬模式 (Highway Traffic Systems Simulation Model，簡稱 HTSS 模式) [10,11,12]。此模式只要經過進一步的微調，就可用來分析許多類型的公路。

HTSS 模式之發展消除了分析郊區雙車道公路及其他有坡度路段公路的困難。因此本所展開一為期三年的計畫，修訂 2011 年容量手冊中急須更新，或已有資料更新之章節，以出版新版手冊。各期工作項目如下：

(一)第 1 年期(2016 年)工作項目

本期工作重點為分析本所另案蒐集之郊區雙車道公路於坡度路段之自由速率資料，以調校 2015HTSS (Highway Traffic Systems Simulation) 模式，並據以修訂容量手冊第十二章郊區雙車道公路。另依據本所近年來於公路容量之研究發現，以及有關新版公路容量手冊之更新內容，修訂第一章緒論、第二章基本觀念，主要工作項目包括：

1. 修訂第一章緒論
2. 修訂第二章基本觀念
3. 修訂第十二章郊區雙車道公路。
4. 依據調校後之模式，編訂 2016HTSS (Highway Traffic Systems Simulation) 模式使用者手冊。

(二)第 2 年期(2017 年)工作項目

本期工作重點為分析本所另案蒐集之郊區多車道公路平直路段流量-速率關係及上坡路段不同車種自由速率變化特性，以調校前一期發展之 2016HTSS (Highway Traffic Systems Simulation) 模式，並據以修訂容量手冊第十一章郊區多車道公路非阻斷性車流之部分。另校閱新版第十章市區地下道路之分析方法，以及編輯 2011「臺灣公路容量手冊」，主要工作項目包括：

1. 修訂第十一章郊區多車道公路非阻斷性車流之部分。
2. 校閱及編訂新版第十章「市區地下道路」。
3. 依據調校後之模式，編訂 2017HTSS (Highway Traffic Systems Simulation) 模式使用者手冊。
4. 編輯 2011 年臺灣公路容量手冊中將納入新版手冊之章節。

(三)第 3 年期(2018 年)工作項目

本期工作重點為分析高速公路車流特性，以調校前一期發展之 2017HTSS (Highway Traffic Systems Simulation) 模式，並據以修訂容量手冊第四章高速公路基本路段，以及更新「公路隧道」章節之資料。主要工作項目包括：

1. 修訂第四章高速公路基本路段。
2. 編訂新章「公路隧道」。

3. 依據調校後之模式，編訂 2018HTSS（Highway Traffic Systems Simulation）模式使用者手冊。
4. 依據前期及本期修訂之章節，編訂新版「臺灣公路容量手冊」初稿。

1.2 報告內容

本報告說明第二期工作的執行細節及結果。其中，第二章回顧與非阻斷性郊區多車道公路容量分析有關的文獻以導引第二期（本期）之工作。

而為了協助微調 2017HTSS 模式，本所委託調查公司蒐集平坦路段流率與速率關係之現場資料及上坡路段車輛自由旅行速率隨地點的變化狀況。第三章即分析現場資料所顯示的車流特性。

第四章說明利用現場資料微調 2017HTSS 模式的結果。微調工作的重點為訂定適用於分析臺灣郊區多車道公路的代表性車輛屬性（如總重及馬力等）。微調後之 2017HTSS 模式可供分析郊區雙車道及多車道公路，其使用者手冊列於本報告之附錄 A。

報告第五章說明修訂第十一章「郊區多車道公路」非阻斷性車流分析方法的重點。修訂後之第十一章列於本報告之附錄 B。最後一章歸納本計畫之主要成果並建議後續研究工作。

容量手冊第十章「市區地下道路」修訂版初稿為本所前期研究成果[13]，本計畫校閱錯誤或不理想的圖表、公式、範例及部分內容，結果列於本報告之附錄 C。此外，編輯 2011 年臺灣公路手冊之工作重點在於強化各章節之一致性及分析方法內容的正確性。本報告不另外描述修改的細節。

第二章 文獻回顧

郊區多車道公路指城際或市郊單向最少有兩快車道之公路。快車道除供小車及大車使用外，一般而言外側快車道亦供機車行駛，而快車道外側又可能設置供機車及慢車使用之慢車道。臺灣郊區多車道公路之里程共約 2,300 公里，約占郊區公路總里程(約 6,500 公里)之 35%[14]。

2011 年容量手冊第十一章的分析對象包括郊區多車道公路非阻斷性車流路段、號誌化路口及幹道。其分析非阻斷性車流路段的方法有下列缺點：

(一) 缺乏估計容量之現場資料

本所曾在西濱快速道路，台 2 線及台 14 線蒐集郊區多車道公路流率與速率關係的現場資料[14,15]。這些資料顯示流率從低密度的狀況增加時，平均速率呈線性逐漸下降。車道流率增加 1,800 小車/小時之後，平均速率約降低 16 公里/小時。但調查地點之流量不夠大，因此現場資料未能顯示車流從穩定進入壅塞狀況之特性。這現象如圖 2-1 所示。

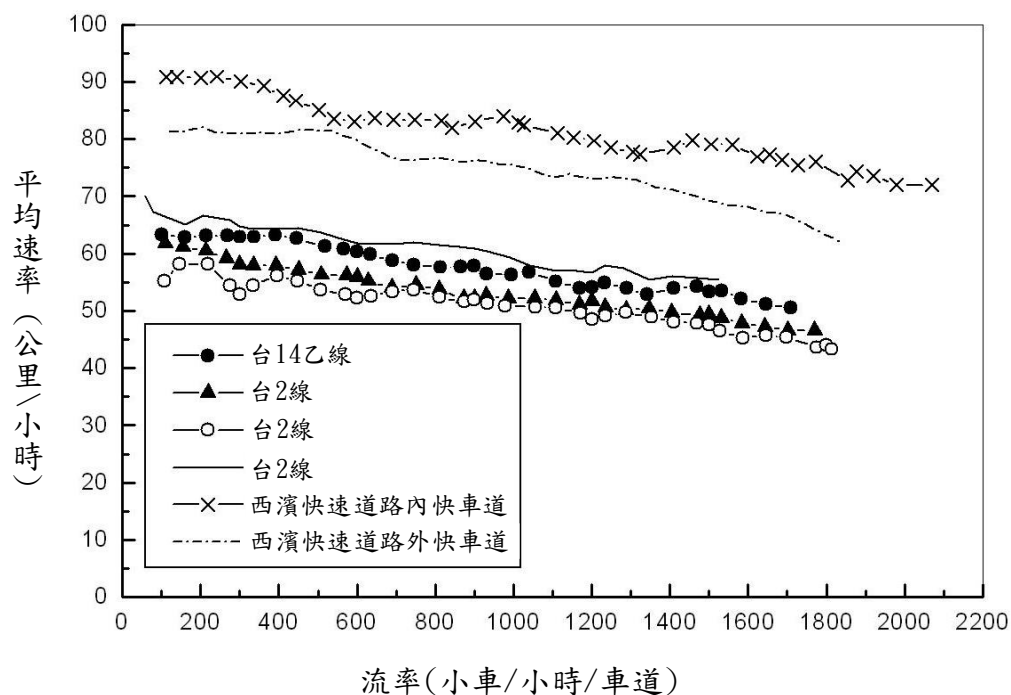


圖 2-1 郊區多車道公路平直路段流率與平均速率之關係

因為現存資料未能顯現車流進入壅塞狀況之前之最高流率，臺灣郊區多車道公路的容量還不能確定。為了協助容量分析之工作，本所一研究計畫[16]參考圖 2-1 之流率與速率關係，並用模擬訂定如圖 2-2 所示的流率與速率關係。這些關係顯示平均自由速率從 50 公里/小時增加到 90 公里/小時，郊區多車道公路的容量從 1,800 小車/小時/車道增加到 2,100 小車/小時/車道。2011 年容量手冊參考上述現場調查及模擬結果，建議用表 2.1 所示的容量分析郊區多車道公路之平直路段。

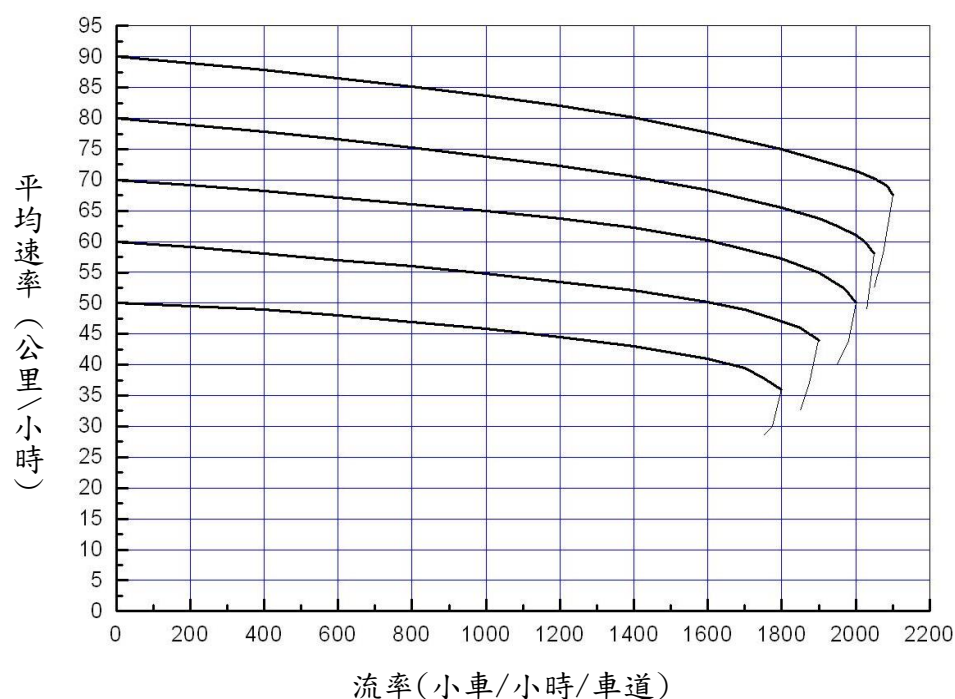


圖 2-2 郊區多車道公路平直路段流率與平均速率之模擬關係

表 2.1 2011 年容量手冊郊區多車道公路平直路段容量設定值

平均自由速率(公里/小時)	容量(小車/小時/車道)	臨界速率(公里/小時)
50	1,700	38.0
60	1,800	45.5
70	1,900	54.0
80	2,000	60.5
90	2,100	68.5

修改 2011 年容量手冊第十一章之分析方法之前，必須用現場資料探討圖 2-2 所示之關係及表 2.1 所列之容量是否需修正。

(二) 缺乏可靠的工具分析坡度路段之交通運作

2011 年容量手冊分析坡度路段交通運作的方法根據代表性大車在單純上下坡(坡度不變)速率隨行車距離變化之模擬關係。2011 年容量手冊假設代表性大車之總重/馬力比等於 122.6kg/kW，此總重/馬力比相當於美國 AASHTO 公路設計規範[17]所採用之 120kg/kW。2011 年容量手冊出版之前並沒有現場資料可用來探討適用的大車總重/馬力比。此外，2011 年容量手冊假設坡度路段對小車及機車之速率沒有影響。但是本所之研究[10]顯示高速公路上小車速率深受大約 4.5%上坡之影響，如圖 2-3 所示。

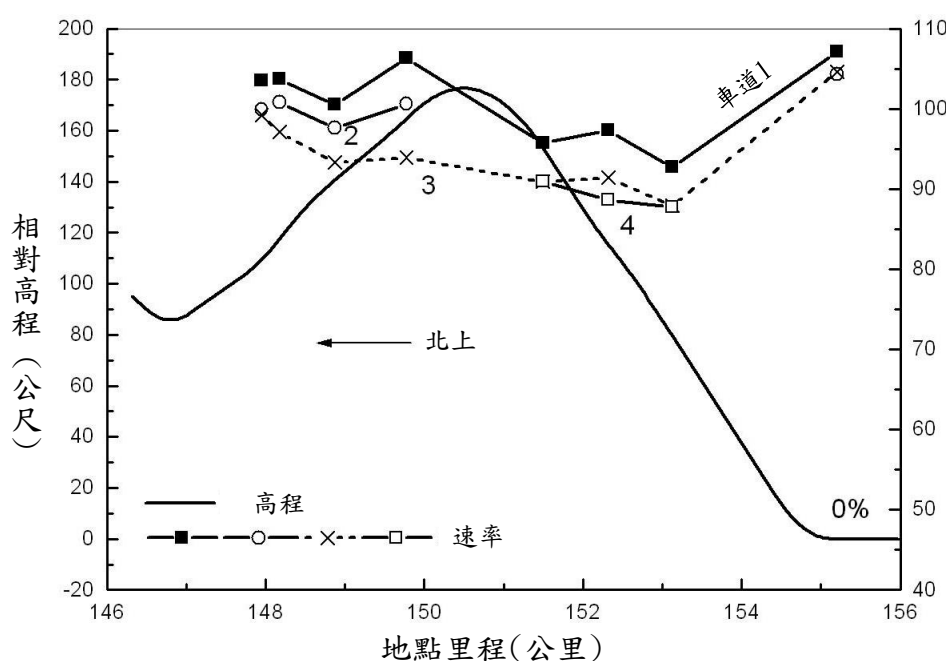


圖 2-3 國 1 三義坡度路段北上小車速率

事實上，不同車輛之爬坡特性有差異，因此分析坡度路段之交通運作需考慮所有車種。本所的研究[12,18]指出，適用於分析高速公路及郊區雙車道公路的代表性車輛各如表 2.2 及表 2.3 所示。代表性車輛的總重/馬力比可從各種車輛爬坡時自由速率的變化來探討。所以修訂 2011 年容量手冊第十一章之工作也須有上坡路段平均自由速率隨地點而變化之現場資料。因為分析坡度路段交通運作須依靠電腦模擬，所以自由速率的資料也是微調 2017HTSS 模式不可或缺之一資源。

表 2.2 高速公路代表性車輛屬性

車種	總重(公斤)	馬力(kW)	總重/馬力比(公斤/kW)	動力傳輸效率
聯結車	27,500	220	125	0.85
大貨車	10,500	165	64	0.85
大客車	15,000	200	75	0.85
小客車	2,000	30	67	0.90

資料來源：[12]

表 2.3 郊區雙車道公路代表性車輛之屬性

車種	總重(kg)	馬力(kW)	總重/馬力比(kg/kW)	正向面積 (m ²)	後拉係數	動力傳輸效率
機車	180	5.5	32.8	0.8	1.8	0.9
小車	2,000	40	50.0	2.0	0.3	0.9
大客車	15,000	180	83.3	7.0	0.7	0.85
大貨車	10,000	135	74.0	10.7	0.7	0.85
半聯結車	20,000	190	105.2	10.7	0.7	0.85

資料來源：[18]

(三) 績效指標不充分

2011 年容量手冊第十一章只用流率與容量比（通稱為流量與容量比）劃分非阻斷性車流路段之服務水準。但是流量與容量比不足以正確反映坡度路段的服務水準。例如上坡路段的流量與容量比很低，但是坡度相當大時，平均速率可能很低。因此之故，2011 年容量手冊第四章已採用流量與容量比評估高速公路壅塞程度，並用平均速率與速限的差距衡量公路運輸速率之服務水準。修訂後之第十一章也宜採用此兩指標評估郊區多車道公路之非阻斷性路段。

容量及服務水準是規劃、設計及運作公路設施的重要考量，因此許多國家不斷的改良其估計容量及服務水準的方法，並編訂公路容量手冊。例如日本在 1919 年訂定公路結構規範[19]作為設計公路的技術標準。此規範之 1958 年版引進公路容量的觀念。隨後日本陸續在 1970 年及 1984 年改良此規範之分析方法[19]。瑞典在 1977 年編訂第一版公路容量手冊[20]。此手冊之分析方法經過多次的改良，但在 2015 年時瑞典才出版新的容量手冊[20,21]。德國的道路及運輸協會在 2001 年編訂第一版的公路容量手冊，隨後在 2015 年出版更新的手冊[22,23,24]。荷蘭在 1999 年

編訂第一版公路容量手冊，並在 2002、2011 及 2015 年陸續出版更新的手冊[25,26]，且皆只考慮高速公路。中國公路容量分析研究有將近 30 年的歷史，但在 2012 年起才開始發展容量手冊[27]，並在 2016 年正式出版[28]。美國是公路容量研究工作起步最早也最深入的國家。第一版的公路容量手冊於 1950 年出版以後，美國 Transportation Research Board (TRB) 大約 5 到 10 年更新一次，最新版的手冊為 2016 年版[29]。

容量分析方法的發展牽涉到許多問題，包括現場資料的蒐集及整理、分析工具之發展、績效指標之選擇、服務水準等級之劃分等。因為政策、車流特性及觀點不同，各國的分析方法常有顯著的差異。

日本將多車道公路的基本容量訂為 2,200 小車/小時/車道，然後根據車道寬、橫向淨距及路旁狀況調整容量估計值。規劃公路時，日本用三級的門檻值訂定預期的服務水準。例如第一級規劃目標是讓設計年中第 30 高小時流量能穩定的通過一公路。為了達到此目標，郊區公路的流量與容量比不能超過 0.75。

中國的容量手冊注重流率與速率的關係並且用流量與容量比及自由速率與平均速率的差距評估服務水準。這方法與臺灣容量分析高速公路的方法類似。但臺灣採用速限與平均速率的差距做為一績效指標[4]。中國的容量手冊不分坡度路段的坡度與坡長，將 7 到 20 噸重大車根據平原區或山區，各用 2.0 及 3.0 之當量轉換成小車。總重超過 20 噸之大車的小車當量則分別提高為 3.5 及 5.0。

荷蘭標準公路容量 (Standard Highway Capacity) 的估計是以大車占比為 15%而且坡度不超過 2.5%之狀況為基礎。在這情況下，4 車道及 6 車道公路 (高速公路) 的標準容量為 8,200 輛/小時及 12,000 輛/小時。荷蘭的公路容量分析很少像美國 TRB 之容量分析方法，將服務水準劃分成 A、B、C、D、E 及 F 六等級。其理由是這種分級方法很難讓民眾了解。目前荷蘭的手冊強調流量與容量比之使用及該比率與每 30 分鐘會壅塞的機率，如表 2.4 所示。荷蘭之分析方法也不分坡度及坡長，將大車之小車當量設定為 2.0。

德國及美國 TRB 分析方法皆根據密度評估郊區多車道公路非阻斷性車流路段。但這兩分析方法有顯著的差別。TRB 之分析方法根據圖 2-4 基本狀況下之代表性流率與速率關係。基本狀況包括：(1)車道寬最少 3.65 公尺；(2)左右兩旁橫向淨距最少 3.65 公尺；(3)中央實體分隔；(4)沒有側道讓車輛進出分析路段。

表 2.4 荷蘭高速公路流量與容量比及其相關壅塞機率

流量/容量比	每 30 分鐘之壅塞機率
< 0.3	0%
0.3~0.8	<1%
0.8~0.9	<2%
0.9~1.0	20~100%
>1.0	100%

資料來源：[25]

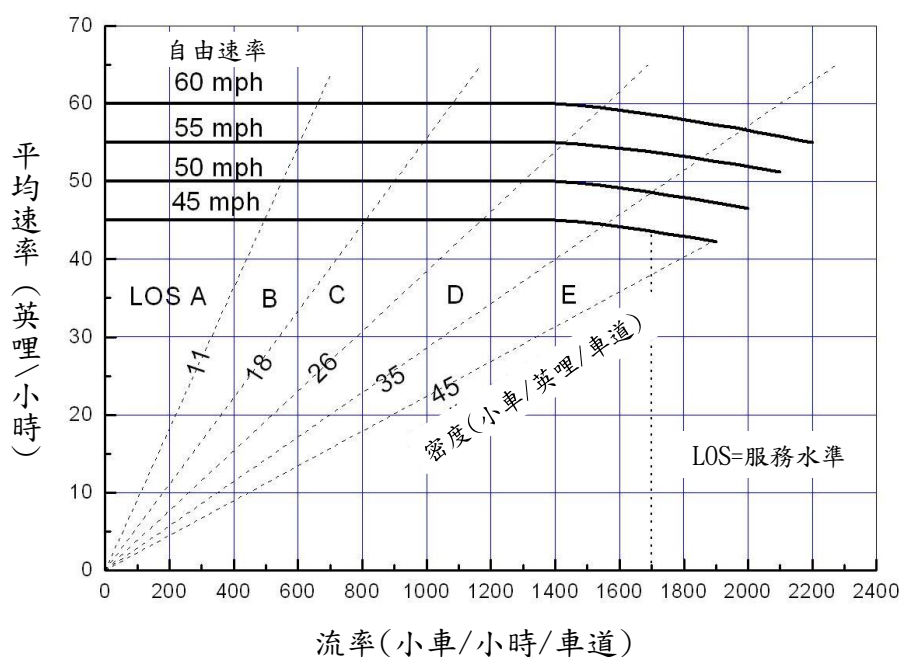


圖 2-4 美國郊區多車道公路在基本狀況下之流率與速率關係

資料來源：[30]

利用圖 2-4 之前必須先估計在基本狀況下的平均自由速率。如分析對象為現存公路，則可經由現場調查估計平均自由速率。規劃新公路時，目前沒有可靠方法估計平均自由速率，TRB 建議用設計速率（design speed）或速限來估計。此外，分析的流率必須用小車當量轉換成對等小車流率。

TRB 容量手冊之小車當量隨車種（大客車、大貨車及休閒車）、坡度、坡長及大車百分比而變。根據小車當量所估計的對等小車流率及前述平均自由速率的估計值，對照圖 2-4 的流率與速率關係，可用來估計平均速率及相關之密度。例如對等小車流率為 1,700 輛/小時/車道、平均

自由速率為 45 英哩/小時（約 72 公里/小時），則從圖 2-4 可知平均速率約 44 英哩/小時（約 70 公里/小時）。這狀況下之密度大約為 $1,700/44=38.6$ 小車/英哩/車道（約 24.1 小車/公里/車道），因此可知相關之服務水準為 E 級。

上述 TRB 的分析方法有嚴重的缺陷，因為用小車當量及基本狀況下的流率與速率關係不足於反映坡路段車流實際運作品質。以圖 2-5 所示，國道 1 號高速公路三義路段（上坡坡度約 4.5%）的車流特性為例，大車比例增加時，平均自由速率顯著的下降，造成實際之流率與速率關係與基本狀況下的關係大不相同。在這種情形下，實際狀況沒有對等基本狀況之可能。

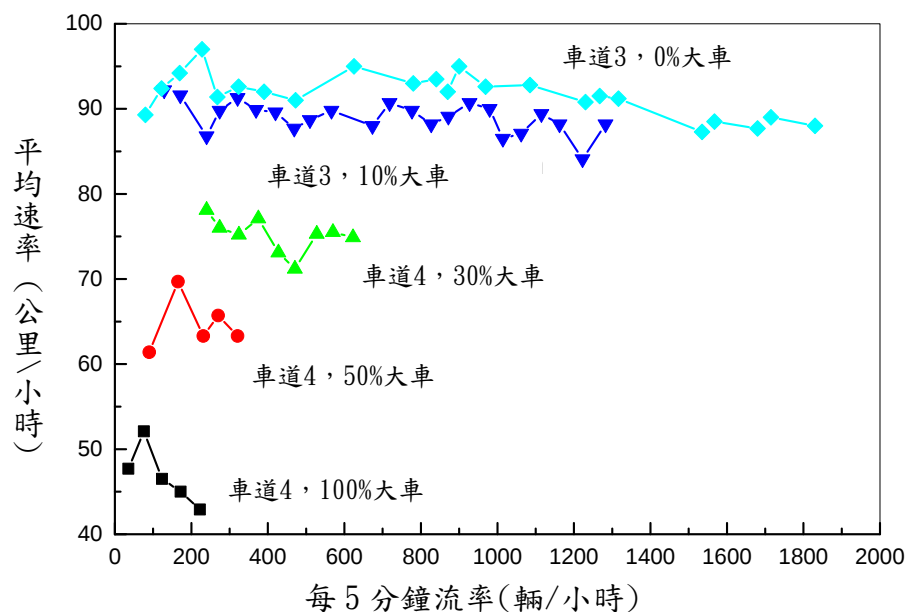


圖 2-5 三義上坡路段流率與速率關係隨大車百分比之變化

資料來源：[31]

例如圖 2-5 中，車流只有大車（100%大車）之流率與速率關係顯示流率 200 大車/小時之狀況下的平均速率大約為 43 公里/小時（密度大約為 4.6 大車/公里/車道）。三義路段的設計速率最少有 90 公里/小時。所以根據 TRB 分析方法所估計的平均自由速率可設定為 90 公里/小時。在這情形下，基本狀況的流率與速率關係接近圖中大車比例為 10%之關係。根據 TRB 之容量手冊，車流中只有大車，坡長超過 1 公里而且坡度為 4.5%時，大車的小車當量為 3.0。因此 200 大車/小時等於基本狀況下之 600 小車/小時。根據此對等流率及 90 公里/小時的平均自由速率估計值，基本狀況下之相關平均速率大約為 89 公里/小時，密度為 $600/89=6.7$ 小

車/公里/車道。這密度表示服務水準為 A 級。但是實際的平均速率只有 43 公里/小時，顯然不適合稱為 A 級的服務水準。

上述的例子顯示利用當量分析坡度路段的缺點。原則上，除非大車及小車有大致相同的平均自由速率，根據小車當量所轉換成的基本狀況對等流率或對等狀況不能反映實際運作品質。因此德國容量手冊根據車道數、速限、大車比例及公路所在地性質（城際或都會區）直接提供容量估計值及相關之流率與速率關係。這種分析方法比 TRB 之方法合理。但是光用密度評估服務水準仍不足於顯示坡度路段運作的實際運作品質。

臺灣郊區多車道公路有許多坡度路段及號誌化路口。這種設施的交通運作相當複雜。所以須先發展模擬模式做為分析工具，然後利用模擬工具建立應用方便之分析性模式及圖表，提供規劃及設計使用。建立簡便分析工具的重點應是建立流率與速率關係隨影響因素的變化，但此工作應避免沿用小客車當量之觀念。

第三章 郊區多車道公路非阻斷性車流特性

3.1 背景

建立分析郊區多車道公路非阻斷性車流的工具須對這種公路的車流特性有充分的了解。這些特性包括平直路段上流率與速率的關係、車流受坡度路段及平曲線之影響、適用於分析坡度路段之總重及馬力、自由速率之特性及車種對車流的影響等。但是蒐集相關現場資料的工作相當困難。2000 年到 2002 年間本所在西濱快速道路等 10 個路段蒐集流率與速率關係之資料，並在總共 80 個號誌化路口之間的郊區多車道路段蒐集自由速率資料[14,15,16]。這些資料仍不能滿足建立分析工具的需要。因此本所進一步在 2017 年進行現場調查。

本章歸納現場資料所顯現的車流特性以作為微調 2017HTSS 模式之根據。

3.2 平直路段上之自由速率

本所自由速率之資料取自號誌化路口間路段的中點附近。這些資料所顯現之特性如下：

1. 內、外側車道的平均自由速率不同。一般而言，內車道上之平均自由速率比外車道高。在速限為 60、70 及 80 公里/小時之路段上，平均差距各為 3.9、4.9 及 4.1 公里/小時。
2. 平均自由速率隨車種而異。在速限 60 及 70 公里/小時之路段上，小車平均自由速率比大車及機車各約高 5.1 及 17.7 公里/小時。在速限為 80 公里/小時之西濱快速道路上，小車平均自由速率比大車約高 10.7 公里/小時。若小車之平均自由速率已知，大車及機車之平均速率可用表 3.1 之迴歸模式來估計。
3. 在常見的車道寬範圍內(3~4 公尺)，平均自由速率與車道寬沒有顯著的關聯。
4. 速限對平均自由速率的影響隨速限的高低而異。速限為 60 公里/小時或 70 公里/小時對平均自由速率的影響很有限。以小車為例，速限 70 公里/小時之平均自由速率只比速限 60 公里/小時之平均自由速率約高 3 公里/小時。但速限 80 公里/小時之相關平均自由速率則遠高於速限 70 公里/小時之平均自由速率。這現象如圖 3-1、3-2 及 3-3 所示。

5. 從圖 3-1 及 3-2 可知路口間距從大約 0.5 公里增長時，小車及大車之平均自由速率迅速的增高，但間距大約超過 3 公里時，平均自由速率趨近穩定。機車有相似的特性，但平均自由速率隨路口間距變化的程度較小。

表 3.1 大車及機車平均自由速率與小車平均自由速率的關係

速限(公里/小時)	車種	平均自由速率(公里/小時)迴歸模式
60	大車	$-6.8+1.052V_s$
	機車	$-10.7+0.905V_s$
70	大車	$-5.2+0.993V_s$
	機車	$-5.6+0.656V_s$
80	大車	$-1.2+0.884V_s$

註： V_s = 小車平均自由速率(公里/小時)

資料來源：[16]。

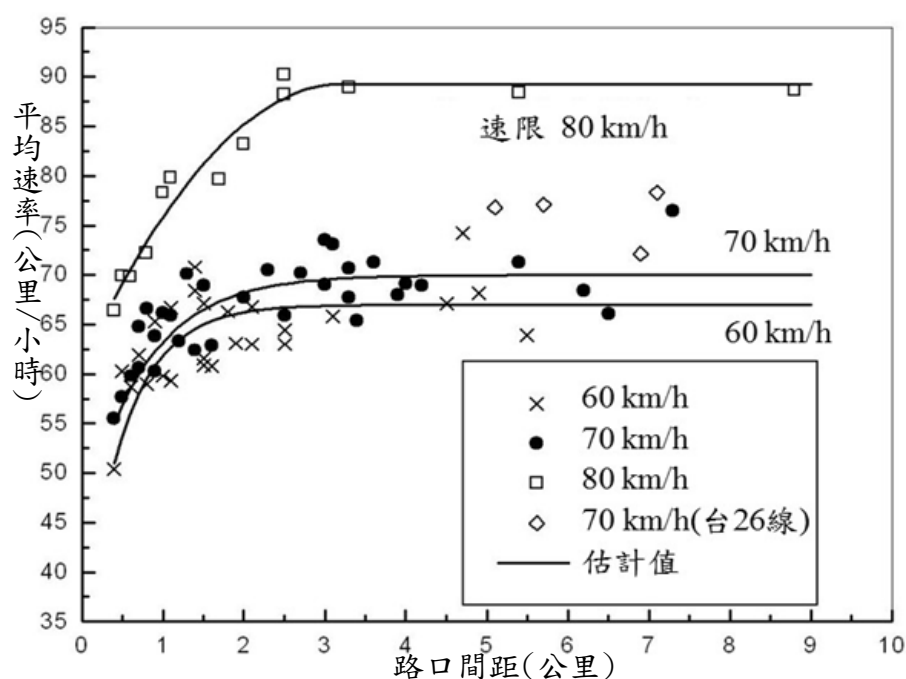


圖 3-1 小車平均自由速率與速限及路口間距的關係

資料來源：[16]

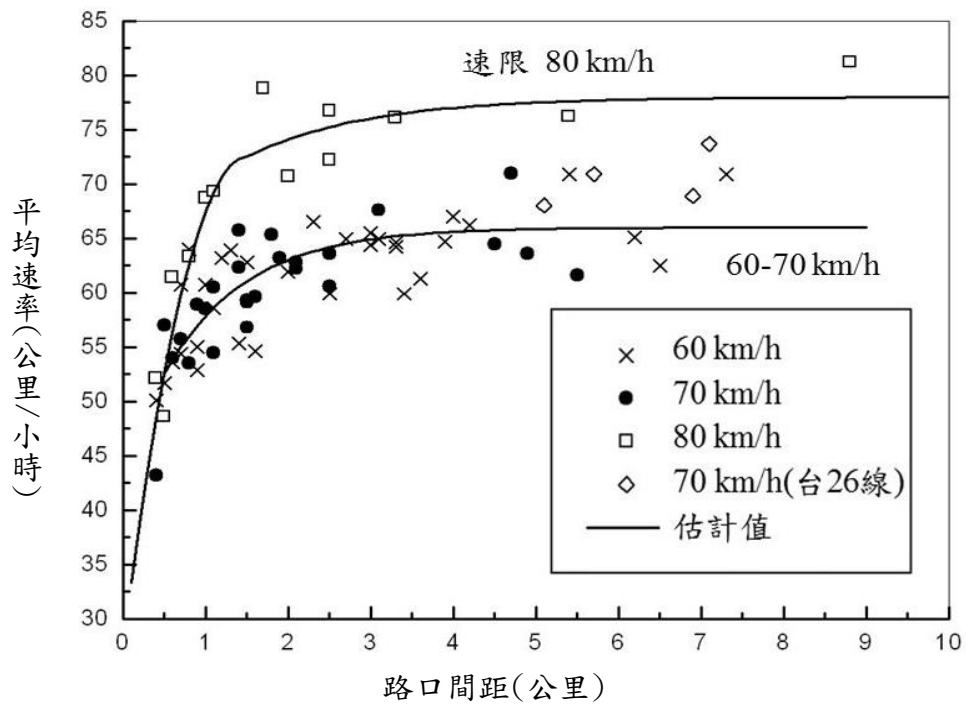


圖 3-2 大車平均自由速率與速限及路口間距的關係
資料來源：[16]

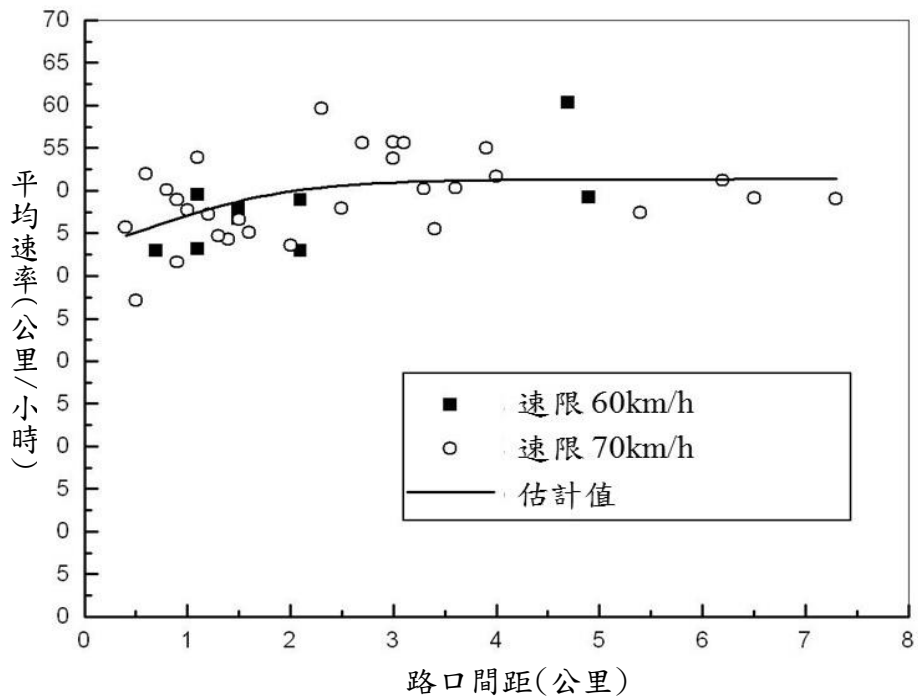


圖 3-3 機車平均自由速率與速限及路口間距的關係
資料來源：[16]

6. 各車種在不同速限及路口間距之平均自由速率可用表 3.2 之迴歸模式來估計。
7. 個別小車自由速率分布在平均自由速率之 60%及 140%之間。個別大車的自由速率分佈也大致在這範圍內。個別機車自由速率之變異性較大，其值大約在平均自由速率之 40%及 170%之間。個別自由速率與平均自由速率比值的分佈如圖 3-4 所示。

表 3.2 估計平均自由速率之迴歸模式

車種	速限(公里/小時)	路口間距(公里)	平均自由速率(公里/小時)迴歸模式
小車	60		$67.341e^{-1.89S}$
	70		$70 - 25.5e^{-1.32S}$
	80	≤ 3	$61.1 + 17.42S - 2.69S^2$
	80	> 3	89.2
大車	60 或 70	≤ 0.5	$27.5 + 60S - 20S^2$
		> 0.5	$66 - 22.2e^{-S}$
	80	≤ 1.5	$27.5 + 60S - 20S^2$
		> 1.5	$78 - 15.3e^{-0.682S}$
機車	60 或 70		$51.4 - \frac{11.66}{1 + e^{\frac{S + 0.606}{0.717}}}$
註：S = 路口間距(公里)			

資料來源：[16]

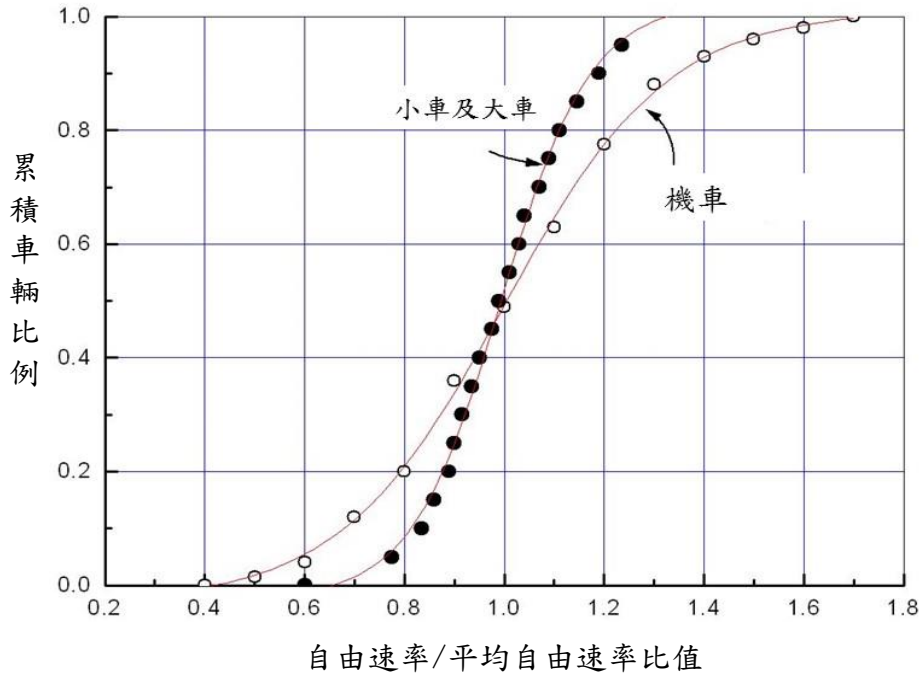


圖 3-4 自由速率與平均自由速率比值之累積分佈

資料來源：[16]

如讓 V/V_m 代表個別自由速率 V 與平均自由速率 V_m 之比值，並讓 R 代表 V/V_m 比值之累積車輛比例，則圖 3-4 所示之分佈可用下列模式來代表：

小車及大車

$$\text{如 } V/V_m < 0.667, \text{ 則 } R = 0.0, \quad (3.1a)$$

$$\text{如 } 0.667 \leq V/V_m < 1.32, \text{ 則}$$

$$R = -0.0234 + \frac{1.0482}{1 + e^{\frac{V/V_m - 0.9965}{0.0897}}} \quad (3.1b)$$

$$\text{如 } V/V_m \geq 1.32, \text{ 則 } R = 1.0。 \quad (3.1c)$$

機車

$$\text{如 } V/V_m < 0.44, \text{ 則 } R = 0.0, \quad (3.2a)$$

$$\text{如 } 0.44 \leq V/V_m < 1.7, \text{ 則}$$

$$R = -0.0300 + \frac{1.0413}{1 + e^{\frac{V/V_m - 0.9988}{0.1643}}} \quad (3.2b)$$

$$\text{如 } V/V_m \geq 1.7, \text{ 則 } R = 1.0。 \quad (3.2c)$$

3.3 平直路段流率與速率關係

根據前述的自由速率特性，路口間距須在大約 3 公里以上的路段才會
有非阻斷性車流。臺灣土地使用日趨密集，因此多車道公路上到處有號誌
化路口。路口間距長的路段通常在流率不高的郊區。這些路段又常有曲率
半徑不長的平曲線或有顯著坡度。此外，能從上游號誌化路口進入一路段
的車流受號誌控制及停等車疏解特性的限制，其流率常低於下游有非阻斷
性車流地點的容量。因此不容易找到適合的路段來探討廣泛狀況下流率與
速率的關係。本節描述本所 2000~2002 年及 2017 年現場資料所顯示之流
率與速率關係，並建議可用於容量分析及微調 2017HTSS 模式之代表性關
係。

3.3.1 2000~2002 年資料

因為能通過號誌化路口之車流受限制，2000~2002 年西濱快速道路及
其他郊區多車道公路的資料未能顯現車流從穩定進入不穩定的狀況，也因
而不能確定相關的容量。這現象如圖 3-5 及 3-6 所示。後續在西濱快速道
路的現場調查則勉強的蒐集到一套有穩定及不穩定狀況下之流率與速率關
係，如圖 3-7 及 3-8 所示。

圖 3-5~3-8 所顯示之流率與速率關係有下列的特性：

小車為主之快車道

1. 密度低、流率不超過 300~500 小車/小時之情況下，平均速率可能
不隨流率的增高而明顯的下降。流率超過上述範圍時，平均速率則
有明顯下降的趨勢。
2. 因為容量不能確定，其相關之臨界速率(流率等於容量之平均速率)
也不能確定。但從上述各圖可知，平均自由速率(密度低、流率趨
近零之平均速率)與臨界速率的差距相當大。以圖中平均自由速率
大約為 80 公里/小時的流率與速率關係為例，臨界速率顯然會在 65
公里/小時以下。平均自由速率大約為 60 公里/小時的相關臨界速率
則可能在 45 公里/小時左右。因此平均自由速率與臨界速率的差距
最少大約有 15 公里/小時。如前章圖 2-4 所示，美國多車道公路的

平均自由速率能在相當大的流率範圍(0~1,400 小車/小時/車道)保持一穩定值，其相關臨界速率只比平均自由速率低 3~5 英哩/小時(5~8 公里/小時)。

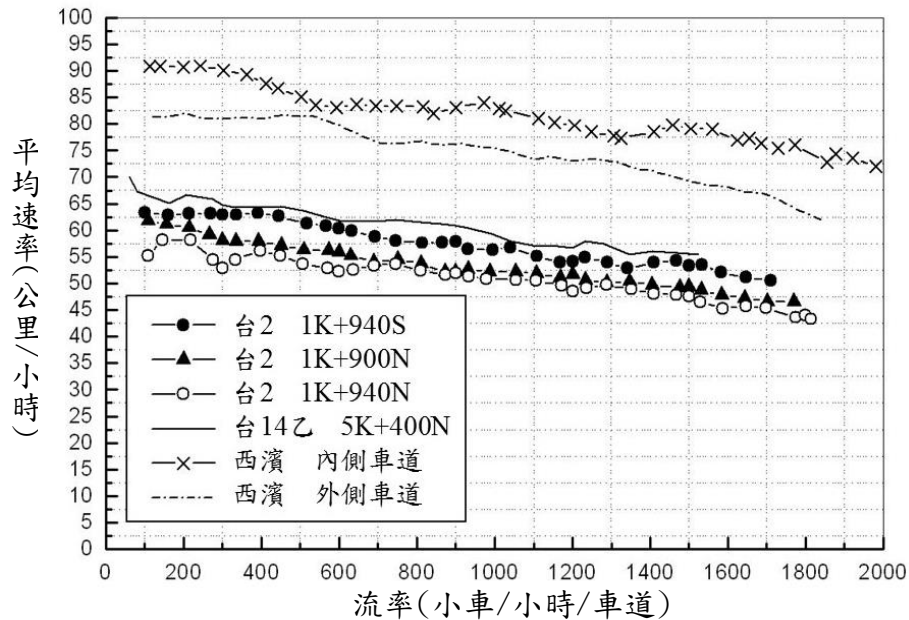


圖 3-5 郊區多車道公路小車為主之快車道 1 分鐘流率與速率關係

資料來源：[16]

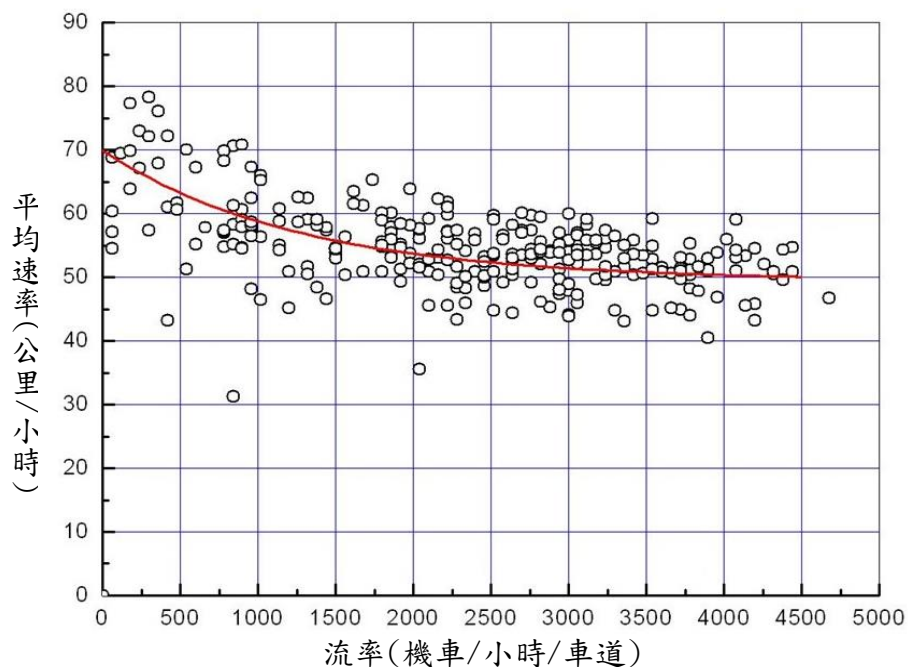


圖 3-6 竹圍台 2 線南下 1K+700 最外側快車道 1 分鐘流率與速率關係

資料來源：[15]

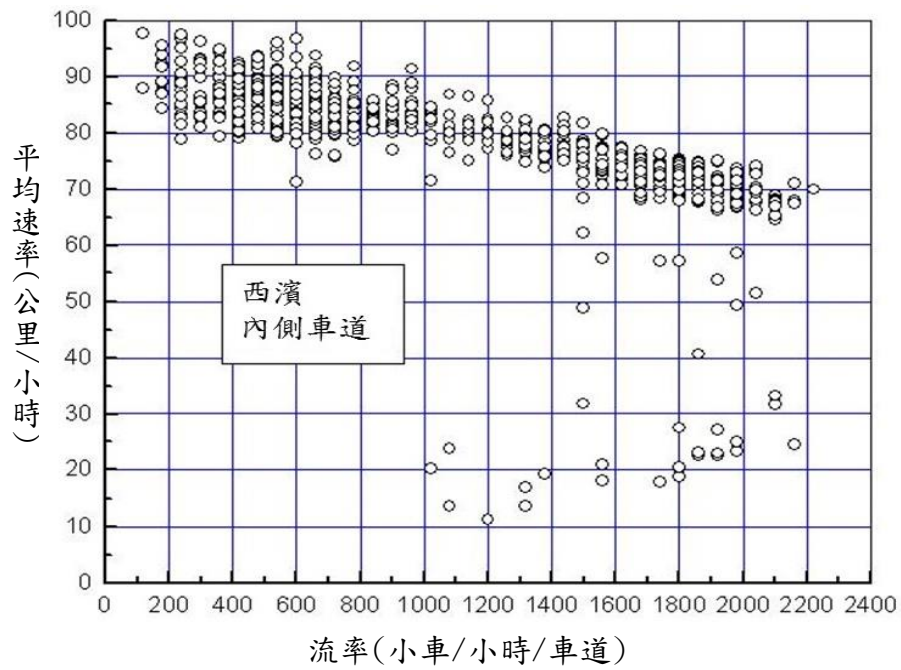


圖 3-7 西濱快速道路內車道 1 分鐘流率與速率關係

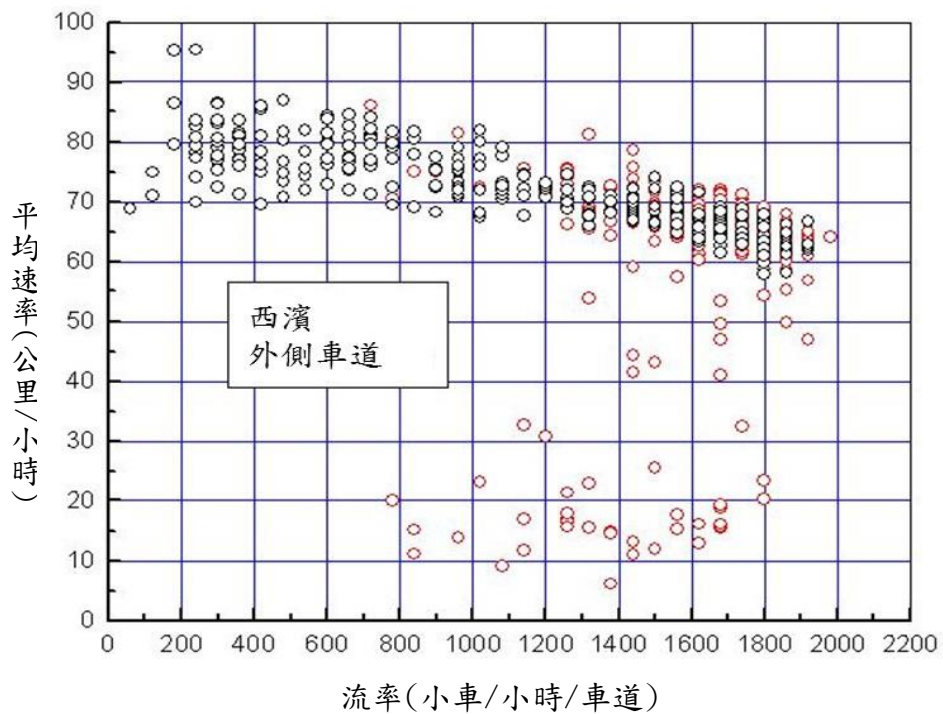


圖 3-8 西濱快速道路外車道 1 分鐘流率與速率關係

3. 因為容量不能確定，其相關之臨界速率(流率等於容量之平均速率)也不能確定。但從上述各圖可知，平均自由速率(密度低、流率趨近零之平均速率)與臨界速率的差距相當大。以圖中平均自由速率大約為 80 公里/小時的流率與速率關係為例，臨界速率顯然會在 65 公里/小時以下。平均自由速率大約為 60 公里/小時的相關臨界速率則可能在 45 公里/小時左右。因此平均自由速率與臨界速率的差距最少大約有 15 公里/小時。如前章圖 2-4 所示，美國多車道公路的平均自由速率能在相當大的流率範圍(0~1,400 小車/小時/車道)保持一穩定值，其相關臨界速率只比平均自由速率低 3~5 英哩/小時(5~8 公里/小時)。
4. 容量為最少能維持 15 分鐘之最高流率期望值。因流率不夠大，所以圖 3-5~3-8 皆以 1 分鐘為單位整合流率與速率關係資料。1 分鐘內之最高流率會高於 15 分鐘內之最高流率，所以這些圖不能直接用來估計容量。
5. 圖 3-7 及 3-8 所屬之現場資料顯示平均自由速率為 80 公里/小時之車道的 5 分鐘流率經常在 1,900 小車/小時左右，平均自由速率為 90 公里/小時之車道的 5 分鐘流率則常超過 2,050 小車/小時。如不受上游號誌化路口的限制，這些經常能維持 5 分鐘的流率應會增高。

機車為主之車道

通常最外側快車道及慢車道之機車占比較高，惟適合探討此類車道流率與速率關係之郊區路段更少。目前本所只曾在竹圍台 2 線、寬 4 公尺、機車占比達 79.5%之最外側快車道蒐集現場資料[15]。圖 3-6 顯示之流率與速率關係特殊，在未進入壅塞狀況之前，平均速率在 0~1,500 機車/小時之流率範圍內隨流率的增加而顯著的下降。流率超過 1,500 機車/小時之後平均速率的下降率則逐漸減少。

3.3.2 2017 年資料

圖 3-7 及 3-8 所示之流率與速率關係屬速限為 80 公里/小時之快速道路。2017 期間蒐集的資料則屬速限 70 公里/小時、臺北市大度路一路段之現場車流狀況。此路段在立德路與承德路七段 401 巷 620 弄兩號誌化路口間，其長度大約 1.47 公里、中央及快慢實體分隔。各行車方向有三個快車道且禁行機車，如圖 3-9 所示。調查對象為西行往淡水方向之快車道、兩調查站的流率與速率關係。上游調查站離承德路交叉口約 124 公尺，下游調查站離立德路交叉口約 345 公尺。

通過下游調查站的車流預期會受到下游號誌紅燈及停等車隊的影響，因而有從穩定狀況進入不穩定狀況的可能。通過上游調查站的車輛包括在綠燈時段中不必減速可通過交叉口之車輛及原來在停等車隊中或受停等車干擾的車輛。在承德路交叉口下游 425 公尺處有“前有測速照相”之警示牌面。照相機設置在此牌面下游 165 公尺之地點。此地點離路段中點約 145 公尺。為了比較之用，本所亦在路段中點用雷射測速槍蒐集小車之自由旅行速率資料。如圖 3-10 所示。

現場調查期間(早上 8:30 到 10:30)通過調查站的流率沒有預期的大。以下游調查站為例，每一分鐘之流率經常不超過 1,800 輛/小時，每五分鐘的流率則很少超過 1,100 輛/小時。雖然流率不大而且下游調查站離下游交叉口 327 公尺，從圖 3-11 可知通過下游調查站三個車道上個別車速有明顯而且類似的週期性。這現象表示通過下游調查站的車速受到下游燈號及停等車隊的影響。面臨紅燈或停等車隊時，通過調查站之車輛依次減速；停等車隊疏解期間，車輛則依次加速。圖 3-12 顯示通過上游調查站的車速也有週期性，但因為下游沒有紅燈的影響，車速很少有低於 50 公里/小時之情形。



圖 3-9 臺北市大度路往淡水方向路況

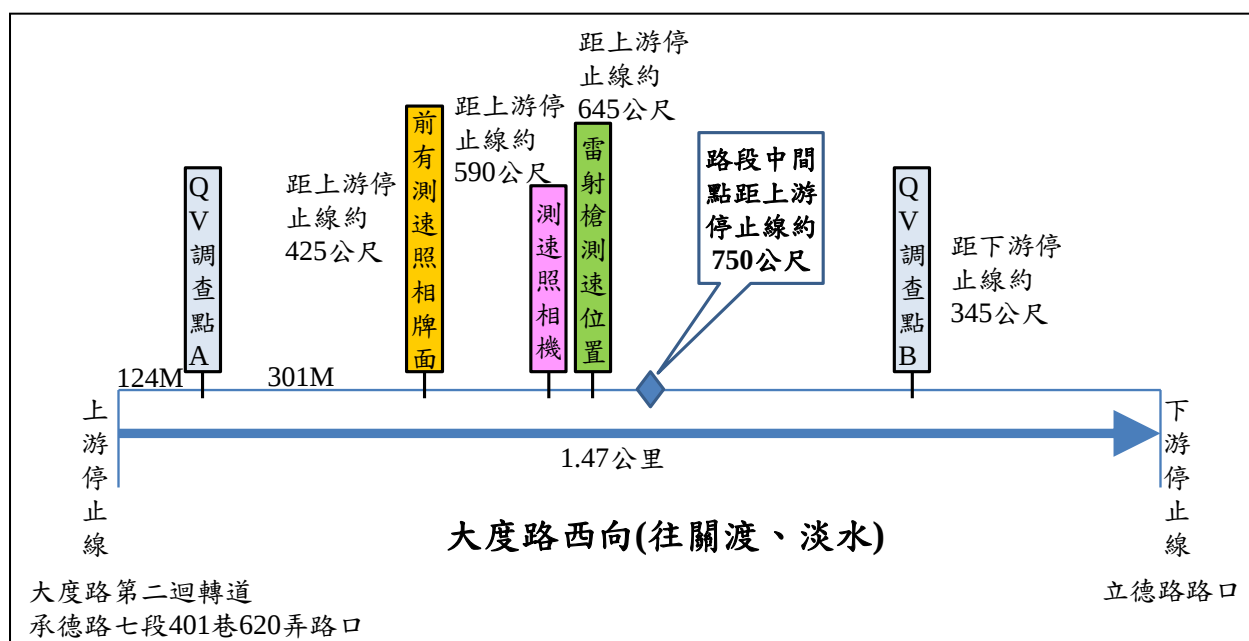


圖 3-10 大度路調查路段相關設施位置

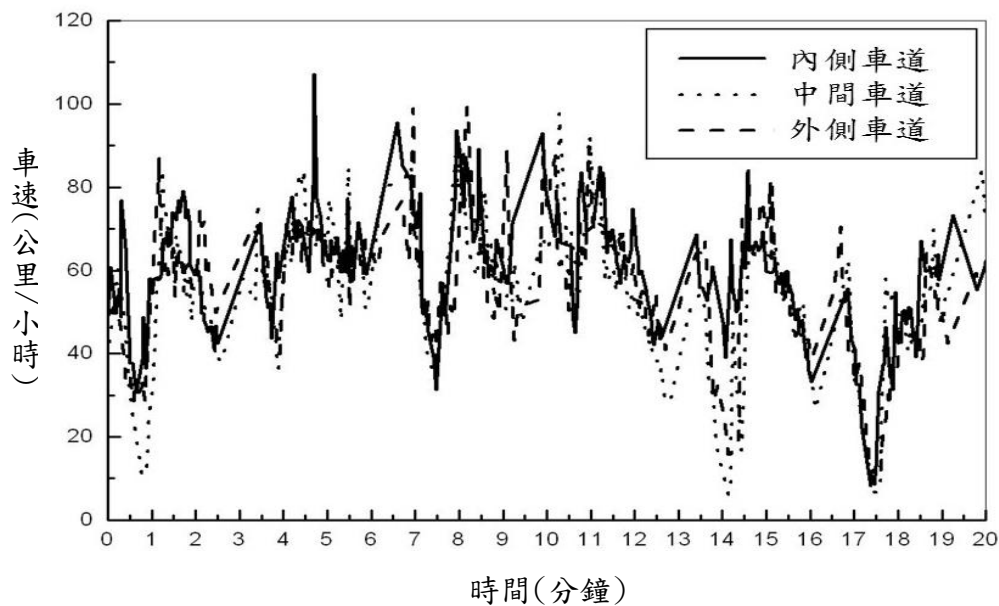


圖 3-11 大度路下游調查站車速隨時間之變化

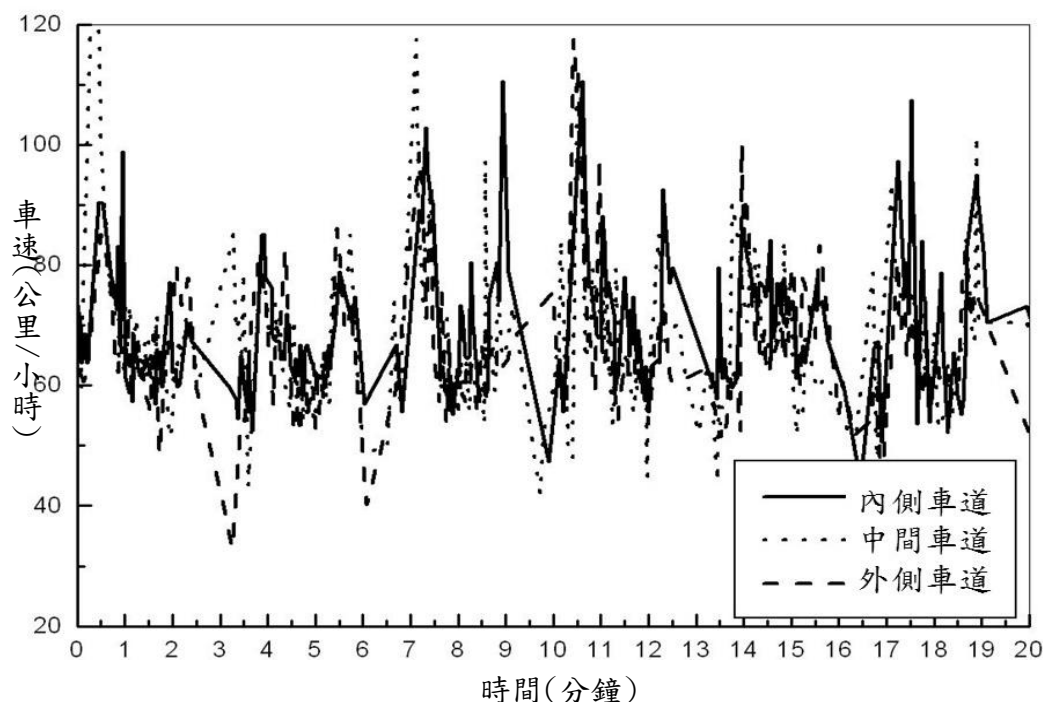


圖 3-12 大度路上游調查站車速隨時間之變化

大度路調查路段雖然快車道禁行機車，但是有些機車仍使用快車道。通過下游調查站各車道之車輛中，機車占 0.57%到 0.76%，小車占 96.35%到 97.97%，貨車的百分比不到 1.3%。

如果將明顯不是在減速車隊中、加速車隊中、壅塞車隊中，而且與前車車距最少 7 秒之車輛當作自由旅行車輛，則通過上下游兩調查站及路段中點之車輛的平均自由旅行速率如表 3.3 所示。

從表 3.3 可知，上下游調查站上之平均自由速率沒有顯著區別。車道的位置對調查站上之平均自由速率也沒有實質的影響。路段中點之平均自由速率特別低的原因可能是離中點不遠之上游有一測速照相機的存在。

因為速率的變化有週期性，探討流率與速率關係時必須將減速、壅塞、加速及大致穩定的車流狀況分開整合。根據現場資料，每一段車流狀況的長度在 25 秒及 140 秒之間。因為各車道有類似之車流狀況，所以本節只用中間車道及內側車道的資料描述調查路段上之流率與速率關係。

圖 3-13 及 3-14 顯示現場流率與速率之組合不夠充分。但從此兩圖可推測，如果進入調查路段的流率高於調查期間的流率，通過下游調查站的流率可能經常高於 1,800 輛/小車/車道，而且臨界速率可能在 60 公里/小時左右。

表 3.3 大度路調查站及路段中點之自由速率

調查地點	車道	自由速率		
		平均(公里/小時)	標準差(公里/小時)	樣本數
上游調查站	內側	75.6	12.7	116
	中間	76.0	13.6	94
	外側	75.7	13.9	120
下游調查站	內側	76.5	10.2	61
	中間	75.9	10.4	46
	外側	75.4	11.6	66
路段中點	內側	69.7	7.4	72

上游調查站上之流率與速率關係比較特殊。圖 3-15 及 3-16 皆顯示流率與速率的組合很顯然的分成兩群。在曲線 x-y 左下方之一群可能是屬於原來在停等車隊中、或深受停等車隊影響之車隊；另一群則屬不必減速就可在綠燈時段中通過交叉口的車輛。這一群車輛經常可以 60 公里/小時之速率行進而不會進入壅塞狀況。這現象也表示臨界速率可能在 60 公里/小時以下。

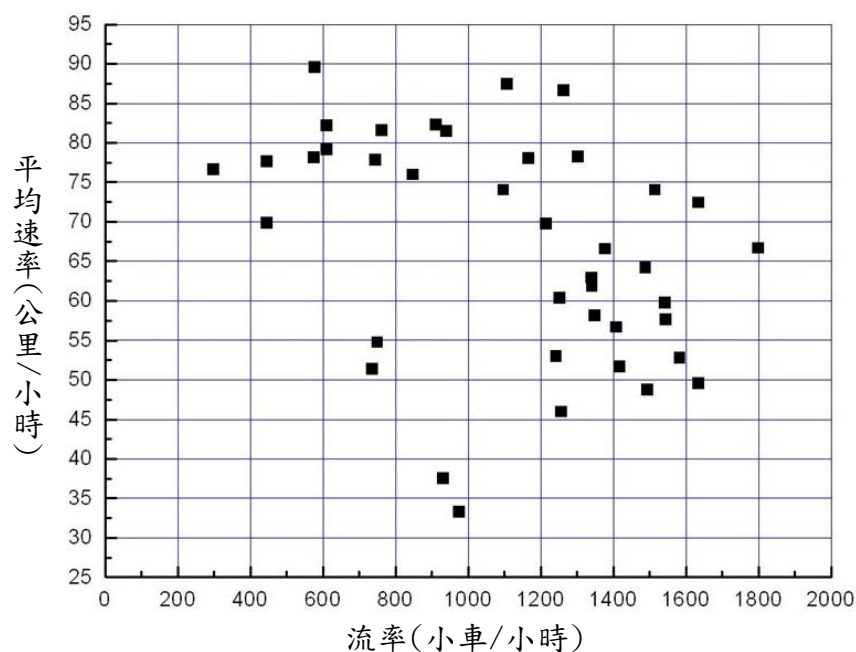


圖 3-13 大度路下游調查站內車道之流率與速率關係

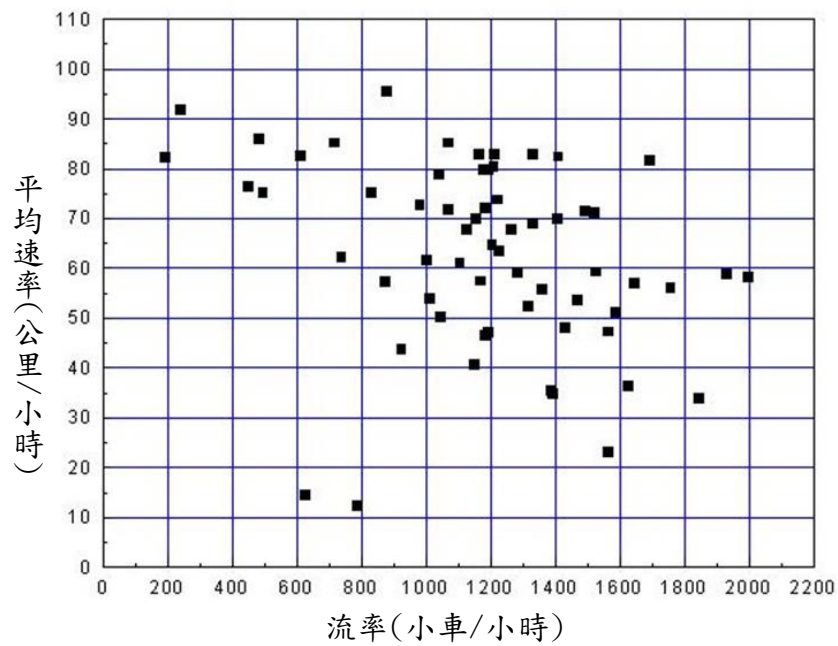


圖 3-14 大度路下游調查站外車道之流率與速率關係

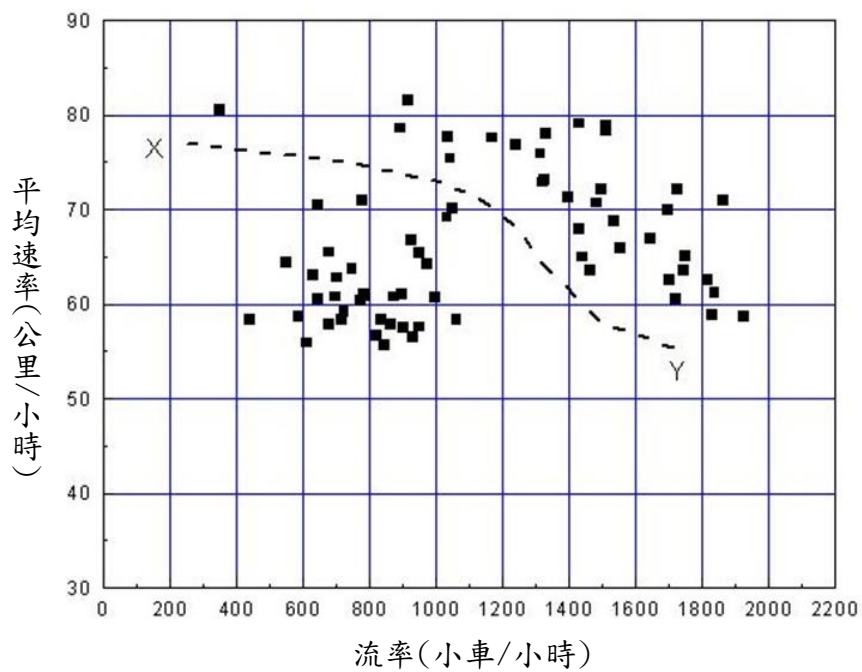


圖 3-15 大度路上游調查站內車道之流率與速率關係

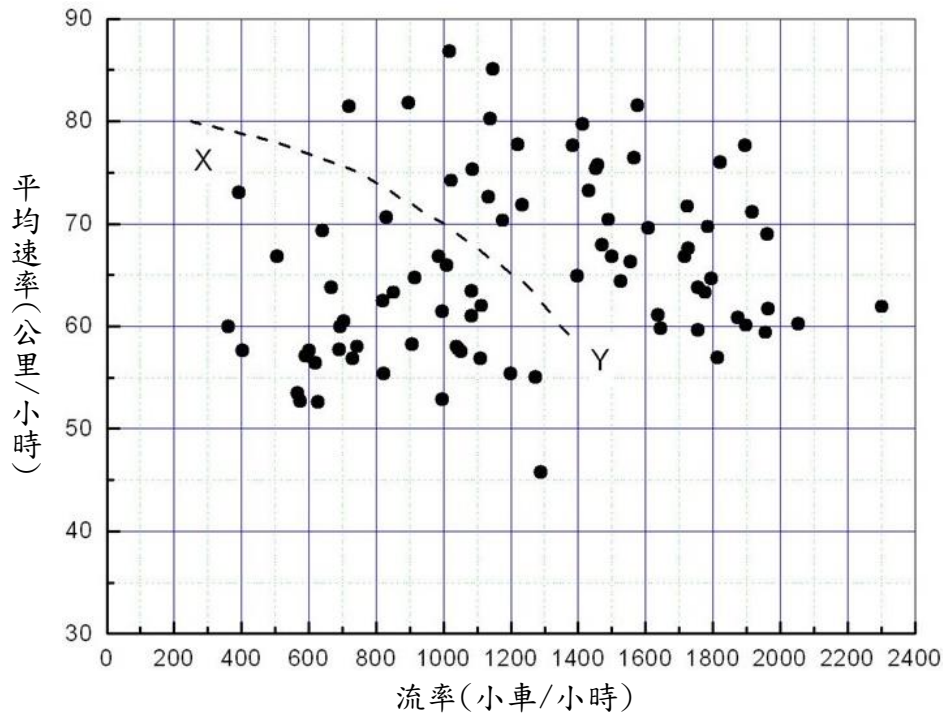


圖 3-16 大度路上游調查站外車道之流率與速率關係

3.3.3 平直路段代表性流率與速率之關係

本計畫根據前述現場資料並參考現場文獻訂定平直路段之代表性流率與速率關係。這些關係有下列的特質：

小車為主之快車道

1. 在未進入壅塞狀況時，流率與速率的關係會有如圖 3-5、3-7 及 3-8 所示之趨勢。流率低時，平均速率受流率影響的程度很低。流率持續增高之後，平均速率的下降程度越高。
2. 美國 TRB 公路容量手冊將平均自由速率 90 公里/小時(約 55 英哩/小時)的多車道公路容量訂為 2,100 小車/小時/車道。西濱快速道路內車道平均自由速率大約為 90 公里/小時，在車流受上游號誌之限制下，其 5 分鐘流率常超過 2,050 小車/小時；不受上游號誌限制時之 15 分鐘流率可能達 2,050 小車/小時。因此本計畫將平均自由速率為 90 公里/小時之平直路段容量訂為 2,050 小車/小時/車道，其相關臨界速率為 70 公里/小時。
3. 臺灣市區高架多車道快速道路的平均自由速率在 75~80 公里/小時之範圍，其容量為 2,050 小車/小時/車道[4]。此容量之相關臨界速

率為 50~55 公里/小時。郊區車輛之跟車車距預期比市區車輛長。所以在其他狀況皆相同時，郊區車道之容量可能低於 2,050 小車/小時。西濱快速道路內側車道上之平均自由速率大約為 80 公里/小時(見圖 3-8)，在上游號誌之限制下，其 1 分鐘流率可達 2,000 小車/小時。本計畫將平均自由速率 80 公里/小時之路段容量訂為 1,975 小車/小時/車道，其臨界速率為 60 公里/小時。

4. 圖 3-5 顯示平均自由速率大約為 60 公里/小時之路段的 1 分鐘流率可超過 1,800 小車/小時。在車流不受上游號誌限制之情況下應有較高的流率。本計畫將其容量及臨界速率各訂為 1,825 小車/小時/車道及 46 公里/小時。
5. 平均自由速率較高的路段通常有較高的容量，所以平均自由速率 70 公里/小時之路段容量可能在 1,825 及 1,975 小車/小時/車道之間。本計畫將這種路段的容量訂為 1,900 小車/小時/車道，其臨界速率為 52 公里/小時。TRB 之公路容量手冊亦採用 1,900 小車/小時/車道之容量。
6. 進入壅塞狀況之後的流率與速率關係比較複雜，其中一原因是進入壅塞狀況時之流率常分佈在一相當大的範圍，另一原因是壅塞之後車輛加減速頻繁，而且加速與減速時之流率與速率關係又可能有大的差異。如圖 3-17 及 3-18 所示，高速公路車流進入壅塞之後，一特定流率之情況下的速率變異常在 20 公里/小時之範圍內。以圖 3-18 之永康路段為例，流率為 1,200 小車/小時/車道時之壅塞速率常在 30~50 公里/小時之範圍，流率為 1,800 小車/小時/車道時之壅塞速率常在 45~60 公里/小時之間。圖 3-19 亦顯示郊區雙車道公路之壅塞狀況有類似的性質。根據國道 1、3 及 5 高速公路及圖 3-19 雙車道公路的資料，圖 3-20 顯示壅塞狀況下且流率相同時，雙車道公路的壅塞速率比高速公路低。由於預期多車道公路的壅塞速率會在高速公路及雙車道公路之間，因此本計畫用圖 3-20 粗線條的曲線代表可能的流率與速率關係。

根據上述性質所建立的代表性流率與速率關係如圖 3-21 所示，其中未進入壅塞狀況之前的關係可用來協助規劃、設計及評估交通運作績效。進入壅塞狀況後之情況有很大變異性。圖 3-21 中之壅塞流率與速率關係只是一可能的狀況，沒有規劃及設計之應用價值。

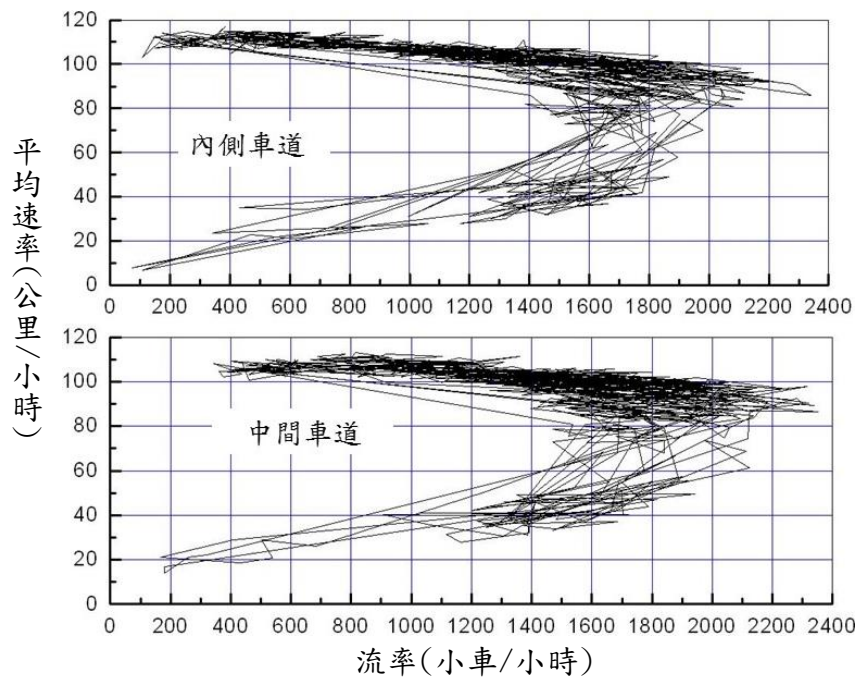


圖 3-17 高速公路永康南下流率與速率關係

資料來源：[12]

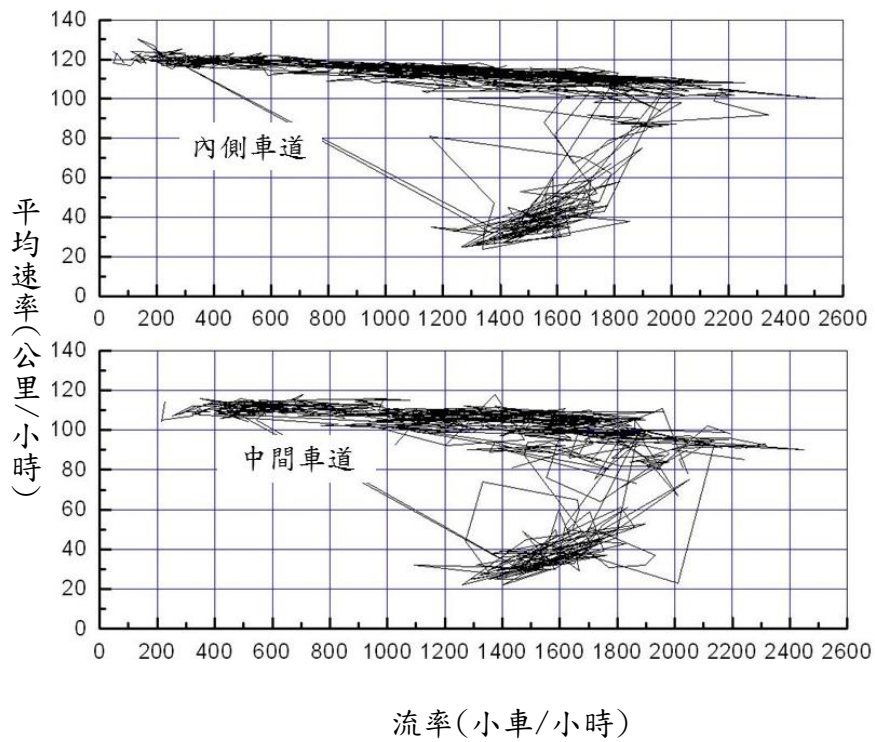


圖 3-18 高速公路竹山北上流率與速率關係

參考來源：[12]

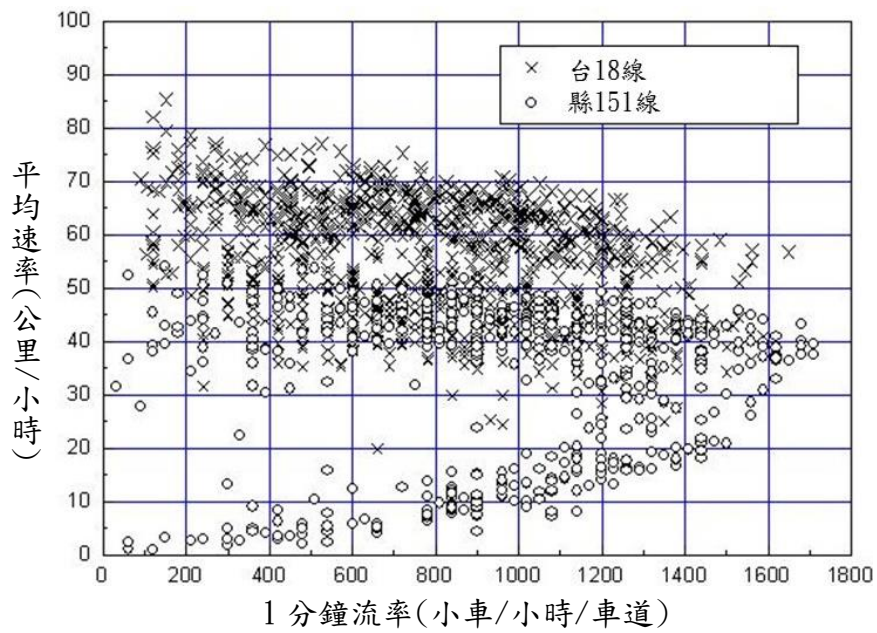


圖 3-19 郊區雙車道公路流率與速率關係

參考來源：[11]

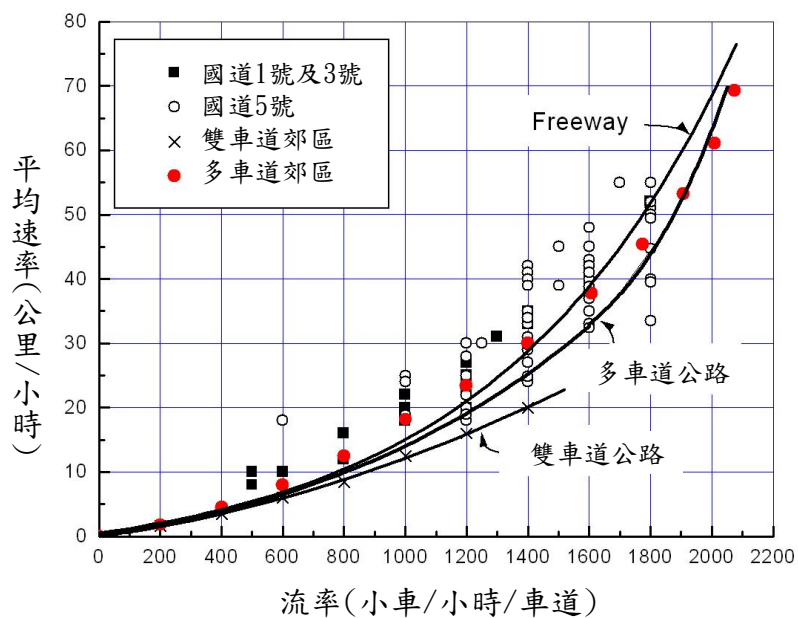


圖 3-20 壅塞狀況下流率與速率之常見關係

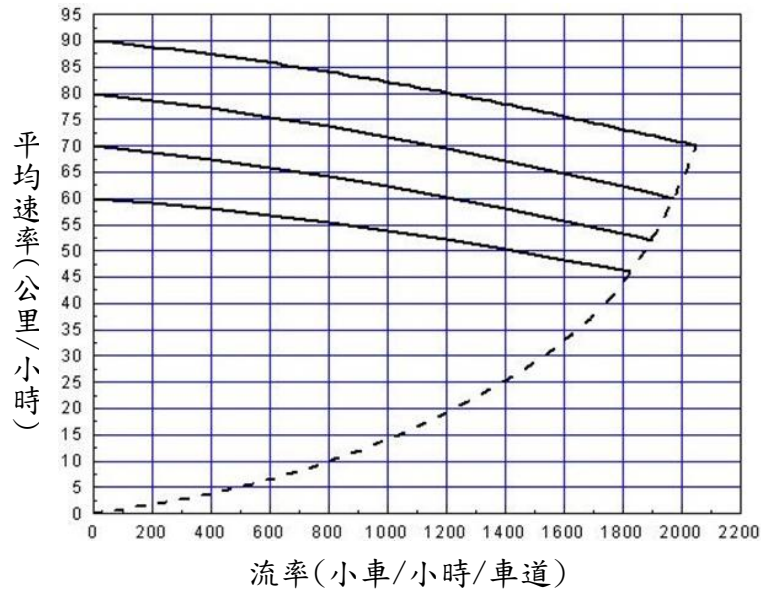


圖 3-21 代表性流率與速率關係(快車道)

平均自由速率已知時，代表性容量及相關之臨界速率可估計如下：

$$Q_{max} = 1,375 + 7.5V_f \quad (3.3)$$

$$V_c = 52 - 0.7V_f + 0.01V_f^2 \quad (3.4)$$

此兩式中，

Q_{max} = 容量(小車/小時/車道)；

V_c = 臨界速率(公里/小時)；

V_f = 平均自由速率(公里/小時)。

根據 Q_{max} 、 V_c 及 V_f ，平均速率可從已知之流率估計如下：

$$V = V_{90} - 90 + V_f - \beta Q / Q_{max} \quad (3.5)$$

此式中，

V = 平均速率(公里/小時)；

Q = 流率(小車/小時/車道)；

V_{90} = 平均自由速率為 90 公里/小時之路段在流率為 Q 時之平均速率(公里/小時)；

β = 速率調整值(公里/小時)。

式 3.5 中之 V_{90} 可估計如下：

$$V_{90} = 98.05 - \frac{60.709}{1 + e^{-(Q - 2,227.4)/1,185.3}} \quad (3.6)$$

速率調整值可根據下式來估計：

$$\beta = 8.05 - V_c + V_f - \frac{60.709}{1 + e^{-(Q_{max} - 2,227.4)/1,185.3}} \quad (3.7)$$

機車為主之車道

目前唯一從現場資料建立的機車為主之車道流率與速率關係如前述圖 3-6 所示，該車道為最外側快車道，機車占比達 79.5%。機車為主之車道其流率與速率關係除了受速限之影響之外，也深受車道寬的限制。

郊區機車流率通常不夠高，因此不容易從現場資料探討機車為主之車道其流率與速率關係。2003 年本所之研究計畫[15]根據模擬結果指出機車為主之車道，平均自由速率在 40~65 公里/小時範圍內時，3 公尺寬的容量可能在 7,000 機車/小時到 7,600 機車/小時之間，4 公尺寬的容量則可達 7,300 到 8,600 機車/小時。這些容量之相關臨界速率在 30~47 公里/小時之範圍內。

「2011 臺灣公路容量手冊」第十八章機車專用道指出停等機車從號誌化路口疏解時之飽和流率可估計如下：

$$S = 4,836 + 1,900W_{90} \quad (3.8)$$

此式中，

S = 飽和流率(機車/小時)；

W_{90} = 使用率占 90%之車道寬(公尺)。

從式 3.8 可知，如果 W_{90} 等於 4 公尺，則飽和流率高達 12,436 機車/小時。但是停等車流通過路口之後一般有擴散之現象。換言之，20 秒鐘內能從路口疏解的機車隊需要較長的時間才能全部通過下游一定點。以在臺北市承德路觀察到的現象為例，74 輛機車在 20 秒內從路口疏解之後，需要 34 秒才能全部通過下游 160 公尺處之一定點。從這現象可推測非阻斷性車流且機車為主之車道容量可能不超過飽和流率的 60%。

3.4 坡度路段自由速率

2017 年本所在下列三坡度路段蒐集不同車種之自由速率資料：

1. 台 13 線往三義交流道之路段

此路段之速限為 60 公里/小時，中央標線分隔。單向有二快車道(車道寬：3.5 公尺及 3.8 公尺)。調查地點坡度大約在 2%及 6%之間。

2. 台 74 甲線南下往彰化之路段

此路段之速限為 70 公里/小時，中央及快慢實體分隔。單向有二快車道且禁行機車(車道寬：3.5 公尺)及一慢車道(車道寬 2.8 公尺)。調查地點坡度大約在 3%及 9%之間。

3. 台 74 甲線北上往台中之路段

此路段之速限及幾何設計與上述南下路段相同。

本所在上述各路段選擇 4 地點(A、B、C 及 D)用影像處理蒐集個別車輛之自由速率資料。這些路段有號誌化路口。為了減少號誌化路口對速率的影響，調查地點須儘量遠離路口。因此兩端點調查站(A 及 D)之間的距離很有限。台 74 甲線北上兩端點站之距離最長，但是也只有 555 公尺。其他兩路段的調查站只跨越大約 390 公尺長的路段。各路段的調查地點及縱切面之高程及坡度如圖 3-22、3-23 及 3-24 所示。

現場資料所顯示之自由速率特性列於表 3.4、3.5 及 3.6 中。從這些表可知調查路段很少有大客車，因此調查地點缺乏大客車的樣本。全聯結車幾乎不存在，因此沒有樣本。此外，小車在所有調查地點皆顯示有最高之平均自由速率；機車有次高速率的趨勢；半聯結車之速率最低。個別車輛自由速率的變異性相當顯著，其標準差常在 9~13 公里/小時之範圍。現場資料顯示，三義路段調查地點 A 小車平均速率為 65.5 公里/小時之情況下，最高及最低自由速率各為 85 公里/小時及 43.5 公里/小時。同一地點機車之最高及最低自由速率各為 79 公里/小時及 22.6 公里/小時，其變異範圍超過 55 公里/小時。

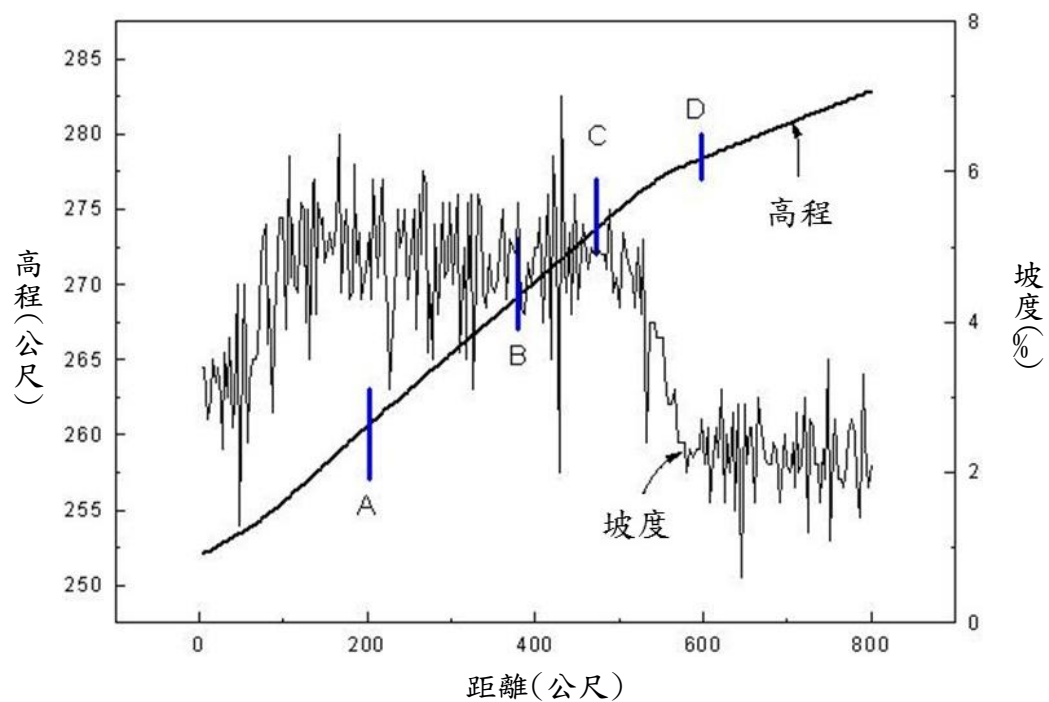


圖 3-22 台 13 線三義路段調查地點及路段縱切面之高程及坡度

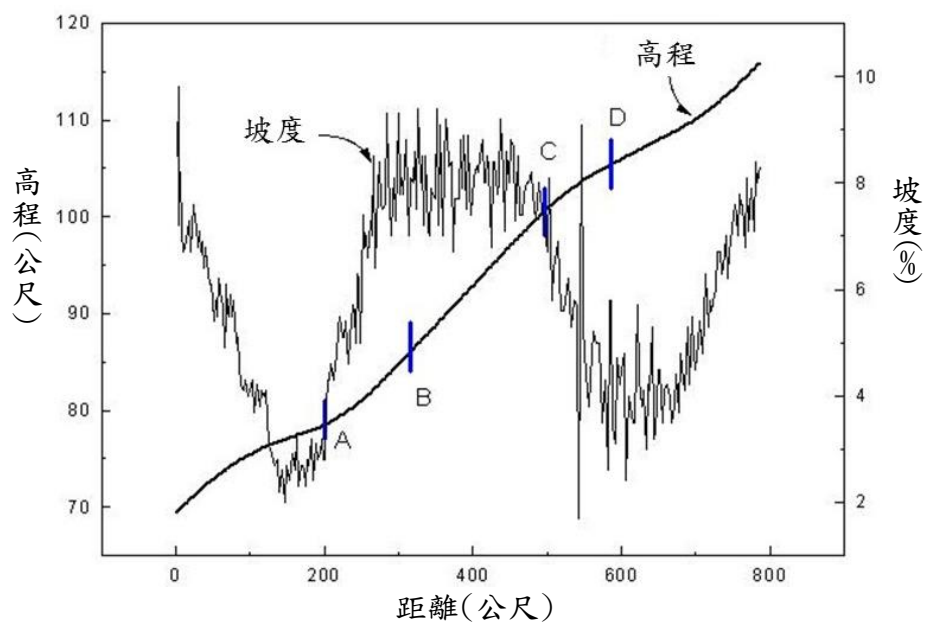


圖 3-23 台 74 甲線南下路段調查地點及路段縱切面之高程及坡度

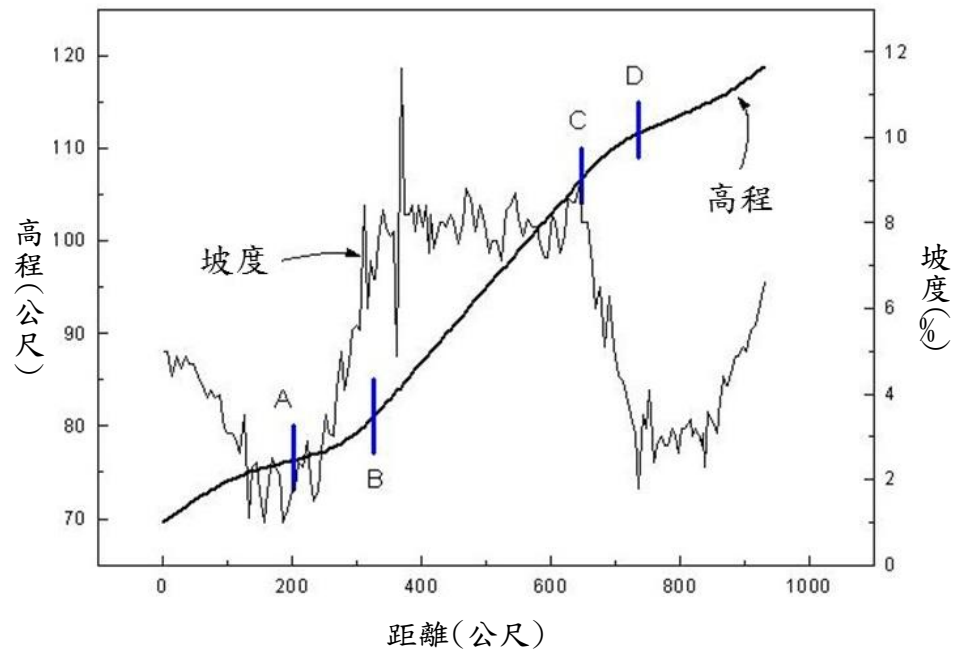


圖 3-24 台 74 甲線北上路段調查地點及路段縱切面之高程及坡度

表 3.4 台 13 線三義路段自由速率

調查地點	車種	自由速率		
		平均值(公里/小時)	標準差(公里/小時)	樣本數
A	小車	60.8	8.5	60
	機車	49.2	11.7	60
	大客車	45.3	10.3	24
	大貨車	43.4	11.2	60
	半聯結車	37.2	8.5	60
B	小車	62.8	9.4	60
	機車	56.0	12.4	60
	大客車	58.5	9.1	25
	大貨車	46.7	11.6	60
	半聯結車	41.1	9.0	60
C	小車	63.3	10.4	60
	機車	55.4	13.2	60
	大客車	51.5	12.2	23
	大貨車	46.6	11.4	60
	半聯結車	40.6	9.5	60
D	小車	61.3	7.3	60
	機車	52.3	12.7	60
	大客車	51.8	5.4	19
	大貨車	43.1	9.7	60
	半聯結車	40.2	8.5	60

表 3.5 台 74 甲南下坡度路段自由速率

調查地點	車種	自由速率		
		平均值(公里/小時)	標準差(公里/小時)	樣本數
A	小車	74.0	7.7	60
	機車	57.8	15.6	60
	大客車	56.3	15.7	7
	大貨車	60.2	12.8	60
	半聯結車	52.4	11.8	60
B	小車	69.5	8.1	60
	機車	50.9	11.1	60
	大客車	54.5	10.0	11
	大貨車	51.1	9.5	60
	半聯結車	46.1	14.1	60
C	小車	65.4	9.9	59
	機車	51.7	10.5	60
	大客車	44.5	7.9	10
	大貨車	44.9	12.2	60
	半聯結車	35.9	13.4	60
D	小車	67.3	9.5	60
	機車	54.3	12.2	60
	大客車	46.2	6.9	11
	大貨車	48.9	11.0	60
	半聯結車	34.6	13.2	60

表 3.6 台 74 甲北上坡度路段自由速率

調查地點	車種	自由速率		
		平均值(公里/小時)	標準差(公里/小時)	樣本數
A	小車	65.5	11.1	66
	機車	55.8	11.0	60
	大客車	-	-	-
	大貨車	43.4	9.3	60
	半聯結車	44.3	12.2	60
B	小車	75.3	9.5	60
	機車	60.3	13.3	60
	大客車	65.5	8.8	12
	大貨車	57.9	11.2	60
	半聯結車	53.2	12.8	60
C	小車	56.9	9.6	60
	機車	49.4	9.7	60
	大客車	36.9	11.5	15
	大貨車	36.5	11.8	60
	半聯結車	32.8	11.8	60
D	小車	65.5	11.0	66
	機車	55.8	11.0	60
	大客車	-	-	-
	大貨車	43.4	9.3	60
	半聯結車	44.3	11.0	60

圖 3-25、3-26 及 3-27 顯示各車種平均自由速率隨地點的變化相當類似。從這現象可推測坡度大的路段對各車種的自由速率有顯著並且相似的影響。以圖 3-26 之小車、大貨車及聯結車為例，這些車輛上坡時自由速率的降低程度皆在 20 公里/小時左右。

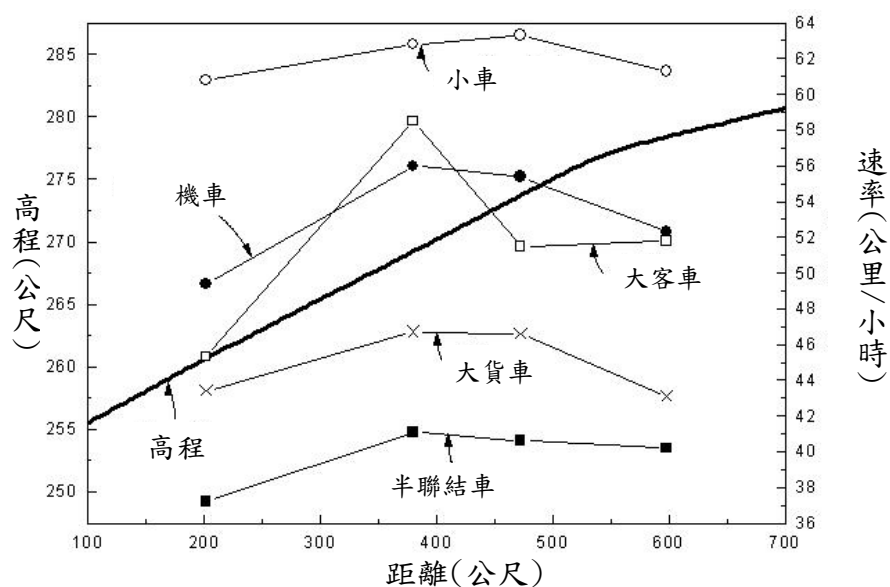


圖 3-25 台 13 線三義路段平均自由速度隨地點之變化

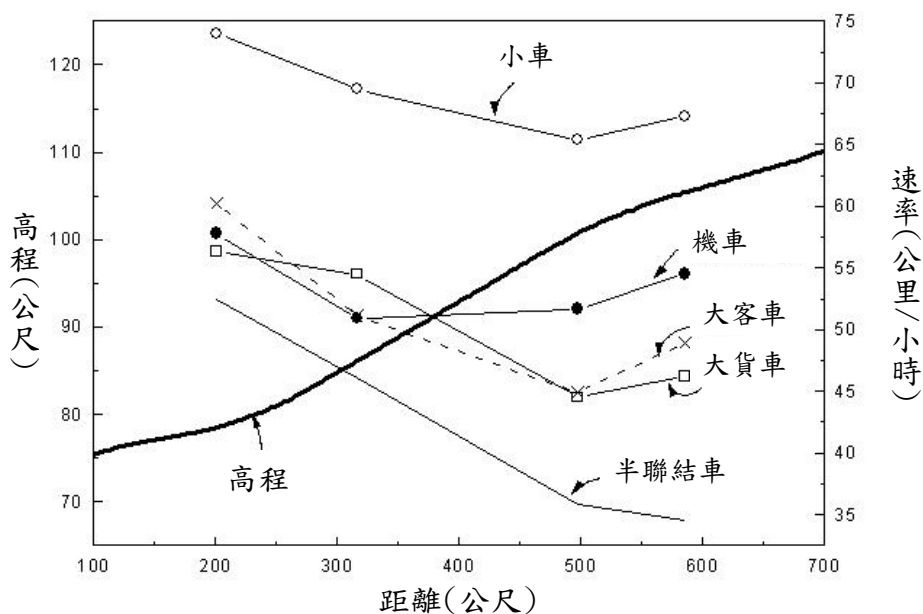


圖 3-26 台 74 甲線南下路段平均自由速度隨地點之變化

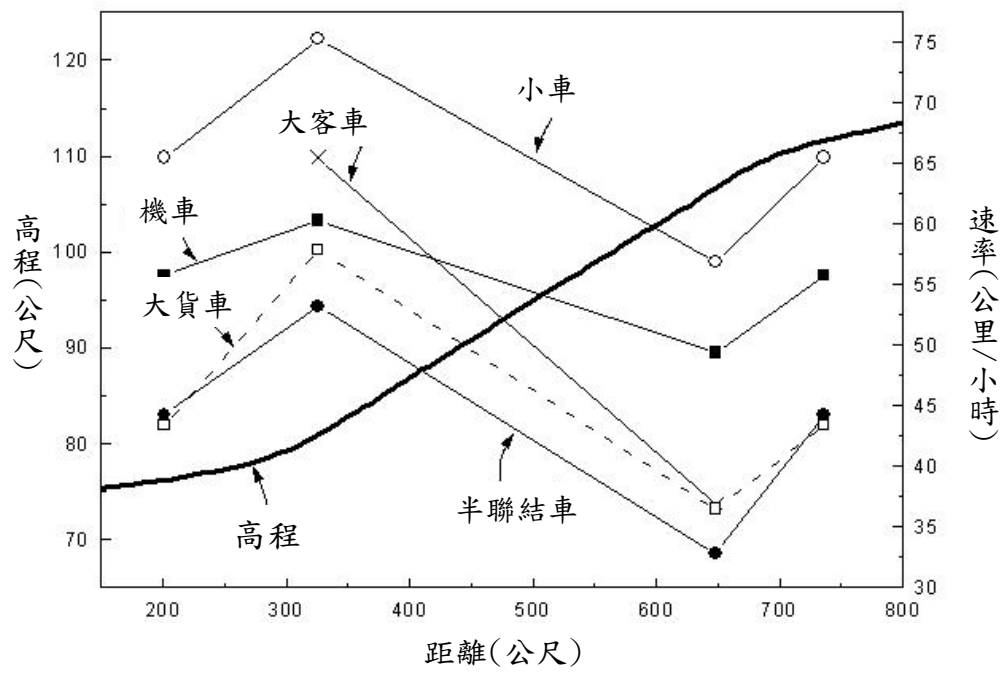


圖 3-27 台 74 甲線北上路段平均自由速度隨地點之變化

第四章 2017HTSS 模式之微調

4.1 背景

2017HTSS 模式沿用 2016HTSS 模式的架構及絕大部份之模擬邏輯。但 2016HTSS 模式只曾用郊區雙車道公路之車流特性微調過。2017HTSS 模式則須進一步用第三章所述郊區多車道公路的車流特性加以微調。此工作包括下列三項目：

1. 根據郊區多車道平坦路段自由速率特性，訂定模擬自由速率之邏輯。
2. 根據郊區多車道平直路段之流率與速率關係，微調跟車邏輯。
3. 根據郊區多車道坡度路段上之自由速率，訂定適用的代表性車輛總重及馬力。

本章說明微調 2017HTSS 模式之工作細節及成果。

4.2 自由速率

第三章所描述的自由速率特性可以直接使用相關之分析性模式納入 2017HTSS 模式。此工作包括：

1. 根據號誌化路口間距及表 3.2 之迴歸公式訂定代表性平均自由速率。
2. 將代表自由速率分布的式 3.1a~3.1c 及式 3.2a~3.2c 轉換成下列公式以模擬個別車輛之自由速率：

小車及大車

$$V_f = V_m [0.9965 - 0.0877 \ln(\frac{1.0482}{R + 0.0234} - 1)] \quad (4.1)$$

機車

$$V_f = V_m [0.9988 - 0.1643 \ln(\frac{1.0413}{R + 0.0300} - 1)] \quad (4.2)$$

上兩式中，

V_f = 個別車輛之自由速率(公里/小時)；

V_m = 從表 3.2 之迴歸公式所估計，各車種之平均自由速率(公里/小時)。

因為代表性自由速率並不一定適用於每一路段，2017HTSS 模式讓模

式之使用者用輸入資料更改式 4.1 及式 4.2 中之平均自由速率 V_m 。

4.3 跟車邏輯

2016HTSS 模式所用的跟車邏輯很複雜，相關的微調工作相當困難。2017HTSS 模式改用一比較單純的邏輯。但這兩模式的跟車邏輯皆根據緩衝距離的觀念。跟車邏輯的基本假設是駕駛員會不斷的調整速率以讓兩車速率相同時能維持一適當的緩衝距離。

一車跟隨另一車時，在任何一瞬間的距離不能短於 D_{min} 。此距離代表兩車停等時前車車尾與後車車頭之距離。此距離隨駕駛員特性及車種而異，小車及大車所屬的平均值大約是 2 公尺。機車之 D_{min} 大約在 0.5 公尺與 1 公尺之間，速率越高，兩車的距離也越長。跟車距離超過 D_{min} 之部分稱為緩衝距離。兩車速率相同時所欲維持的緩衝距離可稱為平衡緩衝距離。

後車之加、減速行為隨實際的緩衝距離，欲維持之平衡緩衝距離及前、後車之個別速率等因素而變化。2017HTSS 模式將跟車行為分成兩類型來模擬，一類型屬後車車速高於或等於前車車速的情形；另一類型屬後車車速低於前車車速的情形。

4.3.1 後車車速高於或等於前車車速($V_2 \geq V_1$)

假設在一瞬間時，前、後車有下列狀況：

X_1, X_2 = 前、後車頭與上游一參考點之個別距離($X_1 > X_2$)；

V_1, V_2 = 前、後車之個別速率(公尺/秒)；

$V = \text{Min}(V_1, V_2) = V_1$ 及 V_2 之較小值；

S_V = 速率為 V 時所需之平衡緩衝距離(公尺)；

S_a = 實際緩衝距離(公尺)；

L_1 = 前車車長(公尺)；

D_{min} = 後車停在前車後面時欲保持之最短距離(公尺)；

A_c = 正常行駛狀況下，後車欲採用之舒適減速率(-2.1~-3.7 公尺/秒²)；

在上述狀況下，後車之實際緩衝距離 S_a 可估計如下：

$$S_a = X_1 - L_1 - D_{min} - X_2 \quad (4.3)$$

在任何一瞬間的加、減速行為隨所需之平衡緩衝距離 S_V 及實際緩衝

距離 S_a 而變。

1. 實際距離小於或等於所需距離($S_a \leq S_v$)

如果實際緩衝距離不夠長，2017HTSS 模式假設後車需在 T_1 秒內將緩衝距離拉長到所需之 S_v 。在這情況下所需採用的減速率 A_2 (公尺/秒²)可估計如下：

$$A_2 = - \frac{2[S_v - S_a - (V_1 - V_2)T_1]}{T_1^2} \quad (4.4)$$

2. 實際距離大於所需距離($S_a > S_v$)

如果實際距離大於所需距離，2017HTSS 模式假設後車期望將速率從 V_2 減到 V_1 ，並在兩車速率相同時，將緩衝距離減短 $S_a - S_v$ 。假設在這過程中，前車保持同樣的速率 V_1 ，則後車所需的減速率為：

$$A_2 = - \frac{(V_2 - V_1)^2}{2(S_a - S_v)} \quad (4.5)$$

如果從式 4.5 所得之 A_2 小於後車駕駛員在正常狀況下所欲採用的舒適減速率 A_c ，則後車需採用 A_2 以避免在下一瞬間需採用更不舒適的減速率。

另一方面，如果從式 4.5 所得的 A_2 大於舒適減速率 A_c ，則表示後車有足夠的空間可加速或維持目前的速率 V_2 。在這情況下，2017HTSS 估計目前所能維持之最高速率。此最高速率必須能讓後車以舒適的減速率 A_c 將速率從 V_2 降到 V_1 ，並在兩車速率相同時能維持所需之平衡緩衝距離 S_v 。此條件可用下式來代表：

$$X_2 + (V_2)_{\max} t + \frac{1}{2} A_c t^2 + S_v = X_1 - L_1 - D_{\min} + V_1 t \quad (4.6)$$

此式中，

$(V_2)_{\max}$ = 瞬間最高可採用之速率(公尺/秒)；

$t = [V_1 - (V_2)_{\max}]/A_c$ = 減速所需時間(秒)。

從式 4.6 所得之 $(V_2)_{\max}$ 為：

$$(V_2)_{\max} = V_1 + \sqrt{2 A_c (S_v - S_a)} \quad (4.7)$$

式 4.7 之 $(V_2)_{\max}$ 可能高於、等於或低於目前瞬間的速率 V_2 。2017HTSS

模式假設後車欲在 T_2 秒鐘內將速率從 V_2 調整到 $(V_2)_{max}$ ，其相關之加減速率為：

$$A_2 = \frac{(V_2)_{max} - V_2}{T_2} \quad (4.8)$$

4.3.2 後車速率低於前車速率($V_2 < V_1$)

當後車速率低於前車速率時，後車所需的緩衝距離受制於後車之速率 V_2 。2017HTSS 模式假設後車欲在 T_3 秒鐘內加速或減速以消除實際緩衝距離 S_a 與所需緩衝距離 S_v 之差距，其相關之加、減速率可估計如下：

$$A_2 = \frac{2(S_a - S_v + V_1 T_3 - V_2 T_3)}{T_3^2} \quad (4.9)$$

如 A_2 大於零，後車可採用 A_2 來加速。如 A_2 小於零，則後車須減速以拉長緩衝距離。但因前車車速 V_1 較快，後車可能維持速率 V_2 ，或只稍微降低速率，讓前車繼續以較高的速率拉長距離。在此情況下，2017HTSS 模式將採用的減速率設定為 $V_1 - V_2 + A_2$ 。

4.3.3 緊急情況之加減速率

上述不同情況下之 A_2 不能讓下一瞬間的車速變成負值。2017HTSS 模式亦將減速率之最小值設定為 -4.5 公尺/秒²。此外，前車突然剎車停下時，後車在一反應時間內的加、減速率也有限制。例如反應時間內為避免撞車所須採用之減速率為 -3 公尺/秒²，而 A_2 為 -2 公尺/秒²，則需採用之減速率為 -3 公尺/秒²。緊急情況下，在反應時間內能容許之最高加速率可根據下式來估計：

$$X_1 - \frac{V_1^2}{2d_1} - L_1 - D_{min} = X_2 + V_2 t + \frac{a_{max} t^2}{2} - \frac{(V_2 + a_{max} t)^2}{2d_2} \quad (4.10)$$

此式中，

d_1 = 前車之緊急減速率(代表值：3.5 公尺/秒²)

d_2 = 後車欲採用之減速率(代表值：3.5 公尺/秒²)

t = 後車反應時間(0.55 秒~1.05 秒)；

a_{max} = 在反應時間內為避免撞車所允許之最高加速率(負值表示需減速)。

式 4.10 假設前車以 d_1 減速停車時，後車在反應時間內可繼續以 a_{max} 加速(或減速)，然後以 d_2 減速停在前車之後。停車時兩車的距離等於 D_{min} 。如果沒有 a_{max} 可滿足式 4.10 所代表之條件，則後車須以一最大減速率(-4.5 公尺/秒²)減速。否則應採用之加、減速率設定為 A_2 及從式 4.10 所得之 a_{max} 的最小值。

4.3.4 小車之平衡緩衝距離 S_v

應用上述跟車邏輯之前必須設定平衡緩衝距離 S_v 。小車跟隨另一小車時的平衡緩衝距離可根據圖 3-21 或式 3.3~3.7 的代表性流率與速率關係估計如下：

$$S_v = \frac{1,000 Q}{V} - L - D_{min} \quad (4.11)$$

此式中，

S_v = 速率 V 公里/小時所需之平衡緩衝距離(公尺)；

Q = 速率 V 公里/小時之相關流率(小車/小時)；

L = 平均小車車長(4.5 公尺)；

D_{min} = 前、後車停等時之距離(2 公尺)。

在未進入壅塞狀況之前的流率與速率關係隨路段之平均自由速率而變。因此式 4.11 所代表之速率 V 與平衡緩衝距離 S_v 的關係也隨平均速率而變；直接用式 4.11 來模擬車流也因而相當困難。

平衡緩衝距離可轉換如下：

$$D_v = \frac{S_v}{S_c} \quad (4.12)$$

此式中，

D_v = 正常化平衡緩衝距離；

S_v = 速率 V 公里/小時之平衡緩衝距離(公尺)；

S_c = 速率等於臨界速率(流率等於容量)之平衡緩衝距離(公尺)。

速率 V 也可轉換如下：

$$u = \frac{V - V_c}{V_f - V_c} \quad (4.13)$$

此式中，

u = 正常化速率；

V = 瞬間速率(公里/小時)；

V_c = 臨界速率(公里/小時)；

V_f = 平均自由速率(公里/小時)。

從圖 4-1 可知，車流在穩定狀況時，正常化平衡緩衝距離與正常化速率的關係幾乎不隨路段的平均自由速率而變。因此這關係可用來模擬任何平均自由速率在 40~70 公里/小時範圍內之車流。另一方面，2017HTSS 模式用單一的流率與速率關係模擬壅塞狀況之車流(見圖 3-20 及 3-21)。因此壅塞狀況下之平衡緩衝距離及速率不必正常化，如圖 4-2 所示。

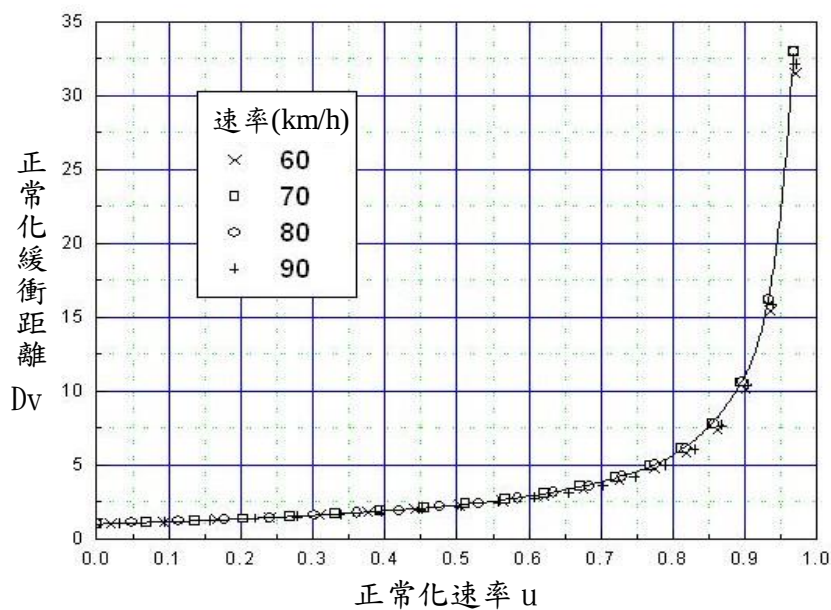


圖 4-1 穩定狀況下小車正常化平衡緩衝距離與正常化速率之關係

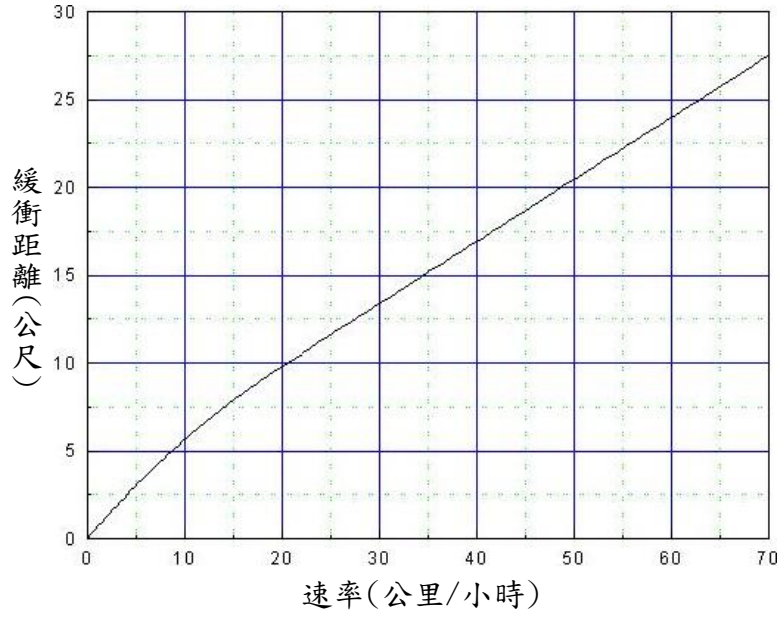


圖 4-2 壅塞狀況下小車平衡緩衝距離與速率之關係

根據圖 4-1 及圖 4-2 所示之關係，2017HTSS 模式模擬小車平衡緩衝距離的邏輯採用下列公式：

穩定狀況 ($V \geq V_c$)

如 $u < 0.394$ ，則

$$S_v = \beta_1 S_c \left(0.4629 + \frac{11.3151}{1 + e^{-\frac{u - 1.1369}{0.3792}}} \right) \quad (4.14a)$$

如 $0.394 \leq u < 0.721$ ，則

$$S_v = \beta_1 S_c \left(1.3402 + \frac{22.8838}{1 + e^{-\frac{u - 1.0934}{0.1881}}} \right) \quad (4.14b)$$

如 $0.721 \leq u < 0.894$ ，則

$$S_v = \beta_1 S_c \left(3.2755 + \frac{97.2345}{1 + e^{-\frac{u - 1.0971}{0.0806}}} \right) \quad (4.15c)$$

如 $0.894 \leq u < 1.0$ ，則

$$S_v = \beta_1 S_c \left(8.2774 + 1.5106 e^{\frac{u - 0.8813}{0.0307}} \right) \quad (4.15d)$$

壅塞狀況($V < V_c$)

如 $V \leq 22.1$ 公里/小時，則

$$S_v = \beta_1 \left(-42.6681 + \frac{60.2631}{1 + e^{\frac{V + 17.5290}{19.6950}}} \right) \quad (4.16a)$$

如 $V > 22.1$ 公里/小時，則

$$S_v = \beta_1 \left(-239.2701 + \frac{493.2601}{1 + e^{\frac{V - 12.9511}{349.6901}}} \right) \quad (4.16b)$$

上述各式中的 β_1 代表個別車輛所需平衡緩衝距離之變異性。此變異性之分佈類似小車自由速率之分佈，其值用下列公式來模擬：

$$\beta_1 = 1.0118 - 0.0915 \ln \left(\frac{1.0654}{1.0204 - Agg} - 1 \right) \quad (4.17)$$

式 4.17 中之 Agg 代表駕駛員之冒險性指數，其值均勻分配在 0 及 1 之間。

4.3.5 跟車邏輯參數 T_1 、 T_2 及 T_3

上述跟車邏輯中，式 4.4 的 T_1 、式 4.8 的 T_2 及式 4.9 的 T_3 可根據圖 3-21 代表性流率與速率的關係來微調。此工作先用假設的 T_1 、 T_2 及 T_3 執行模擬，然後比較模擬所得之流率與速率關係及代表性速率與速率關係，並在必要時修改 T_1 、 T_2 及 T_3 之值重新模擬並比較。此工作的結果顯示 $T_1 = T_2 = 6$ 秒及 $T_3 = 2.5$ 秒可讓模擬之關係很接近代表性關係，如圖 4-3 所示。模擬的容量與代表性容量的差距在 20 小車/小時之內。

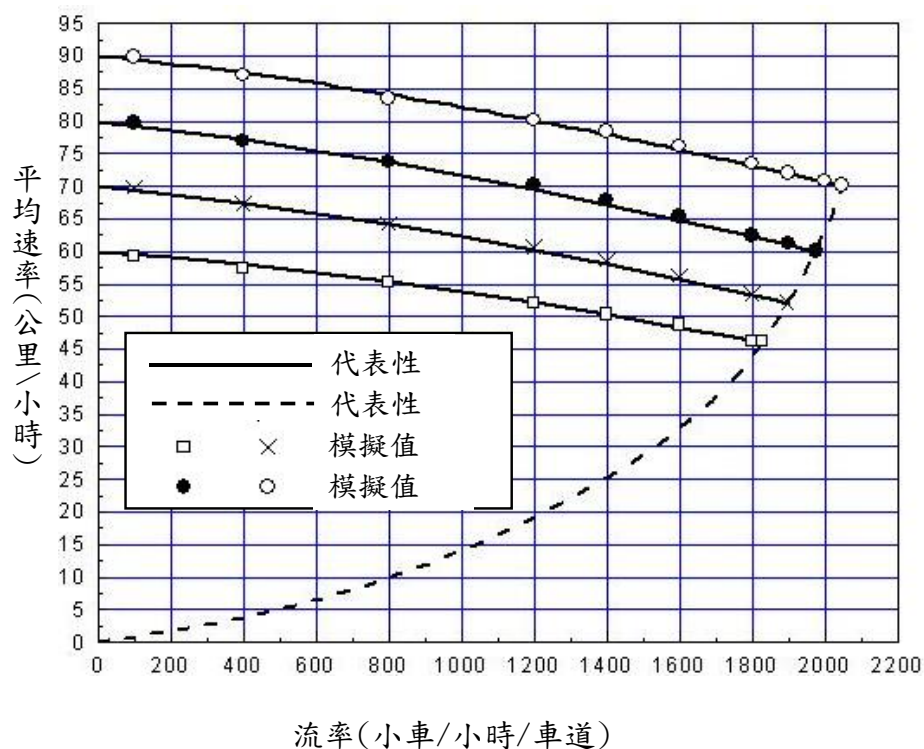


圖 4-3 模擬與代表性流率-速率關係之比較

4.3.6 機車之平衡緩衝距離

一車道上機車的瞬間速率可能受到前方機車、小車或大車的影響。如果前方影響車速的車輛是小車或大車，2017HTSS 模式採用上述小車之平衡緩衝距離模擬機車之加、減速行為，但將停車時之最短距離 D_{min} 縮短到 0.5~1.0 公尺之範圍。如果影響速率之前方車輛是機車，則小車之平衡緩衝距離不適用，因為機車與小車的跟車方式不同。

在同一車道上之小車有同樣的行車軌跡。機車則因體積小，經常可用小的空間變換行車軌跡以減少前方機車的干擾，所以沒有明顯而且固定的跟車對象。2016HTSS 模式及 2017HTSS 模式皆假設一機車之行動受前方機車之限制時，其跟車對象隨能在同一車道併行的機車數而變。如車道寬足夠讓 N 輛機車併行，則跟車對象為前方第 $N \sim N+1$ 輛機車。因為跟車對象隨時在改變，所以其平衡緩衝距離不能直接從流率與速率的關係來推導，而須執行下列工作來訂定：

1. 訂定一假設的速率與平衡緩衝距離的關係。平衡緩衝距離隨速率的增高而增長，速率越高，緩衝距離的增高率越大。

2. 根據假設的平衡緩衝距離模擬只有機車之車流。
3. 比較模擬及現場之車道容量及流率與速率的關係。
4. 調整假設的平衡緩衝距離，並重新模擬及評估，直到模擬結果可合理的反映現場車流特性為止。

本計畫執行上述工作所遭遇的一大困擾是缺乏機車為主之車道其車流特性資料。目前能用來協助微調 2017HTSS 模式之車流資料只有圖 3-6 所示之流率與速率關係。這些資料屬竹圍台 2 線南下一 4 公尺寬之最外側快車道[15]。此車道之機車百分比高達 79.5%，平均自由速率大約為 67.5 公里/小時。根據這些資料所訂定的速率與平衡緩衝距離的關係如圖 4-4 所示，此關係可用下兩式來代表：

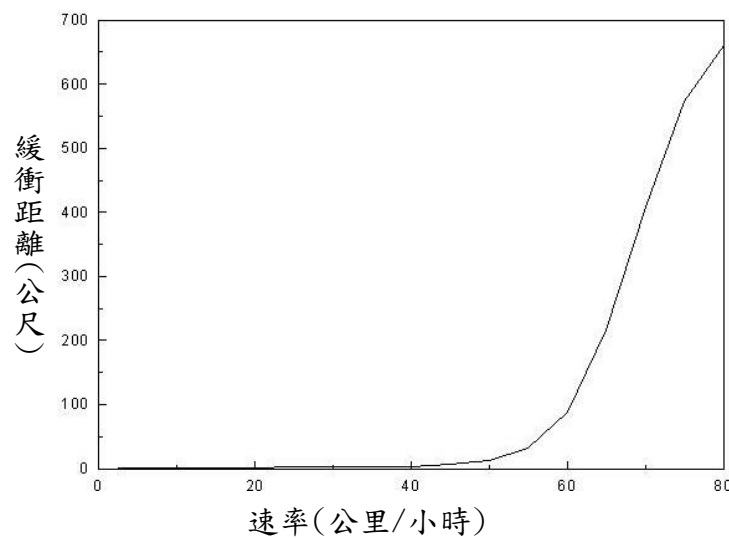


圖 4-4 機車跟隨機車之速率與平衡緩衝距離的關係
(平均自由速率: 67.5 公里/小時；車道寬: 4 公尺)

如 $V \leq 40$ 公里/小時，則

$$S_v = 0.97V \quad (4.18)$$

如 $V > 40$ 公里/小時，則

$$S_v = 2.8217 + \frac{709.148}{1 + e^{\frac{V - 68.724}{4.4154}}} \quad (4.19)$$

式 4.18 及式 4.19 之平衡緩衝距離 S_v 為速率等於 V 時之平均距離。駕

駛員有不同之行為，因此應用上兩式時必須用式 4.17 之變異性 β_1 調整為 $\beta_1 S_v$ 。根據式 4.18、式 4.19 及 $\beta_1 S_v$ 模擬所得的流率與速率關係如圖 4-5 所示。此圖顯示在觀察到的流率範圍內，模擬的平均速率可合理的反映現場車流特性。

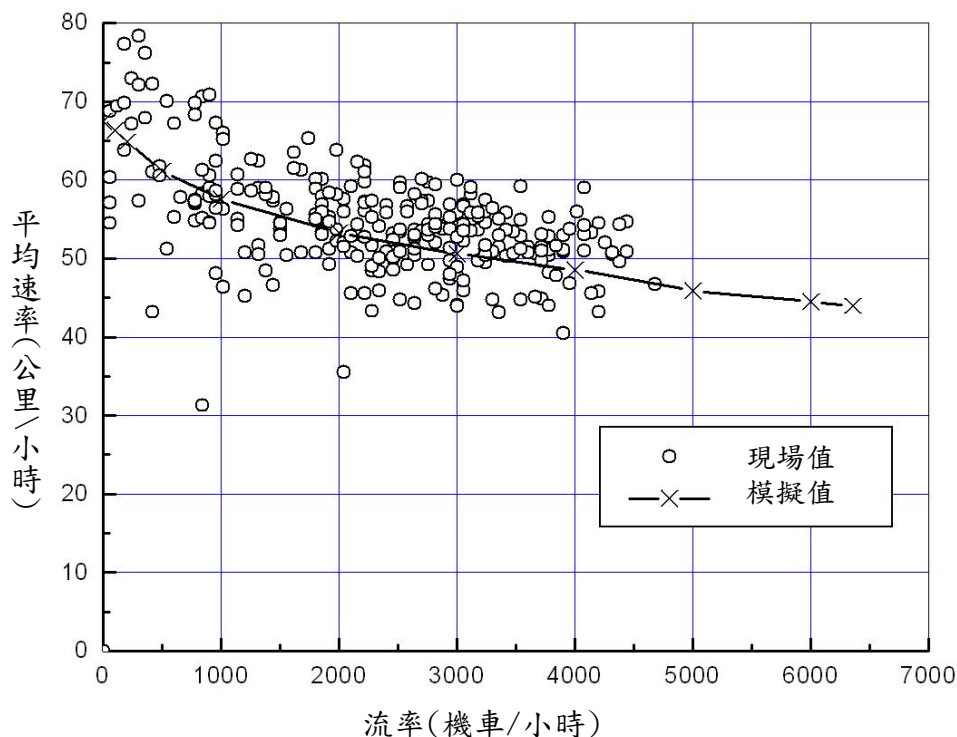


圖 4-5 4 公尺寬機車為主車道流率與速率關係之現場值及模擬值

參考來源：[15]

平均自由速率較高的車道預期會有較高的容量。換言之，速率相同時，平均自由速率較高的機車需要較短的緩衝距離。因此 2017HTSS 模式應用圖 4-4 之速率與平衡緩衝距離的關係以模擬不同自由速率的車流時，將速率 V (V_1 及 V_2 之較小值) 用下式轉換成 u_2 ：

$$u_2 = V \pm (|67.5 - V_f|)^{0.7} \quad (4.20)$$

此式中，

V = 前車速率 V_1 及後車速率 V_2 之較小值(公里/小時)；

V_f = 平均自由速率(公里/小時)；

u_2 = 將 V 轉換後之速率(公里/小時)。

式 4.20 中 V 之後之正負符號的選擇隨 V_f 及 67.5 公里/小時之相對值而定。正值用在 V_f 小於 67.5 公里/小時之情況。根據轉換後之速率 u_2 (式 4.20)、駕駛員變異性 β_1 、式 4.18 及式 4.19，2017HTSS 模式用下式模擬個別機車跟隨另一機車時所需的平衡緩衝距離：

如 $u_2 \leq 40$ 公里/小時，則

$$S_v = 0.97 u_2 \beta_1 \quad (4.22)$$

如 $u_2 > 40$ 公里/小時，則

$$S_v = \beta_1 \left(2.8217 + \frac{709.148}{1 + e^{-\frac{u_2 - 68.724}{4.4154}}} \right) \quad (4.22)$$

圖 4-6、4-7 及 4-8 個別顯示以機車車流為主，車道寬為 1.5 公尺、2.5 公尺及 4.0 公尺車道的模擬車流特性。如將來的現場資料顯示這些模擬特性不適用，則須將式 4.18 ~ 式 4.20 加以微調。

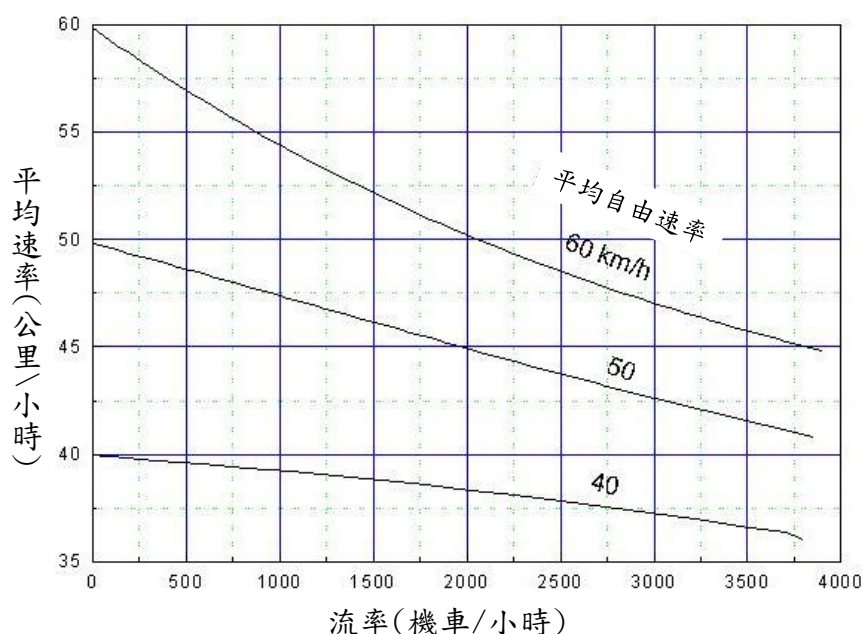


圖 4-6 1.5 公尺寬機車為主車道流率與速率之模擬關係

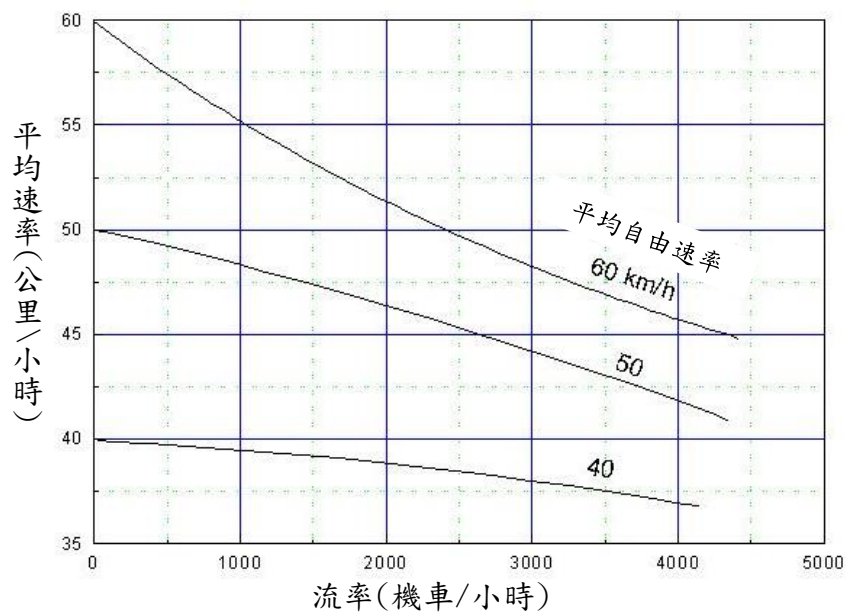


圖 4-7 2.5 公尺寬機車為主車道流率與速率之模擬關係

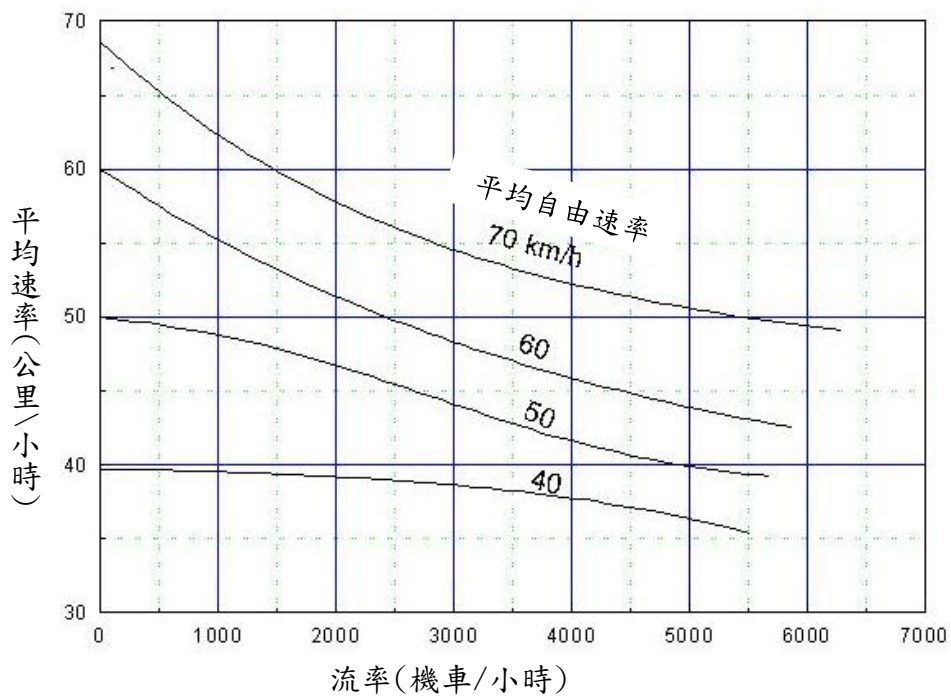


圖 4-8 4.0 公尺寬機車為主車道流率與速率之模擬關係

4.3.7 其他跟車狀況之平衡緩衝距離

2017HTSS 模式模擬其他跟車狀況的方式如下：

1. 小車跟隨任何一車輛(不分車種)時所需的緩衝距離與小車跟隨小車所需的緩衝距離相同。

2. 大車跟隨其他車輛時所需的緩衝距離等於小車緩衝距離之 1.25 倍。
3. 外側快車道上機車跟隨小車或大車所需之緩衝時間與小車跟隨小車之緩衝時間相同，但最短距離 D_{min} 減短到 0.5 公尺到 1 公尺之範圍。

根據上述原則模擬所得的車道容量，平坦路段上大車的小車當量在 1.2~1.5 之間；機車的小車當量隨車種組成及車道寬而變，其值約在 0.3 及 0.7 之間。

4.4 代表性總重(Gross Weight)及馬力

2016HTSS 模式及 2017HTSS 模式用同樣的邏輯模擬車輛爬坡時速率的變化，本所之報告[10,11,12]對這邏輯有詳細的說明。一般而言，HTSS 模式之爬坡邏輯為估計每一單位模擬時間(如 0.5 秒)內各車輛之加減速率，以訂定下一單位模擬時間開始瞬間之速率及位置。此邏輯考慮下列影響加速率之因素：

1. 在平坦路段及下坡時欲維持之最高自由速率及欲採用之最高加速率；
2. 跟車行為；
3. 瞬間速率；
4. 坡度及坡長；
5. 平曲線長度及曲率半徑；
6. 車輛屬性，如總重、馬力、氣流之後拉係數(drag coefficient)、靜態摩擦係數(static coefficient of friction)、滾動摩擦係數(rolling coefficient of friction)、車輛之正面面積(frontal area)、牽引力及其傳輸效率、傳動軸(drive axle)所承載的總重等；
7. 車輛行進時所受的阻力，包括氣流阻力(aerodynamic resistance)、坡度阻力(grade resistance)、滾動阻力(rolling resistance)及平曲線阻力(curve resistance)；
8. 交通控制，如速限及號誌；
9. 人為因素。

HTSS 模式先根據瞬間淨牽引力(輸送到傳動軸之牽引力減掉所有阻力)，估計瞬間加速率。此加速率不能超過上述在平坦路段欲採用之加速

率及跟車狀況下之加速率，也不能讓下一模擬單位時間開始瞬間的速率超過欲維持的自由速率，此外，HTSS 模式考慮下坡的人為因素來調整加速率。車輛進入一陡的下坡(>3%)時，為避免過度的加速，駕駛員常會減少所用之馬力，甚至必須煞車。當下坡速率逐漸接近欲維持之自由速，而且兩者之差距在 20 公里/小時之內時，2017HTSS 模式將淨牽引力所造成的加速率減少 85%。

車種相同時(如同為半聯結車)，影響加速率的主要車輛屬性為個別車輛之總重/馬力比；只要此比值相同，則不同車輛有很類似的爬坡特性。總重包括空車之重量、駕駛員之重量、乘客之重量及所載貨品之重量。美國 AASHTO 公路設計規範[17]採用總重/馬力比為 120kg/kW 之重貨車評估幾何設計。

本所在國道 1 號高速公路 4 個地磅站(員林、后里、岡山及造橋)及國道 3 號 2 個地磅站(樹林及大甲)所蒐集的資料[10]顯示各地磅站大型貨車的總重分佈如圖 4-9 所示，而平均總重在下列範圍之內：

1. 大貨車：9,691~11,837 公斤；
2. 半聯結車：26,328~36,828 公斤；
3. 全聯結車：35,225~45,845 公斤。

本所也曾蒐集通過深水、梗枋及南興等三處省道地磅站的總重資料，並在花蓮縣政府警察局協助之下取得通過南濱地磅站之 2 天總重資料。這些資料顯示大貨車、半聯結車及全聯結車之個別平均總重如下[12]：

1. 大貨車：11,752 公斤；
2. 半聯結車：33,466 公斤；
3. 全聯結車：44,164 公斤。

這些平均總重接近上述高速公路地磅站車輛總重之最高平均值。此外，如圖 4-10 所示，大貨車總重的分佈類似高速公路大貨車總重的分佈。但是半聯結車及全聯結車的分佈很特殊。將近 70%之半聯結車總重集中在平均總重之 110%~125%之範圍。換言之，絕大多數的總重沒有大的差異。全聯結車總重的分佈更均勻，90%之車輛總重在平均總重的 95%~115%範圍內。

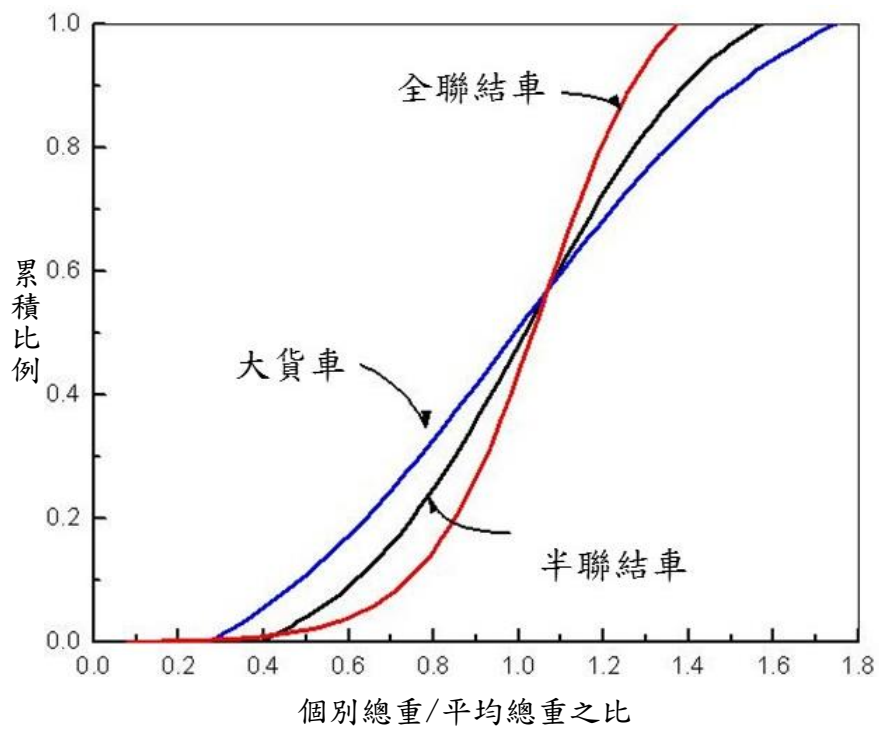


圖 4-9 通過國道 1 號及 3 號高速公路地磅站車輛之總重分析

資料來源:[10]

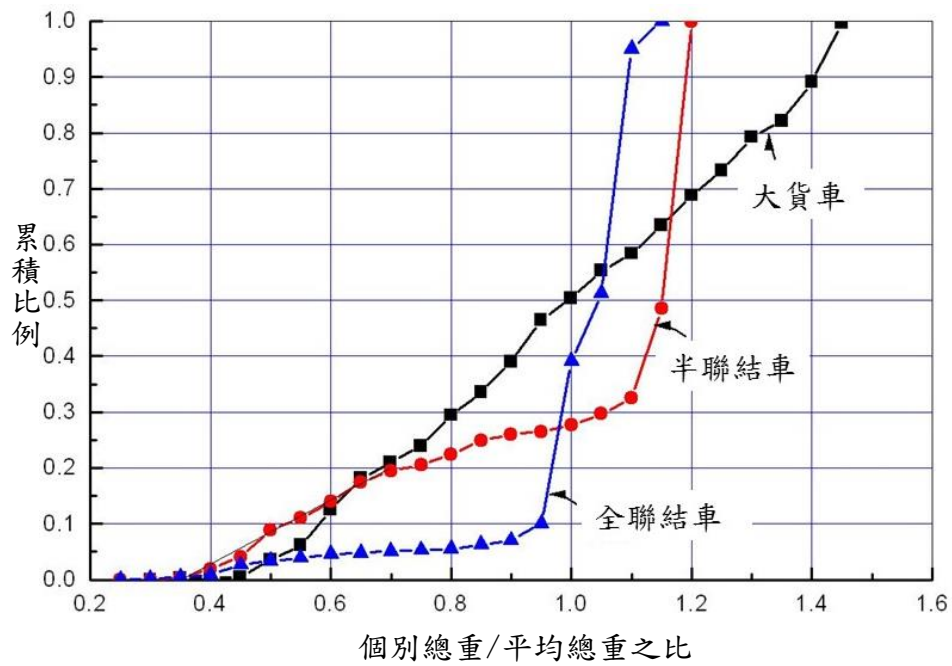


圖 4-10 通過省道地磅站車輛之總重分佈

資料來源:[12]

不同路段上車輛總重的分佈很可能有明顯的差異。在現場資料有限的情況下，2017HTSS 模式暫時使用圖 4-9 之分佈而不用圖 4-10 比較不平凡的分佈。圖 4-9 之分佈可用下列模式來代表：

大貨車

$$w = w_1 \left[0.9807 - 0.3444 \ln \left(\frac{1.2655}{R + 0.1436} - 1 \right) \right] \quad (4.23)$$

半聯結車

$$w = w_2 \left[1.0184 - 0.2285 \ln \left(\frac{1.1638}{R + 0.0667} - 1 \right) \right] \quad (4.24)$$

全聯結車

$$w = w_3 \left[0.9981 - 0.3454 \ln \left(\frac{1.2862}{R + 0.1447} - 1 \right) \right] \quad (4.25)$$

這些式中，

w = 個別車輛之總重(公斤)；

w_1 = 大貨車代表性平均總重(公斤)；

w_2 = 半聯結車代表性平均總重(公斤)；

w_3 = 全聯結車代表性平均總重(公斤)；

R = 在 0 及 1 之間之隨機亂數。

至於小車及機車之個別總重，目前沒有現場資料可供參考。2017HTSS 模式暫時用下列的分佈：

小車

$$w = w_4 \left[1 - 0.1249 \ln \left(\frac{1.049}{R + 0.02635} - 1 \right) \right] \quad (4.26)$$

機車

$$w = w_5(0.82 + 0.36 R) \quad (4.27)$$

此兩式中，

w_4 = 小車代表性平均總重(公斤)；

w_5 = 機車代表性平均總重(公斤)。

從式 4.26 所訂定之小車總重在平均總重之 54%與 148%之間。式 4.27 所代表的機車總重在平均總重之 82%~118%範圍內。

根據從環保署噪音管制資訊網下載專區 (<http://ncs.epa.gov.tw/noise/DD/D-01.htm>)所取得的資料[12]，大型車輛的平均最高馬力如下：

1. 大貨車：176kW；
2. 半聯結車：278kW；
3. 全聯結車：316kW。

駕駛員在任何一瞬間所採用的馬力常異於個別車輛之最高馬力。此馬力隨引擎每分鐘之轉數而變，因此難以在現場車流中量取。從另一角度而言，為了減少速率的差距，總重較高的車輛預期會採用較大的馬力，其相關之總重/馬力比的分佈也因此可能類似圖 4-9 或圖 4-10 所示之總重分佈。根據這推理，2017HTSS 模式用一代表性馬力模擬同一車種內所有車輛，但個別車輛總重則根據式 4.23~4.27 來訂定。所以模擬車輛個別總重/馬力比的分佈類似圖 4-9 之分佈。

代表性總重/馬力比雖然難以直接從現場觀察來訂定，其值可間接的從車輛爬坡時自由速率隨地點變化的特性來推導。本計畫所用的資料為第三章第 3.4 節所描述，在台 13 線、台 74 甲線南下及台 74 甲線北上各 4 個調查站所蒐集的平均自由速率。推導的手續如下：

1. 針對每一車種，選擇一合理之總重以做為模擬個別車輛總重之根據。
2. 針對每一車種，選擇一代表性馬力以模擬個別車輛之總重/馬力比。
3. 利用 2017HTSS 模式模擬自由旅行狀況下的車流(流率：100 輛/小時/車道)模擬過程中先調整車輛通過第一現場調查站時之速率以讓模擬平均速率等於現場平均值。然後蒐集模擬車輛通過下游

各調查站時的速率。

4. 比較在各調查站之平均自由速率模擬值及現場值。
5. 如模擬結果不理想，則調整代表性馬力再度模擬。模擬車輛的加速率有時是受欲採用之最大加速率的限制，而不是受淨牽引力所產生的加速率的控制。因此，必要時可調整欲採用之最大加速率以改善模擬結果。2017HTSS 模式所採用之最大加速率平均值如圖 4-11 所示。個別車輛欲採用之最大加速率大約在平均最大加速率的 75%~125%之範圍。

上述工作所推導的代表性總重、馬力及總重/馬力比列於表 4.1。相關之平均自由速率模擬值及現場值如表 4.2、4.3 及 4.4 所示。

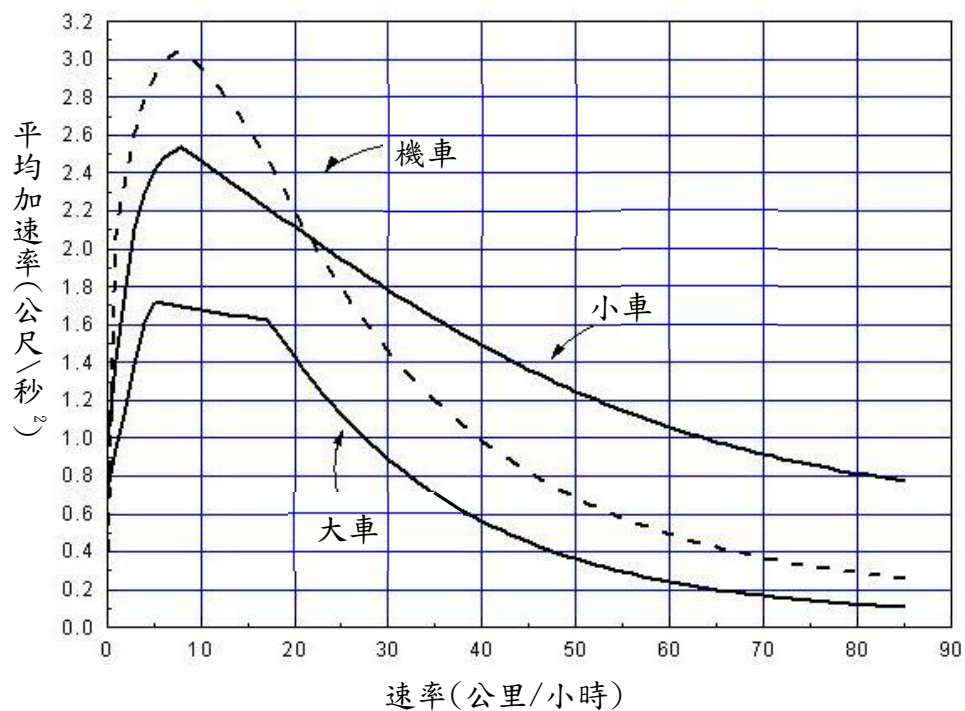


圖 4-11 各車種欲採用之平均加速率與速率的關係

表 4.1 郊區多車道公路代表性車輛總重、馬力及總重/馬力比

路段	車種	總重(kg)	馬力(kW)	總重/馬力比 (kg/kW)
台 13 線	小車	2,000	24	83.3
	機車	180	3.5	51.4
	大客車	15,000	160	93.8
	大貨車	10,700	102	104.9
	半聯結車	30,000	252	119.0
台 74 甲線 南下	小車	2,000	31	64.5
	機車	180	3.7	48.6
	大客車	15,000	175	85.7
	大貨車	10,700	128	83.6
	半聯結車	30,000	276	108.7
台 74 甲線 北上	小車	2,000	31	64.5
	機車	180	3.7	48.6
	大客車	15,000	135	111.1
	大貨車	10,700	130	82.3
	半聯結車	30,000	320	93.8

表 4.2 台 13 線三義路段平均自由速率現場值與模擬值之比較

單位：公里/小時

調查地點	小車		機車		大客車		大貨車		半聯結車	
	現場	模擬	現場	模擬	現場	模擬	現場	模擬	現場	模擬
A	60.8	60.8	49.2	49.2	45.3	45.3	43.4	43.4	37.2	37.2
B	62.8	62.6	56.0	55.1	58.5	49.6	46.7	45.0	41.1	39.5
C	63.3	62.6	55.4	55.5	51.5	50.3	46.6	44.6	40.6	40.1
D	61.3	64.2	52.3	57.4	51.8	52.7	43.1	46.8	40.2	43.5

表 4.3 台 74 甲南下路段平均自由速率現場值與模擬值之比較

單位：公里/小時

調查地點	小車		機車		大客車		大貨車		半聯結車	
	現場	模擬	現場	模擬	現場	模擬	現場	模擬	現場	模擬
A	74.0	74.0	57.8	57.8	56.3	56.3	60.2	60.2	52.4	52.4
B	69.5	72.5	50.9	54.6	54.5	53.1	51.1	56.5	46.1	46.9
C	65.0	65.4	51.7	51.1	44.5	44.6	44.9	43.8	35.9	33.0
D	67.3	66.1	54.3	53.6	46.2	46.3	48.9	45.4	34.6	37.2

表 4.4 台 74 甲北上路段平均自由速率現場值與模擬值之比較

單位：公里/小時

調查地點	小車		機車		大客車		大貨車		半聯結車	
	現場	模擬	現場	模擬	現場	模擬	現場	模擬	現場	模擬
A	65.5	65.5	55.8	55.8	-	-	43.4	43.4	44.3	44.3
B	75.3	74.9	60.3	59.5	65.5	65.5	57.9	55.3	53.2	54.5
C	56.9	63.1	49.4	51.3	36.9	36.8	36.5	40.2	32.8	36.3
D	65.5	63.9	55.8	54.0	-	-	43.4	44.4	44.3	40.8

上述三調查路段上之自由旅行大客車的樣本很少，各調查站之大客車樣本數不超過 25 輛。台 74 甲線北上路段調查站 A 及 D 皆無大客車樣本，中間兩調查站的大客車樣本數也不超過 15(見表 3.6)。因此表 4.1 所示之大客車總重/馬力比的代表性不高。應用表 4.1 之數據時，也須了解同一車種之車輛爬坡性能主要是受總重/馬力比之影響。以台 13 線總重/馬力比等於 119kg/kW 之半聯結車為例，如分析所用的總重為 35,000kg，而非表 4.1 中之 30,000kg，則馬力須設定為 $35,000/119=294\text{kW}$ 。

如不考慮大客車，從表 4.2、4.3 及式 4.4 可知總重相同時，台 13 線小車、大貨車及半聯結車的馬力皆顯著的低於台 74 甲線之相關馬力。這現象可能是因為台 13 線調查路段的坡度大部分在 4.5%~5.5%之範圍(見圖 3-21)。台 74 甲線南下及北上大部份調查路段的坡度則在 7.5%及 9%之間。如總重相同，車輛在比較平坦的路段所需的馬力預期會較小。

表 4.2~4.3 顯示絕大多數的模擬平均自由速率與現場值的差異不超過 4.5 公里/小時，而且模擬速率隨地點而變化的型態也類似現場資料所顯示的特性。比較特殊的情形發生在台 13 線調查站 C 及 D 之間，此兩站之距離為 126 公尺，在 C 站的坡度為 4.9%，從 C 站往前行進 63 公尺時，坡度減少到 4%，抵達 D 站時的坡度只有 2.7%。因為在 C 站的速率並不高，所以坡度減少時，車速應會增高。根據 AASHTO 之公路設計規範[17]，半聯結車從 C 站行進到 D 站時的速率應會增加 2~3 公里/小時。如表 4.2 及圖 4-12 所示，2017HTSS 模式之估計值亦顯示在 D 站之速率會高於在 C 站的速率；但現場在 D 站的速率反而比較低，這現象可能是因為駕駛員減少馬力所造成。

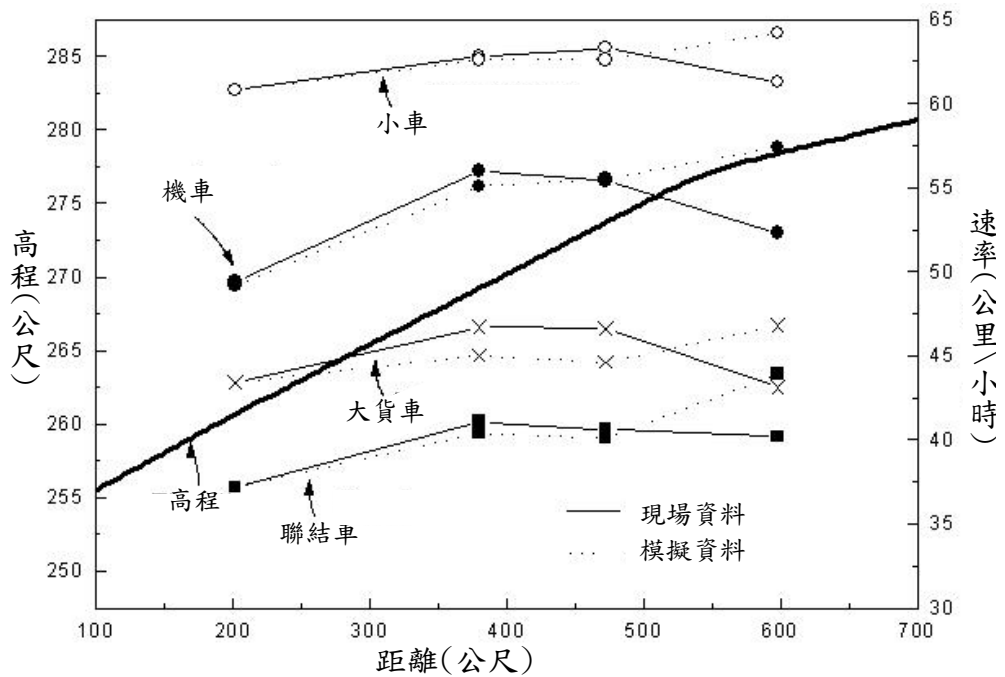


圖 4-12 台 13 線平均自由速率現場值與模擬值之比較

上述 3 調查路段中，有下列坡度比較均勻的短路段：

1. 台 13 線：長 270 公尺，平均坡度 4.8%。
2. 台 74 甲線南下：長 181 公尺，平均坡度 8.0%。
3. 台 74 甲線北上：長 323 公尺，平均坡度 7.9%。

根據各車種在這些短路段的起點及終點之平均自由速率，本計畫進一步探討起點與終點速率與現場值相同所須採用之總重及馬力比。結果如表 4.5 所示。

表 4.5 短上坡車輛之總重與馬力

路段	車種	總重(kg)	馬力(kW)	總重/馬力比 (kg/kW)
台 13 線 坡度：4.8%	小車	2,000	24.5	81.6
	機車	180	3.4	52.9
	大客車	15,000	161	93.2
	大貨車	10,700	99	108.1
	半聯結車	30,000	232	129.3
台 74 甲線南下 坡度：8.0%	小車	2,000	33	60.6
	機車	180	3.8	47.4
	大客車	15,000	165	90.9
	大貨車	10,700	129	82.9
	半聯結車	30,000	277	108.3
台 74 甲線北上 坡度：7.9%	小車	2,000	34.5	58.0
	機車	180	3.5	51.4
	大客車	15,000	130	115.4
	大貨車	10,700	101	105.9
	半聯結車	30,000	261	114.9

從表 4.1 及 4.5 可知，根據整個調查路段及調查路段中坡度比較均勻短路段所推導之總重/馬力比多數很相近。差異比較大的為台 13 線之半聯結車及台 74 甲線北上之大貨車及半聯結車。因為只有 3 個調查路段，坡度較均勻的路段長度又相當短，哪一總重/馬力比有較佳之代表性不能確定。因此本計畫將台 13 線整個路段及短路段之總重/馬力比取平均值來代表坡度大約為 5%之上坡路段的車輛屬性。台 74 甲線北上大客車樣本只有 12~13 輛，而且總重/馬力比與其他兩調查路段之值大不相同，所以本計畫不採用台 74 甲線北上大客車之資料，而將其他台 74 甲線南下及北上的總重/馬力比取平均值以代表坡度大約為 8%之上坡路段的車輛屬性。

本計畫亦假設坡度超過 5%時，馬力會隨坡度的增加而線性增加。坡

度小於 5%時，駕駛員是否會採用較低之馬力(較高之總重/馬力比)不能確定。

但如果讓馬力也呈線性下降，則車輛的加速性能會比預期的性能差。所以本計畫建議暫時假設坡度在+5%以下時，總重/馬力比不變。

根據上述討論，本計畫建議用表 4.6 所列之總重/馬力比代表郊區多車道公路之車輛屬性。郊區多車道公路上之全聯結車很少見，分析時可將全聯結車當作半聯結車。

表 4.6 郊區多車道公路代表性車輛總重/馬力比

車種	總重 (kg)	不同坡度之總重/馬力比(kg/kW)					
		≤5%	6%	7%	8%	9%	10%
小車	2,000	81.6	74.0	67.8	62.5	58.0	54.0
機車	180	51.4	50.4	49.5	48.6	47.7	46.9
大客車	15,000	93.2	91.5	89.8	88.2	86.7	85.2
大貨車	10,700	107.0	100.3	94.4	89.1	84.5	80.2
半聯結車	30,000	124.0	117.8	112.2	107.1	102.5	98.2

第五章 2011 年公路容量手冊第十一章郊區多車道 公路之修訂

5.1 背景

「2011 年臺灣公路容量手冊」編定期間，本所尚未發展能模擬各類型車輛(如機車、小車及貨車等)爬坡特性的模式。因為缺乏適用的分析工具，該手冊第十一章分析非阻斷性車流路段的方法有下列缺陷：

1. 分析方法只提供一模擬重車爬坡速率隨地點變化之模式。如何應用該模式模擬其他類型車輛的爬坡特性沒有交代。
2. 分析方法假設小車及機車不受坡度及坡長之影響，而且將所有大型車輛(大客車、大貨車、半聯結車及聯結車)當做有同樣爬坡性能的车辆。如本報告第四章第 4.4 節所示，坡度及坡長對機車及小車也可能有顯著的影響，而且不同類型大車所受的影響程度也有相當大的差別。因此 2011 年手冊之分析方法可協助幾何設計，但不適合用來估計容量及評估服務水準。
3. 第十一章假設代表性大車之總重/馬力比等於 122.3kg/kW。但本計畫的研究顯示半聯結車的總重/馬力比在 92~129kg/kW 之範圍，大貨車的相關比則在 80~108kg/kW 之範圍，而且坡度較小時，總重/馬力比有較大的傾向。因此第十一章所描述之大車加速及減速特性必須修正。
4. 臺灣郊區多車道公路的幾何設計大多數並非根據現代公路設計標準。因此縱切面(profile)通常不是只含有縱切線(vertical tangent)及呈拋物線型之縱曲線(vertical curve)。分析郊區多車道公路時常需根據沿中心線在不同地點的高程建立縱切面來估計坡度的變化。第十一章的分析方法沒有說明如何處理這種情形。
5. 分析方法假設機車之小車當量為 0.36。如果分析結果的準確度不必高，則此當量是一合理的假設值。如果準確度須提高，則機車的小車當量應隨車道上機車的比例而變。理論而言，機車比例越大，機車併行的可能性越高，每一機車所占用之平均路段空間減少，機車之小車當量也隨著減低。

針對上述的缺陷，本計畫修訂第十一章所述之分析方法。修訂版所提供的方法採用 2017HTSS 模式為主要分析工具。翻修舊版內容的主要對象包括緒論(第 11.1 節)及非阻斷性車流路段之分析(第 11.3 節)。修訂版之第 11.1、11.2 及 11.3 節列於本報告附錄 B。其他節之修訂只涉及調整圖、表

及參考文獻之編號，因此不附在本報告中。本章將修訂舊版的重點做一簡要的說明。

5.2 緒論之修訂

第十一章修訂版緒論的內容重點包括：

1. 說明郊區多車道公路涵蓋之車道設置及公路穿越地區之性質；特別強調郊區多車道公路與單向僅有一快車道或尚有一慢車道之郊區雙車道公路的差異。
2. 說明修訂版分析方法之背景及適用範圍；區分 2017HTSS 模式及 HTSS 模式第三版之應用。
3. 指出宜執行之後續工作以進一步改良分析方法。

5.3 非阻斷性車流路段分析方法之修訂

修訂版之第 11.3 節包括下列 5 項目：

1. 交通特性；
2. 績效指標及服務水準劃分標準；
3. 單純路段之分析；
4. 複雜路段之分析；
5. 應用例題。

5.3.1 交通特性

修訂版在介紹分析方法之前先歸納郊區多車道公路之一般交通特性及代表性特性。一般交通特性包括車流之方向係數、尖峰小時係數、車種組成等。修訂版所強調的代表性特性包括平均自由速率、平直路段之流率與速率關係、容量及臨界速率；車輛總重/馬力比及平坦路段上機車及大型車輛之小車當量。此外，修訂版亦討論坡度及坡長對交通運作之影響。

平均自由速率

一路段之交通運作特性與其所能維持的平均自由速率有密切的關係。郊區多車道公路非阻斷性車流路段通常只存在於路口交通控制不影響速率之路段；號誌化路口間距最少將近 3 公里。根據本所之一研究報告[16]，2011 年手冊第十一章指出郊區多車道公路非阻斷性車流路段上小車及大車之平均自由速率有如表 5.1 所示之特性。第十一章修訂版沿用此表所列之小車及大車的速率。機車的平均自由速率特性比較複雜，舊版假設機車於

快車道之平均自由速率與小車相同。修訂版則新增機車於慢車道之平均自由速率為 51 公里/小時，此代表值係許多寬度不超過 2.5 公尺之慢車道上機車實際之自由速率平均值。

表 5.1 平坦非阻斷性車流路段之平均自由速率

車 種	速 限 (公里/小時)	平均自由速率 (公里/小時)
小 車	60	67
	70	70
	80	89
大 車	60 或 70	66
	80	78
機 車	60 或 70	快車道：與小車相同 慢車道：51

平直路段流率與速率之關係

第十一章修訂版採用本報告第三章之圖 3-21 所示的關係來代表郊區多車道公路以小車為主快車道之流率與速率關係。這些關係之相關容量及臨界速率可根據第三章之式 4.3 及 4.4 分別估計。平均自由速率為 90 及 60 公里/小時之路段容量各為 2,050 及 1,825 小車/小時/車道。

目前缺乏有關機車為主之車道的流率與速率關係。本計畫用有限的現場資料微調 2017HTSS 模式之後，根據模擬結果建立圖 4-6、4-7 及 4-8 所示之流率與速率關係。第十一章修訂版即以此三圖說明機車為主之車道其車流特性。

車輛總重及馬力

第十一章修訂版根據本報告第四章 4.4 節所描述的現場資料描述不同車種平均總重及最高馬力的範圍。分析方法則採用表 4.6 所列之代表性車輛總重/馬力比。但將表 4.6 簡化成如表 5.2 所示。

表 5.2 郊區多車道公路代表性車輛總重/馬力比

車種	總重(kg)	總重/馬力比(kg/kw)	
		坡度≤5%	坡度>5%
小車	2,000	81.6	2,000/(12 + 2.5G)
機車	180	51.4	180/(3.17+0.067G)
大客車	15,000	93.2	15,000/(146+3G)
大貨車	10,700	107	10,700/(66.67+6.67G)
半聯結車	30,000	124	30,000/(178.67+12.67G)
註：G = 上坡坡度(%)			

小車當量

在平坦路段上，同一車道各車種的速率相差不大，因此可根據跟車時所需之平均車距或在不同車種組成狀況下的容量訂定不同車種之小車當量。使用小車當量可簡化分析方法，但使用小車當量來分析坡度路段之服務水準會過度簡化交通運作之複雜性，因而嚴重的影響分析結果的可靠性。第十一章修訂版不採用小車當量評估坡度路段之服務水準。

根據平坦路段之容量，2017HTSS 模式之模擬結果顯示大客車、大貨車及半聯結車之小車當量大約各為 1.2、1.25 及 1.5。機車之小車當量隨車道寬及機車比例而變。根據 2017HTSS 模式之模擬結果，3.5 公尺寬車道之機車的小車當量如圖 5-1 所示。第十一章修訂版採用此圖所示之當量。這些當量與機車百分比的關係可用下式來代表：

$$E_m = 0.7 - \frac{0.392}{1 + e^{-(P - 41.144) / 9.612}} \quad (5.1)$$

此式中，

E_m = 機車之小車當量；

P = 機車占總車輛之百分比。

坡度路段之影響

公路幾何設計的工作常包括評估大車爬坡時速率變化的程度。為滿足此工作的需要，本計畫根據表 4.6 所示，半聯結車在不同坡度路段之總重/馬力比，模擬速率隨行車距離的變化。結果如圖 5-2、5-3 及 5-4 所示。第十一章修訂版詳細說明如何應用這些圖來評估速率變化的程度。

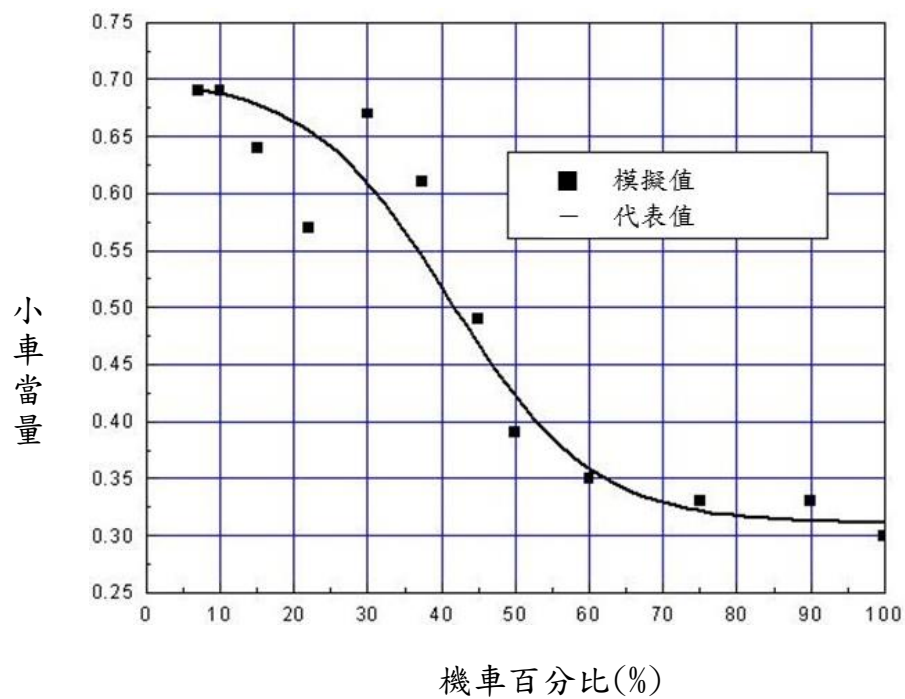


圖 5-1 機車之小車當量與機車百分比之關係

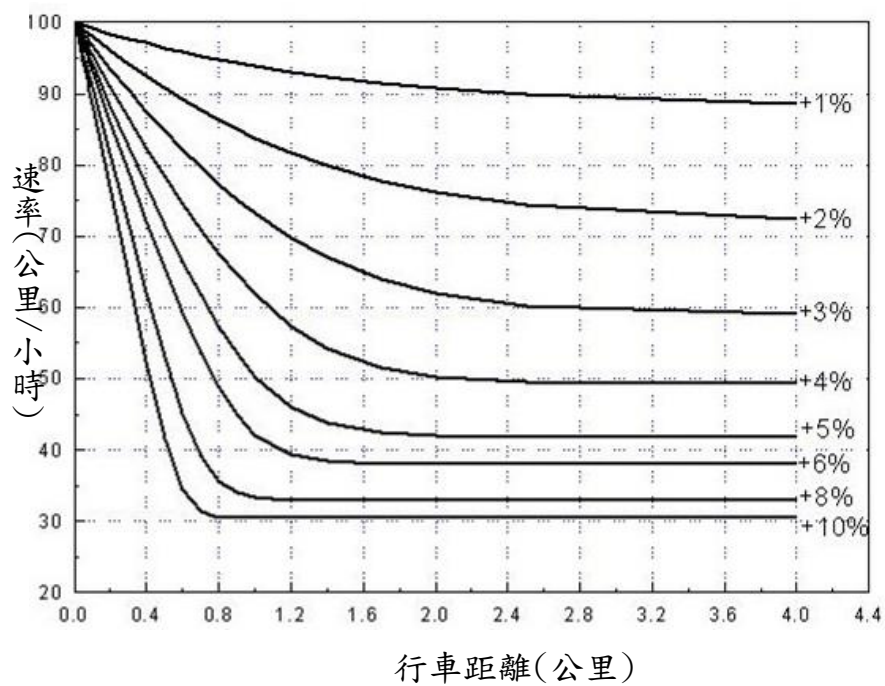


圖 5-2 半聯結車上坡減速時速率與行車距離的關係

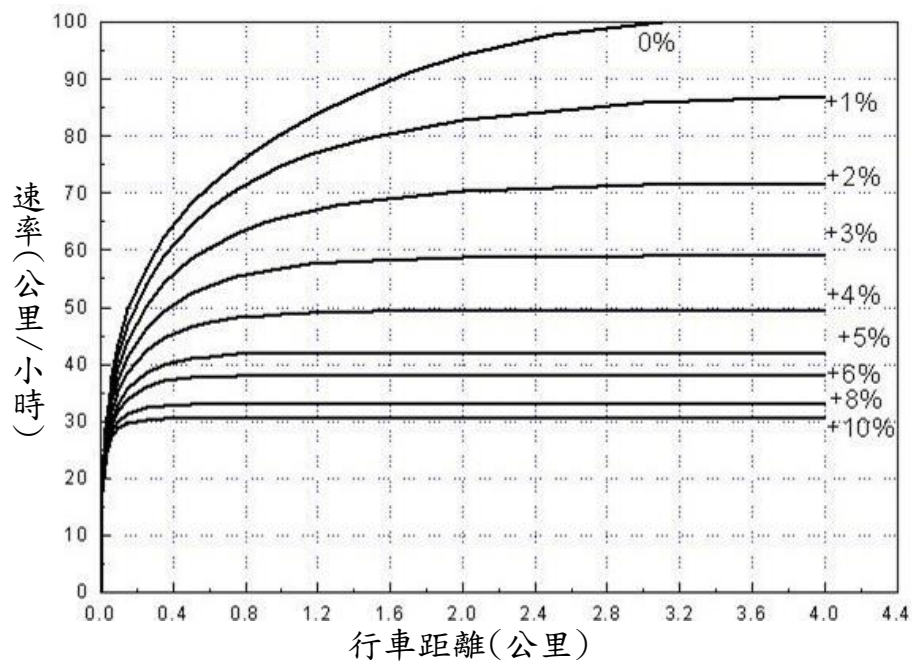


圖 5-3 半聯結車上坡加速時速率與行車距離的關係

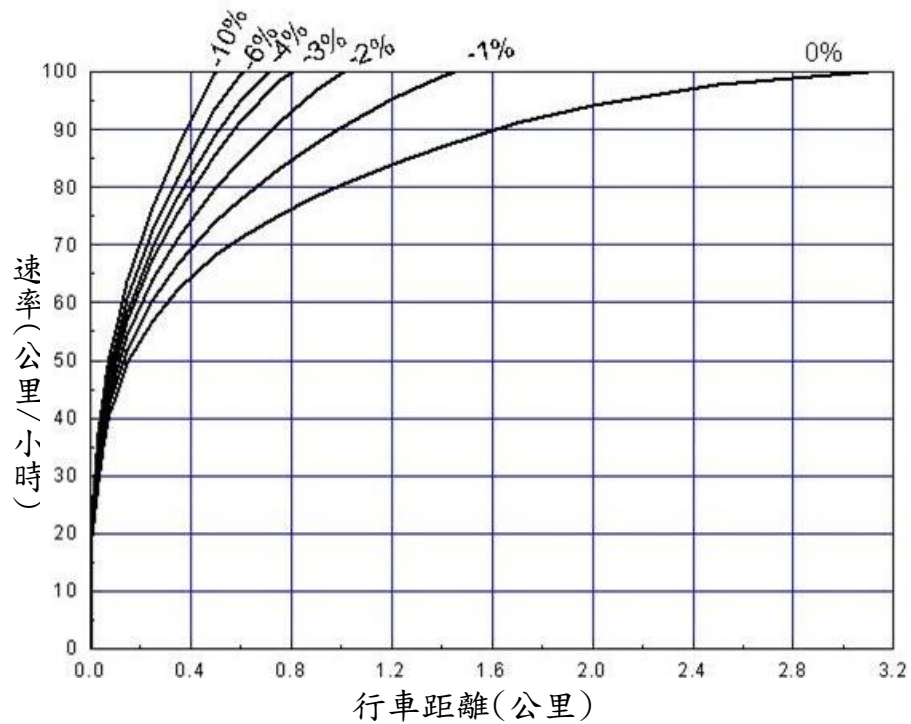


圖 5-4 半聯結車下坡加速時速率與行車距離的關係

評估路段容量及服務水準的現存方法一般假設坡度路段對小型車輛的速率沒有影響。第十一章修訂版用本報告之圖 3-27 所示之現場資料指出這觀念的錯誤。為了增進對坡度影響程度的了解，本計畫亦根據總重/馬力比為 81.6kg/kW 之小車，模擬小車上坡時速率變化的狀況。圖 5-5 顯示上坡不一定對車速有負面影響(減低速率)。小車及其他種車輛上坡時，車速是否會下降除了受坡度的影響之外，也受進入上坡起點之速率所影響。圖 5-5 顯示，若起始速率為 70 公里/小時，則只要坡度不超過 4.4%，小車之速率仍可增高。

一般而言，上坡起始速率越高，造成速率下降所需之坡度越小。根據 2017HTSS 模式模擬之結果，會對小車速率有負面影響之最小坡度如表 5.3 所示。

本計畫將上述模擬結果納入第十一章修訂版以協助說明坡度路段對小車的影響。

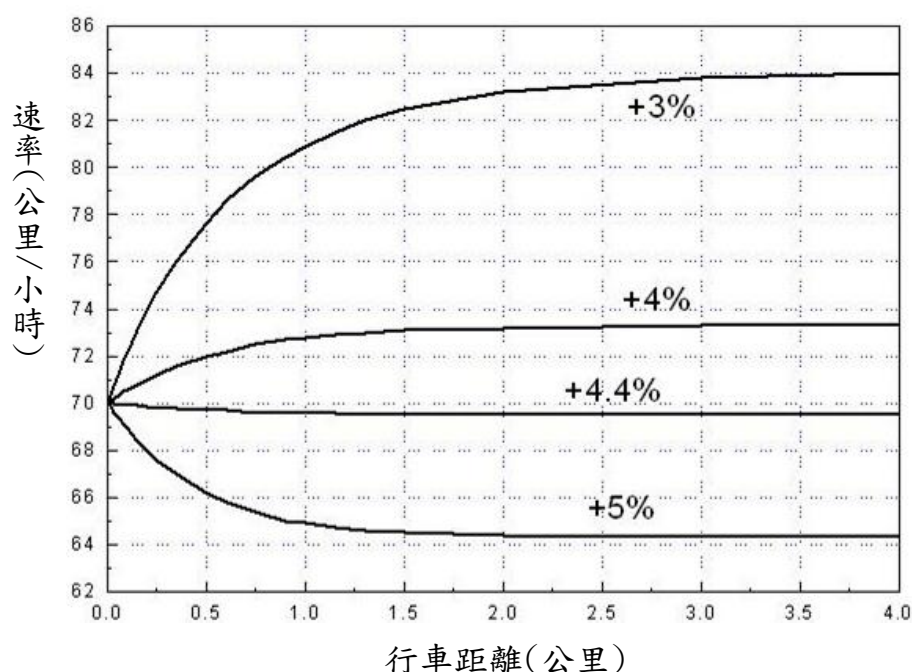


圖 5-5 坡度路段對總重/馬力比為 81.6kg/kW(2,000 公斤、24.5kW 馬力)之小車的影響(起始速率：70 公里/小時)

表 5.3 對總重/馬力比等於 24.5kg/kW 之小車速率有負面影響之最小坡度

上坡之起始速率(公里/小時)	有負面影響之最小坡度
60	5.6%
70	4.4%
80	3.4%
90	2.6%

5.3.2 績效指標及服務水準劃分標準

2011 年容量手冊第十一章只用需求流率與容量之比值(簡稱 V/C 比)評估郊區多車道公路非阻斷車流路段。但 V/C 比只能反映路段之壅塞程度。在坡度路段上，V/C 比值低時，速率也可能低。所以須利用另一績效指標協助評估服務水準。

2011 年容量手冊採用 V/C 比值及平均速率與速限的差異評估高速公路基本路段。該手冊第十二章分析郊區雙車道公路的修訂版[18]也採用此二指標。第十一章修訂版採用與第十二章修訂版相同之績效指標及服務水準劃分標準，如表 5.4 所示。

如果 V/C 所屬之服務水準等級高時，速率差距所屬服務水準等級也高，則沒有必要同時用此 2 績效指標。而在上坡路段時，V/C 所屬等級高，速率差距之等級則可能很低，則反映績效不佳。另服務水準劃分標準，後續可依實務應用情形討論調整，以適切反映公路交通運作績效或車流特性，但從不同角度皆能令人滿意之劃分標準並不存在，因此討論研訂時，須對不同劃分方式之利弊有充分了解。

表 5.4 第十一章修訂版服務水準劃分標準

績效指標 V/C 比	服務水準等級	績效指標 U(公里/小時)	服務水準等級
$V/C \leq 0.35$	A	$U \geq 8$	1
$0.35 < V/C \leq 0.60$	B	$3 \leq U < 8$	2
$0.60 < V/C \leq 0.85$	C	$-2 \leq U < 3$	3
$0.85 < V/C \leq 0.95$	D	$-7 \leq U < -2$	4
$0.95 < V/C \leq 1.0$	E	$-12 \leq U < -7$	5
$V/C > 1.0$	F	$U < -12$	6
U(公里/小時) = 平均速率 - 速限			

5.3.3 單純路段之分析

單純路段指平坦而且幾何設計均勻，因此自由速率不隨地點而有顯著變化的路段；其他路段視為複雜路段。坡度不會顯著影響半聯結車速率的路段可當作平坦路段。根據這條件，坡度大約需在-0.5%與+0.5%才屬平坦狀況。但如分析的目的只是為了簡略的評估服務水準，則坡度超過-0.5% ~ +0.5%範圍的路段也可當作單純路段來分析。

單純路段之分析根據本報告圖 3-21 之代表性流率與速率關係評估小車為主之快車道其容量及服務水準。機車為主之車道分析則須依賴如圖 4-6、4-7 及 4-8 所示之模擬關係。

第十一章修訂版之分析方法包括下列步驟：

1. 訂定分析車道類型；
2. 估計需求流率；
3. 估計對等需求流率；
4. 估計容量；
5. 估計平均速率；
6. 評估服務水準等級。

5.3.4 複雜路段之分析

複雜路段的交通運作受坡度、坡長、曲率半徑、速限、流率及車種組成等因素的影響。分析單純路段的方法不適用於分析複雜路段。第十一章修訂版提供 2017HTSS 模式作為分析單純路段及複雜路段的工具。

模擬分析之一大困擾在於建立輸入檔。本報告附錄 A 之 2017HTSS 模

式使用者手冊詳細說明輸入檔之建立，並於臺灣公路容量分析專區網站 <http://thcs.iot.gov.tw:8080/Thcs/> 提供使用者手冊及輸入檔範例下載。

第十一章修訂版有關分析複雜路段的內容可分成兩大項。第一項說明模式的性質、功能、應用範圍、應用程序、輸入資料之需求及輸出資料之內容；第二項用例題說明模式之應用。

5.3.5 應用例題

第十一章修訂版分析非阻斷性車流路段的例題牽涉到下列分析工作：

1. 利用圖解法評估大車在坡度路段上速率之變化程度。
2. 利用圖、表及分析性模式估計容量及服務水準。
3. 利用模擬估計不同類型坡度路段之容量。
4. 利用模擬評估服務水準。

第六章 結論及建議

本所於民國 79 年出版之「臺灣地區公路容量手冊」分析方法係引用美國 Transportation Research Board (TRB) 1985 年之公路容量手冊，由於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 年臺灣公路容量手冊」及「2011 年臺灣公路容量手冊」。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作調整，因此近年來本所持續就市區地下道更新分析方法，並發展 HTSS 模式，以進行坡度路段容量分析研究。

本計畫分析現場蒐集之郊區多車道公路平直路段流量-速率關係及上坡路段不同車種自由速率變化特性，調校完成 2017HTSS 模式，並據以修訂容量手冊第十一章郊區多車道公路非阻斷性車流之部分。另校閱新版第十章市區地下道路之分析方法，以及編輯 2011「臺灣公路容量手冊」，以為出版新版公路容量手冊預作準備。

本計畫之結論與建議說明如下：

6.1 結論

- 1.由於不容易觀察到車流從穩定狀況進入不穩定、壅塞狀況的變化，郊區多車道公路的容量不容易確定。根據有限的現場流率與速率關係及現存文獻，本計畫將平均自由速率為 60、70、80 及 90 公里/小時以小車為主之平直快車道容量各定為 1,825、1,900、1,975 及 2,050 小車/小時/車道。機車為主的平直車道，其容量深受車道寬、機車比例及能維持之平均自由速率的影響。本計畫用一 4 公尺寬、機車占比達 79.5% 之最外側快車道現場資料，微調 2017HTSS 模式之模擬邏輯，做為分析機車為主之車道交通運作之工具。
- 2.根據台 13 線三義路段及台 74 甲線南北向各一路段的現場資料，2017HTSS 模式模擬結果顯示適用於分析郊區多車道公路的車輛總重/馬力比隨坡度的增加而減少。換言之，坡度愈大，需要使用的馬力愈大。坡度大約為 5%時，小車、機車、大客車、大貨車及聯結車之代表性總重/馬力比各為 81.6、52.0、93.2、107.0 及 124.0kg/kW。
- 3.本計畫根據現場資料調校完成之 2017HTSS 模式，適用於模擬郊區多車道及雙車道公路非阻斷性車流路段，使用者手冊列於本報告附錄 A。
- 4.「2011 年臺灣公路容量手冊」第十一章分析非阻斷性車流路段有許多缺陷，修訂後之分析方法列於本報告附錄 B，內容包括：

- (1)將分析路段分成單純路段及複雜路段。單純路段可用圖表及公式來分析。複雜路段則須利用 2017HTSS 模式來分析。附錄 A 使用者手冊所提供之 2017HTSS 模式輸入檔樣本可很容易的更改來模擬單純及複雜路段。
- (2)提供代表性大車(半聯結車)在上下坡加速或減速時，速率與行車距離的關係。這些關係可協助評估大車在坡度路段的速率變化程度。2017HTSS 模式也可直接用來提供速率變化之資料。
- 5.「2011 年臺灣公路容量手冊」第十章分析市區地下道的方法不合理，本所於前期計畫已提出修正後之分析方法[13]。本計畫檢視並修正第十章修訂稿，結果列於本報告附錄 C。

6.2 建議

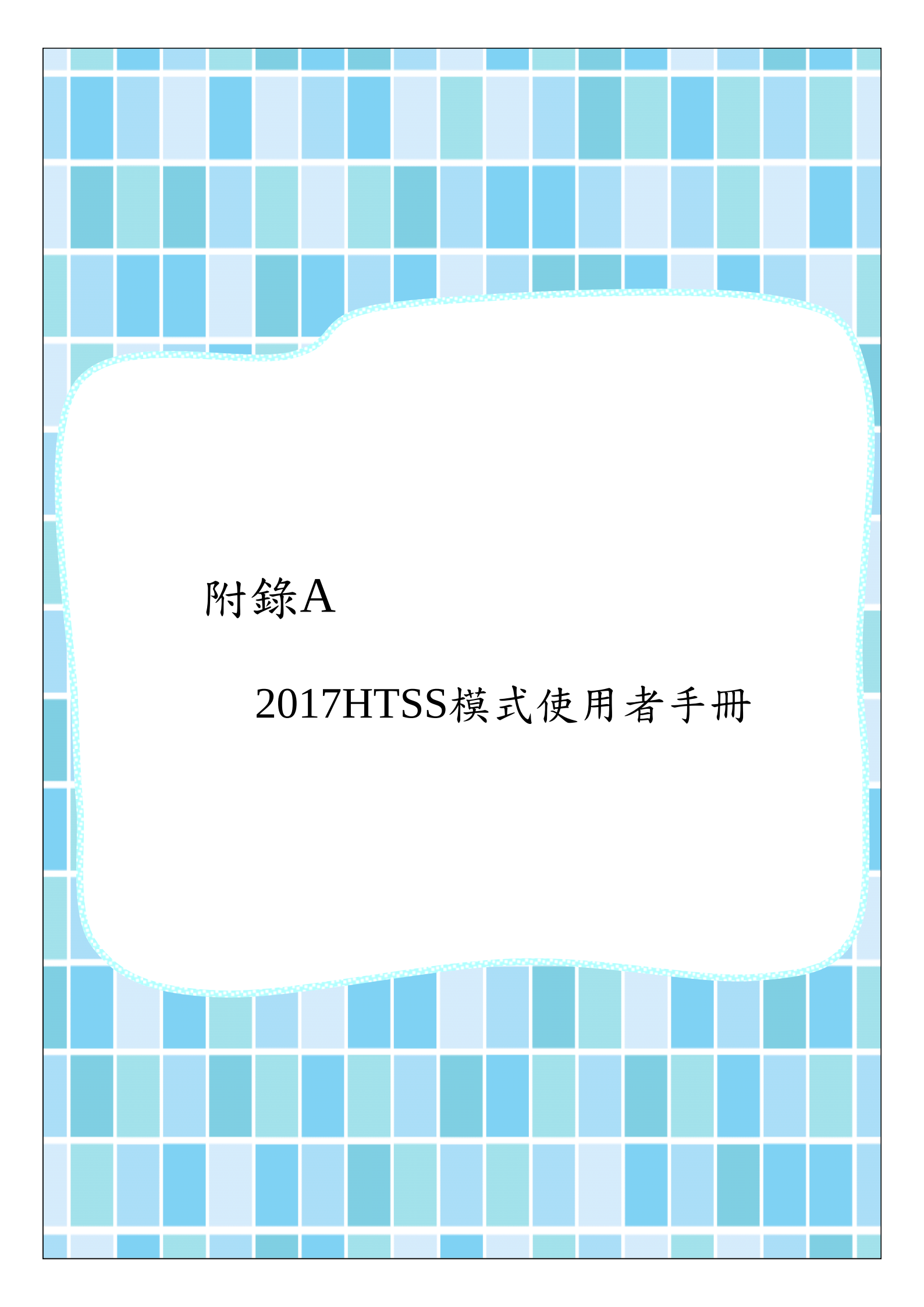
- 1.本計畫完成之容量手冊第十一章修訂稿將平均自由速率 60 公里/小時到 90 公里/小時以小車為主之平直快車道容量設定在 1,825~2,050 小車/小時/車道。機車為主之平直車道容量目前只能從 2017HTSS 模式之模擬結果來估計。這些容量建議將來再以現場資料確認。
- 2.本計畫訂定之服務水準劃分標準，後續可依實務應用情形討論調整，以適切反映公路交通運作績效或車流特性，但從不同角度皆能令人滿意之劃分標準並不存在，因此討論研訂時，須對不同劃分方式之利弊有充分了解。
- 3.本計畫以現場資料分析坡度大約為 5%或 8%之上坡路段，車輛所用的馬力有隨坡度之增加而增高的現象。但於其他坡度，馬力之需求與坡度的關係宜進一步探討，以增進容量分析之可靠性。
- 4.由於人為因素的影響，平曲線之速率不能直接從曲率半徑、超高、摩擦係數推導。建議後續可進行相關研究了解車輛於平曲線進入前、進入中、過彎後之運行變化，以改善平均速率估計之正確性。
- 5.容量手冊第十一章修訂稿所提供之分析工具包括 2017HTSS 模式及早期發展適用於分析號誌化路口及路段之 HTSS 模式第三版。2017HTSS 模式亦有模擬號誌化路口及非號誌化路口之邏輯。為了簡化模擬工具之維護及應用，宜利用號誌化路口現場車流特性資料進一步微調 2017HTSS 模式，以取代 HTSS 模式第三版。

參考文獻

1. 「臺灣地區公路容量手冊」，79-27-160，交通部運輸研究所，民國 80 月。
2. *Highway Capacity Manual*, Special Report 209, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 1985
3. 「2001 年台灣地區公路容量手冊」，90-16-1183，交通部運輸研究所，民國 90 年 3 月。
4. 「2011 年臺灣公路容量手冊」，100-132-1299，交通部運輸研究所，民國 100 年 10 月。
5. *TSIS 6.2 –CORSIM*, Office of Operations Research, Development and Technology, FHWA, February 2010.
6. St. John, A.D., and Harwood, D.W., *A User's Guide to TWOPAS – A Microscopic Computer Simulation Model of Traffic on Two-Lane, Two-Way Highways* (Performing Organization Report No. 7533-S(6)), Washington, DC : Federal Highway Administration, 1986.
7. Brannolte, U., *Simulation program LASI*. Bauhaus-University of Weimar, 1996.
8. Hoban, C., Shepherd, R., Fawcett, G., and Robinson, G., *A model for Simulating Traffic on Two-Lane Roads: User Guide and Manual for TRARR*, Version 3.2, Australian Road Research Board, Technical Manual ATM10 B, 1991.
9. Tapani, A., “Versatile Model for Simulation of Rural Road Traffic,” *Transportation Research Record: Journal of Transportation Research Board*, No. 1934, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D. C., 2005, pp. 169-178.
10. 「公路坡度路段模擬模式之發展及應用(1/3)」，103-76-1343，交通部運輸研究所，民國 103 年 5 月。
11. 「公路坡度路段模擬模式之發展及應用(2/3)」，104-86-1353，交通部運輸研究所，民國 104 年 7 月。

12. 「公路坡度路段模擬模式之發展及應用(3/3)」, 105-085-2289, 交通部運輸研究所, 民國 105 年 9 月。
13. 「高快速公路收費站、隧道及坡度路段容量及車流特性研究(3/3)」, 102-94-1330, 交通部運輸研究所, 民國 102 年 6 月。
14. 「台灣地區城際快速公路容量及特性研究(西濱快速公路部分)」, 91-54-1192, 交通部運輸研究所, 民國 91 年 6 月。
15. 「台灣地區多車道郊區公路容量及特性研究(一)」, 92-33-1202, 交通部運輸研究所, 民國 92 年 4 月。
16. 「台灣地區多車道郊區公路容量及特性研究(二)」, 93-59-1212, 交通部運輸研究所, 民國 93 年 5 月。
17. *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*, 6th edition, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC, 2011.
18. 「公路交通系統模擬模式調校與新版容量手冊研訂(1/3)」, 106-069-1369, 交通部運輸研究所, 民國 106 年 7 月。
19. Nakamura, M. , “Research and Application of Highway Capacity in Japan,” ,*Country Reports (Eds: Akcelik, R. and Reilly, W.) , Second International Symposium on Highway Capacity*, 1994, pp. 103-112.
20. Bergh,T., and Nordqvist,K., , Strömgren,P., Davidsson ,F., Bång, K. L., Carlsson,A.,“Capacity issues in Sweden - applications and research,” *Transportation Research Procedia, International Symposium on Enhancing Highway Performance*, Volume 15, 2016, pp. 36–50.
21. Trafikverket (in Swedish, *TRVR Kapacitets och framkomlighetseffekter (Swedish Capacity Manual)*), 2015
22. Lemke,K., “The New German Highway Capacity Manual (HBS 2015),” *Transportation Research Procedia, International Symposium on Enhancing Highway Performance*, Volume 15, 2016, pp. 26–35.
23. Wu, N., “New Features in the 2015 German Highway Capacity Manual (HBS2015),” *World Conference on Transport Research - WCTR 2016 Shanghai*. 10-15 July 2016

24. FGSV (Ed.), *Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS) (German Highway Capacity Manual)*, Forschungsgesellschaft für Straßen-und Verkehrswesen (FGSV) (Road and Transport Association), Cologne, Edition 2015.
25. Heikoop,H., and Henkens, N., “Recent developments and history of the Dutch HCM,” *Transportation Research Procedia*,. *International Symposium on Enhancing Highway Performance*, Volume 15, 2016, pp. 51–62.
26. Grontmij, *Capaciteitswaarden Infrastructuur Autosnelwegen; Handboek, versie 4*. De Bilt: Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving, 2015.
27. *China Highway Capacity Manual*, Beijing: Highway Bureau of MOT, China, 2016.
28. Zhou,R., Zhong, L., , Zhao, N., Fang,J., Chai,H., Zhou,J., Li, W., and Li, B., “The Development and Practice of China Highway Capacity Research,” *Transportation Research Procedia*, *International Symposium on Enhancing Highway Performance*, Volume 15, 2016, pp. 14–25.
29. *Highway Capacity Manual*, Sixth Edition: A Guide for Multimodal Mobility Analysis, Transportation Research Board, National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Washington. D.C., 2016.
30. *HCM2010 Highway Capacity Manual*, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, DC,2010
31. 「高快速公路收費站、隧道及坡度路段容量及車流特性研究(1/3)」，100-78-1292，交通部運輸研究所，民國 100 年 5 月。



附錄A

2017HTSS模式使用者手冊

附錄 A、2017HTSS 模式使用者手冊

目 錄

	頁次
一、緒論	1
二、模擬路網	2
三、輸入檔之建立	6
3.1 輸入檔資料之檔型及資料安排	6
3.2 各檔型資料內容	7
四、輸出檔	33
五、應用例題	36

圖 目 錄

	頁次
圖 1 高速公路實際路段及模擬路網示意圖.....	3
圖 2 平面道路及模擬路網示意圖.....	4
圖 3 車道代號訂定之示意圖.....	5
圖 4 分析路段示意圖.....	5
圖 5 非阻斷性車流路段模擬路網示意圖.....	6
圖 6 進入下游唯一節線或 2 併行節線之外側節線之行車方向代號.....	11
圖 7 進入下游內側及外側節線之行車方向訂定原則示意圖.....	11
圖 8 基準串連車道示意圖.....	12
圖 9 進入一節點之節線相對位置示意圖.....	14
圖 10 附屬設施之代號.....	15
圖 11 節線終點附屬設施與非附屬設施之距離之定義.....	15
圖 12 節線起點及終點無縱切線（在曲線上）之示意圖.....	24
圖 13 節線起點及終點在縱切線上之示意圖.....	25
圖 14 車距與平均車距比之累積分布示意圖.....	32
圖 15 例題 1 模擬路段之車道配置及縱切面示意圖.....	36
圖 16 例題 1 模擬路網縱切線及平曲線位置.....	37
圖 17 模擬路段之分隔及相關模擬路網.....	39
圖 18 例題 2 縱切線位置及平曲線位置.....	39
圖 19 容量估計.....	44
圖 20 例題 11 路段之車道配置及坡度.....	46
圖 21 例題 12 路段車道配置及模擬路網.....	48

表 目 錄

	頁次
表 1 輸入資料檔之安排	7
表 2 郊區多車道公路平坦非阻斷性車流路段之平均自由速率	21
表 3 郊區雙車道公路單純路段快車道之容量及臨界速率	22
表 4 郊區多車道公路單純路段快車道之容量及臨界速率	23
表 5 郊區雙車道公路代表性車輛總重、馬力及牽引力傳輸效率	29
表 6 郊區多車道公路代表性車輛總重與馬力比(kg/kW)	29
表 7 代表性後拉係數及正向面積	30
表 8 HTSS 模式輸出檔內容樣本	34
表 9 郊區公路非阻斷性車流路段服務水準劃分標準	35
表 10 例題 1 輸入資料檔 MULTI-1.txt	38
表 11 例題 2 輸入資料檔 MULTI-2.txt	40
表 12 例題 11 輸入資料檔 2Lane-1.txt	47
表 13 例題 12 輸入資料檔 2Lane-2.txt	49

一、緒論

交通部運輸研究所(以下簡稱本所)正逐步發展一多功能之公路交通系統模擬模式(Highway Traffic Systems Simulation Model, 簡稱 HTSS 模式)以分析各類型公路的交通運作。HTSS 模式是一微觀模擬模式。此模式每 0.5 秒到 1.0 秒將模擬車輛的位置、加速率及速率更新一次,並將模擬結果整合成一輸出檔以顯示公路設施之運作績效。

HTSS 模式的架構適用於模擬高速公路、快速道路、雙車道公路、多車道公路、號誌化路口、非號誌路口、市區幹道或路網等非阻斷性及阻斷性車流之公路設施。但在讓交通界使用此模式之前須進行適當的微調及測試。本所在 2016 年用現場資料微調及改良 HTSS 模式模擬郊區雙車道公路之邏輯。雖然微調及改良的工作仍須加強,但 2016HTSS 模式已能解除目前缺乏適當工具以分析郊區雙車道公路的困境。

2017 年本所再根據臺灣郊區多車道公路平坦及坡度路段的交通特性微調 HTSS 模式,因此目前 2017HTSS 模式已可用來模擬郊區雙車道及多車道非阻斷性車流路段的交通運作。2017HTSS 模式亦有模擬號誌化路口之功能,但其相關邏輯還未仔細微調。

有意使用 2017HTSS 模式者可從臺灣公路容量分析專區網站(<http://thcs.iot.gov.tw:8080/THCS/>)下載模式之執行檔、輸入檔樣本及使用者手冊。本使用者手冊說明模擬路網及輸入檔之建立、輸入檔之性質及模式之應用。

應用 2017HTSS 模式之主要工作在於建立一輸入檔。此輸入檔之檔名必須設定為 htss.txt。2017HTSS 模式之執行檔檔名為 2017htss.exe,此檔可用於有 Windows 平台(如 XP、Windows 7、Windows 8)之電腦。執行模擬時只須將 htss.txt 及 2017htss.exe 兩個檔案放在同一子目錄(folder)中,然後快速按兩下(double click)執行檔之圖案(icon)就可進行模擬,模擬之輸出檔檔名為 htssout.txt。

二、模擬路網

建立輸入檔之前必須將實際的公路設施簡化，用一模擬路網來代表。模擬路網包括節點及節線。節線代表兩節點之間單向行車的路段。每一節線須依序給 1 到 50 之代號，節線總數不能超過 50。節點分成兩類：第一類代表車輛進入或離開模擬路段之地點，此類節點依序用 600 到 620 之代號來註明。第二類節點代表讓車輛從一節線進入到另一節線的地點，其代號從 1 開始。節點之總數也不能超過 50。

2017HTSS 模式對一節線的狀況有下列的限制：

- 1.速限不同之區段不能超過 5。
- 2.平曲線的數目不能超過 50。
- 3.用縱切線設定路段之縱切面定線(vertical alignment)時，縱切線的數目不能超過 50。
- 4.用在不同地點的高程代表縱切面定線時，有高程輸入值的地點不能超過 500。
- 5.主線右側如有爬坡道或讓慢車避開快車之短車道時，這種附屬設施的數量不能超過 3。
- 6.一路段有超車區及非超車區時，超車區之數量不能超過 5。

後續發展 HTSS 模式之過程中，上述限制可能隨需要加以放寬。

模擬之前必須將模擬路段分割成節線，節線與節線相交之地點用一節點來代表，以圖 1(a)為例，模擬高速公路時，將模擬路段劃分成節線的原則如下：

- 1.車輛進入模擬路段之地點須設為一節點，此節點為一節線之起點（如圖 1(a)之 A 點）。
- 2.車輛離開模擬路段之地點也須設定為一節點，此節點為一節線之終點（如圖 1(a)之 E 點）
- 3.有出口匝道時，出口匝道與主線分離完畢之地點（如圖 1(a)之 C 點），須設定為一節線之終點及下游節線之起點。

- 4.有進口匝道時，匝道主線剛匯合之的地點（如圖 1(a)之 B 點），須設定為一節線之起點及上游節線之終點。
- 5.一節線與下游節線之間沒有距離。

根據上述原則，圖 1(a)之實際路段可轉換成如圖 1(b)所示之模擬路網。

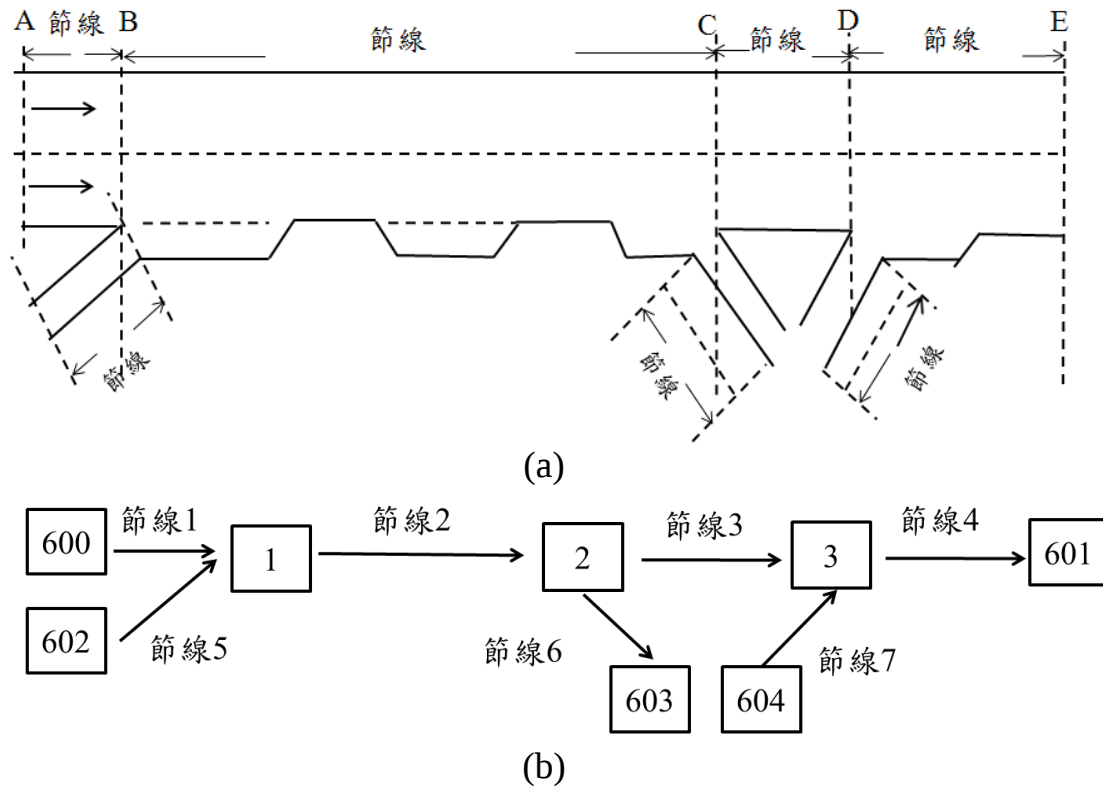


圖 1 高速公路實際路段及模擬路網示意圖

模擬平面道路時，設定節線及節點之原則可用圖 2(a)之路段來說明。

- 1.每一路口一般須用一節點來代表。
- 2.車輛進入模擬路段的地點須設定為一節點，此節點為一節線之起點（如圖 2(a)之 A 點）。
- 3.車輛離開模擬路段的地點須設定為一節點，此節點為一節線之終點（如圖 2(a)之 B 點）。
- 4.兩路口間之節線從上游路口之下游端延伸（如圖 2(a)之 C 點）到下游路口之停止線（如圖 2(a)之 D 點）。

5. 單向在 2 路口間最多可有 2 節線（例如一節線代表一快車道，另一節線代表慢車道）。

根據上述原則所訂定之模擬路網如圖 2(b)所示。

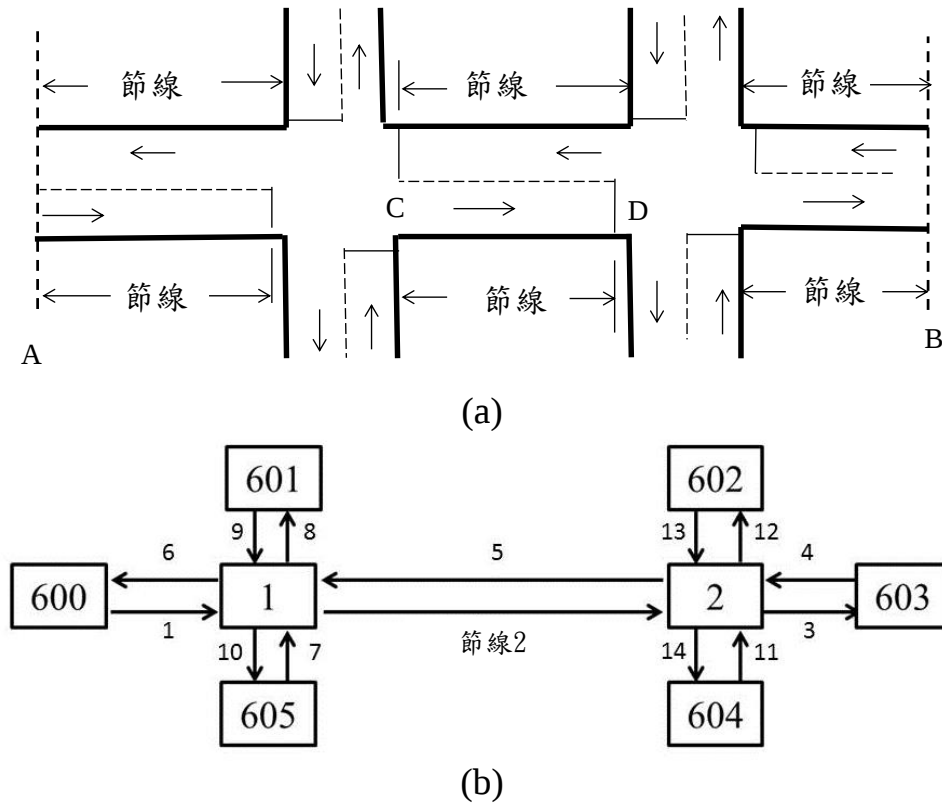


圖 2 平面道路及模擬路網示意圖

節線及節點設定之後須將每一車道用一代號來代表。以圖 3 之節線為例，全長車道從右到左須訂為車道 1、2、.....、N，附屬設施內的車道另從上游到下游，從右到左繼續設定為 N+1、N+2、.....等。每一節線的車道數不能超過 10。如超過 10 車道，則該節線必須分成 2 節線來模擬。

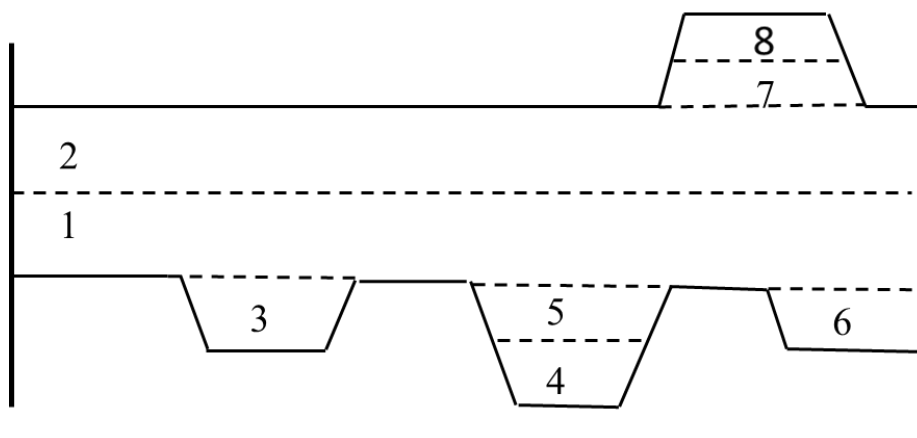


圖 3 車道代號訂定之示意圖

模擬非阻斷性車流路段所需之模擬路網很單純。例如一分析路段如圖 4 所示。一行車方向有一快車道及一機慢車道。另一方向有一混合車道及 2 爬坡道(車道 2 及車道 3)；則其模擬路網可如圖 5(a) 所示。如有必要將此路段分成 2 路段來模擬，則其相關之模擬路網如圖 5(b)所示。分隔點不能有附屬車道。

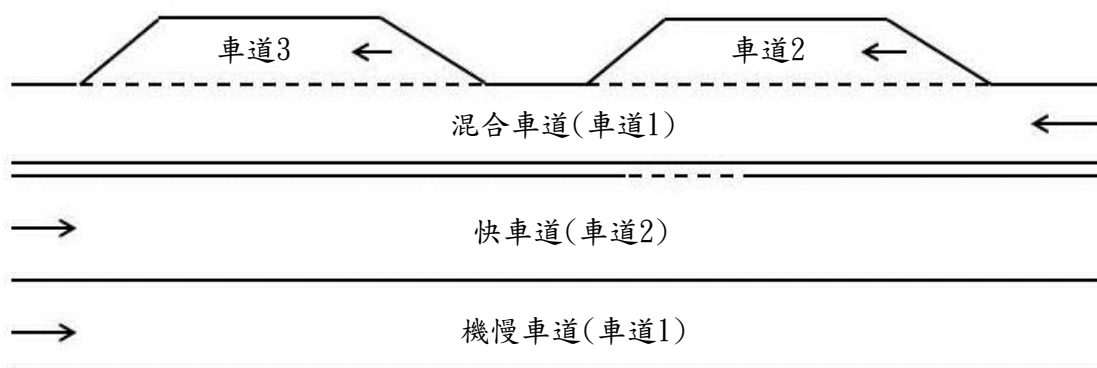
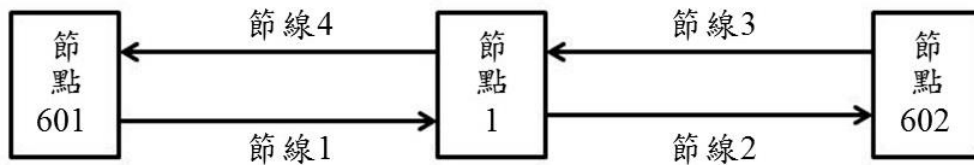


圖 4 分析路段示意圖



5(a)



5(b)

圖 5 非阻斷性車流路段模擬路網示意圖

三、輸入檔之建立

3.1 輸入檔資料之檔型及資料安排

HTSS 模式將輸入資料分成不同檔型。欲輸入某檔型資料之前必須在資料檔加入下列檔型之代號資料：

5555 N

此行中，5555 告訴 HTSS 模式有資料要輸入，N 則代表欲輸入之資料所屬的檔型。

輸入檔最後一行必須如下：

9999 9999

此行告訴 HTSS 模式已沒有其他輸入資料。

輸入檔各檔型資料的安排如表 1 所示。

表 1 輸入資料檔之安排

5555	0	檔型 0 資料
...		
5555	1	檔型 1 資料
...		
5555	2	檔型 2 資料
...		
5555	30	檔型 30 資料
...		
9999	9999	輸入檔最後一行

註：所有輸入數據須在第 1 到第 70 欄位之間。

3.2 各檔型資料內容

2017HTSS 模式的架構可讓使用者模擬許多類型的公路設施，所以輸入檔的架構有許多與模擬郊區公路非阻斷性車流路段無關的資料檔。本手冊只說明與模擬郊區公路非阻斷性車流路段有關之資料檔。

HTSS 模式的輸入檔資料有三種型式：整數 (integer number)、浮點數 (floating number) 及文字 (character)。整數用來設定如平曲線之代號、車道代號、或節線及節點之代號等狀況。浮點數用來設定如速限、距離、高程、車道寬等狀況。如果浮點數其實也是整數，則該數據也可當作整數（不必有小數點）輸入。例如速限為 60 公里/小時之輸入值可設定為 60，不必用 60.00。

HTSS 模式之輸入資料是根據自由格式 (free format) 來設定。每一行有固定數目的輸入值。兩輸入值之間最少須有 1 空格。所有輸入值必須在第 1 及第 70 欄位之內。如一行輸入值須有 6 個數據，但模擬路段的狀況只須 3 個數據，則該行最後 3 個數據須用 0 來代表，不能空白。

輸入資料若有錯誤，錯誤信息會出現在輸出檔中。使用者須根據信息中之建議修改輸入資料。如果輸出檔中沒有錯誤信息，但模擬不成功，則請使用者與臺灣公路容量分析專區網站聯絡人員聯繫，並提供輸入檔，以找出問題之來源。

檔型 0 資料

Nrun Np Warm Dur T Tbeg Tend Iseed

Nrun = 欲重覆模擬的次數（每次用不同亂數）， $Nrun \leq 30$ ；

Np = 模擬時段 (simulation interval) 數， $Np \leq 30$ ；

Warm = 熱機時間（秒）；

Dur = 熱機之後每一模擬時段 (simulation interval) 之長度（秒）；

T = 模擬單位時間（0.5 或 1.0 秒）；

Tbeg = 開始蒐集時間之瞬間（秒）；

Tend = 資料蒐集結束之瞬間（秒）；

Iseed = 產生亂數之種子（seed number，20991~999999）。

如果模擬過程中車流狀況（流率、車種組成等）不變，則模擬時段應包括熱機時段及一熱機時段後的時段。在此情況下， $Np = 2$ 。如果車流狀況隨時間而變，則每一模擬作業 (simulation run) 最多可設定 29 個熱機時段之後的時段。熱機時段之後每一時段的長度一樣（如 $Dur = 300$ 秒）。模擬開始不久之期間內，車流尚未達正常狀況，在這熱機時段內，不宜蒐集資料。原則上，熱機時間最少須等於一車輛走完全程所需的時間。例如模擬路段的長度為 2 公里，預期之速率為 40 公里/小時，則熱機時間最少要有 $2/40$ 小時，亦即大約 180 秒。如果熱機時間太短，輸出檔中會出現一相關之錯誤信息，模擬會中斷；熱機時間須加長。

HTSS 模式之使用者可選用 0.5 秒到 1 秒之單位時間進行模擬。模擬單位時間為 0.5 秒時，HTSS 模式每 0.5 秒訂定每一車輛的新加速率、速率及位置。所以其模擬所需電腦時間（CPU time）比用 1 秒之模擬單位時間長，但可減少估計誤差。

在每一不同之模擬作業時，HTSS 模式會用輸入之亂數種子來產生另一套種子。然後用每一套種子產生亂數來訂定一車輛之屬性（如車長等）。輸出資料是 Nrun 次模擬作業結果之平均值。資料蒐集結束瞬間 Tend 不能超過總模擬時間（ $Warm + Np * Dur$ ）。例如熱機時間為 200 秒，模擬時段數為 2，熱機後每模擬時段之長度為 300 秒，則資料結束之瞬間必須小於或等於

$200 + (2-1) \times 300 = 500$ 秒。

例：

5555 0
4 2 120 1040 0.5 150 1100 19138

模擬作業為重複模擬 4 次；有 2 個模擬時段(第 1 時段為熱機時段)；熱機時段為 120 秒；熱機時段後每模擬時段的長度為 1,040 秒；模擬單位時間為 0.5 秒；資料蒐集開始及結束時間各為第 150 秒及第 1,100 秒；用來產生亂數之種子為 19138。

檔型 1 資料

Link Nup Ndn In Cont N Wid W2 ID SHR SHL Alen GEO

Link = 一節線之代號 (如 1 或 2)；

Nup = 節線 Link 上游節點的代號 (如 610 或 2)；

Ndn = 節線 Link 下游節點的代號 (如 611 或 3)；

In = 單向在 2 節點之間可能有 2 節線。如節線在內側，則 In 值為 2，其他情況之節線 (唯一節線或在外側之節線) 的 In 值為 1；

Cont = Link 下游端點之主要交通控制類型，NO=無控制(註：模擬無阻斷性車流時，Cont 須設定為 NO)，YD=讓，ST=停，SIG=路口用之號誌控制，METER=匝道用之號誌控制。如端點車道的控制類型與其他車道不同，則用檔型 6 資料來修訂(註：本手冊不說明此檔型)；

N = 全長車道數(雙車道公路單向只有一快車道，則 N=1；若有一快車道，並且有一機慢車道，則 N=2。多車道公路單向若有二快車道，則 N=2；若有二快車道，並且有一機慢車道，則 N=3)；

Wid = 車道寬 (公尺)；

W2 = 寬度與 Wid 不同之特定車道之寬度 (公尺)；

ID = 車道寬為 W2 之特定車道代號；

SHR = 右側路肩寬(公尺)；

SHL = 左側路肩寬(公尺)；

Alen = 節線長度(公里)；

Geo = 節線性質之代號，TWO=郊區雙車道公路(須用對向車道超車)，MULTI=郊區多車道公路，FREE=高速公路，URBAN=市區道路。

例:

5555 1

1 601 602 1 NO 3 3.5 1.5 1 1.0 0.0 3.20 MULTI

2 602 601 1 NO 2 3.5 0.0 0 1.0 0.0 3.20 MULTI

節線 1 上游及下游端點之節點代號各為 601 及 602；節線 2 上下游端點之節點則各為 602 及 601；節線 1 為節點 601 下游唯一的節線(In=1)；節線 2 為節點 602 下游唯一的節點(In=1)；節線 1 及 2 下游端點沒有交通控制(如號誌或停讓標誌)；節線 1 有 2 車道；節線 2 有一車道；節線 1 之車道 1 寬度為 1.5 公尺，另一車道寬度為 3.5 公尺；節線 2 之車道寬為 3.5 公尺；節線 1 及 2 的長度皆為 3.2 公里；節線 1 及節線 2 右側有 1 公尺寬的路肩；左側無路肩。節線 1 及節線 2 皆屬郊區多車道公路之路段。

檔型 2 資料

Link Kturn Next L₁ L₂ Dis

Link = 一節線之代號；

Kturn = 從 Link 離開之後的行車方向代號(1,2, ...,8 及 9,10, ...,16)；

Next = 從 Link 以行車方向 Kturn 進入之節線的代號；

L₁ = 行車方向 Kturn 之路徑上，基準串連之上游車道(在 Link 上)代號；

L₂ = 行車方向 Kturn 之路徑上，基準串連之下游車道(在 Next 上)代號；

Dis = 從車道 L₁ 停止線到車道 L₂ 入口的行車距離(公尺)。

HTSS 模式將行進方向分成 16 種。如果離開一節線之後所進入之節線為唯一之節線，或為同方向兩併行節線之外側節線，則代號 1,2, ...,8 各代表迴轉、急左轉、左轉、斜左轉、直行、斜右轉、右轉及急右轉，如圖 6 所示。如所進入之下游節線為同方向兩併行節線之內側節線，則上述代號須

增加 8，成為 9,10, ...,16，如圖 7 所示。

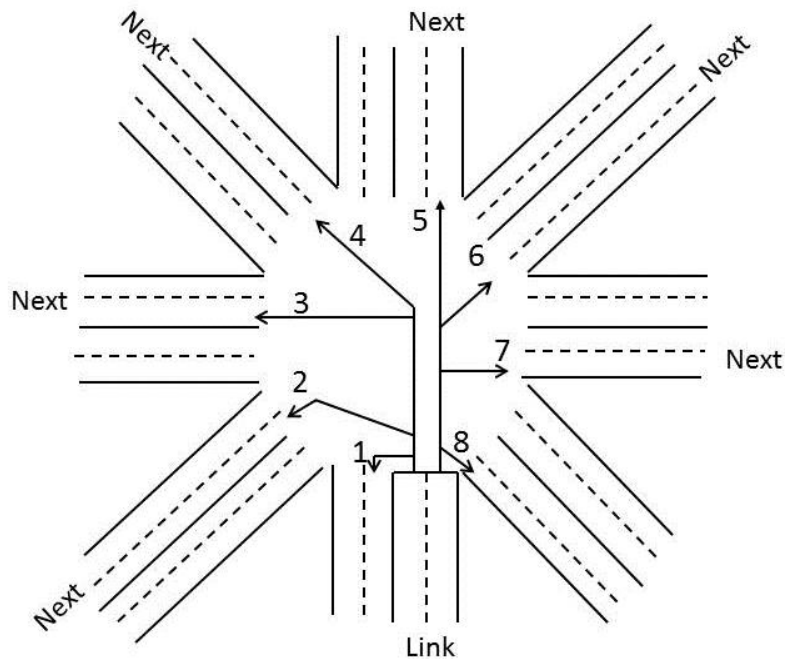


圖 6 進入下游唯一節線或 2 併行節線之外側節線的行車方向代號

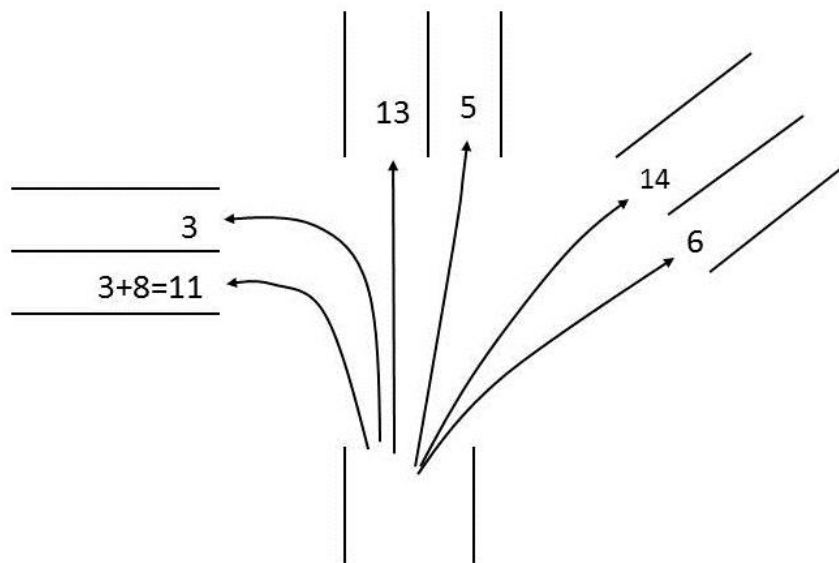


圖 7 進入下游內側及外側節線之行車方向訂定原則示意圖

行車方向 Kturn 之路徑上，基準串連車道如圖 8 所示。一般而言，直行 (Kturn=5) 路徑上之基準串連車道為在最右側，上下游對齊之兩車道(圖 8 中 Link 之車道 1 及下游節線之車道 2)。迴轉、急左轉、左轉及斜左轉之 L_1 為

在 Link 最左側能讓 Kturn 方向車輛使用之車道。 L_2 則為下游節線(亦即 Next)上最左側，可讓 Kturn 方向來車使用之車道。行車方向偏右之基準串連車道則為上下游節線上之最右側車道。

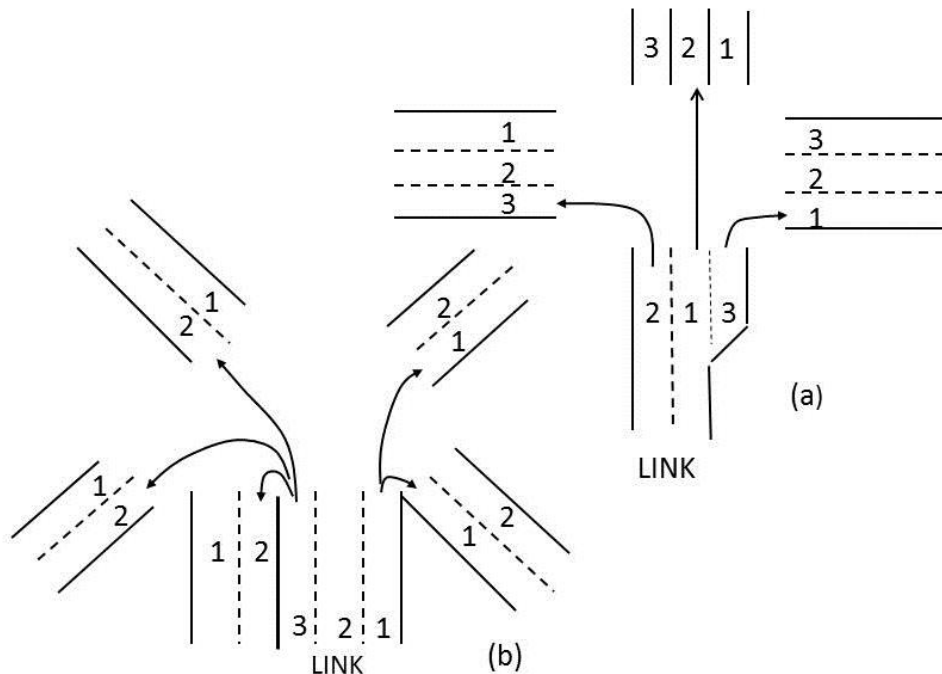


圖 8 基準串連車道示意圖

從 L_1 右轉或急右轉進入 L_2 所需之行車距離必須設定為 0 公尺。此外，如果 L_1 及 L_2 之間事實上沒有交叉口，則 L_1 及 L_2 之間的行車距離也須設定為 0 公尺。

例：

以圖 8(a)之節線為例，其檔型 2 資料可能如下所示(假設 Link=10)：

5555	2					
10	3	11	2	3	12.5	(註：左轉)
10	5	16	1	2	21.0	(註：直行)
10	7	17	3	1	0.0	(註：右轉)

從 Link 左轉(Kturn=3)、直行(Kturn=5)及右轉(Kturn=7)各進入節線 11、16 及 17。左轉之基準串連車道為 Link 之第 2 車道及節線 11 之車道 3。

檔型 3 資料

Node	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7	L_8
------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Node = 一節點之代號，代號 600 或超過 600 之節點不必有此檔型資料；

L_1 = 進入節點 Node 之所有節線中，任意選擇做為基準節線之節線代號；

L_2 = 基準節線急左方，進入節點 Node 之外側節線(或唯一節線)的節線代號；

L_3 = 基準節線左方，進入節點 Node 之外側節線(或唯一節線)的節線代號；

L_4 = 基準節線斜左方，進入節點 Node 之外側節線(或唯一節線)的節線代號；

L_5 = 基準節線正前方，進入節點 Node 之外側節線(或唯一節線)的節線代號；

L_6 = 基準節線斜右方，進入節點 Node 之外側節線(或唯一節線)的節線代號；

L_7 = 基準節線右方，進入節點 Node 之外側節線(或唯一節線)的節線代號；

L_8 = 基準節線急右方，進入節點 Node 之外側節線(或唯一節線)的節線代號；

圖 9 顯示節線 $L_1, L_2, \dots, L_8$ 之相對位置。如果 $L_2, L_3, \dots, L_8$ 中有些節線不存在，則其節線代號須設定為 0。

例：

5555	3								
1	2	0	4	0	5	0	7	0	

節點 1 之基準節線為節線 2，此節線左側有一節線(節線 4)進入節點，從正前方進入節點之節線為節線 5，從右側進入節點之節線為節線 7，沒有其他節線進入節點。

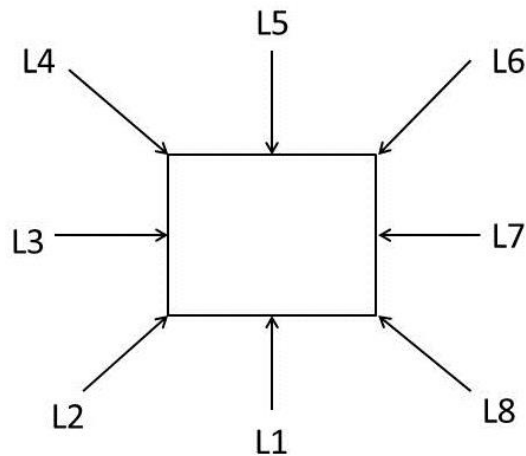


圖 9 進入一節點之節線相對位置示意圖

檔型 5 資料

Link Iside Aux L₁ L₂ L₃ Start Ex XW off

此檔型資料只用在左右側有附屬短車道（如爬坡道或慢車用之避車道）之情況。

Link = 一節線之代號；

Iside = 附屬車道在節線右側時 Iside = 1，否則 Iside = 2；

Aux = 附屬設施種類之代號，如圖 10 之 up、MID 及 END 所示；

L₁, L₂, L₃ = 附屬設施之車道之代號（見圖 3），如果只有一車道時，則將 L₂ 及 L₃ 設定為 0；

Start = 附屬設施起點與節線起點之距離（公里）；

Ex = 附屬設施終點與節線起點之距離（公里）；

XW = 附屬設施車道之寬度（公尺）；

off = 附屬設施終點與非附屬設施車道之距離（見圖 11）。模擬非阻斷性車流時，off 須設定為 0.0 公尺。

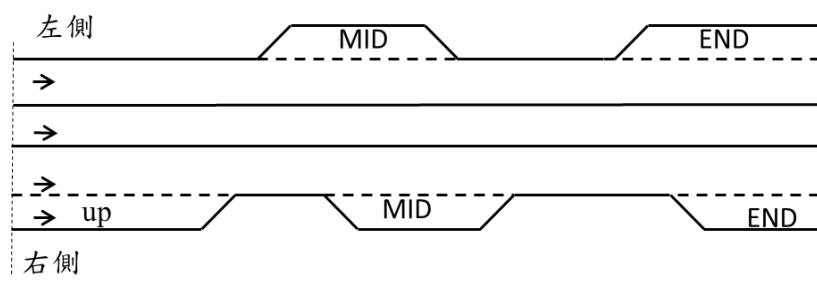


圖 10 附屬設施之代號

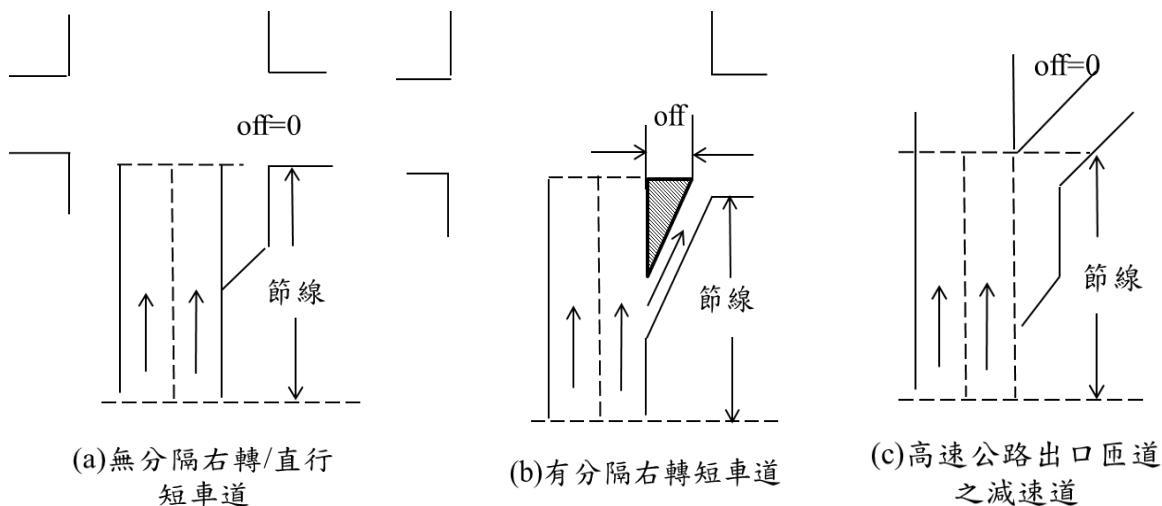


圖 11 節線終點附屬設施與非附屬設施之距離之定義

例：

```

5555  5
2  1  MID  2  0  0  0.5  1.2  3.5  0.0
2  1  MID  3  0  0  2.0  2.6  3.5  0.0

```

節線 2 右側有 2 設施種類屬 MID 之附屬車道。最上游的附屬車道為第 2 車道 (L1=2) 另一附屬車道為第 3 車道(L1=3)。第 2 車道從里程 0.5 公里到里程 1.2 公里(里程從節線起點開始)；第 3 車道從里程 2.0 公里到里程 2.6 公里。兩附屬車道的寬度皆為 3.5 公尺。

檔型 10 資料

Hwy Link XP(1) YP(1) XP(2) YP(2) ... XP(5) YP(5)

此檔型資料只用於郊區雙車道公路有超車區之狀況。車輛超車時須占用對向車道。

Hwy = 雙車道公路之代號(1, 2, ...);

Link = 一節線之代號;

XP(i), YP(i) = 從上游到下游第 i 超車區 ($i = 1, 2, \dots, 5$) 起點及終點之
里程，亦即與節線起點之距離 (公里)。

如一模擬路段的超車區數目超過 5，則須要有 2 節線或更多節線代表該
路段。

例:

5555 10

1 1 0.0 0.8 1.7 2.2 0. 0. 0. 0. 0. 0.

1 2 0.0 3.2 0.0 0.0 0. 0. 0. 0. 0. 0.

第 1 條雙車道公路(Hwy=1)所屬之節線 1 有從里程 0.0 公里到 0.8 公里
及里程從 1.7 公里到 2.2 公里之超車區。節線 2 則只有從里程 0.0 公里到 3.2
公里之超車區，因節線 2 的長度也是 3.2 公里(見檔型 1 資料)，所以節線 2
全長皆可超車。

檔型 11 資料

Link Lane Ku X_1 X_2 L(1) L(2) L(3)

此檔型只用於一車道之全部或一部分長度為專用/保留的情況。

Link = 一節線之代號;

Lane = 車道代號;

Ku = 1 (特定車種必須使用之車道，其他車種不能進入);

= 2 (特定車種可用也可不用之車道，但一進入必須走完全
程，其他車種不能使用);

= 3 (特定車種可隨意進出之車道，其他車種不能使用)。

X_1, X_2 = 專用/保留車道之起點及終點 (公里) ;

L(i) = 能使用專用/保留路段之 3 車種的代號 ($i = 1, 2, 3$)，只有一
車種能用時， $L(2) = L(3) = 0$ 。

HTSS 模式之車種代號如下：

1 = 小車;

2 = 機車;

- 3 = 非排班之大客車；
 10 = 排班公車；
 4 = 大貨車；
 5 = 半聯結車；
 6 = 全聯結車。

例：

```
5555  11
1  1  3  0.0  3.2  2  0  0
```

節線 1 之車道 1 為專用/保留車道，此車道只讓機車使用($L(1)=2$)，而且機車可隨意進出此車道($Ku=3$)。此專用/保留車道的長度(3.2 公里)等於節線 1 之長度。

檔型 20 資料

Link Itu L(1) L(2) ... L(6)

Link = 一節線之代號；

Itu = 從節線端點離開時之一行車方向之代號(見圖 6 及圖 7)；

$L(i)$ = 以行車方向 Itu 離開節線時能使用之一車道的代號 ($i = 1, 2, \dots, 6$)；

如節線 Link 端點有 3 個行車方向，則需有 3 行此檔型資料。

模擬非阻斷性車流時，所有車輛皆視為直行車輛，因此行車方向代號訂為 5。

例：

```
5555  20
1    5    1    2    0    0    0    0
2    5    1    0    0    0    0    0
```

從節線 1 直行 ($Itu = 5$) 離開的車輛可用車道 1 及車道 2，從節線 2 直行離開的車輛可用車道 1。

檔型 21 資料

Link ITY L(1) X(1) L(2) X(2) ... L(6) X(6)

Link = 一節線之代號；

ITY = 車種代號 (1 = 小車、2 = 機車、3 = 非排班之大客車、4 = 大貨車、5 = 半聯結車、6 = 全聯結車，9 = 所有車種)；

L(i) = 在節線下游端點的 6 種行車方向之一 ($i = 1, 2, \dots, 6$) 的代號，分析非阻斷性車流時，所有車輛是為直行車，所以 L(1) 須設定為 5，L(2), L(3), ..., L(6) 則為 0；

X(i) = 行車方向 L(i) 之百分比 (%)。

一節線上之每一車種均需有一檔型 21 的資料。

例：

5555

1	1	5	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0 0.0	0 0.0
1	2	5	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0 0.0	0 0.0
1	3	5	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0 0.0	0 0.0
1	4	5	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0 0.0	0 0.0
1	5	5	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0 0.0	0 0.0
2	1	5	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0 0.0	0 0.0
2	2	5	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0 0.0	0 0.0
2	3	5	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0 0.0	0 0.0
2	4	5	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0 0.0	0 0.0
2	5	5	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0 0.0	0 0.0

從節線 1 及節線 2 之車道離開的 5 種車輛皆為直行車輛 (行車方向 5 之百分比 = 100 %)。

檔型 30 資料

Node Iget IP IQ X(1) X(2) ... X(6)

Node = 讓車輛進入模擬路段之一節點的代號 (如圖 1(b)之 602)；

Iget = 進入之節線為內側節線時，Iget=2，否則 1；

IP = 模擬時段之代號，熱機時段為第 1 時段 (IP=1)，隨後時段之代號為 2, 3, ..., 30)；

IQ = 時段 IP 之流率 (輛/小時)；

X(1) = 小車之百分比 (如 80.6)；

- X(2) = 機車之百分比；
 X(3) = 大客車之百分比；
 X(4) = 單體大貨車之百分比；
 X(5) = 半聯結車之百分比；
 X(6) = 全聯結車之百分比；

各車種百分比之總和必須等於 100。

例：

```
5555  30
601  1    1  1400.    90.0  5.0  000.0  00.0  5.0  0.0
601  1    2  1400.    90.0  5.0  000.0  00.0  5.0  0.0
602  1    1  1500.    90.0  5.0  000.0  00.0  5.0  0.0
602  1    2  1500.    90.0  5.0  000.0  00.0  5.0  0.0
```

在第 1 模擬時段(IP=1，亦即熱機時段)從節線 601 進入下游唯一的節線(非內側節線)的流率為 1,400 輛/小時，其中 90%為小車、5%為機車、5%為半聯結車；第 2 模擬時段的車流狀況相同。從節點 602 進入下游節線的流率為 1,500 輛/小時。

檔型 45 資料

Link Post L(1) L(2) L(3)

Link = 一節線之代號；

Post = 一速限區起點離節線起點之距離(公里)，每一節線之第 1 速限區從節線的起點(0 公里)開始；

L(1) = 速限區內小車之速限(公里/小時)；

L(2) = 速限區內機車之速限(公里/小時)；

L(3) = 速限區內大車之速限(公里/小時)；

從上游到下游，每一速限區須有一行檔型 45 之資料。

例：

```
5555  45
1   0.0   50.   50.   40.
1   1.3   60    60    50
2   0.0   45.   45.   45.
```

節線 1 有 2 速限區(有 2 行輸入資料)。第一速限區從節線起點開始 (POST = 0.0)，第二速限區從節線里程 1.3 公里處開始。第一速限區之大車速限為 40 公里/小時，其餘車輛的速限為 50 公里/小時。第二節線只有一速限區，所有車輛的速限皆為 45 公里/小時。

檔型 46 資料

Link Zone V_1 V_2 V_3

Link = 一節線之代號；

Zone = 速限區之代號（從上游到下游依序訂為 1, 2, 3, 4, 5）；

V_1 = 速限區 Zone 內小車之平均自由速率（公里/小時）；

V_2 = 速限區 Zone 內機車之平均自由速率（公里/小時）；

V_3 = 速限區 Zone 內大車之平均自由速率（公里/小時）；

HTSS 模式根據檔型 45 資料之速限估計郊區雙車道公路平直非阻斷性車流路段之平均自由速率如下：

$$V_f = V_L + \beta \Delta \quad (1)$$

此式中，

V_f = 平均自由旅行速率(公里/小時)，

V_L = 速限(公里/小時)，

β = 車種調整係數(小車及機車： $\beta=1$ ；大客車： $\beta=0.85$ ；大型貨車： $\beta=0.8$)，

Δ = 20 公里/小時，如 $V_{L1} \leq 40$ 公里/小時，

= 24 - 0.1 V_{L1} ，如 $V_{L1} > 40$ 公里/小時。

V_{L1} = 小車速限(公里/小時)

HTSS 模式根據表 2 之數據設定郊區多車道公路平坦非阻斷性車流路段之平均自由速率。

如果式 1 及表 2 不適用，則可用檔型 46 資料加以調整。

表 2 郊區多車道公路平坦非阻斷性車流路段之平均自由速率

車 種	速限 (公里/小時)	平均自由速率 (公里/小時)
小 車	60	67
	70	70
	80	89
大 車	60 或 70	66
	80	78
機 車	60 或 70	快車道：與小車相同 慢車道：51

例：

```

5555  46
1   1  50.  50.  50.
2   1  50.  50.  50.

```

節線 1 第一速限區所有車輛之平均自由速率皆設定為 50 公里/小時。節線 2 所有車輛之平均自由速率也設定為 50 公里/小時。

檔型 47 資料

Node V_1 V_2 V_3

ode = 讓車輛進入模擬路網之一節點的代號 (如圖 2 之 600、601)；

V_1 = 從 Node 進入路網時小車之平均自由速率 (公里/小時)；

V_2 = 從 Node 進入路網時機車之平均自由速率 (公里/小時)；

V_3 = 從 Node 進入路網時大車之平均自由速率 (公里/小時)；

如進入路網之平均自由速率與式 1 或表 2 或檔型 46 設定的自由速率相同，則不必有檔型 47 的資料。

例：

```

5555  47
610  50   50   50
611  50   50   50

```

610 及 611 進入模擬路網時，所有車種之各別平均自由速率皆為 50 公

里/小時。

檔型 50 資料

Link Zone Cap VC Adj

Link = 一節線之代號；

Zone = 一速限區代號；

Cap = 假設速限區 Zone 為平直路段之小車容量（小車/小時/車道）；

VC = 臨界速率（公里/小時）；

Adj = 調整參數（暫設為 0）。

除非有現場資料，設定檔型 50 資料時宜參考表 3 及表 4 所列之代表性容量及臨界速率。

表 3 郊區雙車道公路單純路段快車道之容量及臨界速率

平均自由速率 (公里/小時)	容量 Q_{max} (小車/小時)	臨界速率 (公里/小時)
90	1594	71.6
80	1587	63.9
70	1574	56.1
60	1550	48.3
50	1510	40.6
40	1439	32.8
30	1319	25.1
20	1120	17.3
$Q_{max} = -2775 + 4379 \left(\frac{V_f + 16.222}{17.356} \right)$ $V_c = 1.792 + 0.776 V_f$		

表 4 郊區多車道公路單純路段快車道之容量及臨界速率

平均自由速率 (公里/小時)	容量 Q_{max} (小車/小時)	臨界速率 V_c (公里/小時)
90	2,050	70
80	1,975	60
70	1,900	52
60	1,825	46
$Q_{max} = 1,375 + 7.5V_f$ $V_c = 52 - 0.7V_f + 0.01V_f^2$		

例：

```

5555  50
1  1    1500    40.0
1  2    1550    45.0
2  1    1500    40.0

```

節線 1 兩速限區之容量各設定為 1,500 及 1,550 小車/小時，其相關臨界速率各為 40.0 及 45.0 公里/小時。節線 2 只有一速限區，其設定的容量及臨界速率各為 1,500 小車/小時及 40 公里/小時。

檔型 60 資料

Link ID Begin Over Slope

Link = 一節線之代號；

ID = 在節線 Link 上，從上游到下游依序之縱切線 (vertical tangent)
代號 (1, 2, 3, ..., 50)；

Begin = 縱切線起點與節線起點的距離 (公里)；

Over = 縱切線終點與節線起點的距離 (公里)；

Slope = 縱切線之坡度 (%), 上坡為正值，下坡為負值。

HTSS 模式讓使用者選擇代表縱切面定線 (vertical alignment 或 profile) 之性質。如一路段是根據現代公路設計標準所建造，因此有一連串的縱切

線及豎曲線，則用檔型 60 資料訂定縱切面之性質比較方便。否則使用者必須用檔型 61 資料。

另一方面，如果模擬路段沒有坡度，則不須用檔型 60 或 61 之輸入資料。設定檔型 60 之資料時，一節線的第一縱切線從節線的起點開始，最後一縱切線也須終止在節線的終點。但事實上節線的起點及終點可能沒有在一縱切線上，如圖 12 所示。在這情況下，在節線起點及終點處必須設定一沒有長度的虛擬 (virtual) 縱切線。模擬使用者必須估計此縱切線之坡度。

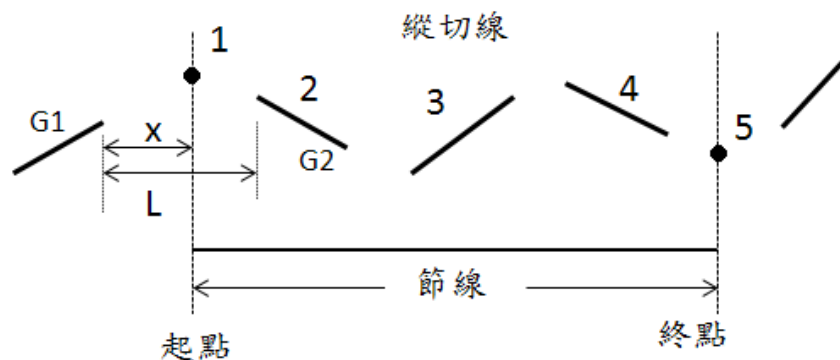


圖 12 節線起點及終點無縱切線（在曲線上）之示意圖

以圖 12 在節線起點兩旁之縱切線為例。如果起點左側之縱切線的坡度為 G_1 ，右側縱切線之坡度為 G_2 ，兩切線之間曲線之長度為 L ，節線起點到上游切線之距離為 x ，則路段在起點之坡度可估計如下：

$$G = G_1 + \frac{G_2 - G_1}{L} x \quad (2)$$

此式中，

G = 路段一定點之坡度（%，正值為上坡）；

G_1 = 定點左側縱切線之坡度（%，正值為上坡）；

G_2 = 定點右側縱切線之坡度（%，正值為上坡）；

L = 兩縱切線之間縱曲線之長度；

x = 定點與左側縱切線之距離。

節線之起點或終點的坡度估計完成之後，第一縱切線之相關檔型 60 資

料可能如下所示：

1 1 0.0 0.0 -3.8

此例表示節線 1 上第一縱切線的起點及終點不在節線的起點，因此其長度等於 0 公里。此外第一縱切線之坡度以公式 2 估計為 -3.8%。

另一方面，如果一節線的起點或終點在一縱切線上，如圖 13 所示，第一縱切線 (ID = 1) 從第一節線之起點開始 (Begin = 0.0)，其終點離節線起點 0.5 公里 (Over = 0.5)，則檔型 60 資料為：

1 1 0.0 0.5 3.2

最後一縱切線 (第 4 縱切線，坡度 -4.0%) 自節線 1 之 1.8 公里處開始，其相關資料則為：

1 4 1.8 2.0 -4.0

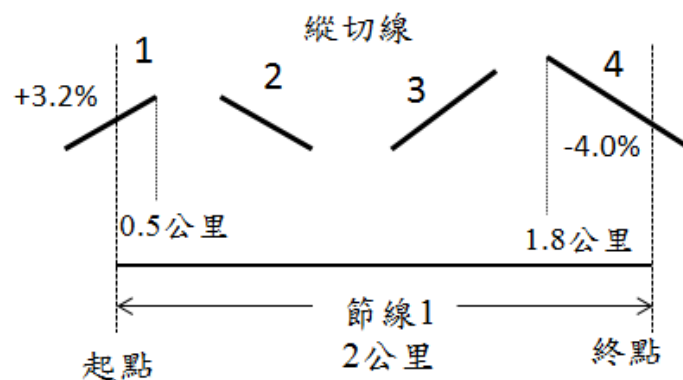


圖 13 節線起點及終點在縱切線上之示意圖

例：

5555 60

1	1	0.0	2.0	6.0
1	2	2.5	3.2	0.0
2	1	0.0	0.7	0.0
2	2	1.2	3.2	-6.0

節線 1 有 2 縱切線。第一縱切線從節線的起點開始(begin = 0.00)直到里程 2.0 公里之處(Over = 2.0)，其坡度為 6.0% (上坡)。第 2 縱切線從里程 2.5

公里開始(Begin = 2.5)直到節線 1 之下游端點 (Over = 3.2)，其坡度為 0%(平坦)。節線 2 之第一縱切線從里程 0.0 公里到 0.7 公里，其坡度為 0%(平坦)。第二縱切線從里程 1.2 公里到節線下游端點，其坡度為-6%(下坡)。

檔型 61 資料

Link ID X E

Link = 一節線之代號；

ID = 一定點的代號，從上游到下游，依序為 1, 2, 3, ..., 500；

X = 定點 ID 與節線起點之水平距離（公里）；

E = 定點 ID 之高程（公尺）；

如果不用檔型 60 資料設定縱切面的狀況，而且節線有坡度，則須設定檔型 61 資料。此資料之第一定點及最後一定點必須各為節線之起點及終點。兩定點之間的距離越短越能較準確地代表實際的縱切面。

例：

5555	61		
1	1	0.0	100.0
1	2	1.6	196.0
1	3	3.2	205.0
2	1	0.0	205.0
2	2	1.6	196.0
2	3	3.2	100.0

節線 1 在里程 0.0 公里(節線起點)、1.6 公里及 3.2 公里(節線終點)處的高程各為 100 公尺、196 公尺及 205 公尺。節線 2 在里程 0.0 公里、1.6 公里及 3.2 公里處的高程各為 205 公尺、196 公尺及 100 公尺。分析實際路段時，如果坡度隨地點的變化很頻繁，最好沿公路中心線每 20 公尺左右有一高程的資料。

檔型 62 資料

Link ID Begin Over Radius

Link = 一節線之代號；

ID = 一平曲線之代號，從上游到下游，依序訂為 1、2、3、...、

50；

Begin = 平曲線 ID 起點與節線起點之距離（公里）；

Over = 平曲線 ID 終點與節線起點之距離（公里）；

Radius = 平曲線 ID 之曲率半徑（公尺）。

例：

5555 62

1 1 1.8 2.4 120.0

2 1 0.8 1.4 120.0

節線 1 及節線 2 各有一曲率半徑為 120 公尺之平曲線。節線 1 之平曲線從里程 1.8 公里到里程 2.4 公里。節線 2 之平曲線從里程 0.8 公里到里程 1.4 公里。

檔型 63 資料

Link ID Sup

Link = 一節線之代號；

ID = 一平曲線之代號，從上游到下游，依序訂為 1、2、3、...、50；

Sup = 平曲線之超高率(%)。

HTSS 模式根據檔型 62 資料所訂的曲率半徑估計可能的超高率，如果有正確資料則宜用檔型 63 資料替代估計值。

檔型 81 資料

Link P Gap Diff ACC Dmin Beta Lmin

Link = 一節線之代號；

P = 不願意超車駕駛員的百分比（代表值：0.67）；

GAP = 被超越車輛與其前車最少應有之車距才能提供超車機會(代表值：5.5 秒)；

Diff = 超車車輛最高速率與被超越車輛車速之差距(代表值：25 公里/小時)；

ACC = 超車時之加速率(代表值：3 公里/小時/秒)；

Dmin = 超車車輛超過被超越車輛之後，兩車須有的最小距離才能讓超車車輛回到原來車道(代表值：45 公尺)；

Beta = 緩衝距離之調整係數(代表值：1.0)；

Lmin = 能被利用之超車區最小長度(代表值：160 公尺)。

緩衝距離代表超車車輛回到原來車道時與對向車輛應保持之最小安全距離。2017HTSS 模式係用美國 AASHTO 公路設計規範所用之緩衝距離作為代表性距離。此距離可估計為：

$$S = 5.67 + \frac{95.46}{1 + e^{\frac{V_{max} - 70}{14.654}}} \quad (3)$$

此式中，

S = AASHTO 之緩衝距離(公尺)，

V_{max} = 超車時之最高速率(公里/小時)。

如果實際的緩衝距離與 AASHTO 所定的距離不同，則可用上述 Beta 輸入值更改。Beta 等於 0.8 表示緩衝距離是式 3 值之 80%。

例：

```
5555 81
1 0.67 5.5 25 3.0 45.0 1.0 160.
```

此檔型 81 資料與上述代表值相同。

檔型 85 資料

Alt Const

Alt = 模擬路段之高程 (公尺)；

Const = 99 或任何 0 到 999 之數據 (不能空白)。

HTSS 模式將每一模擬路段的高程設定為 200 公尺。此高程對坡度路段上車輛加速率的估計值有輕微的影響。如果 200 公尺之高程可接受，則不須用此檔型資料加以修改。

例：

```
5555 85
300. 99
```

檔型 86 資料

Kind Mass Power Eff

Kind = 車種之代號 (1=小車、2=機車、3=大客車、4=單體大貨車、5=半聯結車、6=全聯結車)；

Mass = 車種 Kind 之總重 (kg，公斤)；

Power = 車種 Kind 之馬力 (kW)；

Eff = 車種 Kind 之牽引力傳輸效率。

HTSS 模式將郊區雙車道及多車道公路各代表性車輛的總重、馬力及牽引力傳輸效率設定如表 5 及表 6 所示。

如果表 5 及表 6 之設定值適用，則不必用檔型 86 資料更改設定值。

表 5 郊區雙車道公路代表性車輛總重、馬力及牽引力傳輸效率

車種	總重(kg)	馬力(kW)	牽引力傳輸效率	kg/kW
小車	2,000	40	0.90	50.0
機車	180	3.8	0.90	47.4
大客車	15,000	180	0.85	83.3
大貨車	10,000	135	0.85	74.0
半聯結車	30,000	285	0.85	105.3
全聯結車	30,000	285	0.85	105.3

表 6 郊區多車道公路代表性車輛總重與馬力比(kg/kW)

車種	總重(kg)	不同坡度之馬力比(kg/kW)					
		≤5%	6%	7%	8%	9%	10%
小車	2,000	81.6	74.0	67.8	62.5	58.0	54.0
機車	180	51.4	50.4	49.5	48.6	47.7	46.9
大客車	15,000	93.2	91.5	89.8	88.2	86.7	85.2
大貨車	10,700	107.0	100.3	94.4	89.1	84.5	80.2
半聯結車	30,000	124.0	117.8	112.2	107.1	102.5	98.2

例：

5555 86

1 2000. 40 0.92

2	180	3.8	0.92
3	15000	180	0.85
4	10000	135	0.85
5	30000	285	0.85

檔型 87 資料

Kind Drag Area

Kind = 車種之代號 (1=小車、2=機車、3=大客車、4=單體大貨車、5=半聯結車、6=全聯結車)；

Drag = 車種 Kind 氣流後拉係數 (drag coefficient)；

Area = 車種 Kind 之正向面積 (frontal area) (m^2)。

HTSS 模式將各車種的後拉係數及正向面積，設定如表 7 所示。

表 7 代表性後拉係數及正向面積

車種	後拉係數	正向面積 (m^2)
小車	0.3	2.0
機車	0.9	0.8
大客車	0.7	7.0
大貨車	0.7	10.7
半聯結車	0.7	10.7
全聯結車	0.7	10.7

如果表 7 所列之代表值不適用，則可用檔型 87 資料加以改正。

例：

5555 87

1 0.4 1.5

小車之後拉係數及正向面積各改為 0.4 及 1.5 平方公尺。

檔型 95 資料

Link D(1) D(2) ...D(10)

Link = 一節線之代號；

D(i) = 從上游到下游，第 i 車輛偵測站與節線起點之距離 (公里)；

HTSS 模式讓使用者在每節線上最多設置 10 個車輛偵測器，以利於進行交通分析，這些偵測器蒐集通過偵測站車輛的流率、空間平均速率、時間平均速率及各車種之百分比，如一節線無偵測站，則不須設定檔型 95 資料，如果一節線之偵測站數少於 10，則不存在之偵測站須用 0 代表 $D(i)$ 之值。

例:

```
5555 95
1 0.01 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00 1.20 2.0 3.0 3.2
2 0.01 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00 3.20 0.0 0.0 0.0
```

節線 1 有 10 個偵測站，節線 2 則只有 7 個偵測站。

檔型 97 資料

Fixed Const

Fixed = 0 或 1；

Const = 99 或任何 0 到 999 之數據（不能空白）。

HTSS 之模擬車輛各有不同之行為（如加速率及欲維持之最高速率）。如模式之使用者欲使用代表性車輛（亦即有平均行車行為之車輛）估計自由速率隨坡度及坡長之變化，則須將 Fixed 設定為 1。否則不可用此檔型或必須將 Fixed 設定為 0。

應用 HTSS 模式時，一般不宜將檔型 97 資料放在輸入檔。因為如不小心將檔型 97 之 Fixed 設定為 1，則每一輛車完全有同樣的屬性(如車重)及行為。

例:

```
5555 97
1 99
```

檔型 98 資料

Node Iget h_0 h_1 h_2 h_3 h_4 h_5 h_6 h_7 h_8 h_9 h_{10} h_{11}

Node = 產生車輛之節點代號(如 601)；

Iget = 進入之節線為內側節線時，Iget=2，否則 1；

h_0 = 車輛抵達 Node 時車距 h 與平均車距 H 比之最小值(如 0.7)；

- h_1 = 第 10 百分位 h/H ;
 h_2 = 第 20 百分位 h/H ;
 h_3 = 第 30 百分位 h/H ;
 h_4 = 第 40 百分位 h/H ;
 h_5 = 第 50 百分位 h/H ;
 h_6 = 第 60 百分位 h/H ;
 h_7 = 第 70 百分位 h/H ;
 h_8 = 第 80 百分位 h/H ;
 h_9 = 第 90 百分位 h/H ;
 h_{10} = 第 100 百分位 h/H ;
 h_{11} = h/H 之最高值(如 1.5) 。

HTSS 模式假設車輛以隨機的型態進入模擬路網。如果車輛進入路網的型態非隨機，而且車距 h 與平均車距 H 比之分布已知，如圖 14 所示，則可用檔型 98 資料要求 HTSS 模式用近似的分布產生車輛。用這方法產生車輛所需的模擬時間會增長。

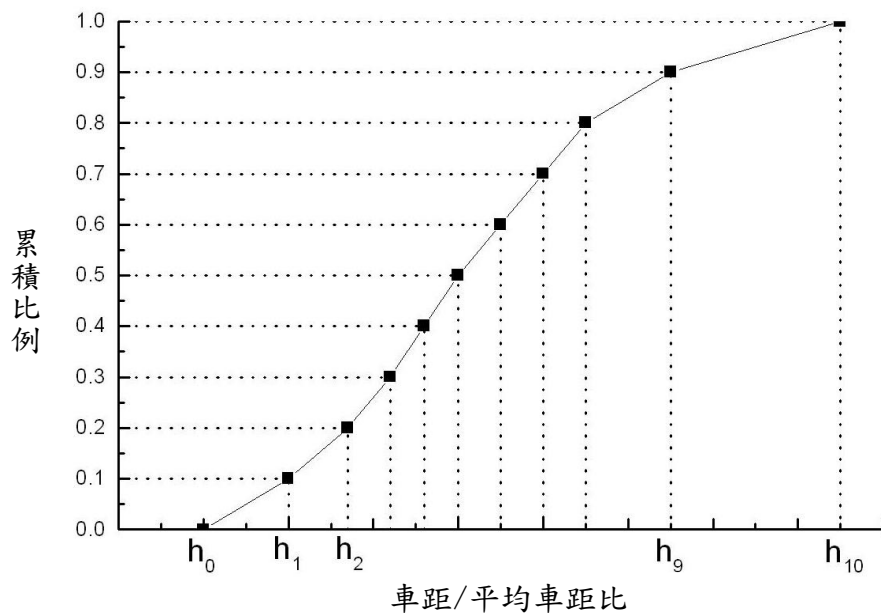


圖 14 車距與平均車距比之累積分布示意圖

例：

5555 98
 601 1 0.5 0.56 0.65 0.85 1.02 1.11 1.19 1.23 1.28 1.29 1.30

檔型 99 資料

Node Iget N

Node = 產生車輛之節點的代號；

Iget = 進入之節線為內側節線時，Iget=2，否則 1；

N = Erlang distribution 之參數(2,3,4,...)。

車輛抵達一定點之車距分布有時可用下列 Erlang distribution 來代表：

$$f(h) = \frac{(qN)^N}{(N-1)!} h^{N-1} e^{-Nqh} \quad (4)$$

此式中，

$f(h)$ = 車距等於 h 秒之或然率；

q = 流率(輛/秒)；

N = 參數。

式 4 中之 N 為整數，其值從 1 到無限大。 $N=1$ 代表隨機分布的車距。 N 值越大，車距越均勻。使用此檔型時， N 不可設定為 1。此外，使用 Erlang distribution 之前必須用現場資料確定此分布之適用性。如有現場資料，而且現場資料顯示車距分布非隨機，則最好用檔型 98 資料來訂定車距的分布。使用 Erlang distribution 會增加模擬時間。

例：

5555 99

601 1 2

四、輸出檔

HTSS 模式模擬郊區公路非阻斷性車流路段的輸出檔內容如表 8 所示。第一項輸出內容包括每一節線(Link)之流率(Flow)、平均速率(Average Speed)、耗油量(Fuel Consumption，包括總量及每車公里平均消耗之油量)及車種組成。節線之流率是離開節線下游端點的流率。估計流率所用之時間從在資料蒐集期間第一輛車輛離開的瞬間算起(不分車道)到最後一輛車離開的瞬間為止。平均速率等於節線的長度除以平均旅行時間。

第二項輸出資料是根據各節線之速限及平均速率所估計之服務水準，如果一節線有不同速限區，則根據各速限區之長度及速限加權估計平均速限以跟平均速率比較。

郊區公路服務水準之劃分標準如表 9 所示。HTSS 模式不能直接估計路段之容量。本手冊有一範例說明容量之估計方法。

第三項輸出資料顯示各節線中第一類型(Type 1)車道及第 2 類型(Type 2)車道之車道代號、流率、平均速率、機車百分比及服務水準等級。第 2 類型車道為機車佔 60%以上的車道。其他車道屬類型 1 車道。此項資料只有一節線最少有一車道屬類型 2 車道才會出現在輸出檔中。

第四項輸出資料包括每一節線、每一車道之平均停等延滯。除非有壅塞狀況，非阻斷性車流不會有停等延滯。

表 8 HTSS 模式輸出檔內容樣本

*****NOTATIONS*****

Vehicle Types:

1 = small vehicle

2 = motorcycle

3 = bus

4 = single-unit heavy truck

5 = semi-trailer truck

6 = full-trailer truck

gasoline density: 0.71~0.77 kg/l

***Number of replicated runs=

2

***** LINK STATISTICS*****

LINK	Flow vph	Average Speed(km/h)	Fuel liter	Consumption liters/veh-km	% of Vehicle type					
					1	2	3	4	5	6
1	1366.	55.8	65.	0.050	95.2	0.0	0.0	0.0	4.8	0.0
2	1208.	38.9	137.	0.122	95.6	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0

***** SPEED LIMIT minus AVERAGE SPEED*****

LINK	Speed Limit (km/h)	Average Speed (km/h)	Speed-Limit (km/h)	Level of Service
1	50	55.8	5.8	1
2	50	38.9	-11.1	5

表 8 HTSS 模式輸出檔內容樣本(續)

*****Type 1 lane and Type 2 Lane (motorcycles > 60%) Statistics*****

Only links with both types of lanes have output

LINK		IDs of Type 2 Lanes (>60% motorcycles)				
LINK	Lane Type	Flow (veh/h)	Motorcycle (%)	Average Speed (km/h)	Speed-Limit (km/h)	LOS
1	1	2594.	0.0	60.3	-9.7	4
1	2	1078.	100.0	53.7	-9.7	4

AVERAGE STOPPED DELAY

**

LINK	LANE	Average Stopped Delay(s/veh)
1	1	0.0
1	2	0.0

DETECTOR STATION STATISTICS

Link	Station at(km)	Lane	Flow (vph)	Speed (km/h)		% Vehicle Type					
				Time-Mean	Space-Mean	1	2	3	4	5	6
1	0.010	2	1404.	36.7	33.2	95.1	0.	0.	0.	4.9	0.
1	0.200	2	1402.	50.5	50.3	95.1	0.	0.	0.	4.9	0.
2	0.010	2	1259.	17.4	17.1	94.9	0.	0.	0.	5.1	0.
2	0.200	2	1259.	47.3	46.9	95.0	0.	0.	0.	5.0	0.

*****PASSING RATE

(number of passing maneuvers per DEPARTURE x 100%) *****

LINK	PASSING Zone	Departure Flow(vph)	Opposing Flow(vph)	Passing Rate(%)
1	1	1366.	1208.	0.3

表 9 郊區公路非阻斷性車流路段服務水準劃分標準

績效指標 V/C 比	服務水準等級	績效指標 U(公里/小時)	服務水準等級
≤ 0.35	A	≥ 8	1
$0.35 < V/C \leq 0.60$	B	$3 \leq U < 8$	2
$0.60 < V/C \leq 0.85$	C	$-2 \leq U < 3$	3
$0.85 < V/C \leq 0.95$	D	$-7 \leq U < -2$	4
$0.95 < V/C \leq 1.0$	E	$-12 \leq U < -7$	5
$V/C > 1.0$	F	< -12	6
U(公里/小時)=平均速率-速限			

第五項輸出資料為偵測站(Detector Station)之統計資料(Statistics)。每一節線最多可有 10 個偵測站。每偵測站所蒐集的資料包括各車道(Lane)之流

率(Flow)、時間平均速率(Time-Mean Speed)、空間平均速率(Space-Mean Speed)及車種組成。

如果 10 個偵測站的資料不夠用，可將原來偵測站移到新位置，然後重新模擬。

最後一項輸出資料是超車率(Passing Rate)。超車率等於一節線上所有超車次數佔使用該節線車輛數之百分比。如果一節線沒有超車行為，則不會有相關之輸出值。

五、應用例題

例題 1：建立輸入檔 MULTI-1.txt

一郊區多車道路段有如圖 15 所示之車道配置及坡度。此路段之縱切面有縱切線及拋物線型縱曲線。此外，在 A 端下游 2.5 公里及 3 公里之間有一曲率半徑 500 公尺，超高率 2.5%之平曲線。此路段從 A 端到 B 端之最外側車道為機車專用道，其車道寬為 2.5 公尺。其他車道的寬度皆為 3.5 公尺。速限為 70 公里/小時。試建立一輸入檔來模擬此路段之交通運作。

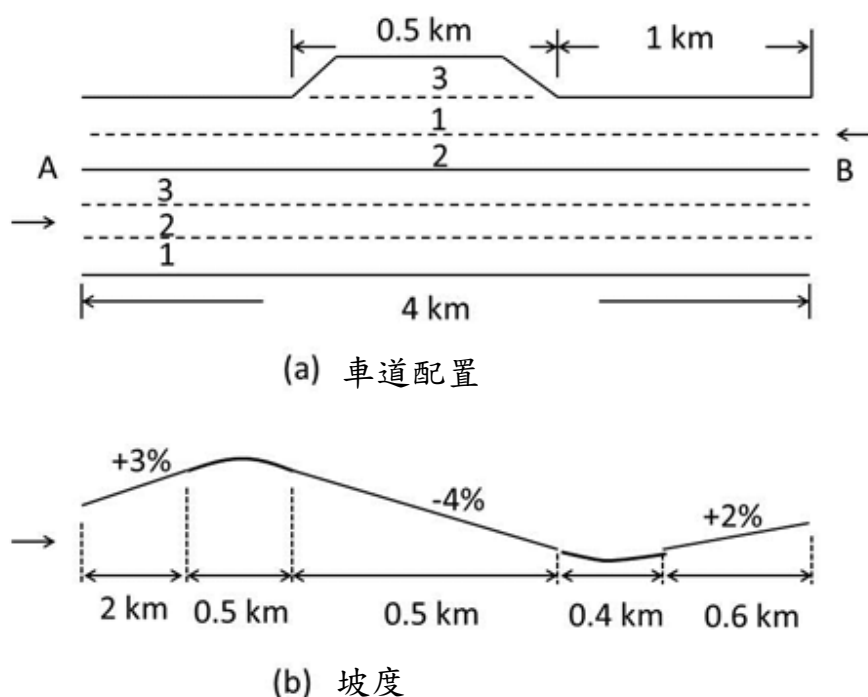


圖 15 例題 1 模擬路段之車道配置及縱切面示意圖

解：

上述的路段可用圖 16(a)所示之模擬路網來代表。因為有坡度及平曲線，設定檔型 60 及 62 資料檔之前須訂定各節線上縱切線及平曲線之位置。這些位置如圖 16(b)及 16(c)所示。

根據本手冊所描述的各檔型資料，表 10 所列之輸入檔可用來模擬圖 15 之多車道路段。此輸入檔檔名為 MULTI-1.txt。此檔可從本所公路容量分析專區網站下載。

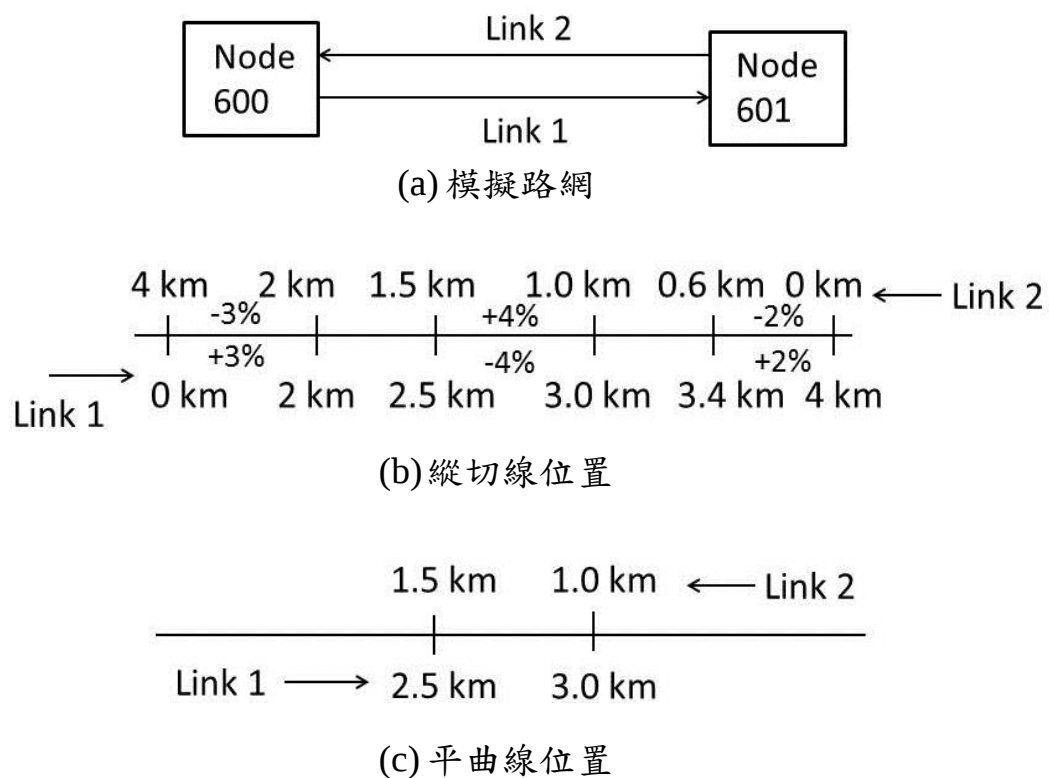


圖 16 例題 1 模擬路網縱切線及平曲線位置

表 10 例題 1 輸入資料檔 MULTI-1.txt

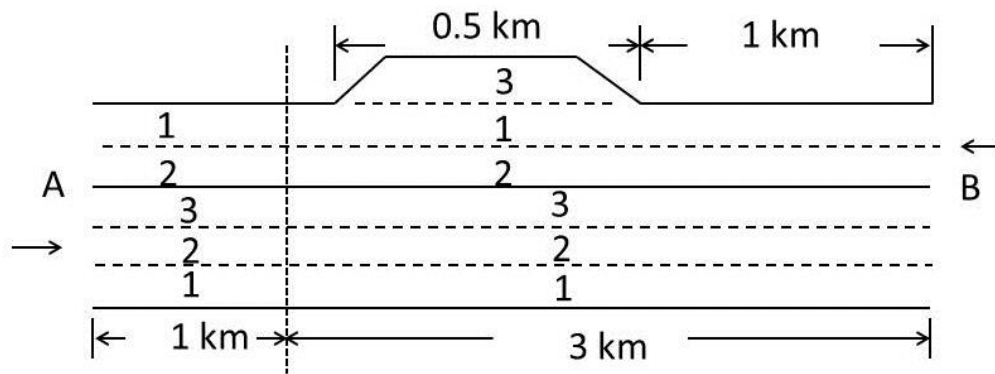
```

5555 0    simulation controls,number of runs, # periods, etc.
2 2 400 1200 0.5 600 1600 119138
5555 1    read Type 1 data, upstream node, down stream node, etc.
1 600 601 1 NO 3 3.50 2.5 1 0.5 0.0 4.0 MULTI
2 601 600 1 NO 2 3.50 0.0 0 1.5 0.0 4.0 MULTI
5555 5    read Type 5 data, auxiliary lanes
2 1 MID 3 0 0 1.0 1.5 3.5 0
5555 11   Exclusive/reserved lane
1 1 1 0.0 4.0 2 0 0
5555 20   Type 20 data, turn type allowed, ids of lanes
1 5 1 2 3 0 0 0
2 5 1 2 0 0 0 0
5555 21   Type 21 data, turning movements at end of link for veh type
1 9 3 000.0 5 100.0 7 000.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0
2 9 3 00.0 5 100.0 7 0.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0
5555 30   Type 30 data, flow rates at source nodes, to in/out,period
600 1 1 3750. 70.0 30.0 000.0 000.0 000.0 0.0
600 1 2 3750. 70.0 30.0 000.0 000.0 000.0 0.0
601 1 1 2000. 85.0 10.0 000.0 000.0 5.0 0.0
601 1 2 2000. 85.0 10.0 000.0 000.0 5.0 0.0
5555 45   Type 45 data, Speed Zones
1 0.0 70. 70. 70.
2 0.0 70. 70. 70.
5555 46   Type 46 data, change free-flow speed for each zone
1 1 70 60 68
2 1 70 60 68.
5555 47   beginning free-flow speed
600 69 62 65
601 75 65 68
5555 50   Type 50 data, Link, Speed Zone ID, Capacity, critical speed, adj
1 1 1900 52.0 0.0
2 1 1900 52.0 0.0
5555 60   Type 60 data, Link,Grade ID, Begin End %
1 1 0.0 2.0 3.0
1 2 2.5 3.0 -4.0
1 3 3.4 4.0 2.0
2 1 0.0 0.6 -2.0
2 2 1.0 1.5 4.0
2 3 2.0 4.0 -3.0
5555 62   Type 62 LINK,Horizontal Curve ID,Star, End, Radius
1 1 2.5 3.0 500.
2 1 1.0 1.5 500.
5555 86   vehicle weight, horsepower, and engine efficiency
1 2000. 24.5 0.92
2 180 3.5 0.92
3 15000 165 0.85
4 10700 129 0.85
5 30000 319 0.85
5555 95   Type 95 data, detector for flow data
1 0.02 0.2 0.4 0.6 0.8 1.5 2.0 2.6 3.0 4.0
2 0.02 0.2 0.6 0.9 1.25 1.5 2.0 2.5 3.0 3.9
5555 97   with or without variation in behavior
0 99
99999 99999

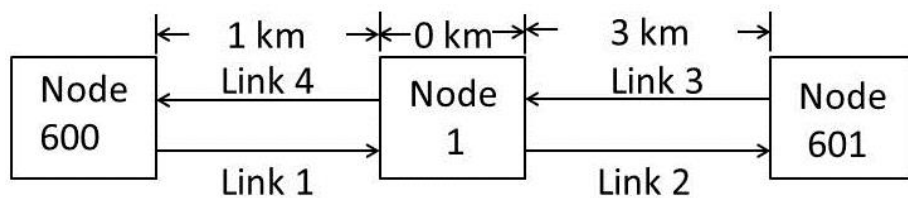
```

例題 2：建立輸入檔 MULTI-2.txt

如果圖 15 所示之路段須在離 A 端 1 公里處分成兩路段來模擬，如圖 17(a)所示，試建立一輸入檔來模擬此路段之交通運作。



(a)模擬路段

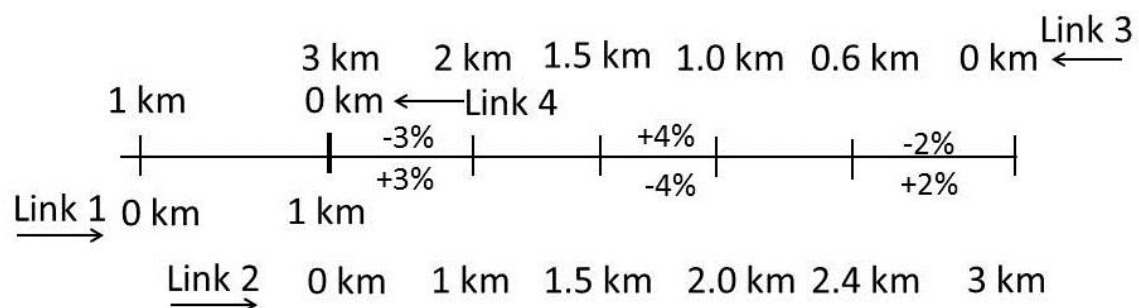


(b)模擬路網

圖 17 模擬路段之分隔及相關模擬路網

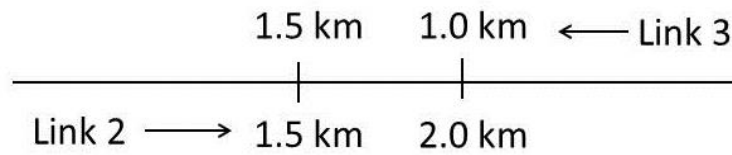
解：

分隔後之路段可用圖 17(b)所示之路網來代表。此路段有 3 個節點及 4 條節線。原來縱切線及平曲線的位置(見圖 16)須根據各節線的起點重新訂定。結果如圖 18(a) 及 18(b) 所示。



(a)縱切線位置

圖 18 例題 2 縱切線位置及平曲線位置



(b)平曲線位置

圖 18 例題 2 縱切線位置及平曲線位置(續)

因為圖 17(b)的路網比圖 16(a)的路網多出一節點及兩節線。所以表 10 之資料檔必須擴充，結果如表 11 所示。此輸入資料檔檔名為 MULTI-2.txt。此檔也可從本所公路容量分析專區網站下載。

表 11 例題 2 輸入資料檔 MULTI-2.txt

5555 0	simulation controls,number of runs, # periods,etc.											
2 2	400	1200	0.5	600	1600	119138						
5555 1	read Type 1 data, upstream node, down stream node, etc.											
1 600	1	1	NO	3	3.50	2.5	10.5	0.0	1.0	MULTI		
2 1	601	1	NO	3	3.50	2.5	10.5	0.0	3.0	MULTI		
3 601	1	1	NO	2	3.50	0.0	01.5	0.0	3.0	MULTI		
4 1	600	1	NO	2	3.50	0.0	01.5	0.0	1.0	MULTI		
5555 2	Type 2 data, link connection											
1 5	2	1	1	0.0								
3 5	4	1	1	0.0								
5555 3	Type 3 data, entry link orientation at each node											
1 1	0	0	0	3	0	0	0					
600 4	0	0	0	0	0	0	0					
601 2	0	0	0	0	0	0	0					
5555 5	read Type 5 data, auxiliary lanes											
3 1	MID	3	0	0	1.0	1.5	3.5	0				
5555 11	Exclusive/reserved lane											
1 1	1	0.0	1.0	2	0	0						
2 1	1	0.0	3.0	2	0	0						
5555 20	Type 20 data, turn type allowed, ids of lanes											
1 5	1	2	3	0	0	0						
2 5	1	2	3	0	0	0						
3 5	1	2	0	0	0	0						
4 5	1	2	0	0	0	0						
5555 21	Type 21 data, turning movements at end of link for veh type											
1 9	3	000.0	5	100.0	7	000.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
2 9	3	00.0	5	100.0	7	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
3 9	3	00.0	5	100.0	7	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
4 9	3	00.0	5	100.0	7	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
5555 30	Type 30 data, flow rates at source nodes, to in/out,period											
600 1	1	3750.	70.0	30.0	000.0	000.0	000.0	0.0				
600 1	2	3750.	70.0	30.0	000.0	000.0	000.0	0.0				
601 1	1	2000.	85.0	10.0	000.0	000.0	5.0	0.0				
601 1	2	2000.	85.0	10.0	000.0	000.0	5.0	0.0				

表 11 例題 2 輸入資料檔 MULTI-2.txt(續)

```

5555 45  Type 45 data, Speed Zones
1  0.0  70.  70.  70.
2  0.0  70.  70.  70.
3  0.0  70.  70.  70.
4  0.0  70.  70.  70.
5555 46  Type 46 data, change free-flow speed for each zone
1  1  70  60  68
2  1  70  60  68.
3  1  70  60  68
4  1  70  60  68.
5555 47 beginning free-flow speed
600  69  62  65
601  75  65  68
5555 50  Type 50 data, Link, Speed Zone ID, Capacity, critical speed, adj
1  1  1900  52.0  0.0
2  1  1900  52.0  0.0
3  1  1900  52.0  0.0
4  1  1900  52.0  0.0
5555 60  Type 60 data, Link,Grade ID, Begin End %
1  1  0.0  1.0  3.0
2  1  0.0  1.0  3.0
2  2  1.5  2.0  -4.0
2  3  2.4  3.0  2.0
3  1  0.0  0.6  -2.0
3  2  1.0  1.5  4.0
3  3  2.0  3.0  -3.0
4  4  0.0  1.0  -3.0
5555 62 Type 62  LINK,Horizontal Curve ID,Star, End, Radius
2  1  1.5  2.0  500.
3  1  1.0  1.5  500.
5555 86  vehicle weight, horsepower, and engine efficiency
1  2000.  24.5  0.92
2  180  3.5  0.92
3  15000  165  0.85
4  10700  129  0.85
5  30000  319  0.85
5555 95  Type 95 data, detector for flow data
1  0.02  0.2  0.4  0.6  0.8  0.95  0.0  0.0  0.0  0.0
2  0.02  0.2  0.6  0.9  1.25  1.5  2.0  2.5  3.0  0.0
3  0.02  1.5  2.9  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
4  0.02  0.5  0.95  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
5555 97  with or without variation in behavior
0  99
99999 99999

```

例題 3：用高程訂定縱切面

如果圖 15 路段之縱切面不能用縱切線及拋物線型的縱曲線來代表，如何建立模擬縱切面的資料檔。

解：

因為不能用縱切線及拋物線型的縱曲線來代表縱切面，所以表 10MULTI-1.txt 輸入檔中之檔型 60 資料不適用。適用的資料檔為檔型 61。此檔型資料包括在每一節線起點(里程=0 公里)與終點中間，一系列定點的高程。如果圖 15(b) 所示路段之縱切面可以 5 個地點測量到的高程來代表(註：有高程的地點必須包括各節線之起點及終點)，則檔型 61 資料可能如下所示：

5555		61	
1	1	0.000	151.3
1	2	0.505	172.6
1	3	1.520	143.2
1	4	3.000	156.9
1	5	4.000	162.8
2	1	0.000	162.8
2	2	1.000	156.9
2	3	2.480	143.2
2	4	3.495	172.6
2	5	4.000	151.3

例題 4 無專用道之路段(節線)

如果圖 15 所示路段，從 A 端到 B 端方向最外側車道不是機車專用道，而是寬 3.5 公尺之共用車道，試修改表 10 之輸入檔。

解：

因所有車道有同樣寬度，檔型 1 屬節線 1 之資料必須從原來的

1 600 601 1 NO 3 3.5 2.5 1 1.5 0.0 4.0 MULTI

改為

1 600 601 1 NO 3 3.5 0.0 0 1.5 0.0 4.0 MULTI

此外，因無專用道，所以檔型 11 資料必須從表 10 之輸入檔除掉。

例題 5 改變坡度

如果圖 15 所示路段從 A 端到 B 端的坡度為+4%(B 端到 A 端的坡度為

-4%)，試修改表 10 之輸入檔。

解：

檔型 60 之資料必須改為

1 1 0.0 4.0 4.0

2 1 0.0 4.0 -4.0

例題 6 代表性大車自由速率之變化

試說明如何用 2017HTSS 模式評估代表性大車(如多車道公路上之半聯結車)在坡度路段之自由速率變化。

解：

評估的工作包括下列數項：

1. 將檔型 30 中每時段的需求流率設定為 20~50 輛/小時以代表自由旅行狀況。
2. 用檔型 47 設定在起點的自由速率。
3. 例用檔型 95 設定欲蒐集速率之偵測站位置。
4. 將檔型 97 設定為

1 99

以表示每一模擬車有同樣之特性(亦即同為代表性車輛)。

5. 進行模擬並根據輸出檔中 Detector Station Statistics 所示之資料判斷速率變化是否不理想。一般而言，上下坡時速率變化最好不超過 15 公里/小時。

例題 7 流率隨時間而變

如果在模擬總時間內，流率隨時間而變化，因此模擬時間須分成 3 個時段(包括熱機時段 400 秒，其後 2 時段各 800 秒)。試修訂表 10 之輸入檔。

解：

檔型 0 及檔型 30 資料必須更改。檔型 0 資料可改成：

2 3 400 800 0.5 600 1600 19138

檔型 30 資料必須包括每一時段之需求流率及車種百分比，如：

600	1	1	2000	70.0	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0
600	1	2	3050	70.0	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0
600	1	3	4075	80.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0
601	1	1	2000	85.0	10.0	0.0	0.0	5.0	0.0
601	1	2	2950	85.0	10.0	0.0	0.0	5.0	0.0
601	1	3	3200	80.0	10.0	0.0	0.0	10.0	0.0

例題 8 估計容量

試說明如何應用 2017HTSS 模式來估計一路段(節線)的容量。

解：

將檔型 30 中之需求流率從低逐漸增高，並重覆模擬。需求流率尚未等於或超過容量時，增加輸入需求流率會增加輸出流率(見輸出檔中 Link Statistics 所列之流率)。如果需求流率增高時，輸出流率沒有顯著變化，或開始下降，這表示需求流率等於或超過容量，如圖 19 所示。在這情況下，宜小量調整輸入之需求流率，重新模擬，以訂定能從一節線離開之最高流率(見輸出檔 Link Statistics 所列之流率)。此最高流率為容量估計值。

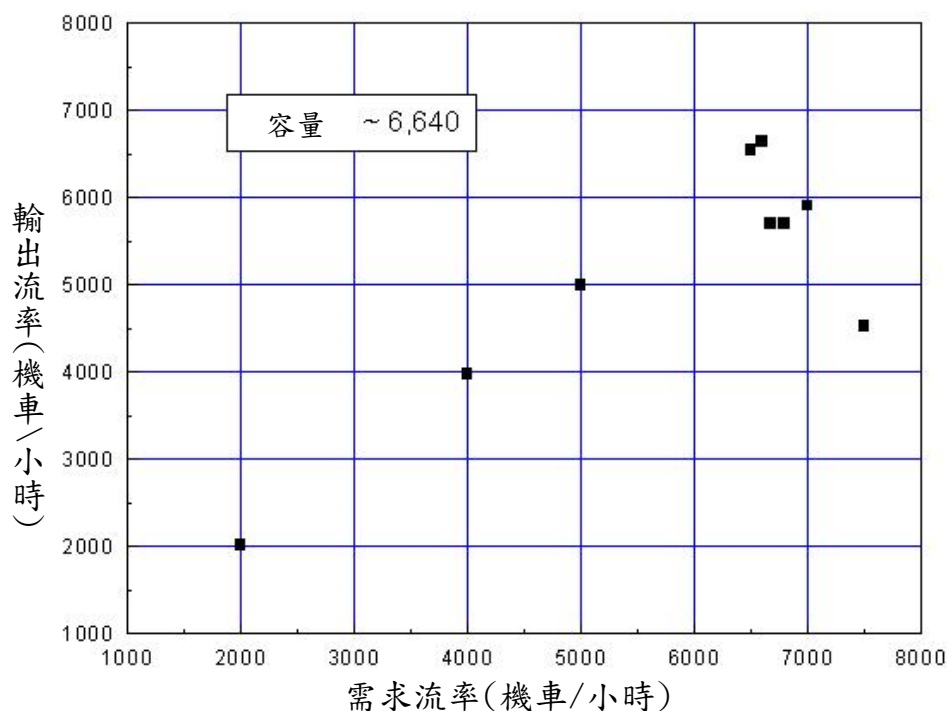


圖 19 容量估計

容量不是一可很準確估計之路段特性。用不同亂數所估計得之容量很可能有顯著差異。因此，重覆模擬的次數(見檔型 0 資料)宜最少 10 次。

例題 9 評估服務水準

試說明如何使用 2017HTSS 模式評估一路段之服務水準。

解：

一路段的服務水準須根據 V/C 比及平均速率與速限的差距(速率減速限)來評估。2017HTSS 模式各節線的輸出資料(在 Link Statistics 中)有根據平均速率與速限之差距所訂定的服務水準等級。

欲根據 V/C 比評估服務水準則須根據例題 8 所描述的步驟先估計容量，然後估計需求流率與容量之比值(亦即 V/C 比)。服務水準等級及根據表 9 所示的標準來訂定。如果 V/C 比所屬之服務水準等級為 B，速率減速限所屬之服務水準等級為 4，則分析路段之綜合服務水準等級為 B4。

郊區公路根據 V/C 比提供之服務水準須避免在 D 級以下(D、E 或 F 級)。平均速率則不宜比速限低 12 公里/小時以上。

例題 10 評估附屬車道

因為車輛進出附屬車道的位置不固定，而且附屬車道使用率隨主線車流狀況而變，所以 2017HTSS 模式沒有附屬車道之平均速率及容量估計值。試說明如何利用 2017HTSS 模式評估附屬車道之交通運作。

解：

附屬車道之運作可從兩方面來評估。第一，模式使用者可用檔型 95 資料在附屬車道之起點及終點之間設定偵測站，然後根據輸出檔中 Detector Station Statistics 所示之速率，流率及車種組成判斷附屬車道之功能。第二，模式使用者可比較有附屬車道及無附屬車道之模擬結果來評估附屬車道對路段容量及服務水準的影響。目前缺乏有關在一節線兩端之間附屬車道使用特性之現場資料，所以 2017HTSS 模式根據假設的行為決定一車輛是否會進入附屬車道。

例題 11 郊區雙車道公路輸入檔 2Lane-1.txt

一郊區雙車道公路有如圖 20 所示的車道配置及坡度。此路段從 A 端到 B 端有一寬 1.6 公尺之機慢車道及一混合車道，從 B 端到 A 端則有一混合車道及一在兩端點之間的附屬車道(註：HTSS 模式不能模擬同時有機慢車道及附屬車道之雙車道公路)。此路段的縱切面有 3 個縱切線及切線之間拋物線型縱曲線，如圖 20(b)所示。此外，在離 A 端 2.5 公里及 3.0 公里之間有一曲率半徑 200 公尺，超高率 4%之平曲線。從 B 端到 A 端無超車區。A 端到 B 端方向，離 A 端 1.2 公里到 1.7 公里，及 2.5 公里到 3.5 公里之間各有一超車區。路段之速限為 60 公里/小時。試建立一輸入檔來模擬此路段之交通運作。

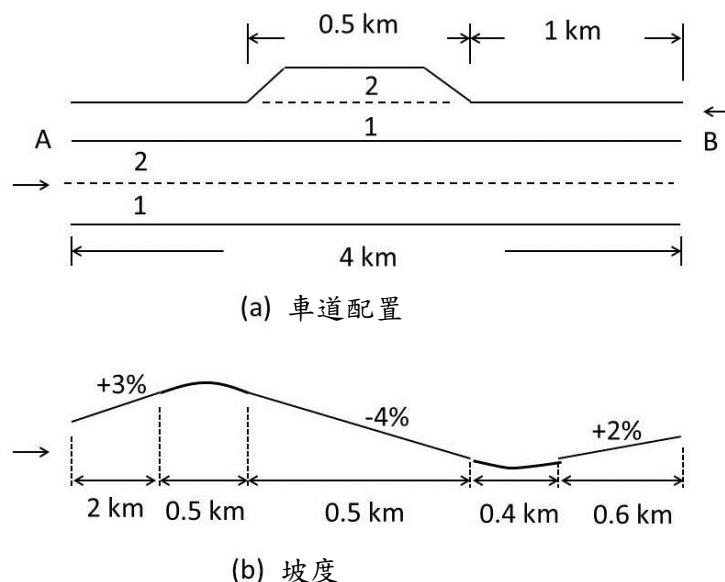


圖 20 例題 11 路段之車道配置及坡度

解：

上述路段可用圖 16(a)所示之模擬路網來代表。因為有坡度及平曲線，設定檔型 60 及 62 資料之前須訂定各節線上縱切線及平曲線的位置。這些位置如圖 16(b)及 16(c)所示。

根據本手冊所描述的各檔型資料，表 12 所列的輸入檔可用來模擬上述雙車道公路之交通運作。此輸入檔檔名為 2Lane-1.txt，此檔可從本所公路容量分析專區網站下載。

表 12 例題 11 輸入資料檔 2Lane-1.txt

```

5555 0    simulation controls,number of runs, # periods, etc.
2 2 400 1200 0.5 600 1600 119138
5555 1    read Type 1 data, upstream node, down stream node, etc.
1 600 601 1 NO 2 3.50 1.6 1 0.5 0.0 4.0 TWO
2 601 600 1 NO 1 3.50 0.0 0 0.5 0.0 4.0 TWO
5555 5    read Type 5 data, auxiliary lanes
2 1 MID 2 0 0 1.0 1.5 3.5 0
5555 10   2-Lane highway passing zones
1 1 1.2 1.7 2.5 3.5 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
5555 11   Exclusive/reserved lane
1 1 3 0.0 4.0 2 0 0
5555 20   Type 20 data, turn type allowed, ids of lanes
1 5 1 2 0 0 0 0
2 5 1 0 0 0 0 0
5555 21   Type 21 data, turning movements at end of link for veh type
1 9 3 000.0 5 100.0 7 000.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0
2 9 3 00.0 5 100.0 7 0.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0
5555 30   Type 30 data, flow rates at source nodes, to in/out,period
600 1 1 3750. 70.0 30.0 000.0 000.0 000.0 0.0
600 1 2 3750. 70.0 30.0 000.0 000.0 000.0 0.0
601 1 1 2000. 85.0 10.0 000.0 000.0 5.0 0.0
601 1 2 2000. 85.0 10.0 000.0 000.0 5.0 0.0
5555 45   Type 45 data, Speed Zones
1 0.0 60. 60. 60.
2 0.0 60. 60. 60.
5555 46   Type 46 data, change free-flow speed for each zone
1 1 70 60 68
2 1 70 60 68.
5555 47   beginning free-flow speed
600 69 62 65
601 75 65 68
5555 50   Type 50 data, Link, Speed Zone ID, Capacity, critical speed, adj
1 1 1575 56.0 0.0
2 1 1575 56.0 0.0
5555 60   Type 60 data, Link,Grade ID, Begin End %
1 1 0.0 2.0 3.0
1 2 2.5 3.0 -4.0
1 3 3.4 4.0 2.0
2 1 0.0 0.6 -2.0
2 2 1.0 1.5 4.0
2 3 2.0 4.0 -3.0
5555 62   Type 62 LINK,Horizontal Curve ID,Star, End, Radius
1 1 2.5 3.0 200.
2 1 1.0 1.5 200.
5555 63   Type 63 Superelevation rate
1 1 4.0
2 1 4.0
5555 81   Type 81 data proportion of non-passing drivers
1 0.63 5.0 25 4.0 30.0 1.0 160.

```

表 12 例題 11 輸入資料檔 2Lane-1.txt(續)

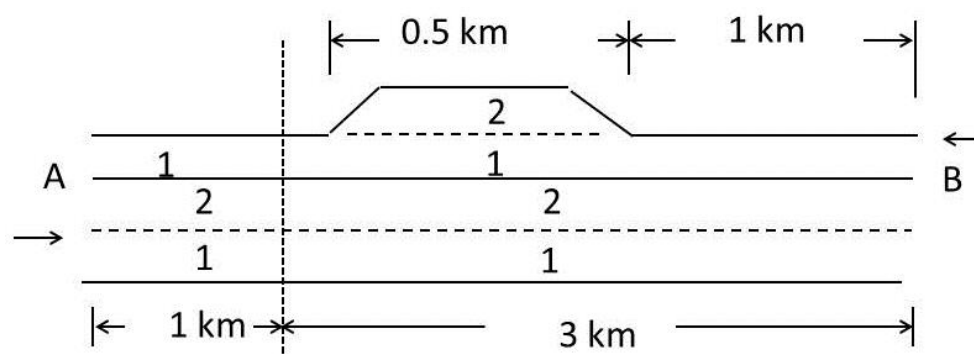
```

5555 86 vehicle weight, horsepower, and engine efficiency
1 2000. 24.5 0.92
2 180 3.5 0.92
3 15000 165 0.85
4 10700 129 0.85
5 30000 319 0.85
5555 95 Type 95 data, detector for flow data
1 0.02 0.2 0.4 0.6 0.8 1.5 2.0 2.6 3.0 4.0
2 0.02 0.2 0.6 0.9 1.25 1.5 2.0 2.5 3.0 3.9
5555 97 with or without variation in behavior
0 99
99999 99999

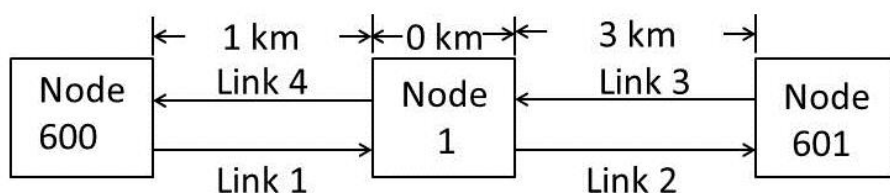
```

例題 12：郊區雙車道公路輸入檔 2Lane-2.txt

如果圖 20 所示之路段須在離 A 端 1 公里處分成兩路段來模擬，如圖 21(a)所示，試建立一輸入檔來模擬此路段之交通運作。



(a) 車道配置



(b) 模擬路網

圖 21 例題 12 路段車道配置及模擬路網

解：

分隔後之路段可用圖 21(b)之模擬路網來代表。此路網有 3 個節點及 4 條節線。原來縱切線及平曲線的位置(圖 16)須根據節點的起點(里程=0 公里)重新訂定，超車區之位置也須重新訂定，結果如圖 18 所示。可用來模擬上述公路的輸入資料檔如表 13 所示。此檔之檔名為 2Lane-2.txt。本所公路容量分析專區網站也有此檔讓有意使用者下載。

表 13 例題 12 輸入資料檔 2Lane-2.txt

5555	0	simulation controls, number of runs, # periods, etc.											
2	2	400	1200	0.5	600	1600	119138						
5555	1	read Type 1 data, upstream node, down stream node, etc.											
1	600	1	1	NO	2	3.50	1.6	1	0.5	0.0	1.0	TWO	
2	1	601	1	NO	2	3.50	1.6	1	0.5	0.0	3.0	TWO	
3	601	1	1	NO	1	3.50	0.0	0	0.5	0.0	3.0	TWO	
4	1	600	1	NO	1	3.50	0.0	0	0.5	0.0	1.0	TWO	
5555	2	Type 2 data, link connection											
1	5	2	1	1	0.0								
3	5	4	1	1	0.0								
5555	3	Type 3 data, entry link orientation at each node											
1	1	0	0	0	3	0	0	0					
600	4	0	0	0	0	0	0	0					
601	2	0	0	0	0	0	0	0					
5555	5	read Type 5 data, auxiliary lanes											
3	1	MID	2	0	0	1.0	1.5	3.5	0				
5555	10	2-Lane highway passing zones											
1	2	0.2	0.7	1.5	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
5555	11	Exclusive/reserved lane											
1	1	3	0.0	1.0	2	0	0						
2	1	3	0.0	3.0	2	0	0						
5555	20	Type 20 data, turn type allowed, ids of lanes											
1	5	1	2	0	0	0	0						
2	5	1	2	0	0	0	0						
3	5	1	0	0	0	0	0						
4	5	1	0	0	0	0	0						
5555	21	Type 21 data, turning movements at end of link for veh type											
1	9	3	000.0	5	100.0	7	000.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
2	9	3	00.0	5	100.0	7	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
3	9	3	00.0	5	100.0	7	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
4	9	3	00.0	5	100.0	7	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
5555	30	Type 30 data, flow rates at source nodes, to in/out,period											
600	1	1	2750.	70.0	30.0	000.0	000.0	000.0	0.0				
600	1	2	2750.	70.0	30.0	000.0	000.0	000.0	0.0				
601	1	1	1000.	85.0	10.0	000.0	000.0	5.0	0.0				
601	1	2	1000.	85.0	10.0	000.0	000.0	5.0	0.0				

表 13 例題 12 輸入資料檔 2Lane-2.txt(續)

```

5555 45  Type 45 data, Speed Zones
1  0.0  60.  60.  60.
2  0.0  60.  60.  60.
3  0.0  60.  60.  60.
4  0.0  60.  60.  60.
5555 46  TYPE 46 data, change free-flow speed for each zone
1  1  70  60  68
2  1  70  60  68.
3  1  70  60  68
4  1  70  60  68.
5555 47 beginning free-flow speed
600  69  62  65
601  75  65  68
5555 50  Type 50 data, Link, Speed Zone ID, Capacity, critical speed, adj
1  1  1575  56.0  0.0
2  1  1575  56.0  0.0
3  1  1575  56.0  0.0
4  1  1575  56.0  0.0
5555 60  Type 60 data, Link,Grade ID, Begin End %
1  1  0.0  1.0  3.0
2  1  0.0  1.0  3.0
2  2  1.5  2.0  -4.0
2  3  2.4  3.0  2.0
3  1  0.0  0.6  -2.0
3  2  1.0  1.5  4.0
3  3  2.0  3.0  -3.0
4  4  0.0  1.0  -3.0
5555 62 TYPE 62  LINK,Horizontal Curve ID,Star, End, Radius
2  1  1.5  2.0  200.
3  1  1.0  1.5  200.
5555 63 Superelevation
2  1  4.0
3  1  4.0
5555 81  Type 81 data proportion of non-passing drivers
1  0.63  5.0  25  4.0  30.0  1.0  160.
5555 86  vehicle weight, horsepower, and engine efficiency
1  2000.  24.5  0.92
2  180  3.5  0.92
3  15000  165 0.85
4  10700  129 0.85
5  30000 319 0.85
5555 95  Type 95 data, detector for flow data
1  0.02  0.2  0.4  0.6  0.8  0.95  0.0  0.0  0.0  0.0
2  0.02  0.2  0.6  0.9  1.25  1.5  2.0  2.5  3.0  0.0
3  0.02  1.5  2.9  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
4  0.02  0.5  0.95  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
5555 97  with or without variation in behavior
0  99
99999 99999

```

例題 13：評估超車區之運作

試說明如何利用 HTSS 模式評估郊區雙車道公路之超車區。

解：

第一項工作是建立一輸入檔，輸入檔除了設定超車區之位置之外，也須設定欲模擬之超車行為。如果 HTSS 模式所設定的代表性超車行為可接受，則不必用檔型 81 資料更改超車行為。

輸入檔建立之後可模擬有超車區及無超車區狀況下的運作以比較節線之平均速率，容量及服務水準(見輸出檔之 Link Statistics 及例題 8)。超車區之使用程度可從輸出檔所示之超車率(Passing rate)來判斷。

例題 14：評估平曲線之交通運作

如果例題 11 路段平曲線之曲率半徑為 400 公尺，超高率為 3.2%，試修改表 12 輸入資料檔來評估平曲線之交通運作。

解：

檔型 62 資料須改為：

1	1	2.5	3.0	400
2	1	1.0	1.5	400

檔型 63 資料須改為：

1	1	3.2
2	1	3.2

HTSS 模式沒有特別為平曲線建立輸出資料。但平曲線之運作特性可用偵測站的資料來探討。如果在平曲線之起點、中點及終點各設一偵測站，則檔型 95 資料可設定如下：

1	0.5	1.5	2.5	2.75	3.0	3.5	4.0	0.0	0.0	0.0
2	0.5	1.0	1.25	1.5	2.0	3.0	4.0	0.0	0.0	0.0

這些資料中，節線 1 在平曲線上的偵測站位置各在里程 2.5、2.75 及 3.0 公里之處。節線 2 在同一平曲線上的偵測站位置則各在里程 1.0、1.25 及 1.5 公里之處。

輸出檔中 Detector Station Statistics 顯示各偵測站地點每車道之流率，平均速率及車種組成。

附錄B

容量手冊
第十一章郊區多車道公路
修訂稿(11.1、11.2及11.3節)

附錄 B、容量手冊第十一章郊區多車道公路 修訂稿(11.1、11.2 及 11.3 節)

目 錄

	頁次
11.1 緒論	11-1
11.2 分析對象	11-3
11.3 非阻斷性車流路段之分析	11-3
11.3.1 交通特性	11-3
11.3.1.1 一般性交通狀況	11-3
11.3.1.2 平直路段之平均自由速率	11-3
11.3.1.3 平直路段代表性流率與速率之關係	11-4
11.3.1.4 車輛總重及馬力	11-8
11.3.1.5 小車當量	11-9
11.3.1.6 坡度路段之影響	11-10
11.3.2 績效指標及服務水準劃分標準	11-16
11.3.3 單純路段之分析	11-17
11.3.3.1 訂定分析車道之類型	11-17
11.3.3.2 估計需求流率	11-18
11.3.3.3 估計對等需求流率	11-19
11.3.3.4 估計平均自由速率	11-20
11.3.3.5 估計各類型車道之容量	11-22
11.3.3.6 估計各類型車道之平均速率	11-23
11.3.3.7 評估服務水準	11-23
11.3.4 複雜路段之分析	11-26
11.3.5 應用例題	11-29
11.3.5.1 例題 1	11-29
11.3.5.2 例題 2	11-30
11.3.5.3 例題 3	11-30
11.3.5.4 例題 4	11-33
11.3.5.5 例題 5	11-33
參考文獻	11-36

圖 目 錄

頁次

圖 11.1 臺北市大度路往淡水方向路況	11-1
圖 11.2 以小車為主之快車道流率與速率關係	11-5
圖 11.3 寬 1.5 公尺以機車為主之車道流率與速率關係	11-6
圖 11.4 寬 2.5 公尺以機車為主之車道流率與速率關係	11-7
圖 11.5 寬 4.0 公尺以機車為主之車道流率與速率關係	11-7
圖 11.6 寬 6.0 公尺以機車為主之車道流率與速率關係	11-8
圖 11.7 機車之小車當量與機車百分比之關係	11-10
圖 11.8 台 74 甲線北上上坡路段(坡度 $\approx 8\%$)車速隨地點的變化	11-11
圖 11.9 總重/馬力比 81.6 kg/kW 小車上坡時車速變化之模擬特性 (起始速率：70 公里/小時).....	11-11
圖 11.10 半聯結車上坡減速時速率與行車距離的關係	11-12
圖 11.11 半聯結車上坡加速時速率與行車距離的關係	11-13
圖 11.12 半聯結車下坡加速時速率與行車距離的關係	11-13
圖 11.13 縱切面用近似縱切線來代表之情況一	11-14
圖 11.14 縱切線及拋物線形縱曲線所構成之縱切面示意圖	11-15
圖 11.15 縱切面用近似縱切線來代表之情況二	11-16
圖 11.16 分析路段縱切面示意圖	11-31
圖 11.17 半聯結車上坡減速時速率與行車距離的關係	11-32
圖 11.18 半聯結車上坡加速時速率與行車距離的關係	11-32
圖 11.19 容量估計	11-33

表 目 錄

	頁次
表 11.1 平坦非阻斷性車流路段之平均自由速率	11-4
表 11.2 郊區多車道公路代表性車輛總重/馬力比	11-9
表 11.3 對總重/馬力比等於 81.6 kg/kW 之小車速率有負面影響之最 小坡度模擬值	11-12
表 11.4 郊區多車道公路服務水準劃分標準	11-17
表 11.5 類型 2 車道容量(機車/小時).....	11-23
表 11.6 輸入檔內容範例.....	11-27
表 11.7 輸出檔內容範例.....	11-29
表 11.8 應用例題 1 估計容量所需數據.....	11-30

11.1 緒論

郊區公路包括市郊道路及城際公路。市郊道路係指都市邊緣地區之路段，其平面交叉路口之間距一般在 2 公里以下；城際公路則是在城市之間，不在市區或市郊之公路，此種公路所通過地區兩側多為鄉村或未開發地區。郊區公路有不同之幾何設計標準，有較高設計標準之公路，如西部濱海快速公路，其速限可高達 80 公里/小時，但一般郊區公路之速限為 60 或 70 公里/小時。郊區多車道公路為單向最少有兩快車道可讓小車及大型車輛使用之市郊道路及城際公路，圖 11.1 顯示郊區多車道公路一路段之路況。另對於單方向僅有一快車道或尚有一慢車道，且快車道車輛須佔用對向車道超車的郊區公路，應以本手冊第十二章郊區雙車道公路所描述的方法分析。



圖 11.1 臺北市大度路往淡水方向路況

「2011 年臺灣公路容量手冊」[1]第十一章(簡稱舊版)提供一分析郊區多車道公路非阻斷性車流路段及有號誌之路口與幹道的分析方法。舊版分析非阻斷性車流路段的方法有幾個缺陷。第一，該章的分析方法雖然提供一模擬重車爬坡速率隨地點變化之模擬模式，但該模式只適用於模擬自由旅行的重車，因此不適用於服務水準之評估。第二，舊版之分析方法假設

小車及機車之速率不受坡度及坡長之影響。現場資料[2,3]則顯示在許多情況下，坡度及坡長對這兩車種的速率有顯著的影響。第三，舊版假設代表性大車之總重/馬力比等於 122.3kg/kW。但本所的研究[4]發現郊區多車道公路的車輛總重及馬力比在 92~129kg/kW 之範圍內，而且坡度越小，總重/馬力比有越高的現象。因此舊版所描述之大車爬坡加速及減速特性需修正。第四，舊版只說明如何分析根據現代公路幾何設計標準，縱切面(profile)只含縱切線(vertical tangent)及拋物線型縱曲線(vertical curve)的公路。多數臺灣郊區公路則非根據現代設計標準所建造。第五，舊版假設機車之小車當量為 0.36。如果分析結果不必精確，此當量為一合理之假設。如分析的結果需較高的精度，則必須考慮機車之小車當量隨小車比例而變化之特性。

上述缺陷的主因在於缺乏能模擬廣泛狀況下交通運作之模擬模式。因此本所發展 2017 交通系統模擬模式(2017 Highway Traffic Systems Simulation Model，簡稱 2017HTSS 模式)做為分析工具。2017HTSS 模式可模擬郊區多車道公路非阻斷性及阻斷性車流路段。但模擬阻斷性車流路段的邏輯尚未利用現場資料深入測試及微調。因此本章利用 2017HTSS 模式分析非阻斷性車流路段，並沿用 HTSS 模式第三版[1]分析號誌化路口及幹道。

本章的分析方法仍須進一步改良。其中一問題是非阻斷性車流路段的代表性容量仍須用現場資料加以確認。另一問題牽涉到不同類型車輛爬坡時所採用的馬力與坡度的關係。本章所採用之車輛總重/馬力比係根據坡度大約+5%之台 13 線三義路段及坡度大約+8%之台 74 甲線南北向各一路段的資料所推導。推導之結果顯示總重相同時，車輛採用之馬力有隨坡度的增加而加大的現象。換言之，坡度增加時，總重/馬力比有降低的傾向。因為總重/馬力比對坡度路段的交通運作有深入的影響，所以總重/馬力比隨坡度變化的特性值得進一步探討。此外，HTSS 模式第三版的功能可用進一步微調後之 2017HTSS 模式來替代，以簡化容量分析軟體的維護及應用。

舊板的分析方法採用一在 0.66 及 1.0 之間之橫向淨距調整因素估計容量。從理論的角度而言，橫向淨距及車道寬對小車及大車車流之速率及路段容量應會有影響。但速率及容量受許多因素的影響。現場資料尚未能顯示橫向淨距及車道寬對常見幾何設計狀況下之速率有明顯的影響。因此本章分析方法不採用舊板之調整因素。

11.2 分析對象

郊區公路容量分析的對象包括非阻斷性車流之路段、獨立號誌化路口及有一連串間距不超過 3 公里之號誌化路口的幹道。有些郊區幹道可能在市區外緣。如果一幹道是屬於市區或郊區不容易判別時，則宜將平均號誌化路口間距小於 450 公尺的幹道當作市區道路(見第十六章)來分析。郊區幹道及市區道路之分析方法相同，但市區道路上號誌化路口之停等車疏解率比郊區稍微高。分析之前必須依分析之目的及車流之性質以訂定分析之範圍。

一般而言，如號誌化路口之間距超過 3 公里，則在路段中點附近距離上、下游路口超過 1.5 公里之部分可當作非阻斷性車流之路段來分析。如分析對象為獨立號誌化路口，則須先決定是否考慮上游號誌化路口之影響。如果車流抵達一號誌化路口之型態為隨機(random)，則不必考慮上游路口之影響。但因目前無資料以顯示在何狀況下到達一號誌化路口之車流型態為隨機，分析獨立號誌化路口時最好考慮上游路口之影響。如果容量分析之目的在於評估車流穿過一連串號誌化路口時之服務水準，則可將郊區公路當作幹道來分析。

11.3 非阻斷性車流路段之分析

11.3.1 交通特性

11.3.1.1 一般性交通狀況

多數的臺灣郊區多車道公路單向有 2 或 3 快車道。郊區公路的交通狀況隨公路所穿越的地區之性質有密切的關係。以新北市及桃園市的郊區公路為例，其尖峰小時係數大多在 0.85 與 0.97 之間，車流之方向係數常在 0.51 及 0.55 之間，小車的比例可能低於 0.3，也可能超過 0.8。郊區公路上幾乎沒有全聯結車。因為車流狀況隨公路變化的程度相當大，規劃郊區多車道公路時可參考公路總局及縣市政府公布的現場資料。

11.3.1.2 平直路段之平均自由速率

公路的交通運作特性與其車流所能維持的平均自由速率有深切的關係。根據本所的研究[5]，平坦非阻斷性車流路段的平均自由速率可依照路段的速限來估計。本章所採用之自由速率如表 11.1 所示。此表所列的大車及小車平均自由速率與舊版所列之值相同。至於機車，本所之現場資料[5]顯示

車道寬度對機車的平均自由速率有顯著的影響。本所於新北市竹圍地區台 2 線南下一寬 4 公尺、機車比例 79.5%之最外側快車道所蒐集的資料[4]顯示該車道與相鄰快車道之平均自由速率皆接近 70 公里/小時。因此舊版建議機車之自由速率與小車之自由速率相同。而該研究[5]亦顯示於郊區多車道公路寬度不超過 2.5 公尺之慢車道，機車之平均自由速率只有 51 公里/小時。因此表 11.1 用此平均值做為慢車道機車代表性平均自由速率。速限 60 或 70 公里/小時快車道之機車代表性平均自由速率則與小車平均自由速率相同。

表 11.1 平坦非阻斷性車流路段之平均自由速率

車 種	速 限 (公里/小時)	平均自由速率 (公里/小時)
小 車	60	67
	70	70
	80	89
大 車	60 或 70	66
	80	78
機 車	60 或 70	快車道：與小車相同 慢車道：51

資料來源：[5]。

11.3.1.3 平直路段代表性流率與速率之關係

以小車為主之平直快車道流率與速率關係如圖 11.2 所示。這些關係所代表的容量及臨界速率可用下列公式來估計：

$$Q_{max} = 1,375 + 7.5V_f \quad (11.1)$$

$$V_c = 52 - 0.7V_f + 0.01V_f^2 \quad (11.2)$$

此兩式中，

Q_{max} = 容量(小車/小時/車道)；

V_c = 臨界速率(公里/小時)；

V_f = 平均自由速率(公里/小時)。

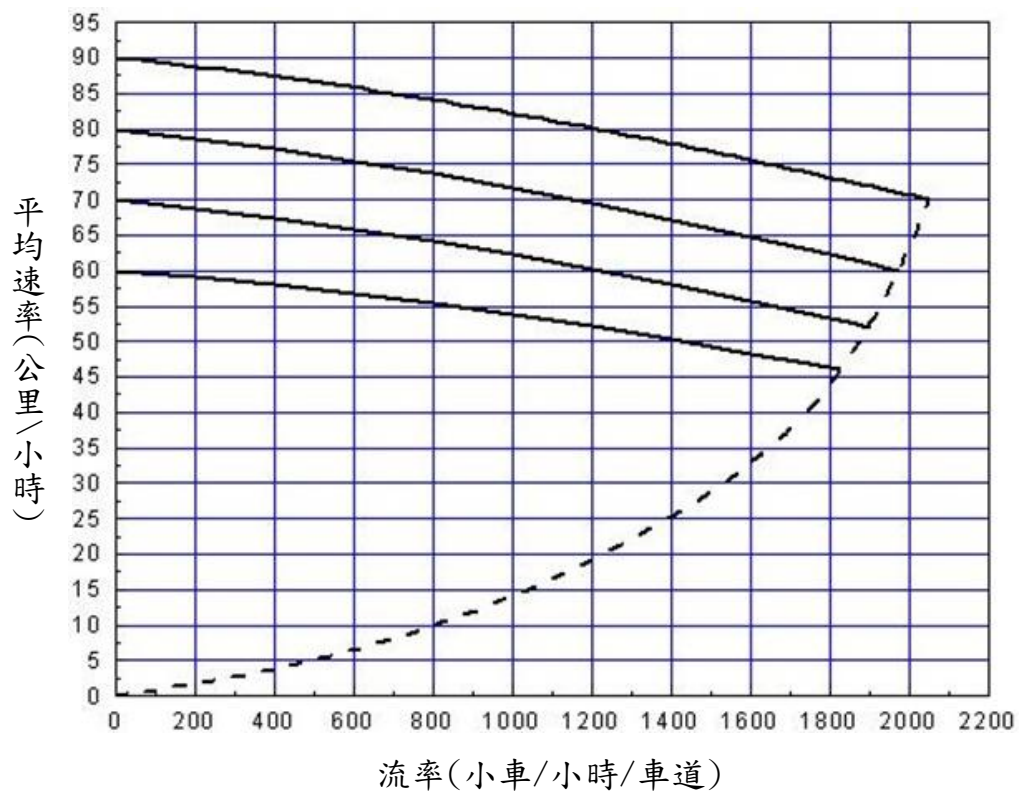


圖 11.2 以小車為主之快車道流率與速率關係

資料來源：[4]。

根據 Q_{max} 、 V_c 及 V_f ，平均速率可從已知之流率估計如下：

$$V = V_{90} - 90 + V_f - \beta Q / Q_{max} \quad (11.3)$$

此式中，

V = 平均速率(公里/小時)；

Q = 流率(小車/小時/車道)；

V_{90} = 平均自由速率為 90 公里/小時之路段在流率為 Q 時之平均速率(公里/小時)；

β = 速率調整值(公里/小時)。

式 11.3 中之 V_{90} 及 β 可分別估計如下：

$$V_{90} = 98.05 - \frac{60.709}{1 + e^{-(Q - 2,227.4)/1,185.3}}} \quad (11.4)$$

$$\beta = 8.05 - V_c + V_f - \frac{60.709}{1 + e^{-(Q_{\max} - 2,227.4)/1,185.3}}} \quad (11.5)$$

圖 11.2 所示之容量是從有限之現場資料推估而得。將來宜進一步用現場資料確定這些容量及相關臨界速率的估計值。至於以機車為主之平直車道流率與速率關係及相關之容量，因流率經常遠低於可能的容量，所以目前無法直接從現場資料來估計。本章利用 2017HTSS 模式所訂定之圖 11.3~11.6 以供參考[4]。

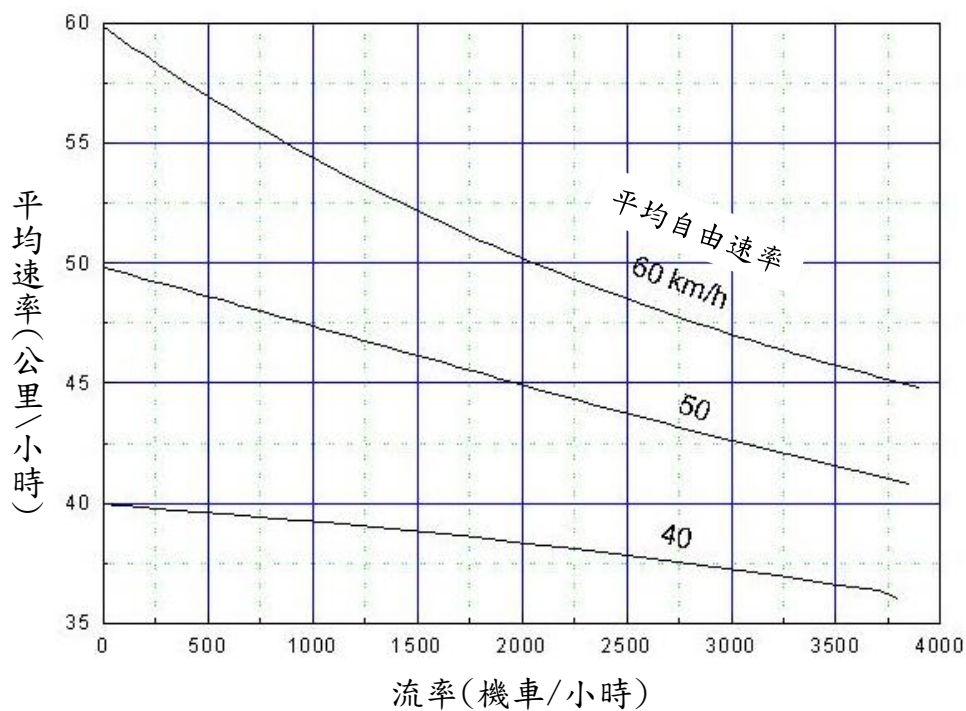


圖 11.3 寬 1.5 公尺機車為主之車道流率與速率關係

資料來源：[4]。

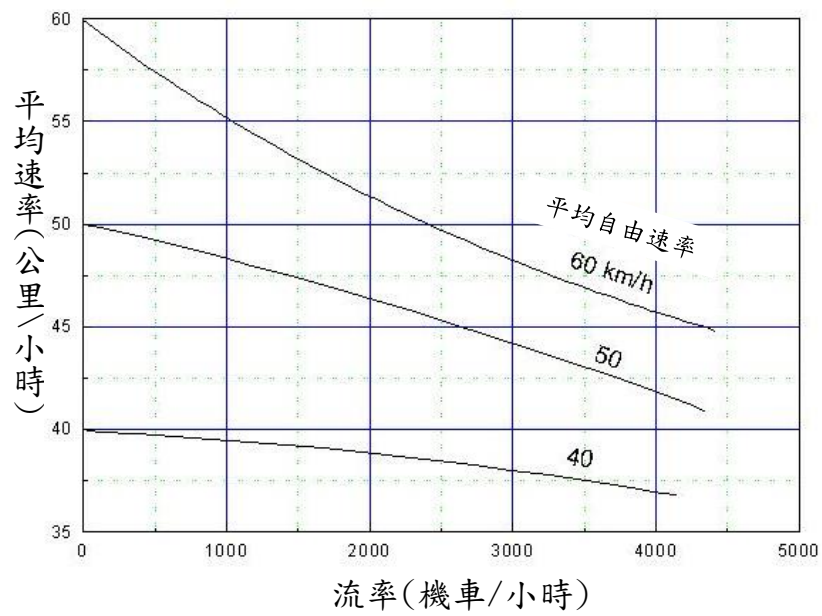


圖 11.4 寬 2.5 公尺機車為主之車道流率與速率關係
資料來源：[4]。

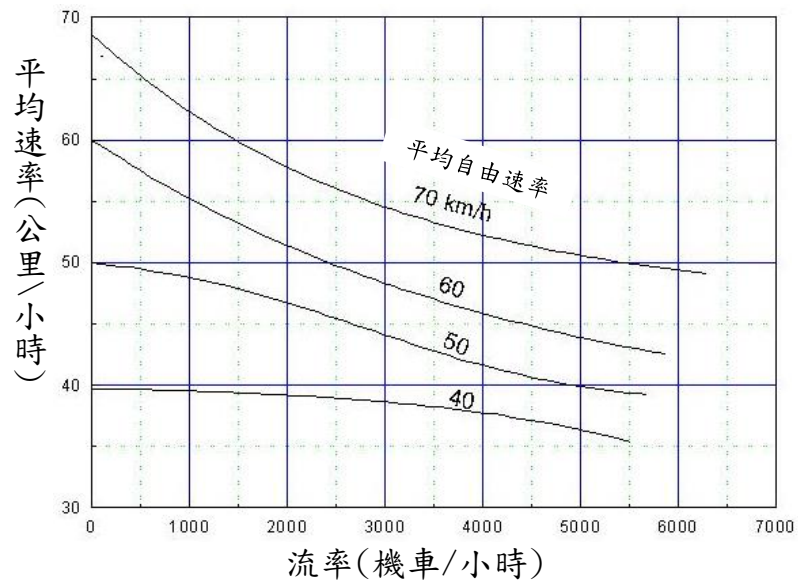


圖 11.5 寬 4.0 公尺機車為主之車道流率與速率關係
資料來源：[4]。

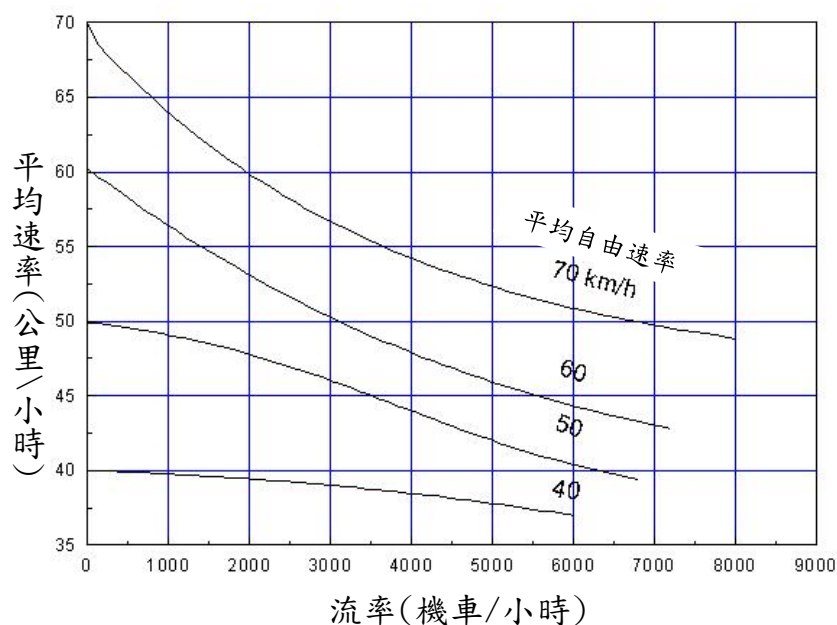


圖 11.6 寬 6.0 公尺機車為主之車道流率與速率關係

11.3.1.4 車輛總重及馬力

同一類型車輛(如大貨車)之爬坡特性的主要影響因素為車輛的總重/馬力比。總重包括車輛本身、駕駛員、乘客及貨品之重量。馬力指瞬間從引擎輸出之馬力，而非引擎能輸出之最高馬力。

車輛平均總重隨公路所在地區之性質而異。根據高速公路及省、縣道地磅站[6,7]的資料，不同路段上大貨車、半聯結車及全聯結車平均總重各在 9,000~12,000 公斤、26,000~37,000 公斤及 35,000~46,000 公斤之範圍內。目前沒有小車及機車總重的現場資料可供參考。

環保署噪音管制資訊網下載專區 (<https://ncs.epa.gov.tw/noise/DD/D-01.htm>) 的資料顯示大貨車、半聯結車及全聯結車之平均最高馬力各為 176kW、278kW 及 316kW。但一車輛在任何一瞬間所採用的馬力通常低於該車輛之最高馬力。

根據在台 13 線、台 74 甲線南下及台 74 甲線北上三路段上車輛的爬坡特性，本章建議用表 11.2 所列之總重/馬力比分析坡度路段之交通運作[4]。上坡坡度在 5%以上時，此表所示之總重/馬力比隨坡度之增加而線性下降。坡度在 5%以下時，總重/馬力比隨坡度的變化尚未能判斷。

表 11.2 郊區多車道公路代表性車輛總重/馬力比

車種	總重(kg)	總重/馬力比(kg/kW)	
		坡度 $G \leq 5\%$	坡度 $G > 5\%$
小車	2,000	81.6	$2,000/(12 + 2.5G)$
機車	180	51.4	$180/(3.17+0.067G)$
大客車	15,000	93.2	$15,000/(146+3G)$
大貨車	10,700	107.0	$10,700/(66.67+6.67G)$
半聯結車	30,000	124.0	$30,000/(178.67+12.67G)$
註：G = 上坡坡度(%)			

資料來源: [4]

11.3.1.5 小車當量

在平坦路段上，同一車道各車種的速率相差不大，因此可根據跟車時所需之平均車距或在不同車種組成狀況下的容量訂定不同車種之小車當量。使用小車當量可簡化分析方法，但使用小車當量來分析坡度路段之服務水準會過度簡化交通運作之複雜性，因而嚴重的影響分析結果的可靠性。本章不採用小車當量評估坡度路段之服務水準。

根據平坦路段之容量，2017HTSS 模式之模擬結果顯示大客車、大貨車及半聯結車之小車當量大約各為 1.2、1.25 及 1.5。機車之小車當量隨車道寬及機車比例而變。根據 2017HTSS 模式之模擬結果，在寬 3.5 公尺之外側快車道，機車的小車當量如圖 11.7 所示[4]。這些當量與機車百分比的關係可用下式來代表：

$$E_m = 0.7 - \frac{0.392}{1 + e^{-(P - 41.144) / 9.612}} \quad (11.6)$$

此式中，

E_m = 機車之小車當量；

P = 機車佔總車輛之百分比 (%)。

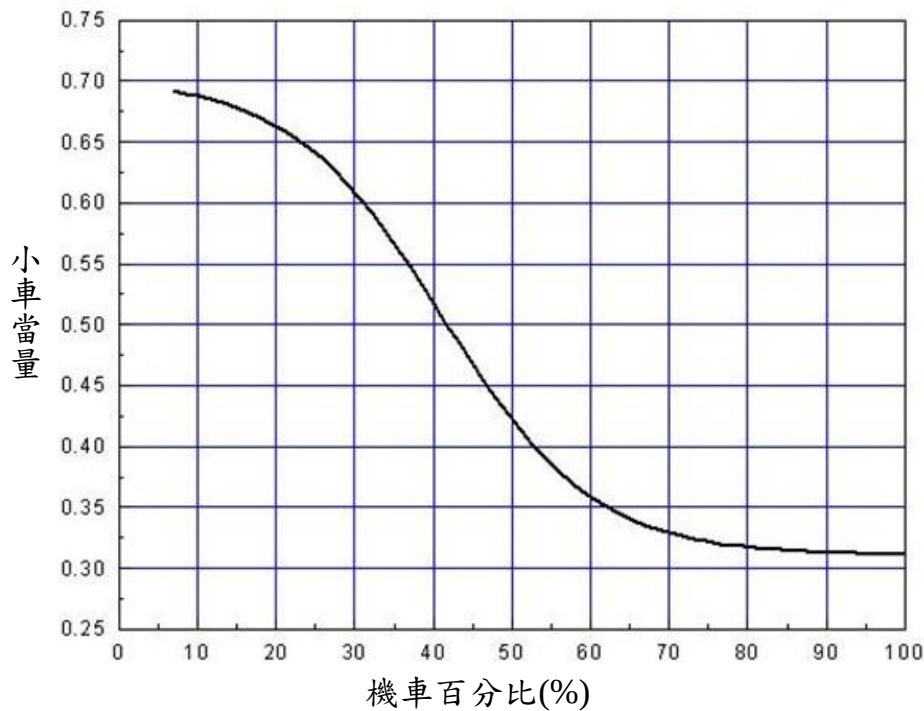


圖 11.7 機車之小車當量與機車百分比之關係

資料來源：[4]。

11.3.1.6 坡度路段之影響

郊區公路常有坡度相當大的路段，這些路段可能造成車速降低，因而影響路段之容量及服務水準。分析公路容量及服務水準的方法通常假設坡度對小車沒有影響。如圖 11.8 所示，這是一錯誤的觀念。一般而言，進入上坡時之起始速率越高，坡度對速率的負面影響越大。

小車在台 13 線三義附近一坡度大約 5% 路段上所採用的總重/馬力比大約為 81.6 kg/kW(總重：2,000kg；馬力：24.5kW)。如果小車上坡時的總重/馬力比固定在 81.6 kg/kW，而且起始速率為 70 公里/小時，2017HTSS 模式之模擬結果顯示坡度須大約超過 4.4%，小車的速率才會降低，如圖 11.9 所示。同樣小車以不同之起始速率進入上坡時，對車速有負面影響之最低坡度如表 11.3 所示。

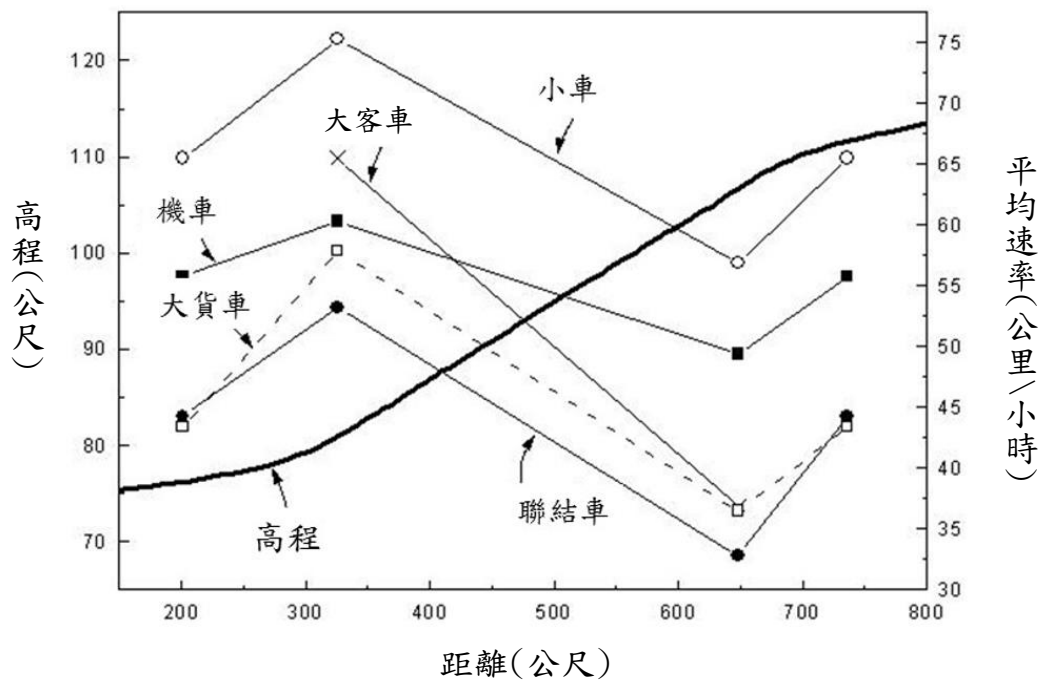


圖 11.8 台 74 甲線北上上坡路段(坡度 $\approx 8\%$)車速隨地點的變化
資料來源：[4]。

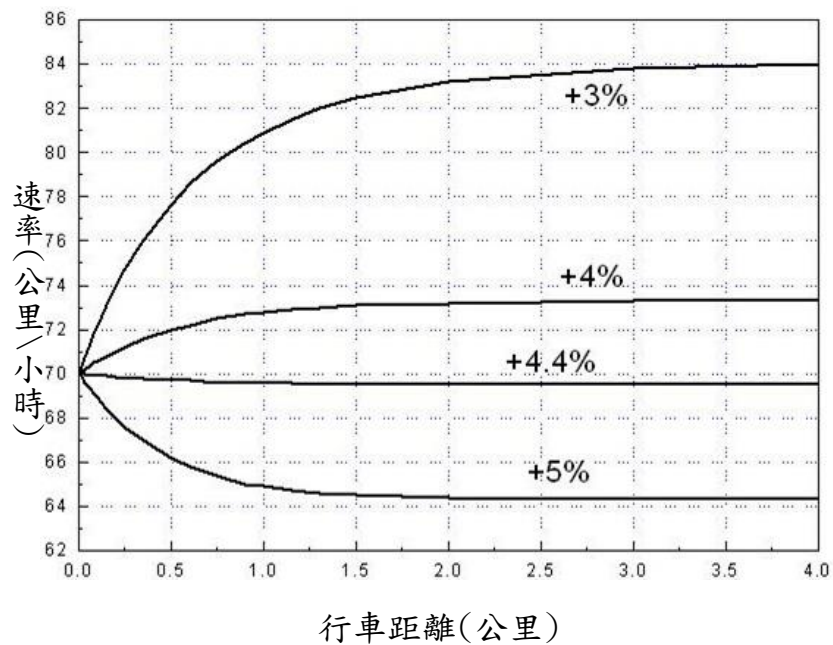


圖 11.9 總重/馬力比 81.6 kg/kW 小車上坡時車速變化之模擬特性
(起始速率:70 公里/小時)

資料來源：[4]。

表 11.3 對總重/馬力比等於 81.6 kg/kW 之小車速率有負面影響之最小坡度模擬值

上坡之起始速率(公里/小時)	有負面影響之最小坡度
60	5.6%
70	4.4%
80	3.4%
90	2.6%

資料來源: [4]

坡度路段對大車速率的影響遠超過對小車的影響。在公路幾何設計過程中，常需要評估大車上下坡時車速的變化程度。根據表 11.2 所列之總重/馬力比，圖 11.10、11.11 及 11.12 顯示半聯結車在不同坡度路段上速率與行車距離的模擬關係 [4]。這些圖可用來協助幾何設計的工作。

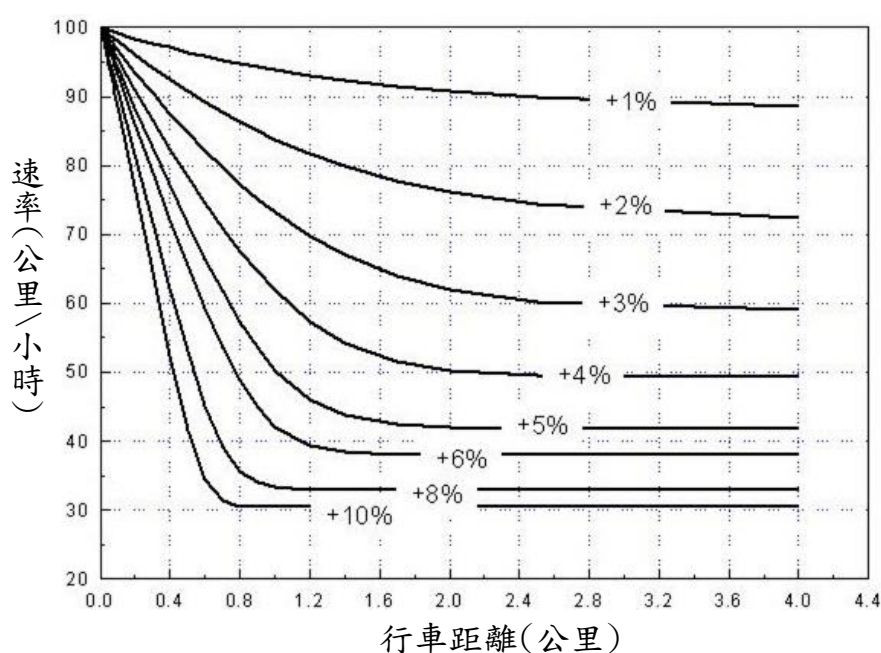


圖 11.10 半聯結車上坡減速時速率與行車距離的關係

資料來源：[4]。

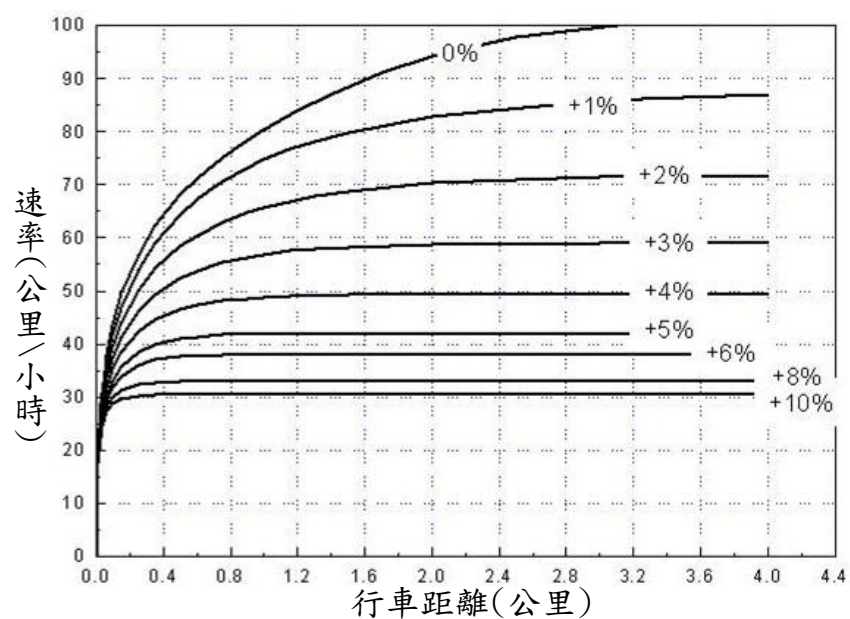


圖 11.11 半聯結車上坡加速時速率與行車距離的關係
資料來源：[4]。

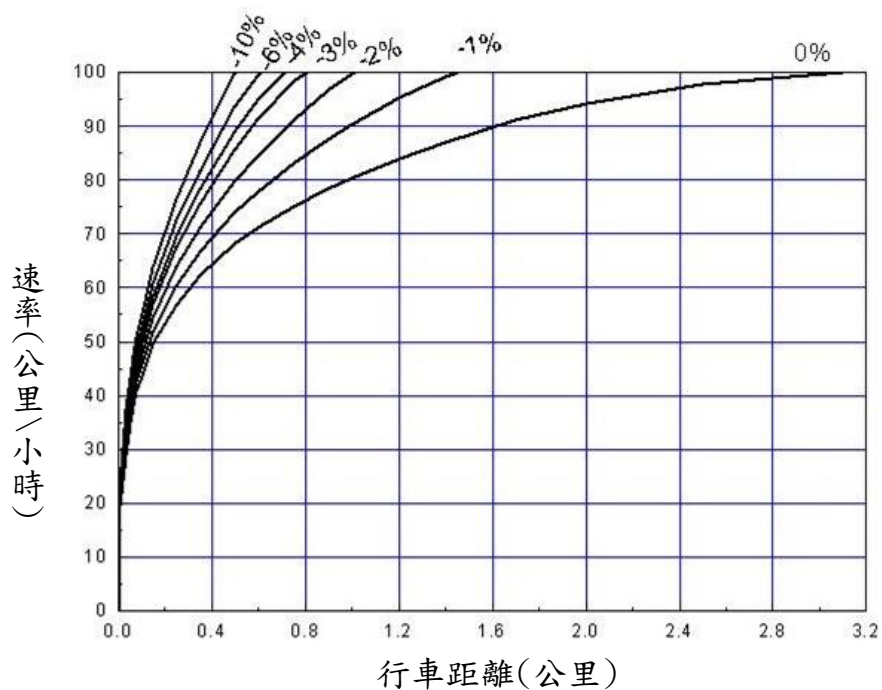


圖 11.12 半聯結車下坡加速時速率與行車距離的關係
資料來源：[4]。

應用圖 11.10~11.12 之前須將分析路段之縱切面(profile)用一系列近似縱切線(vertical tangent)來代表。這工作有兩種情況。第一情況是沿中心線在不同地點的高程已知，在這情況下，兩地點之間的縱切面平均坡度可估計如下：

$$G = \frac{100(Z_b - Z_a)}{X_b - X_a} \quad (11.7)$$

此式中，

G = 從點 a 到點 b 之平均坡度(%)；

Z_a = 點 a (上游定點)之高程(公尺)；

Z_b = 點 b (下游定點)之高程(公尺)；

$X_b - X_a$ = 點 a 與點 b 之水平距離(公尺)。

根據從式 11.7 所估計之平均坡度 G ，在兩點之間的縱切面可用一坡度等於 G 之縱切線來代表，如圖 11.13 所示。

第二情況涉及一有現代公路設計標準之分析路段。這種路段的縱切面只含有縱切線及呈拋物線形之縱曲線(vertical curve)，如圖 11.14 所示。在這情況下，縱曲線須用數個近似縱切線來代表。

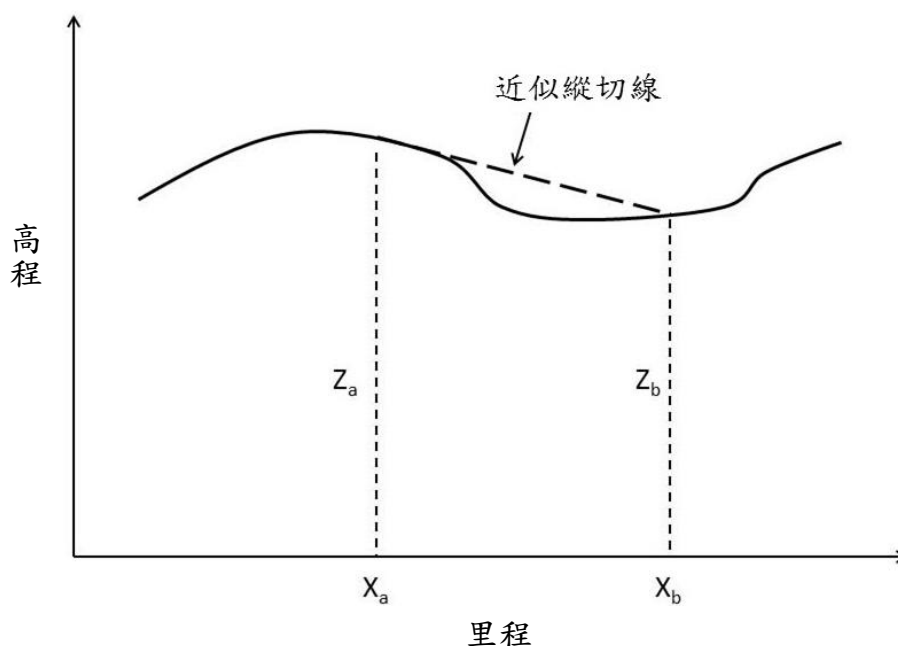


圖 11.13 縱切面用近似縱切線來代表之情況一

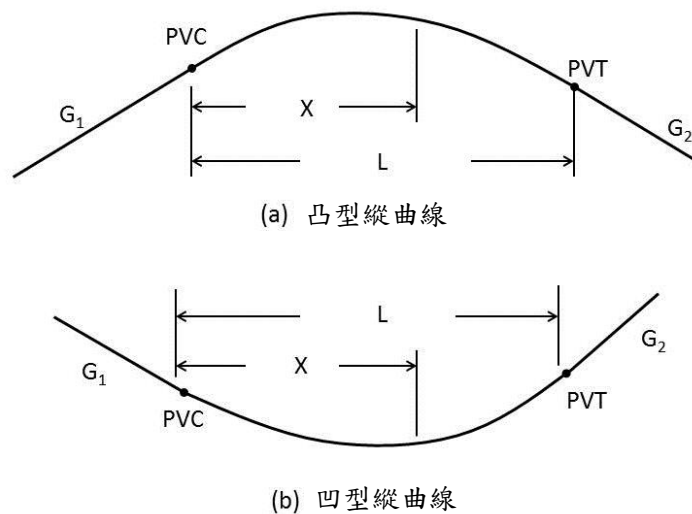


圖 11.14 縱切線及拋物線形縱曲線所構成之縱切面示意圖

此轉換工作須根據下式估計在數個縱曲線上定點的坡度：

$$G_x = G_1 + \frac{G_2 - G_1}{L} X \quad (11.8)$$

此式中，

G_x = 縱曲線上一定點之坡度(%)；

G_1 = 縱曲線起點 PVC (point of vertical curve)所在縱切線之坡度(%)，
上坡為正值，下坡為負值；

G_2 = 縱曲線終點 PVT (point of tangency)所在縱切線之坡度(%)，上坡
為正值，下坡為負值；

L = 縱曲線長度(公尺)，亦即 PVC 與 PVT 之水平距離；

X = 縱曲線上定點與 PVC 之水平距離(公尺)。

縱曲線上兩定點之間的平均坡度等於在該兩地點個別坡度的平均值。根據這原則，縱曲線可迅速的用數個縱切線來代表。以圖 11.15 所示之縱切面為例，PVC 之坡度為+5%，PVC 下游 300 公尺處之坡度為+2%，因此 PVC 下游 300 公尺內的縱切面可用一坡度等於+3.5%之縱切線來代表。

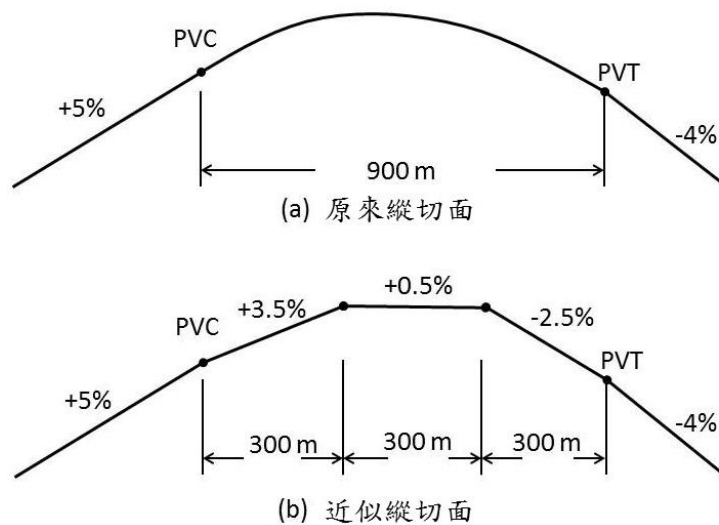


圖 11.15 縱切面用近似縱切線來代表之情況二

11.3.2 績效指標及服務水準劃分標準

2011 年容量手冊第十一章只用需求流率與容量之比值(簡稱 V/C 比)評估郊區多車道公路非阻斷車流路段。但 V/C 比只能反映路段之壅塞程度。在坡度路段上，V/C 比值低時，速率也可能低。所以須利用另一績效指標協助評估服務水準。

2011 年容量手冊採用 V/C 比值及平均速率與速限的差異評估高速公路基本路段。本章與第十二章郊區雙車道公路也採用此二指標，並採用相同之績效指標及服務水準劃分標準，如表 11.4 所示。

如果 V/C 所屬之服務水準等級高時，速率差距所屬服務水準等級也高，則沒有必要同時用此 2 績效指標。而若上坡路段之 V/C 所屬等級高，速率差距之等級很低，則反映績效不佳。

表 11.4 郊區多車道公路服務水準劃分標準

績效指標 V/C 比	服務水準等級	績效指標 U(公里/小時)	服務水準等級
$V/C \leq 0.35$	A	$U \geq 8$	1
$0.35 < V/C \leq 0.60$	B	$3 \leq U < 8$	2
$0.60 < V/C \leq 0.85$	C	$-2 \leq U < 3$	3
$0.85 < V/C \leq 0.95$	D	$-7 \leq U < -2$	4
$0.95 < V/C \leq 1.0$	E	$-12 \leq U < -7$	5
$V/C > 1.0$	F	$U < -12$	6
$U(\text{公里/小時}) = \text{平均速率} - \text{速限}$			

資料來源：[2]

11.3.3 單純路段之分析

單純路段指平坦、幾何設計均勻，因此自由速率不隨地點而有顯著變化之路段，坡度不會影響半聯結車速率的路段可當作平坦路段。根據這條件，坡度須在-0.5%及+0.5%之間才屬平坦路段。但如果分析的目的是為了簡略的評估服務水準，則較陡之坡度路段也可當作平坦路段。

如果分析路段為一曲率半徑沒有顯著變化之平曲線(horizontal curve)，而且其平均自由速率已知，則該路段可當作單純路段。目前沒有根據現場資料所發展，可估計臺灣郊區公路平曲線平均自由速率的模式，本章提供一根據國外資料所推導之模式做為過渡時期之分析工具。

分析單純路段的工作包括下列數小節所描述的步驟。

11.3.3.1 訂定分析車道之類型

郊區多車道公路上的車道類型包括機車禁行之快車道、大小車及機車共用之外側快車道與只供機慢車行駛之慢車道(包括機車專用道)。機車比例大的車流特性與其他種車流的特性不同。因此分析車道須劃分成下列兩類型：

- 類型 1 車道：機車禁行及機車比例小於或等於 60% 之快車道。
- 類型 2 車道：機車比例超過 60% 之快車道及慢車道，包括機車專用道。

11.3.3.2 估計需求流率

需求流率代表欲通過一分析路段之流率。在無壅塞之狀況下，需求流率等於實際通過一路段之流率。如分析路段有壅塞之交通狀況，則需求流率為在分析路段之上游的一無壅塞地點，欲進入分析路段之流率。本章分析方法之分析流率為單方向各類型車道尖峰 15 分鐘之平均每車道需求流率。

分析一現有路段時，可用之流率資料常為尖峰小時之流率。在這情況下，平均每車道之尖峰 15 分鐘流率可估計如下：

$$Q_{15} = \frac{Q_{60}}{N (PHF)} \quad (11.9)$$

此式中，

Q_{15} = 單方向一類型車道尖峰 15 分鐘之每車道平均需求流率(輛/小時/車道)；

Q_{60} = 單方向一類型車道尖峰小時之需求流率(輛/小時)；

N = 單方向一類型車道之車道數；

PHF = 尖峰小時係數。

尖峰小時係數有隨流量而增加的現象。每車道的平均尖峰小時流率超過 800 輛/小時之情況下，不同地區之平均尖峰小時係數在 0.9~0.95 之間（建議值：0.92）。如流率低於 800 輛/小時，尖峰小時係數平均在 0.7 與 0.95 之間（建議值：0.85）[5]。

規劃一公路時所需之需求流率資料為預測值，此值可利用不同方法來訂定，但一般估計如下：

$$Q_{15} = \frac{ADT \times K \times D}{N (PHF)} \quad (11.10)$$

此式中，

ADT = 設計年(Design Year)平均每日雙向流量(輛/日)之估計值；

K = 尖峰小時流量係數，亦即設計小時 (Design Hour) 流量與 ADT 之比（建議值：0.12~0.18）；

D = 流量方向係數，亦即較高流量方向之流量與總流量之比(建議值 0.6)。

11.3.3.3 估計對等需求流率

從式 11.9 或式 11.10 所估計之需求流率可能是不同類型車道所造成。此流率須根據分析車道的類型轉換成單一車種之對等流率。

類型 1 車道

類型 1 車道沒有機車，或機車比例不超過 60%。在這情況下，需求流率須根據下式轉換成對等小車流率：

$$Q_{es} = Q_{15}[1 + P_B(E_B - 1) + P_T(E_T - 1) + P_S(E_S - 1) + P_M(E_M - 1)] \quad (11.11)$$

此式中，

Q_{es} = 尖峰 15 分鐘對等小車需求流率(小車/小時/車道)；

Q_{15} = 尖峰 15 分鐘需求流率(輛/小時/車道)；

P_B = 大客車之比例；

E_B = 大客車之小車當量(建議值:1.2)；

P_T = 大貨車之比例；

E_T = 大貨車之小車當量(建議值:1.25)；

P_S = 聯結車之比例；

E_S = 聯結車之小車當量(建議值:1.5)；

P_M = 機車之比例；

E_M = 機車之小車當量(見圖 11.7)。

郊區多車道公路的大客車很少，全聯結車更少。如果分析所需之資料不全，式 11.11 可簡化成：

$$Q_{es} = Q_{15}[1 + P_L(E_L - 1) + P_M(E_M - 1)] \quad (11.12)$$

此式中，

P_L = 大型車輛之比例；

E_L = 大型車輛之小車當量(建議值:1.4)。

類型 2 車道

類型 2 車道的機車比例在 60%~100%之範圍。這種車道上之需求流率宜依照下式轉換成對等機車流率：

$$Q_{em} = Q_{15} \left[1 + P_c \left(\frac{1}{E_M} - 1 \right) + P_L \left(\frac{E_L}{E_M} - 1 \right) \right] \quad (11.13)$$

此式中，

Q_{em} = 尖峰 15 分鐘對等機車需求流率(機車/小時/車道)；

P_C = 小車之比例；

E_M = 機車之小車當量(建議值:0.33 或用圖 11.7)；

E_L = 大型車輛之小車當量(建議值:1.4)。

如果採用 $E_M=0.33$ 及 $E_L=1.4$ ，式 11.13 可簡化成：

$$Q_{em} = Q_{15}(1+2P_C+3.2P_L) \quad (11.14)$$

11.3.3.4 估計平均自由速率

本小節將估計平均自由速率的對象分成平直類型 1 車道、平直類型 2 車道及平坦平曲線車道。下述的估計方法宜只用在缺乏現場資料的情況下。

平直類型 1 車道

$$(V_f)_1 = (P_C + P_M)V_{Cf} + P_L V_{Lf} \quad (11.15)$$

此式中，

$(V_f)_1$ = 類型 1 車道之平均自由速率(公里/小時)；

P_C = 小車比例；

P_M = 機車比例；

P_L = 大車比例；

V_{Cf} = 表 11.1 所列之小車平均自由速率(公里/小時)；

V_{Lf} = 表 11.1 所列之大車平均自由速率(公里/小時)。

平直類型 2 車道

根據表 11.1，平直類型 2 車道之平均自由速率 $(V_f)_2$ (公里/小時)可設定為：

$$\text{慢車道：}(V_f)_2 = 51 \quad (11.16a)$$

$$\text{外側快車道：}(V_f)_2 = 67(\text{速限 } 60 \text{ 公里/小時}) \quad (11.16b)$$

$$(V_f)_2 = 70(\text{速限 } 70 \text{ 公里/小時}) \quad (11.16c)$$

平坦平曲線車道

郊區公路常有曲率半徑不長，因而會影響自由速率之平曲線。臺灣交通界對於平曲線上的速率特性缺乏研究。

在平曲線上，車輛須利用超高(superelevation)及側面摩擦係數(side friction factor)的功能來抵抗離心力。設計公路時，英國將最大允許之離心加速率(centrifugal acceleration)設定為 $0.22g$ ($g=9.81$ 公尺/秒²)，實際設計值則大約只有最大值之一半[8]。如果 e 及 f 各代表超高率(%/100)及側面摩擦係數，則 $(e+f)g$ 必須等於離心加速率。

在一現存公路上，駕駛人如何採用側面摩擦係數隨幾何設計及路旁行車環境而異。AASHTO 公路設計規範所設定的安全而舒適的最高側面摩擦係數可用下式來估計：

$$f_{max} = 0.1845 - 2.747 \times 10^{-4}V - 3.996 \times 10^{-6}V^2 \quad (11.17)$$

此式中，

f_{max} = 行車安全而且舒適的最高側面摩擦係數；

V = 速率(公里/小時)。

如果一車輛能安全的行駛在平曲線上，則行車狀況有下列之特性：

$$V^2 = 127R(e+f) \quad (11.18)$$

此式中，

V = 速率(公里/小時)；

R = 曲率半徑(公尺)；

e = 超高率(%/100)；

f = 所需之側面摩擦係數。

如果式 11.18 中之曲率半徑 R 及高程 e 已知，則讓同一式中摩擦係數 f 等於式 11.17 之最大允許值，從式 11.18 所估計之速率可稱為安全而且舒適之最高速率 V_{max} 。根據式 11.17 及式 11.18，此速率可估計如下：

$$A = 1 + 507.5 \times 10^{-6} R \quad (11.19a)$$

$$B = 349.0 \times 10^{-4} R \quad (11.19b)$$

$$C = 127eR + 23.5R \quad (11.19c)$$

$$V_{max} = \frac{-B + \sqrt{B^2 + 4AC}}{2A} \quad (11.19d)$$

這些式中，

R = 曲率半徑(公尺)；

e = 超高率(%/100)；

V_{max} = 安全而且舒適之最高速率(公里/小時)。

美國郊區公路現場資料顯示 V_{max} 在 40~120 公里/小時的範圍內，平曲線上平均自由速率 V_a (公里/小時)與 V_{max} 有線性關係[9]。此關係可用下列的近似公式來代表：

$$V_a = 48 + 0.4 V_{max} \quad (11.20)$$

應用式 11.19d 及式 11.20 估計臺灣郊區公路平曲線之平均自由速率時， V_a 宜限制在速限加 15 公里/小時以下。此外， V_a 不能超過在平直路段之平均自由速率(見式 11.15 及 11.6)。

11.3.3.5 估計各類型車道之容量

類型 1 車道($Q_{max})_I$

在以小車為主之情況下，類型 1 車道之容量可根據式 11.15 或式 11.20 所估計之平均自由速率，從式 11.1 來估計。

類型 2 車道($Q_{max}{}_2$)

類型 2 車道之容量隨車道寬、平均自由速率及車種組成而變。目前沒有分析性模式以供估計此種類型車道之容量。如果車流中只有機車或將車流轉換成對等機車車流，則類型 2 車道的容量可根據表 11.5 來估計 (見例題 1)。表中之容量乃從圖 11.3~11.6 估計所得。

表 11.5 類型 2 車道容量(機車/小時)

車道寬 (公尺)	平均自由速率(公里/小時)			
	40	50	60	70
1.5	3,800	3,850	3,900	-
2.5	4,140	4,340	4,420	-
4.0	5,510	5,675	5,875	6,290
6.0	6,020	6,800	7,200	8,020

11.3.3.6 估計各類型車道之平均速率

類型 1 車道 $\overline{v}_1$

如無現場資料，類型 1 車道之平均速率可根據式 11.15 或式 11.20 所估計之平均自由速率，再從式 11.3 來估計。

類型 2 車道 $\overline{v}_2$

如無現場資料，類型 2 車道之平均速率須根據車道寬、對等需求機車流率(式 11.13 或式 11.14)及平均自由速率之估計值(式 11.16 或式 11.20)，從圖 11.3~圖 11.6 來估計(見例題 2)。

11.3.3.7 評估服務水準

一路段的交通運作績效理應從不同角度來評估。本章採用 V/C 比及平均速率與速限的差距兩績效指標評估各類型車道之服務水準及分析單向之整體運作績效。如果一分析路段用不同速限限制不同車種，則績效指標值之訂定採用最高速限為原則。

類型 1 車道運作績效

類型 1 車道之 V/C 比可估計如下：

$$(V/C)_1 = \frac{Q_{es}}{(Q_{max})_1} \quad (11.21)$$

此式中，

$(V/C)_1$ = 類型 1 車道之 V/C 比；

Q_{es} = 從式 11.11 或式 11.12 所估計之尖峰 15 分鐘需求流率(小車/小時/車道)；

$(Q_{max})_1$ = 從式 11.1 所估計之容量(小車/小時/車道)。

另一方面，平均速率與速限的差距等於

$$(\Delta V)_1 = \overline{V}_1 - SL \quad (11.22)$$

此式中，

$(\Delta V)_1$ = 類型 1 車道平均速率與速限之差距(公里/小時)；

$\overline{V}_1$ = 從式 11.3 所估計之平均速率(公里/小時)；

SL = 速限(公里/小時)。

類型 2 車道運作績效

類型 2 車道之 V/C 比可估計如下：

$$(V/C)_2 = \frac{Q_{em}}{(Q_{max})_2} \quad (11.23)$$

此式中，

$(V/C)_2$ = 類型 2 車道之 V/C 比；

Q_{em} = 從式 11.13 或式 11.14 所估計之尖峰 15 分鐘需求流率(小車/小時/車道)；

$(Q_{max})_2$ = 從表 11.5 所估計之容量。

類型 2 車道之平均速率與速限的差距可估計如下：

$$(\Delta V)_2 = \overline{V}_2 - SL \quad (11.24)$$

此式中，

$(\Delta V)_2$ = 類型 2 車道平均速率與速限之差距(公里/小時)；

$\overline{V}_2$ = 根據圖 11.3~圖 11.6 所估計之平均速率(公里/小時)；

SL = 速限(公里/小時)。

分析單向運作績效

分析單向之總容量可估計如下：

$$Q_{max} = N_1(Q_{max})_1 + N_2(Q_{max})_2 \quad (11.25)$$

此式中，

Q_{max} = 分析方向總容量(輛/小時)；

N_1 = 類型 1 車道數；

$(Q_{max})_1$ = 類型 1 車道容量(小車/小時/車道)；

N_2 = 類型 2 車道數；

$(Q_{max})_2$ = 類型 2 車道容量(機車/小時/車道)；

根據類型 1 及類型 2 之各別需求流率，分析方向之 V/C 比可估計為：

$$V/C = \frac{N_1 Q_{es} + N_2 Q_{em}}{Q_{max}} \quad (11.26)$$

平均速率等於旅行距離除以平均旅行時間。因此分析單向的平均速率 $\overline{V}$ (公里/小時)可估計如下：

$$\overline{V} = \frac{\frac{N_1 Q_{es}}{\overline{V}_1} + \frac{N_2 Q_{em}}{\overline{V}_2}}{\frac{N_1 Q_{es}}{\overline{V}_1} + \frac{N_2 Q_{em}}{\overline{V}_2}} \quad (11.27)$$

分析單向平均速率與速限的差距 ΔV (公里/小時)訂為：

$$\Delta V = \overline{V} - SL$$

服務水準等級

根據表 11.4 之劃分標準，上述 V/C 比及平均速率與速限之差距可由兩個角度評估服務水準等級。假設 V/C 比、平均速率及速限各為 0.7、60 公里/小時及 70 公里/小時，則從 V/C 比之角度而言，服務水準屬 C 級，從平均速率與速限的差距(-10 公里/小時)而言，服務水準等級屬第 5 級。所以服務水準等級為 C5。

一般而言，郊區多車道公路之幾何設計不宜讓 V/C 高於 0.85(服務水準為

D、E 或 F 級)。V/C 比高於 0.85 時，車流容易進入，或已在不穩定的壅塞狀況中。在平坦路段上，平均速率比速限低 12 公里以上時，車流也可能接近不穩定狀況或已在壅塞狀況。在坡度路段上，這種低速率可能是坡度及坡長所造成，不一定表示車流在壅塞狀況中，但是從行車安全及效率的角度而言，也很不理想。

11.3.4 複雜路段之分析

一路段若有複雜的幾何設計狀況則須用 2017HTSS 模式來估計容量並評估服務水準，一例外是分析目的僅為了解代表性大車在坡度路段速率變化的程度。臺灣郊區多車道公路上很少有全聯結車，因此適用於探討大車速率變化的代表性車輛為總重/馬力比在 98~124kg/kW 範圍內之半聯結車(見表 11.2)。這種代表性大車在上下坡時速率變化的程度可用圖 11.10~圖 11.12 所示的關係來估計。本章第 11.3.5 節例題 3 說明這三圖之應用。

2017HTSS 模式是一微觀模擬模式。應用此模式需有一模式之執行檔(檔名為 2017htss.exe)及一輸入檔(檔名必須訂為 htss.txt)。此兩檔需放在以 Windows 為平台(如 XP, Windows 10 等)之電腦之同一子目錄(folder)內。欲執行模擬時，只要在執行檔的圖案(icon)快速按兩次(double click)。輸出檔(檔名為 htssout.txt)會出現在同一子目錄。

輸入檔必須根據 2017HTSS 模式使用者手冊建立。輸入檔樣本、執行檔及使用者手冊可從臺灣公路容量分析專區網站(網址：<http://thcs.iot.gov.tw:8080/Thcs/>)下載。因為使用者手冊對輸入檔的建立及模式的應用有詳細的說明，本章只簡單介紹模式的性質及功能。

模擬路段須用單方向節線(link)來代表。一節線可有快車道、慢車道、專用道、爬坡道或增設之短車道。模擬的路段可有坡度及平曲線。

輸入檔包括不同檔型(data type)之資料。模擬郊區多車道公路常用的資料如表 11.6 所示。這些資料的主要項目如下：

1. 模擬控制：如重覆模擬之次數，資料蒐集開始及結束之時間等。
2. 節線之間的關係：如從一節線離開之後會進入哪一節線等。
3. 專用車道及短車道之設置。
4. 流率及車種比例。
5. 速限及自由旅行速率。
6. 坡度路段及平曲線之性質。
7. 各車種之代表性總重及馬力比。
8. 偵測站之設置。

表 11.6 輸入檔內容範例

```

5555 0 simulation controls,number of runs, # periods, etc.
2 2 400 1200 0.5 600 1600 119138
5555 1 read Type 1 data, upstream node, down stream node, etc.
1 600 601 1 NO 3 3.50 2.5 1 0.5 0.0 4.0 MULTI
2 601 600 1 NO 2 3.50 0.0 0 1.5 0.0 4.0 MULTI
5555 5 read Type 5 data, auxiliary lanes
2 1 MID 3 0 0 1.0 1.5 3.5 0
5555 11 Exclusive/reserved lane
1 1 1 0.0 4.0 2 0 0
5555 20 Type 20 data, turn type allowed, ids of lanes
1 5 1 2 3 0 0 0
2 5 1 2 0 0 0 0
5555 21 Type 21 data, turning movements at end of link for veh type
1 9 3 000.0 5 100.0 7 000.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0
2 9 3 00.0 5 100.0 7 0.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0
5555 30 Type 30 data, flow rates at source nodes, to in/out,period
600 1 1 3750. 70.0 30.0 000.0 000.0 000.0 0.0
600 1 2 3750. 70.0 30.0 000.0 000.0 000.0 0.0
601 1 1 2000. 85.0 10.0 000.0 000.0 5.0 0.0
601 1 2 2000. 85.0 10.0 000.0 000.0 5.0 0.0
5555 45 Type 45 data, Speed Zones
1 0.0 70. 70. 70.
2 0.0 70. 70. 70.
5555 46 Type 46 data, change free-flow speed for each zone
1 1 70 60 68
2 1 70 60 68.
5555 47 beginning free-flow speed
600 69 62 65
601 75 65 68
5555 50 Type 50 data, Link, Speed Zone ID, Capacity, critical speed, adj
1 1 1900 52.0 0.0
2 1 1900 52.0 0.0
5555 60 Type 60 data, Link,Grade ID, Begin End %
1 1 0.0 2.0 3.0
1 2 2.5 3.0 -4.0
1 3 3.4 4.0 2.0
2 1 0.0 0.6 -2.0
2 2 1.0 1.5 4.0
2 3 2.0 4.0 -3.0
5555 62 Type 62 LINK,Horizontal Curve ID,Star, End, Radius
1 1 2.5 3.0 500.
2 1 1.0 1.5 500.
5555 86 vehicle weight, horsepower, and engine efficiency
1 2000. 24.5 0.92
2 180 3.5 0.92
3 15000 165 0.85
4 10700 129 0.85
5 30000 319 0.85
5555 95 Type 95 data, detector for flow data
1 0.02 0.2 0.4 0.6 0.8 1.5 2.0 2.6 3.0 4.0
2 0.02 0.2 0.6 0.9 1.25 1.5 2.0 2.5 3.0 3.9
5555 97 with or without variation in behavior
0 99
99999 99999

```

2017HTSS 模式之輸出檔包括錯誤信息(error message)及警告(caution)。如沒錯誤，模擬所得的輸出資料內容如表 11.7 所示。這些資料分成下列 6 項：

1. 從每一節線離開的車輛之相關流率、平均旅行速率(節線長度除以平均旅行時間)、耗油量及車種組成。
2. 每一節線之平均速率與速限的差距及相關服務水準等級。
3. 類型 1 及類型 2 車道(機車比例大於 60%)之平均速率及相關服務水準。
4. 每一節線車輛之平均停等延滯時間。
5. 通過各車道上偵測站之車輛的流率、平均速率及車種組成。
6. 各節線之超車率。超車率代表總超車數與進入各節線車輛之比例。

2017HTSS 模式根據模擬所得的平均速率訂定平均速率與速限差距所代表的服務水準，但沒有直接的 V/C 比估計值。容量是一不穩定的估計值。此外，車道上常有慢車擋快車的現象，因此即使在多車道之路段上，除非有充分變換車道之機會，一路段的容量會從上游端點開始，逐漸下降。下降的程度受下游慢車速率的影響。

為了避免困擾，本章將容量定義為能從一節線下游端點離開之最大流率的期望值。容量的估計必須由改變輸入檔設定的狀況下多次模擬的結果來估計。由於每次模擬係使用不同的隨機亂數以產生不同的車流狀況，因此模擬所得的最大流率通常不是固定值，各次模擬所得之最大流率的平均值代表容量之期望值。本章下一節有一範例進一步說明容量之估計程序。

應用模擬模式之一大困難在於建立輸入檔。為了減低這困難，2017HTSS 模式使用者手冊提供模擬郊區多車道公路常須使用之輸入資料檔樣本。使用者只須修改其中數檔型資料就可模擬許多不同情況下之交通運作。

表 11.7 輸出檔內容範例

Vehicle Types:

1 = small vehicle

2 = motorcycle

3 = bus

4 = single-unit heavy truck

5 = semi-trailer truck

6 = full-trailer truck

gasoline density: 0.71~0.77 kg/l

***Number of replicated runs= 2

***** LINK STATISTICS*****

LINK	Flow	Average	Fuel Consumption		% of Vehicle type					
	vph	Speed(km/h)	liter	liters/veh-km	1	2	3	4	5	6
1	3881.	57.1	357.	0.075	80.2	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
2	3539.	57.2	321.	0.065	79.0	21.0	0.0	0.0	0.0	0.0

**** SPEED LIMIT minus AVERAGE SPEED****

LINK	Speed Limit	Average Speed	Speed-Limit	Level of Service
	(km/h)	(km/h)	(km/h)	
1	70	57.1	-12.9	5

**** AVERAGE STOPPED DELAY **

LINK	LANE	Average Stopped Delay(s/veh)
1	1	0.0

DETECTOR STATION STATISTICS

Link	Station	Lane	Flow	Speed (km/h)		% Vehicle Type					
	at km		vph	Time-Mean	Space-Mean	1	2	3	4	5	6
1	0.010	1	772.	68.8	68.4	0.	100.	0.	0.	0.	0.
1	1.000	1	774.	62.1	61.9	0.	100.	0.	0.	0.	0.
1	2.000	1	781.	61.8	61.7	0.	100.	0.	0.	0.	0.
1	4.000	1	771.	66.2	66.1	0.	100.	0.	0.	0.	0.

11.3.5 應用例題

11.3.5.1 例題 1

一類型 2 單純車道之車道寬為 3 公尺。此車道的平均自由速率為 57 公里/小時。試估計此車道的容量。

解

上述車道的容量可利用表 11.5 之數據來估計。因為 $W=3$ 公尺在表中 2.5 公尺及 4.0 公尺之間，而且 $V=57$ 公里/小時在表中 50 公里/小時及 60 公里/小時之間，因此估計容量 $(Q_{max})_2$ 所需的數據如表 11.8 所示。

表 11.8 應用例題 1 估計容量所需數據

車道寬 (公尺)	平均自由速率(公里/小時)		
	$V_1=50$	$V=57$	$V_2=60$
$W_1=2.5$	$C_1=4,340$ 機車/小時	Q_1	$C_2=4,420$ 機車/小時
$W=3.0$		$(Q_{max})_2$	
$W_2=4.0$	$C_3=5,675$ 機車/小時	Q_2	$C_4=5,875$ 機車/小時

首先估計車道寬 2.5 公尺，平均自由速率 57 公里/小時之容量 Q_1 ：

$$Q_1 = C_1 + \frac{C_2 - C_1}{V_2 - V_1}(V - V_1) = 4,396 \text{ 機車/小時。}$$

其次估計車道寬 4.0 公尺，平均自由速率 57 公里/小時之容量 Q_2 ：

$$Q_2 = C_3 + \frac{C_4 - C_3}{V_2 - V_1}(V - V_1) = 5,815 \text{ 機車/小時。}$$

根據 Q_1 及 Q_2 ，車道寬 3 公尺，平均自由速率 57 公里/小時之車道容量可估計如下：

$$(Q_{max})_2 = Q_1 + \frac{Q_2 - Q_1}{W_2 - W_1}(W - W_1) = 4,869 \text{ 機車/小時。}$$

11.3.5.2 例題 2

一類型 2 車道之車道寬為 3 公尺，其平均自由速率為 57 公里/小時。試估計此車道在流率等於 3,000 機車/小時之平均速率。

解

根據圖 11.4，車道寬 2.5 公尺，平均自由速率 57 公里/小時，流率 3,000 機車/小時狀況下之平均速率大約為 47 公里/小時。如果車道寬增加到 4 公尺，圖 11.5 顯示平均速率大約為 47 公里/小時。因此車道寬 3 公尺之相關平均速率可估計為 $47 + [(47-47)/(4-2.5)][3-2.5] = 47$ 公里/小時。

11.3.5.3 例題 3

一坡度路段之縱切面可用圖 11.16 所示之三縱切線來代表。一代表性半聯結車以 70 公里/小時之速率進入此路段(起點為 A 點)。試估計此車輛抵達每一縱切面終點時之速率。

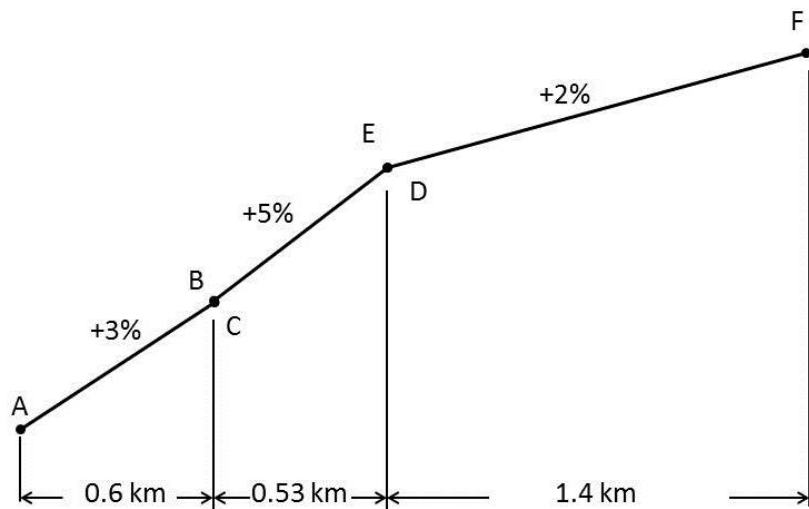


圖 11.16 分析路段縱切面示意圖

解

1. 代表車在起點的狀況(+3%上坡，速率 70 公里/小時)相當於圖 11.17 所示，在行車距離等於 1.2 公里之 A 點。
2. 從 A 點沿著+3%上坡行進 0.6 公里之後抵達 1.8 公里之地點。此地點為圖 11.17 中之 B 點。此地點亦即圖 11.16 中+3%上坡路段之終點，也是下一+5%上坡之起點 C。代表車之速率為 63 公里/小時。
3. 圖 11.17 中 B 點的狀況(+3%上坡變成+5%上坡，速率等於 63 公里/小時)相當於同一圖中行車距離為 0.67 公里之 C 點。從此點沿著+5%上坡行進 0.53 公里(見圖 11.16)之後到達行車距離等於 1.2 公里之 D 點。此點為+5%上坡之終點；代表車速率為 46 公里/小時。
4. 代表車進入+2%之上坡時之速率為 46 公里/小時。從圖 11.17 可之在+2%上坡之速率皆高於 46 公里/小時。這表示代表車會開始加速，所以圖 11.17 不適用，而須改用圖 11.18。
5. +2%上坡，速率等於 46 公里/小時的狀況，相當於圖 11.18 中在行車距離約 0.2 公里處之 E 點。從此地點沿+2%行進 1.4 公里(見圖 11.16)之後抵達行車距離 1.6 公里之地點，此點為圖 11.18 中之 F 點，亦即+2%上坡之終點。代表車的車速為 69 公里/小時。

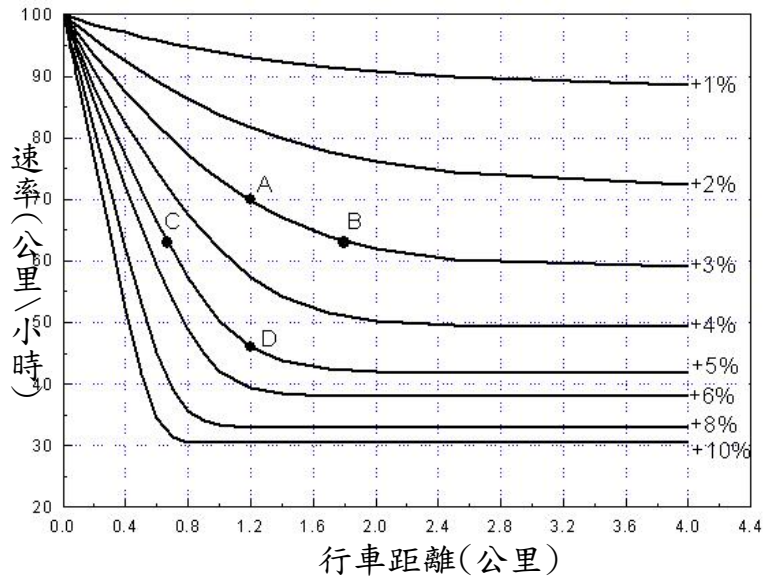


圖 11.17 半聯結車上坡減速時速率與行車距離的關係

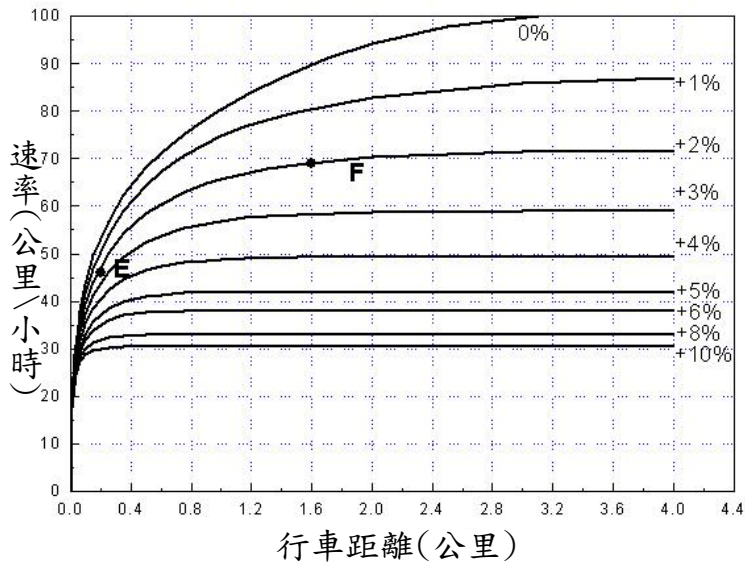


圖 11.18 半聯結車上坡加速時速率與行車距離的關係

根據上述之分析，代表車在各縱切線起點及終點的速率如下：

- A 點：70 公里/小時；
- B 及 C 點：63 公里/小時；
- D 及 E 點：46 公里/小時；
- F 點：69 公里/小時；

公路幾何設計之原則是速率變化不宜超過 15 公里/小時，代表車在分析路段的變化遠超過此值，因此須考慮此路段對行車安全及經濟效益之衝擊以評估變更設計之利益及可行性。

11.3.5.4 例題 4

試用一簡例說明如何應用 2017HTSS 模式估計一路段之容量。

解

2017HTSS 模式使用者可隨意更改輸入檔中所設定欲進入一路段的需求流率。如果輸出資料顯示輸入之需求流率與輸出之流率相近，則容量可能比輸入流率高。需求流率超過容量時，路段進入壅塞狀況，輸出流率不升反降。根據這現象，應用 2017HTSS 模式估計容量的原則是從一低的需求流率開始模擬，然後逐漸增加需求流率並重新模擬，直到需求流率增加反而導至輸出流率顯著降低為止。圖 11.19 顯示根據這程序模擬一 4 公尺寬機車專用道所得的結果[4]。

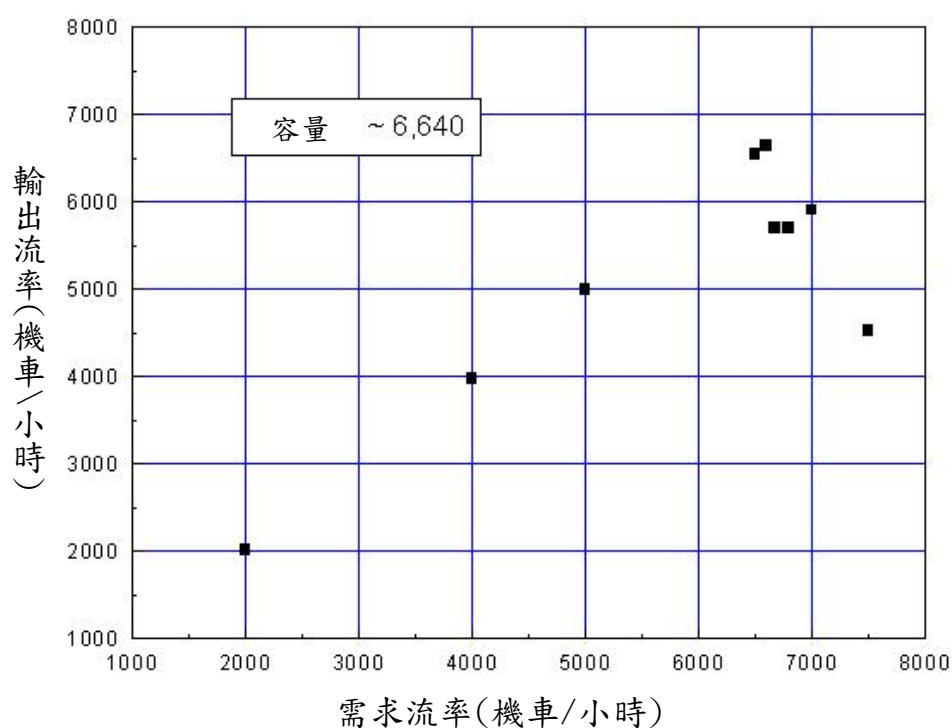


圖 11.19 容量估計

11.3.5.5 例題 5

一平直路段各方向的狀況如下：

1. 速限 = 60 公里/小時。
2. 尖峰小時係數(PHF) = 0.9。
3. 快車道狀況：
車道數 = 2；

尖峰小時流量 = 3,000 輛；

小車比例 = 0.9；

大車比例 = 0.1。

4. 慢車道狀況：

車道數 = 1；

尖峰小時流量 = 2,500 輛；

機車比例 = 1.0；

車道寬 = 2.5 公尺。

試評估此路段之服務水準。

解

車道數

類型 1 車道： $N_1 = 2$

類型 2 車道： $N_2 = 1$

單向尖峰 15 分鐘需求流率(式 11.9)

類型 1 車道：

$$(Q_{15})_1 = 3,000 / (2 \times 0.9) = 1,667 \text{ 輛/小時/車道}$$

類型 2 車道：

$$(Q_{15})_2 = 2,500 / (1 \times 0.9) = 2,778 \text{ 機車/小時/車道}$$

對等需求流率

類型 1 車道(式 11.12， $P_L = 0.1$ ， $E_L = 1.4$ ， $P_M = 0.0$)：

$$Q_{es} = 1,667 [1 + 0.1(1.4 - 1)] = 1,734 \text{ 小車/小時/車道}$$

類型 2 車道(式 11.14， $P_C = P_L = 0.0$)：

$$Q_{em} = 2,778 \text{ 機車/小時/車道}$$

平均自由速率

類型 1 車道(表 11.1，式 11.15， $V_C = 67$ ， $V_L = 66$ ， $P_C = 0.9$ ， $P_L = 0.1$ ， $P_M = 0$)：

$$(V_f)_1 = 0.9 \times 67 + 0.1 \times 66 = 67 \text{ 公里/小時}$$

類型 2 車道(式 11.16a)：

$$(V_f)_2 = 51 \text{ 公里/小時}$$

容量

類型 1 車道[式 11.1， $V_f = (V_f)_1 = 67$]：

$$(Q_{max})_1 = 1,375 + 7.5 \times 67 = 1,878 \text{ 小車/小時/車道}$$

類型 2 車道[表 11.5，車道寬 2.5 公尺，平均自由速率 51 公里/小時]：

$$(Q_{max})_2 = 4,340 + [(4,420 - 4,340)/(60 - 50)](51 - 50) = 4,348 \text{ 機車/小時/車道}$$

車道平均速率

類型 1 車道[式 11.2~11.5， $Q_{max}=(Q_{max})_1=1,878$ ， $V_f=(V_f)_1=67$]：

$$V_{90} = 98.05 - \frac{60.709}{1 + e^{-\frac{1,734 - 2,227.4}{1,185.3}}} = 74 \text{ 公里/小時 (式 11.4)}$$

$$V_c = 52 - 0.7 \times 67 + 0.01 \times 67^2 = 50 \text{ 公里/小時 (式 11.2)}$$

$$\beta = 8.05 - 50 + 67 - \frac{60.709}{1 + e^{-\frac{1,878 - 2,227.4}{1,185.3}}} = -0.86 \text{ (式 11.5)}$$

$$\overline{V}_1 = 74 - 90 + 67 + 0.86(1,734/1,878) = 52 \text{ 公里/小時 (式 11.3)}$$

類型 2 車道[圖 11.4，車道寬 2.5 公尺， $Q_{em}=2,778$ 機車/小時/車道
(V_f)₂=51]：

$$\overline{V}_2 = 45 \text{ 公里/小時}$$

服務水準等級

類型 1 車道：

$$V/C = Q_{es}/(Q_{max})_1 = 1,734/1,878 = 0.92$$

$$\text{平均速率 } \overline{V}_1 - \text{速限} = 52 - 60 = -8 \text{ 公里/小時}$$

服務水準等級：D5

類型 2 車道：

$$V/C = Q_{es}/(Q_{max})_2 = 2,778/4,750 = 0.58$$

$$\text{平均速率 } \overline{V}_2 - \text{速限} = 43 - 60 = -17 \text{ 公里/小時}$$

服務水準等級：B6

分析方向：

$$V/C = \frac{2 \times 1,734}{2 \times 1,878} + \frac{1 \times 2,778}{1 \times 4,750} = 0.73$$

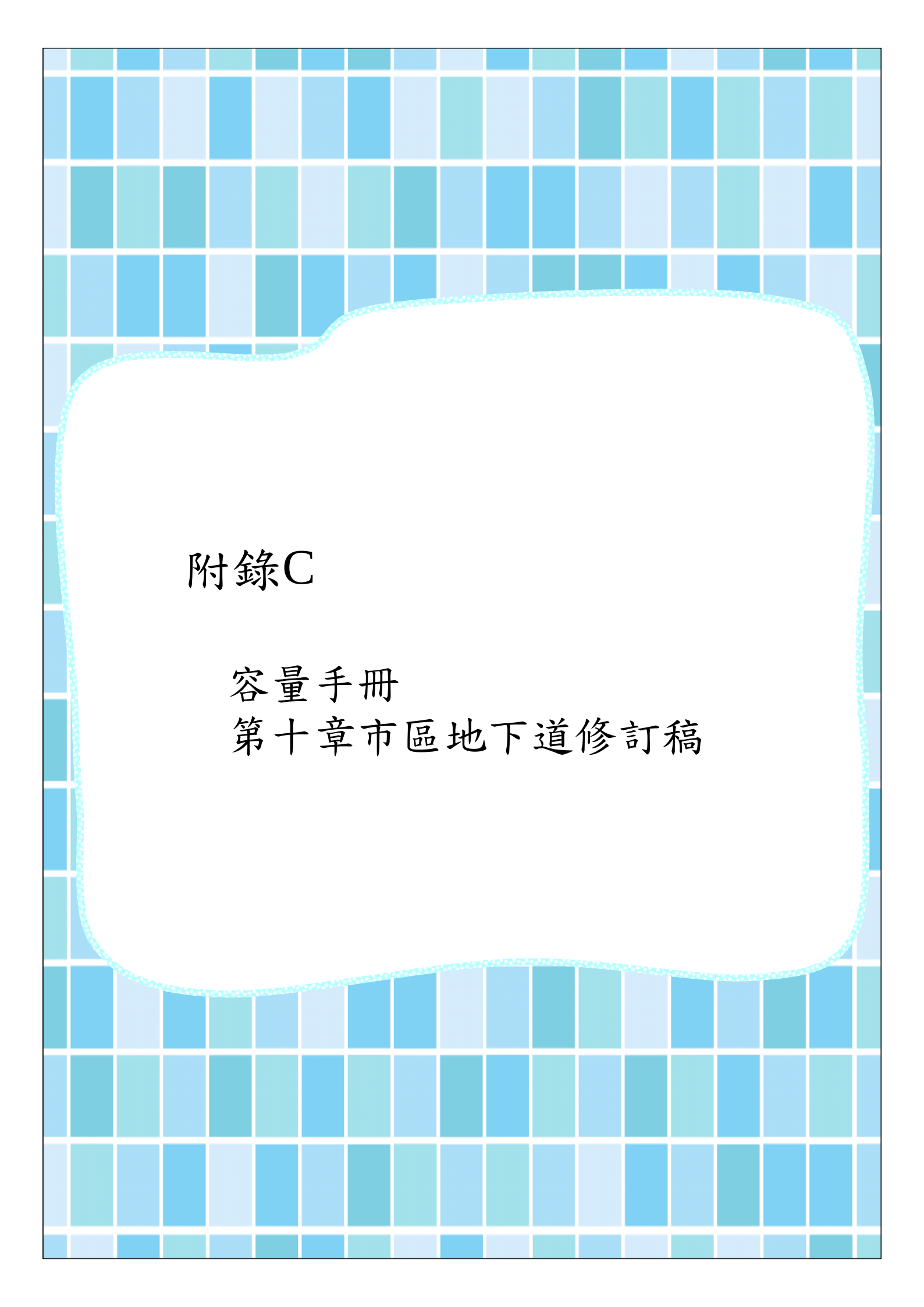
$$\overline{V} = \frac{\frac{2 \times 1,734}{52} + \frac{1 \times 2,778}{43}}{2 + 1} = 48 \text{ 公里/小時}$$

$$\overline{V} - \text{速限} = 48 - 60 = -12 \text{ 公里/小時}$$

服務水準等級：C6

參考文獻

1. 「2011年臺灣公路容量手冊」，100-132-1299，交通部運輸研究所，民國100年10月。
2. 「高快速公路收費站、隧道及坡度路段容量及車流特性研究(1/3)」，100-78-1292，交通部運輸研究所，民國100年5月。
3. 「公路交通系統模擬模式調校與新版容量手冊研訂(1/3)」，106-069-1369，交通部運輸研究所，民國106年7月。
4. 「公路交通系統模擬模式調校與新版容量手冊研訂(2/3)」，107-047-1402，交通部運輸研究所，民國107年5月。
5. 「台灣地區多車道郊區公路容量及特性研究（二）」，93-59-1212，交通部運輸研究所，民國93年5月。
6. 「公路坡度路段模擬模式之發展及應用(1/3)」，103-76-1343，交通部運輸研究所，民國103年5月。
7. 「公路坡度路段模擬模式之發展及應用(3/3)」，105-085-2289，交通部運輸研究所，民國105年9月。
8. Emmerson, J., "Speeds of Cars on Sharp Horizontal Curves," *Traffic Engineering and Control*, July 1969, pp.135-137.
9. *Speed Concepts: Informational Guide*, FHWA-SA-10-0001, Federal Highway Administration, U.S. DOT, 2009.



附錄C

容量手冊

第十章市區地下道修訂稿

附錄 C、容量手冊第十章市區地下道修訂稿

目 錄

	頁次
10.1 緒論.....	10-I
10.2 市區地下道的分類.....	10-3
10.3 下游號誌化路口停等車疏解特性	10-5
10.3.1 中央實體分隔、無快慢車道、無緊鄰公車專用道路段之直行 快車道 (S1 車道)	10-6
10.3.2 中央標線分隔、快慢分隔及無快慢分隔路段之直行快車道 (S4 及 S5 車道)	10-8
10.3.3 無衝突左轉/直行共用車道	10-11
10.3.4 有機車停等區之直行/右轉共用車道	10-13
10.3.5 機車專用道	10-15
10.4 車道容量估計方法.....	10-17
10.4.1 無機車停等區之車道	10-17
10.4.1.1 直行快車道	10-17
10.4.1.2 無衝突左轉/直行共用車道 (無機車停等區)	10-19
10.4.2 有機車停等區之右轉/直行共用車道	10-20
10.4.3 機車專用道	10-21
10.5 應用例題.....	10-21
10.5.1 直行快車道	10-21
10.5.2 無機車停等區之無衝突左轉/直行共用車道	10-22
10.5.3.3 有機車停等區之直行/右轉共用車道	10-24
10.5.3.4 機車專用道	10-25
參考文獻.....	10-26

圖 目 錄

	頁次
圖 10.1 臺北市信義區基隆路地下道之車道配置(2 快車道/禁行機車)	10-3
圖 10.2 臺北市松山區復興北路地下道之車道配置 (1 快車道、1 混合車道)	10-3
圖 10.3 新北市板橋區大觀路地下道之車道配置 (1 快車道、1 混合車道)	10-3
圖 10.4 臺北市中正區林森南路地下道之車道配置 (2 快車道/禁行機車、1 機車專用道)	10-3
圖 10.5 臺北市中正區忠孝東西路地下道之車道配置(單向 1 汽車道)	10-4
圖 10.6 新北市三重區力行路地下道之車道配置 (1 快車道/禁行機車、1 機車專用道)	10-4
圖 10.7 新北市樹林區保安街一段地下道之車道配置(1 快車道、1 機車專用道)	10-4
圖 10.8 新北市樹林區八德街地下道之車道配置 (2 快車道、1 機車專用道)	10-4
圖 10.9 平坦路段及地下道下游 S1 車道疏解小車數與綠燈時段之關係	10-7
圖 10.10 地下道下游及平坦路段 S1 車道小車疏解車數比值與綠燈時段之關係	10-7
圖 10.11 平坦路段及地下道下游 S4 車道之停等小車疏解率	10-9
圖 10.12 平坦路段及地下道下游 S5 車道之停等小車疏解率	10-9
圖 10.13 中央標線分隔在地下道下游與在平坦路段之 S4 及 S5 車道小車疏解率比值與綠燈時段的關係	10-10
圖 10.14 實體分隔路段，只有左轉小車，或只有直行小車之疏解率	10-11
圖 10.15 臺北市林森南路往南地下道下游只有左轉小車之停等車疏解率與無地下道之平坦車道疏解率的比值	10-12
圖 10.16 每週期併行機車數估計值與現場值之差異	10-14
圖 10.17 每週期剩餘綠燈及燈號轉換時段中能疏解車數之現場與調整後估計值之比較	10-15
圖 10.18 市區地下道下游之機車專用道疏解率與綠燈時段關係	10-16

表 目 錄

	頁次
表 10.1 市區地下道之調查車道與基本資訊	10-1
表 10.2 調查車道所屬路段幾何設計概況	10-2
表 10.3 臺灣公路容量手冊第十三章直行快車道類型劃分	10-5
表 10.4 平坦路段直行停等小車疏解率之估計模式	10-18
表 10.5 地下道下游路口停止線上游 100 公尺範圍之平均坡度 S (%) 所需採用之調整因素 f_g	10-19
表 10.6 共用車道上不同車種直行、左轉之左轉小客車當量	10-19

10.1 緒論

「2011 年臺灣公路容量手冊」[1]第十章「都市地下道」將臺灣都市地下道當作非阻斷性車流的路段來分析，而且分析方法是根據美國 TRB 公路容量手冊[2]之程序及資料。事實上，臺灣都市地下道都是在距離不長的號誌化路口之間，為了避免平面交叉，低凹從交叉路底下穿越，其長度很少超過 600 公尺。即使是最長的高雄市過港隧道的長度也只有 1,600 公尺。因此臺灣都市地下道，只是市區道路上之坡度路段。

另一方面，臺灣都市地下道出口與下游號誌化路口之距離很短，因此這些地下道的交通運作都受號誌化路口容量的影響，但地下道本身又會影響到號誌化路口的容量。這種互動關係可從地下道下游停等車疏解流率的特性來探討。至於分析號誌化路口及相關路段作業之方法，只須運用容量手冊第十一章及第十三章「號誌化路口」及第十八章「機車專用道」所述之方法及適當調整停等車疏解率，就可以用來分析受地下道影響的號誌化路口。

因此之故，本所在 2011 及 2012 年在臺北都會區地下道下游號誌化路口之車道蒐集停等車疏解特性的資料[3,4]。這些調查車道之所在地，性質及一般幾何設計狀況分別列於表 10.1 及表 10.2。本章根據現場資料所顯示的停等車疏解特性提供一估計地下道下游號誌化路口車道容量之工具。如有必要進一步評估交通運作績效，則機車專用道的評估可根據容量手冊第十八章所描述之模擬程序來執行。其他類型車道則可用容量手冊第十一章及第十三章所描述的程序來分析。

臺灣在臺北都會區以外的市區有許多地下道，未來可再蒐集這些地下道下游號誌化路口車流特性資料以改良本章所提供的容量估計工具。

表 10.1 市區地下道之調查車道與基本資訊

序號	地下道名稱	下游號誌化路口	車道類型	車道數	說明
1	臺北市松山區 復興北路（往北）	濱江街	直行車道 S1	2	中央實體分隔 外車道汽機車混流
2	臺北市松山區 復興北路（往南）	民族東路	直行車道 S1	2	中央實體分隔 外車道汽機車混流

表 10.1 市區地下道之調查車道與基本資訊(續)

序號	地下道名稱	下游號誌化路口	車道類型	車道數	說 明
3	臺北市信義區 基隆路（往北）	松隆路	直行車道 S1	2	中央實體分隔 汽機車道分隔
4	臺北市中正區 林森南路（往南）	羅斯福路	直行車道 S1	3	中央實體分隔 最外側機車專用 道，標線分隔
5	新北市三重區 力行路（往南）	大勇街	直行車道 S4	1	中央標線分隔 汽機車道分隔
6	新北市樹林區 八德街（往北）	復興路	直行車道 S4	2	中央標線分隔 汽機車道分隔
7	臺北市中正區 忠孝東路（往東）	天津街	直行車道 S5	1	中央標線分隔 無機車道
8	臺北市中正區 林森南路（往南）	羅斯福路	機車專用道 （標線）	3	中央實體分隔 機車專用道標線分隔
9	新北市樹林區 保安街（往南）	鎮前街	機車專用道 （實體）	1	中央標線分隔 機車專用道實體分隔
10	臺北市中正區 林森南路（往南）	羅斯福路	直行/左轉共 用車道	3	中央實體分隔 機車專用道標線分隔
11	臺北市松山區 復興北路（往北）	濱江街	直行/右轉	2	中央實體分隔 外車道汽機車混流

註：車道類型代號參見表 10.3

表 10.2 調查車道所屬路段幾何設計概況

序 號	地下道上下游號誌化 路口間距(公尺)	地下道長度 (公尺)	車道寬 (公尺)	地下道平均 坡度(%) ^a	下游路口臨近車道平 均坡度(%) ^c
1	710	590	3.7	+4.3	+1.4
2	710	590	3.25	+6.2	+6.7
3	1,265	1,080	3.0	+4.5	-2.1
4	800	460	3.0	+5.9	+5.5
5	300	257	3.2	+4.8	+5.3
6	400	302	3.2	+4.4	+2.0
7	445	231	3.5	+4.0	+1.0
8	800	460	3.0	+5.9	+5.5
9	300	166	3.5	+5.2 ^b	+5.2
10	800	460	3.0	+5.9	+5.5
11	710	590	3.7	+4.3	+1.4

註：^a從最低點到上坡坡度為+2%地點之平均坡度。
^b從最低點到下游路口停止線（坡度+4.7%）之平均坡度。
^c下游停止線之上游 100 公尺範圍內之平均坡度。

10.2 市區地下道的分類

目前臺灣常見的市區地下道之車道配置有以下兩大類：

1. 雙向實體分隔

亦即雙向行車互不干擾，通常單向有兩車道以上。但有些地下道禁行機車，例如基隆路車行地下道（圖 10.1）；另有內側禁行機車，外側則混合使用，例如臺北市復興北路地下道（圖 10.2）或是新北市板橋區大觀路地下道（圖 10.3）；另外，亦有設置 2 個禁行機車之汽車車道，外側則設置機車專用道，例如臺北市林森南路地下道（圖 10.4）。



圖 10.1 臺北市信義區基隆路地下道之車道配置（2 快車道/禁行機車）



圖 10.2 臺北市松山區復興北路地下道之車道配置（1 快車道、1 混合車道）



圖 10.3 新北市板橋區大觀路地下道之車道配置（1 快車道、1 混合車道）



圖 10.4 臺北市中正區林森南路地下道之車道配置（2 快車道/禁行機車、1 機車專用道）

2. 雙向以標線分隔

通常單向僅有 1 車道，例如臺北市忠孝東西路之地下道（圖 10.5），或單向有 1 汽車道（禁行機車）及 1 實體分隔之機車專用道，例如新北

市三重區力行路地下道（圖 10.6）、新北市樹林區保安街一段地下道（圖 10.7）、新北市樹林區八德街地下道（圖 10.8）。臺灣西部各都市常有類似圖 10.6～圖 10.8 之地下道設置，以穿越西部縱貫線鐵路。



圖 10.5 臺北市中正區忠孝東西路地下道之車道配置（單向 1 汽車道）



圖 10.6 新北市三重區力行路地下道之車道配置（1 快車道/禁行機車、1 機車專用道）



圖 10.7 新北市樹林區保安街一段地下道之車道配置（1 快車道、1 機車專用道）



圖 10.8 新北市樹林區八德街地下道之車道配置（2 快車道、1 機車專用道）

前述各地下道之車道配置，經比對容量手冊第十三章直行車道類型（參見表 10.3），其直行快車道類型以 S1、S4、S5 為最多。其中，圖 10.1～圖 10.4 中央實體分隔，故其直行汽車道屬於 S1 類型，圖 10.6～圖 10.8 為中央標線分隔且有快慢分隔，故其直行汽車道屬於 S4 類型，圖 10.5 為中央標線分隔但無快慢分隔，其直行快車道屬於 S5 類型。

表 10.3 臺灣公路容量手冊第十三章直行快車道類型劃分

類型代號	車道之性質
S1	中央實體分隔、無快慢分隔、無緊鄰公車專用道
S2	中央實體分隔、無快慢分隔、有緊鄰公車專用道
S3	中央實體分隔、快慢分隔
S4	中央標線分隔、快慢分隔
S5	中央標線分隔、無快慢分隔
S6	緊鄰左側快慢分隔島

目前臺灣市區地下道之下游號誌化路口車道配置，除了直行快車道之配置外，尚有以下車道類型：

1. 無衝突左轉/直行共用車道（如臺北市林森南路地下道之內車道）；
2. 左轉專用道（如臺北市信義路地下道之內側道），此種車道相當少見；
3. 左轉/直行/右轉混用之汽車道，在臺灣西部都市穿越鐵路時，受限於地形與兩側土地使用，有時會設置此種地下道；
4. 直行/右轉共用車道，通常此時會配合設置機車停等區，且必須沒有平面車道之影響才能通行；
5. 機車專用道，臺灣有些市區地下道採汽車與機車分隔車道方式設置，如圖 10.8。

10.3 下游號誌化路口停等車疏解特性

本所已蒐集的現場資料只涉及下列 6 類型市區地下道下游號誌化路口的車道：

1. 中央實體分隔、無快慢車道、無緊鄰公車專用道路段之直行快車道（S1 車道）；
2. 中央標線分隔、快慢分隔路段之直行快車道（S4 車道）；
3. 中央標線分隔、無快慢分隔路段之直行快車道（S5 車道）；
4. 無衝突左轉/直行共用車道；
5. 直行/右轉共用車道（有機車停等區）；
6. 機車專用道。

本節根據現場資料描述上述各類型車道之停等車疏解特性。

10.3.1 中央實體分隔、無快慢車道、無緊鄰公車專用道路段之直行快車道 (S1 車道)

容量手冊第十三章表 13.7 指出，平坦路段上之 S1 直行快車道的代表性停等車疏解率可用下式來估計：

如綠燈時段在 5~55 秒範圍，

$$N_{gyi} = -0.77 + 0.475 g + 1.273 \times 10^{-3} g^2 \quad (10.1a)$$

如綠燈時段大於 55 秒，

$$N_{gyi} = -3.69 + 0.598 g \quad (10.1b)$$

此兩式中，

g = 綠燈時段加大約 3.5 秒可有效使用之燈號轉換時段(秒)；

N_{gyi} = 在可用時相 i 之 g 秒時段內能疏解之停等直行小車數(輛)。

圖 10.9 比較從式 10.1 所估計之平坦 S1 車道疏解率與表 10.1 所列 4 個在地下道下游 S1 車道的疏解率。從此圖可知，地下道下游 S1 車道的疏解率有比平坦路段上同類型車道代表性停等車疏解率低的趨勢。

如讓 $(N_{gyi})_d$ 代表地下道下游車道上停等車在綠燈時段能疏解的車數，則有地下道路段之 $(N_{gyi})_d$ 與平坦路段之 N_{gyi} 的比值如圖 10.10 所示。此圖中各車道之坡度為從停止線到上游 100 公尺範圍內的平均坡度。

從圖 10.10 可知，不論綠燈時段之長短，4 個地下道下游車道之平均停等車疏解率大約只有平坦路段車道疏解率的 90%。綠燈時段在 20 秒以下時，坡度對疏解率的影響較大。綠燈時段超過 40 秒而且坡度不超過 7% 時，地下道下游車道之疏解率趨近於平坦路段車道疏解率之 50 秒。復興北路往南車道之坡度為 6.7%，比林森南路往南車道之 5.5% 坡度高，但有較高的疏解率。這現象可能是因為復興北路的车道較寬之故。但目前沒有足夠資料評估車道寬的影響。

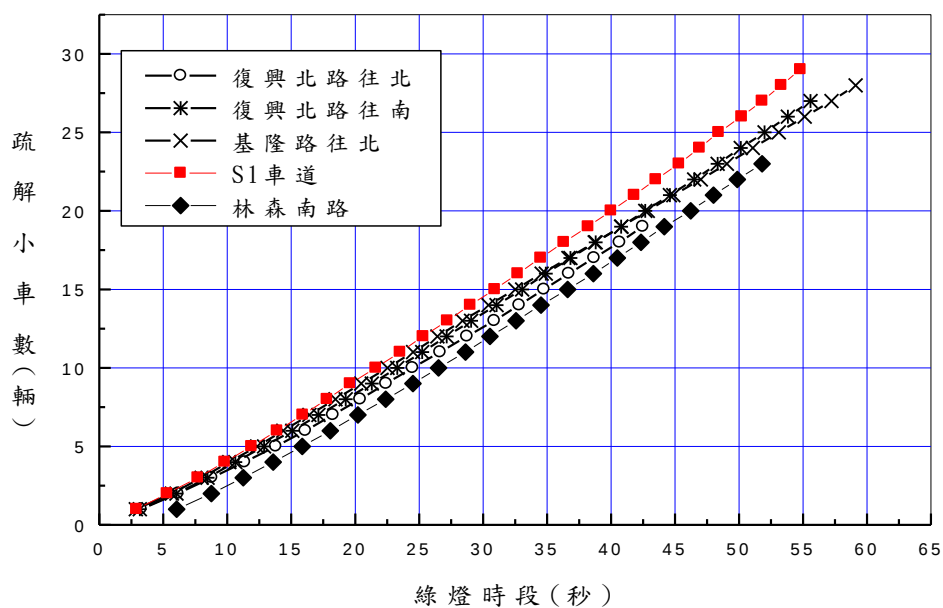


圖 10.9 平坦路段及地下道下游 S1 車道疏解小車數與綠燈時段之關係

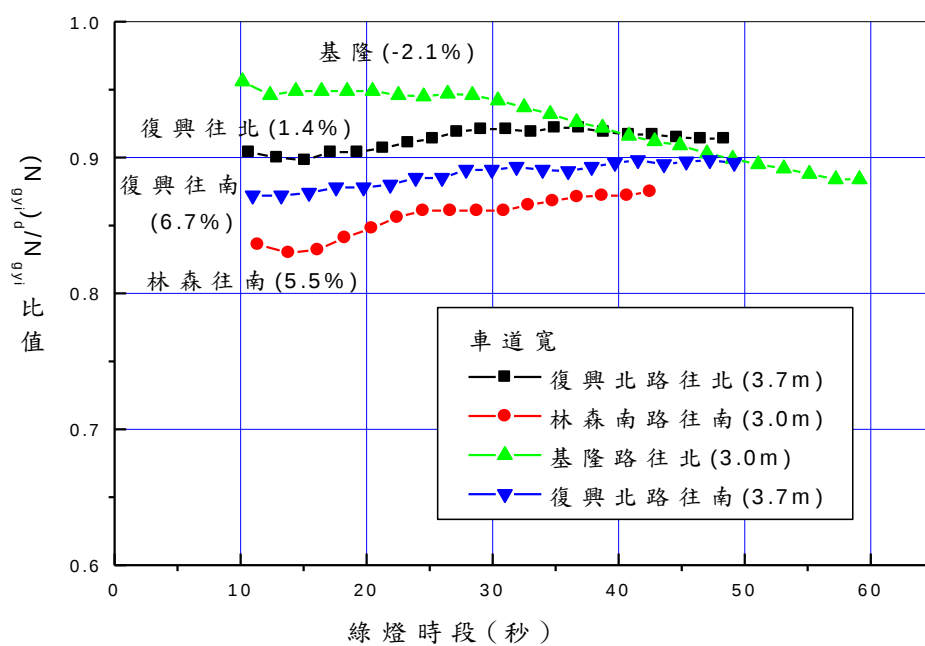


圖 10.10 地下道下游及平坦路段 S1 車道小車疏解車數比值與綠燈時段之關係

根據上述停等車疏解特性，本章用下列簡化的關係訂定地下道下游，但在停止線上游 100 公尺之內的平均坡度對疏解率的影響：

如綠燈時段小於 20 秒，則

$$f_g = 0.93 - 12.38 \times 10^{-3} S \quad (10.2a)$$

如綠燈時段大於或等於 20 秒，則

$$f_g = 0.92 - 6.39 \times 10^{-3} S \quad (10.2b)$$

上兩式中，

$f_g = (N_{gyi})_d / N_{gyi}$ ：地下道下游車道坡度影響停等車疏解率之調整因素；

S = 地下道下游路口停止線上游 100 公尺範圍內的平均坡度(%)。

10.3.2 中央標線分隔、快慢分隔及無快慢分隔路段之直行快車道 (S4 及 S5 車道)

容量手冊第十三章表 13.7 用下列模式來估計中央標線分隔、快慢分隔而且路段平坦之 S4 直行快車道的停等車代表性疏解率：

如綠燈時段在 5~50 秒範圍，

$$N_{gyi} = -0.88 + 0.437g + 1.783 \times 10^{-3} g^2 \quad (10.3a)$$

如綠燈時段大於 50 秒，

$$N_{gyi} = -3.70 + 0.582 g \quad (10.3b)$$

此兩式中， N_{gyi} 及 g 之定義與式 10.1 所用之定義相同。

上述容量手冊同一表分別用下列模式估計中央標線分隔，但無快慢分隔路段之平坦直行 S5 快車道的停等車代表性疏解率：

如綠燈時段在 5~70 秒範圍，

$$N_{gyi} = -0.71 + 0.422g + 1.5 \times 10^{-3} g^2 \quad (10.4a)$$

如綠燈時段大於 70 秒，

$$N_{gyi} = -8.68 + 0.638 g \quad (10.4b)$$

圖 10.11 及圖 10.12 分別比較平坦路段及地下道下游路段 S4 及 S5 車道之停等車疏解率。這兩圖也顯示地下道下游之車道有較低的疏解率。如果 $(N_{gyi})_d$ 代表地下道下游車道之疏解率，則現場 $(N_{gyi})_d$ 與從式 10.3 及式 10.4 所估計只平坦路段 N_{gyi} 比值如圖 10.13 所示。

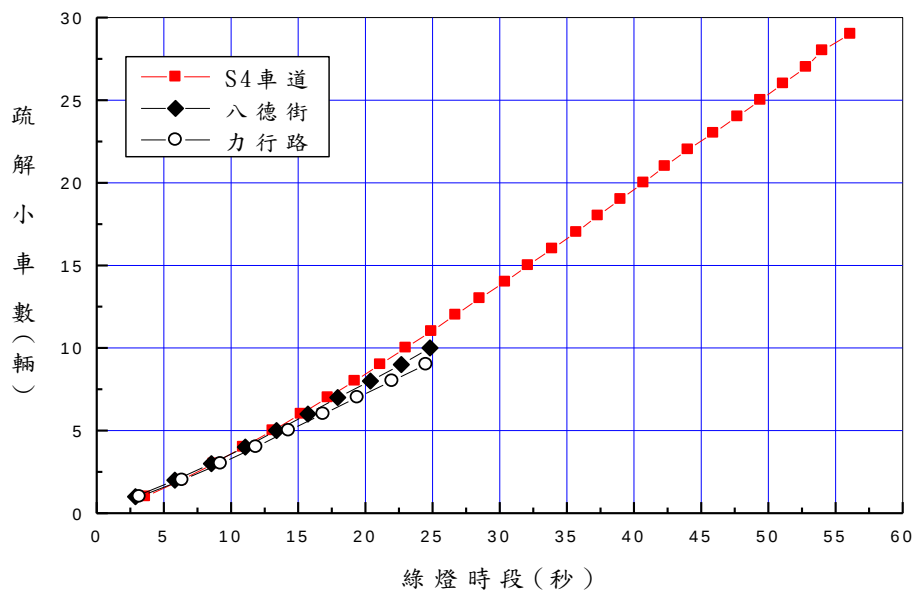


圖 10.11 平坦路段及地下道下游 S4 車道之停等小車疏解率

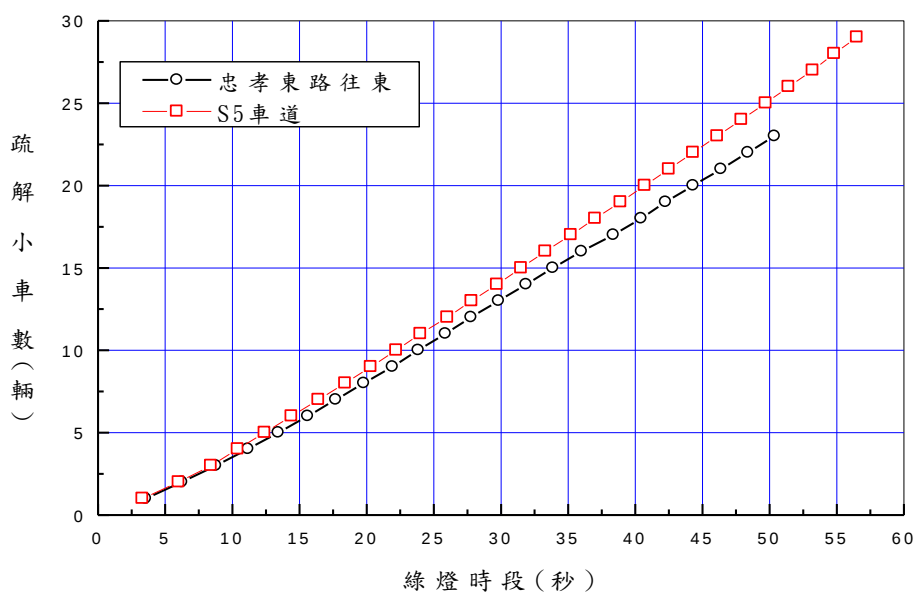


圖 10.12 平坦路段及地下道下游 S5 車道之停等小車疏解率

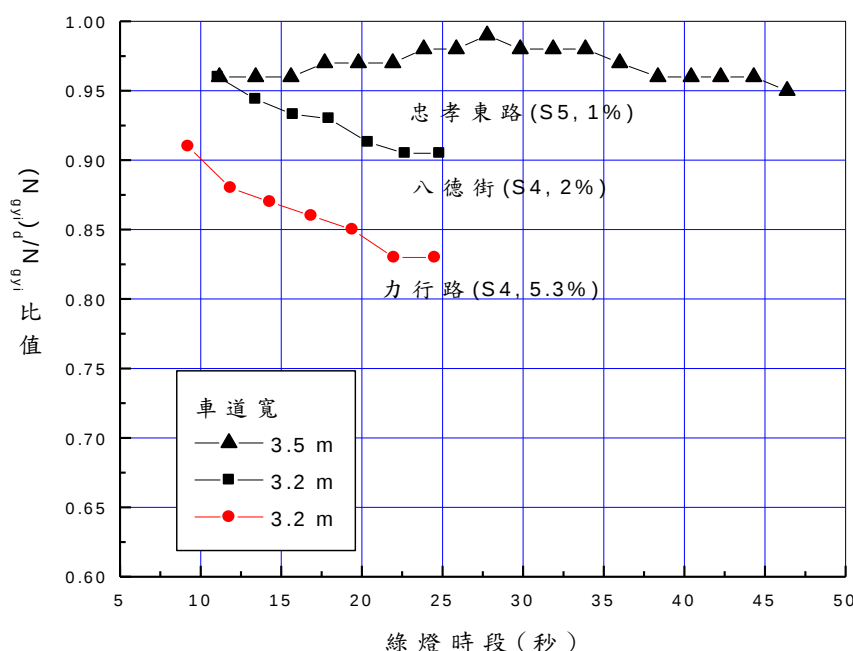


圖 10.13 中央標線分隔在地下道下游與在平坦路段之 S4 及 S5 車道小車疏解率比值與綠燈時段的關係

圖 10.13 之 3 個地下道下游車道中，臺北市忠孝東路往東之 S5 車道相當平坦，坡度只有 1%，車道則比其他兩車道稍微寬。此車道之疏解率與平坦車道疏解率之比值不隨綠燈長度有大的變化，大約是平坦路段車道疏解率的 97% 左右。新北市樹林區八德街往北車道及三重區力行路的坡度較高，車道寬較小。這兩車道之疏解率與平坦車道疏解率之比值隨綠燈的變化較大，但綠燈超過大約 22 秒時，比值有趨近穩定的現象。

根據圖 10.13 所示的現象，本章用下列調整因素代表標線分隔車道（不分 S4 或 S5 車道）因地下道之存在對疏解率之影響：

如綠燈時段小於 20 秒，

$$f_g = 0.77 + 0.23 e^{-\frac{S}{5.708}} \quad (10.5a)$$

如綠燈時段大於或等於 20 秒，

$$f_g = 0.72 + 0.28 e^{-\frac{S}{5.537}} \quad (10.5b)$$

此兩式中， f_g 代表圖 10.13 中 $N_{gvi}/(N_{gvi})_d$ 之比值（亦即地下道下游坡度調整因素）。 S 代表在停止線上游 100 公尺範圍之平均坡度(%)。

10.3.3 無衝突左轉/直行共用車道

公路容量手冊第十一章第 11.4.2.7 節用下列模式估計只有無衝突左轉小車時，平坦路段上實體分隔車道之停等車疏解率：

$$N_{gyi} = 0.21 + 0.426 g \quad (10.6)$$

此式中， g 代表綠燈及大約 3.5 秒可有效使用燈號轉換時段（秒）， N_{gyi} 為在 g 秒中內能疏解之左轉小車數（輛）。

圖 10.14 比較從式 10.6 所估計之平坦路段之 N_{gyi} 及在臺北市林森南路往南地下道下游車道在同一 g 秒內能疏解的左轉小車數($N_{gyi})_d$ 。此圖顯示地下道下游車道上，只有直行小車或是只有左轉小車的疏解率皆比平坦路段車道只有左轉小車的代表性疏解率低。

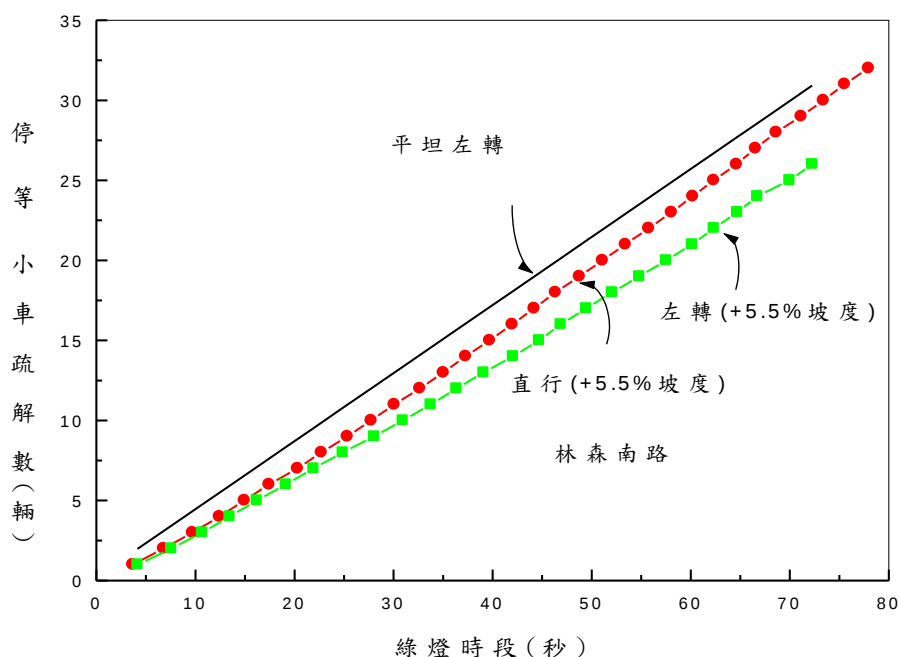


圖 10.14 實體分隔路段，只有左轉小車，或只有直行小車之疏解率

如將地下道下游車道只有左轉小車時之疏解率($N_{gyi})_d$ 與平坦路段車道只有左轉小車時之疏解率 N_{gyi} 相比較，圖 10.15 顯示地下道下游車道之疏解率低於平坦路段車道之疏解率，其主要原因可能是地下道下游在停止線上游 10 公尺之外的坡度為+6%，在停止線上游 100 公尺範圍內的坡度也高達 5.5%，因此疏解車距相當大。

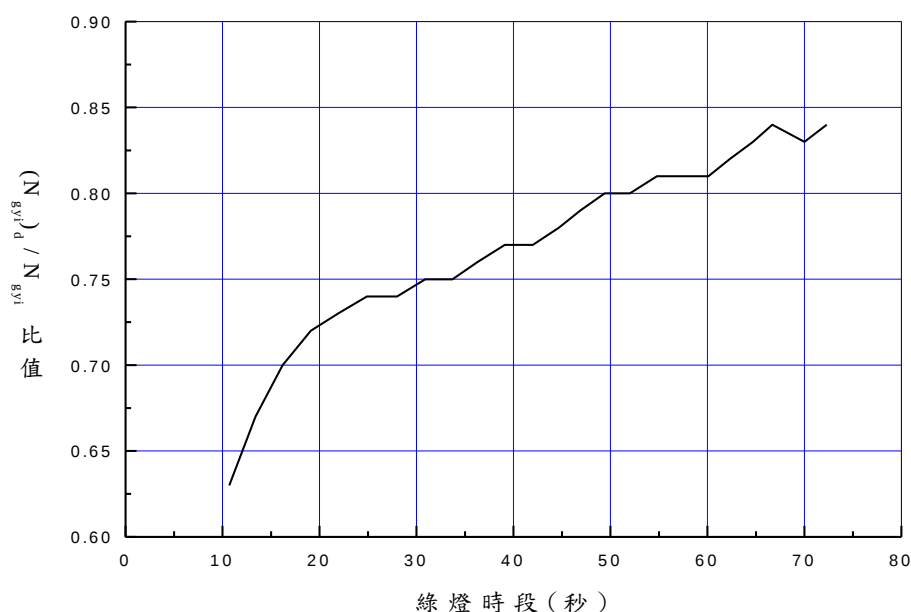


圖 10.15 臺北市林森南路往南地下道下游只有左轉小車之停等車疏解率與無地下道之平坦車道疏解率的比值

假設林森南路往南路段若設有地下道而且路段平坦時， $(N_{gyi})_d$ 與 N_{gyi} 沒有差別（比值等於 1.0），但有地下道而且停止線附近坡度增加時， $(N_{gyi})_d$ 與 N_{gyi} 之比值會呈線性的降低，則地下道及下游車道坡度對疏解率的影響可用下列調整因素來估計：

如綠燈時段小於 20 秒，

$$f_g = 1 - (1 - 0.55 - 8.88 \times 10^{-3} g) \frac{S}{5.5} \quad (10.7a)$$

如綠燈時段大於或等於 20 秒，

$$f_g = 1 - (1 - 0.68 - 2.27 \times 10^{-3} g) \frac{S}{5.5} \quad (10.7b)$$

上兩式中，

$f_g = (N_{gyi})_d / N_{gyi}$ ：地下道下游車道坡度對疏解率影響之調整因素；

g = 綠燈時段加可有效運用之燈號轉換時段（秒）；

S = 地下道下游路口停止線上游 100 公尺範圍內之平均坡度(%)。

林森南路之共用車道上除了有左轉及直行小車之外，也有左轉及直行大車。以左轉小車之疏解率作為比較基準，此車道上的車輛有如下的左轉小車當量：

- 直行小車：0.9；
- 直行大車：1.6；
- 左轉大車：1.7。

這些當量值與容量手冊表 11.20 所建議的直行小車：0.95、直行大車：1.7 及左轉大車：1.9 稍有差異，但這些差異是否具有代表性則未知。

10.3.4 有機車停等區之直行/右轉共用車道

容量手冊第十三章第 13.5.4 節提供一方法來估計有機車停等區之直行/右轉共用車道的疏散率及容量。此方法先估計綠燈開始之瞬間在機車停等區內之機車數及這些機車疏散所需之時間。然後估計在剩餘的綠燈及可有效使用之燈號轉換時段內能疏散的車數。這些隨停等區內機車疏散的車輛包括：小車、大車、跟隨大車或小車之機車及與大車或小車併行之機車。

容量手冊用下列模式估計綠燈開始瞬間在停等區之機車數：

$$M = 0.62 \quad fLW \quad (10.8)$$

此式中，

- M = 綠燈開始瞬間在停等區之機車數（輛/小時）；
- f = 停等區面積被停等機車占用之比例；
- L = 停等區之縱深（公尺）；
- W = 分析車道之寬度（公尺）。

臺北市復興北路往北地下道下游路口之機車停等區縱深有 12 公尺，寬度為 3.3 公尺。現場資料顯示式 10.8 之 f 值等於 0.76。此外，式 10.8 中之 0.62 輛/平方公尺須改為 0.56 輛/平方公尺才比較能反映復興北路停等區之實況。

根據容量手冊第十三章，停等區內機車疏散所需的時間可估計如下：

$$T = 2.14 + 1.07 \quad fL \quad (10.9)$$

此式中，

T = 疏散停等區內機車所需之時間（秒）。

如果 G 及 Y 各代表綠燈時段及大約 3.5 秒可有效使用之燈號轉換時段，則停等區內機車疏散後之剩餘綠燈及可有效使用之燈號轉換時段等於 $G +$

Y-T。容量手冊用一相當複雜的模式來估計在 G + Y-T 時段內能疏解之車數。容量手冊第十三章第 13.5.4 節對這模式有詳細的說明。此模式有一缺陷。本所在建立該模式時所用的現場資料代表併行機車佔總車數平均只有 12.6% 左右之情況。但是復興北路往北直行/右轉共用車道上併行機車之比例遠大於 12.6%。因此容量手冊之模式顯著低估復興北路北上之併行機車數。容量手冊模式所估計之每一週期併行機車數與現場值的差異如圖 10.16 所示。

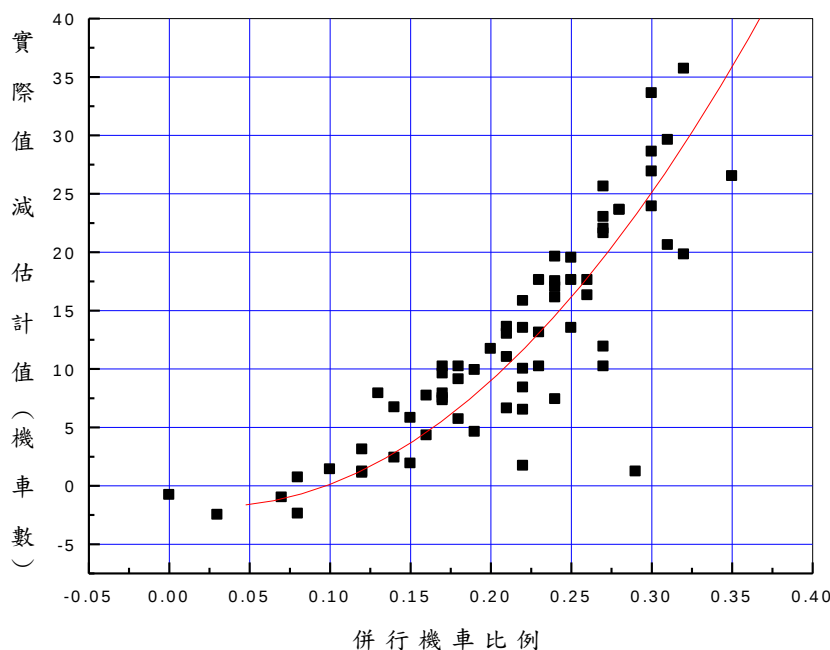


圖 10.16 每週期併行機車數估計值與現場值之差異

根據圖 10.16，容量手冊模式估計值可調整如下以估計在剩餘綠燈及可有效使用之燈號轉換時段中能疏解的車數：

$$N_{gyi} = (N_{gyi})_{HCM} - 1.51 - 1.97P + 361.6 P^2 \quad (10.10)$$

此式中 P 為併行機車佔總車數之比例。

式 10.10 之估計值仍稍微高於現場值。此差異可能是地下道下游車道坡度所造成。經測試結果，下列的地下道下游坡度調整因素 f_g 適合用來分析復興北路往北直行/右轉共用車道之疏解率：

$$f_g = 1 - 0.05 S \quad (10.11)$$

此式中之 S 也代表地下道下游路口停止線上游 100 公尺內之平均坡度。

圖 10.17 比較利用式 10.11 調整後之 N_{gyi} 值及現場每週期在剩餘綠燈及燈號轉換時段內能疏解的車數。實際運用式 10.10 及式 10.11 時為數週期的平均疏解車數，因此現場值與估計值不會有如圖 10.17 所顯示之大差異。

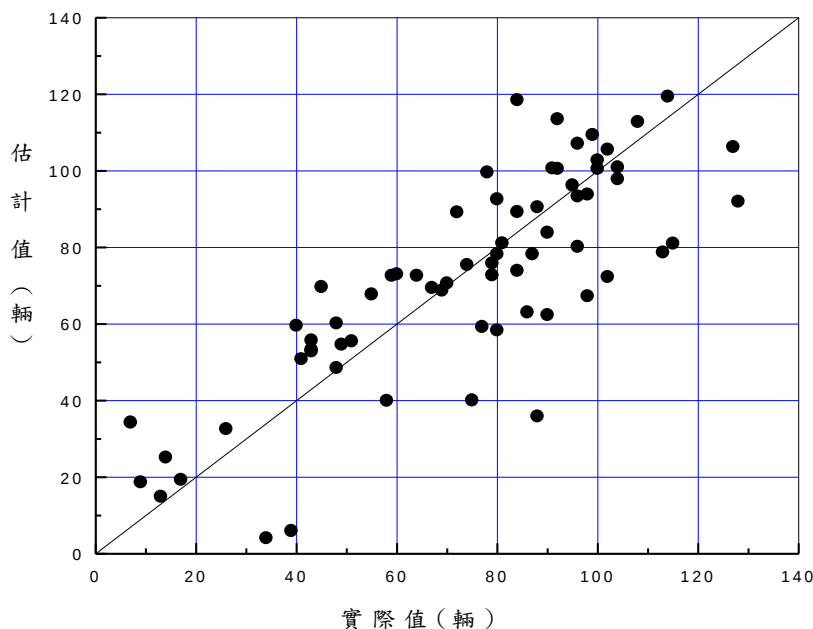


圖 10.17 每週期剩餘綠燈及燈號轉換時段中能疏解車數之現場與調整後估計值之比較

10.3.5 機車專用道

圖 10.18 顯示臺北市林森南路往南及新北市樹林區保安街往南地下道下游機車道之疏解率與綠燈時間的關係。綠燈開始之後 10 秒內，上述車道之疏解率達到高峰，然後明顯的下降並維持一大約穩定的值。這疏解特性與容量手冊第十八章圖 18.3 所示的機車專用道疏解特性有差異。容量手冊圖 18.3 顯示之疏解率沒有呈高峰然後明顯下降的現象。

容量手冊第十八章建議用綠燈開始 10 秒之後的平均疏解率來訂定飽和疏解率。根據此建議，林森南路及保安街專用道的飽和疏解率各為 5,042 及 5,805 輛/小時。使用這些飽和疏解率來估計容量時也須訂定一適用的起動損失時間。容量手冊第十八章之起動時間建議值為 2.9 秒。但林森南路及保安街專用道之疏解率因有達到高峰之後明顯下降的現象，此兩車道之適用起動損失時間接近 0 秒。

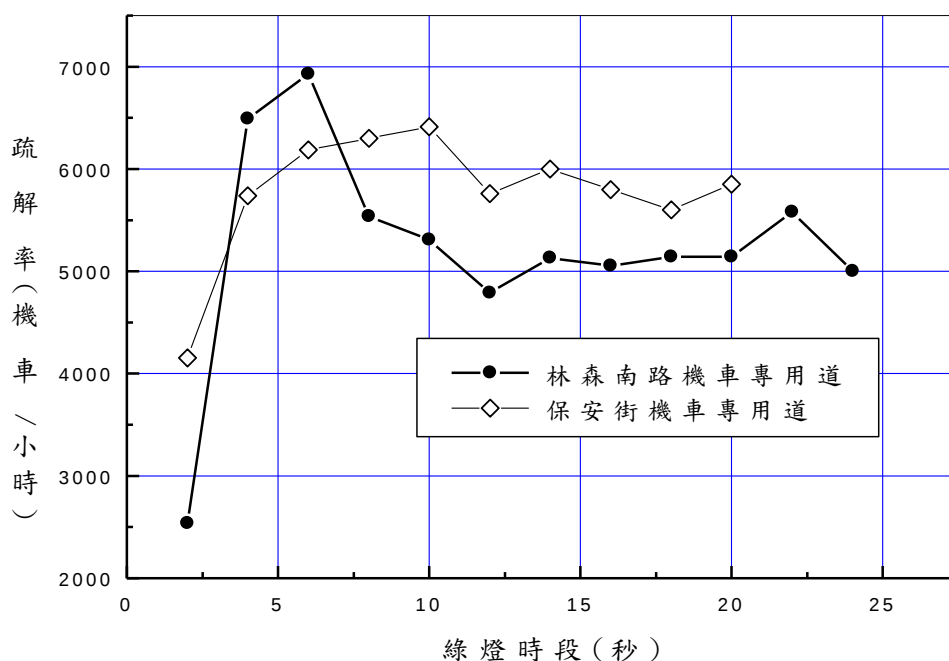


圖 10.18 市區地下道下游之機車專用道疏解率與綠燈時段關係

容量手冊第十八章用下列模式估計機車專用道之飽和流率：

$$Q_{\max} = 4,836 + 1,900 W_{90} \quad (10.12)$$

此式中，

$Q_{\max}$ = 飽和流率 (輛/小時)；

W_{90} = 車輛疏解時使用率占 90% 之路面寬 (公尺)。

林森南路及保安街之 W_{90} 值各為 1 公尺及 2.7 公尺。如用這兩 W_{90} 值從式 10.12 估計在沒有地下道及坡度時的飽和流率，則林森南路及保安街的專用道飽和流率應各為 6,736 及 7,876 輛/小時。實際飽和流率則各只有 5,042 及 5,805 輛/小時。實際飽和流率與平坦路段飽和流率的比值各為 0.75 及 0.74。

實際飽和流率比平坦路段預期/飽和流率約低 25% 的原因可能是林森南路及保安街專用道停止線上游 40 公尺及 100 公尺範圍內的平均坡度相當高，皆在 +4.8% 及 +5.5% 之間。因此本章將地下道下游坡度調整因素訂為：

$$f_g = 1 - 0.049 S \quad (10.13)$$

此式中，

S = 停止線上游坡度 100 公尺範圍內的平均坡度 (%)。

10.4 車道容量估計方法

10.4.1 無機車停等區之車道

本章沿用容量手冊第十三章的架構來估計地下道下游車道之容量，此架構根據下列模式：

$$c = \frac{3600}{C} \left[\sum_{i=1}^n N_{gyi} \right] f_v f_g f_b f_s f_z f_p \quad (10.14)$$

此式中，

c = 車道容量（輛/小時）；

C = 號誌週期長度（秒）；

N_{gyi} = 特定狀況下，在第 i 個可用時相之綠燈時段及燈號轉換時段中能疏解之平均停等車輛數（輛）；

n = 可用之時相數；

f_v = 車種及行進方向調整因素；

f_g = 坡度調整因素；

f_b = 公車站調整因素（見 13.4.4 節）；

f_s = 路邊停車調整因素（見 13.4.5 節）；

f_z = 交叉路口所在市區調整因素（設定值：1.0）；

f_p = 衝突行人調整因素（見 13.4.6 節）。

因為缺乏現場資料以更新適用值，所以本章採用容量手冊第十三章所建議之 f_b 、 f_s 、 f_p 三調整因素。地下道下游通常沒有公車站及路邊停車，也少有衝突行人，所以在多數狀況下，上述三調整因素之值等於 1.0。地下道所在市區對下游車道停等車之疏解率是否有影響也不能斷論，所以式 10.14 中之 f_z 調整值暫設定為 1.0。但是 f_v 及 f_g 之值隨車道類型而變。

10.4.1.1 直行快車道

表 10.3 所示的 6 種直行車道中，目前有資料分析的類型只包括 S1、S4 及 S5。本章假設 S1、S2 及 S3 受地下道之存在及地下道下游車道坡度的影響程度相同，亦假設 S4、S5 及 S6 受地下道及下游車道坡度所影響程序相同。根據這些假設，直行車道之容量可估計如下：

1. 利用表 10.4 之模式估計在平坦路段上直行車道之停等小車疏解率 N_{gyi} 。

表 10.4 平坦路段直行停等小車疏解率之估計模式

車道類型	估計模式	g 之範圍(秒)
S1	$N_{gyi} = -0.77 + 0.475 g + 1.273 \times 10^{-3} g^2$	5~55
	$N_{gyi} = -3.69 + 0.598 g$	>55
S2	$N_{gyi} = -0.98 + 0.426 g + 1.105 \times 10^{-3} g^2$	5~60
	$N_{gyi} = -5.40 + 0.566 g$	>60
S3	$N_{gyi} = -0.59 + 0.428 g + 1.250 \times 10^{-3} g^2$	5~50
	$N_{gyi} = -4.36 + 0.566 g$	>50
S4	$N_{gyi} = -0.88 + 0.437 g + 1.783 \times 10^{-3} g^2$	5~50
	$N_{gyi} = -3.70 + 0.582 g$	>50
S5	$N_{gyi} = -0.71 + 0.422 g + 1.500 \times 10^{-3} g^2$	5~70
	$N_{gyi} = -8.68 + 0.638 g$	>70
S6	$N_{gyi} = -1.28 + 0.425 g + 1.150 \times 10^{-3} g^2$	5~50
	$N_{gyi} = -3.24 + 0.522 g$	>50

2. 根據下式估計式 10.14 中車種及行進方向調整因素。

$$f_v = \frac{1}{1 + P_T (E_T - 1)} \quad (10.15)$$

此式中，

P_T = 大車之比例；

E_T = 大車之小車當量（建議值：1.7）。

3. 用表 10.5 所列之 f_g 模式，估計地下道下游車道坡度對疏解率之調整因素。
4. 用容量手冊第十三章第 13.4.4，13.4.5 及 13.4.6 節的資料估計式 10.14 中之 f_b 、 f_s 及 f_p 調整因素。
5. 用式 10.14 估計容量。

表 10.5 地下道下游路口停止線上游 100 公尺範圍之平均坡度 S (%)所需採用之調整因素 f_g

車道類型	綠燈時段 (秒)	f_g 估計模式
實體分隔直行車道 S1, S2, S3	<20	$0.93 - 12.38 \times 10^{-3} S$
	≥ 20	$0.92 - 6.39 \times 10^{-3} S$
標線分隔直行車道 S4, S5, S6	<20	$0.77 + 0.23 e^{-\frac{S}{5.708}}$
	≥ 20	$0.72 + 0.28 e^{-\frac{S}{5.537}}$

10.4.1.2 無衝突左轉/直行共用車道 (無機車停等區)

假設地下道下游車道坡度對所有類型共用車道的停等車疏解率有同樣的影響，而且容量手冊第十三章所提供的當量值也適用於地下道下游車道上之停等車，則共用車道的容量可估計如下：

1. 根據式 10.6 估計在平坦路段，而且只有左轉小車時之疏解率 N_{gyi} 。
2. 根據表 10.6 之當量值用式 10.16 估計式 10.14 中之車種及行進方向調整因素 f_v 。

$$f_v = \frac{1}{1 + \sum_v \sum_i P_{vi} (E_{vi} - 1)} \quad (10.16)$$

此式中，

P_{vi} = 車種 v 行進方向 i 車輛之比例，

E_{vi} = 車種 v 行進方向 i 車輛之左轉小客車當量。

表 10.6 共用車道上不同車種直行、左轉之左轉小客車當量

行進方向	直行			左轉		
車種	機車	小車	大車	機車	小車	大車
左轉小客車當量	0.4	0.95	1.71	0.41	1.00	1.90

註：1.機車比例大於 90%，將機車當量減少 0.05。

2.機車比例為 30%~50%，將機車當量增加 0.05。

3.機車比例小於 30%，將機車當量增加 0.10

3. 根據式 10.7 估計地下道下游車道坡度對疏解率之調整因素。
4. 估計式 10.14 中之 f_b 、 f_s 及 f_p 調整因素。
5. 用式 10.14 估計容量。

若直行/左轉共用車道右側有足夠路肩讓機車併行，而且機車數量相當大，則式 10.14 可能低估容量。本所目前沒有足夠資料建立一可靠模式來估計有併行機車但沒有機車停等區時的車道容量。

10.4.2 有機車停等區之右轉/直行共用車道

估計有機車停等區之右轉/直行共用車道容量的程序如下：

1. 根據式 10.8 估計停等區內之機車數 M 。復興北路往北地下道下游停等區內每平方公尺有 0.56 輛機車。式 10.8 用 0.62 輛/平方公尺估計機車數。在沒有實際資料的情況下可在 0.56 及 0.62 輛/平方公尺之範圍內選擇一適用值。
2. 用式 10.9 估計停等區內 M 輛機車在綠燈開始之後疏解所需之時間 T 。
3. 根據容量手冊 13.5.4 節描述的步驟，估計在剩餘綠燈及大約 3.5 秒可有效使用之燈號轉換時段內能疏解的車輛數 $(N_{gyi})_{HCM}$ 。
4. 用式 10.10 調整 $(N_{gyi})_{HCM}$ 成為 N_{gyi} 。
5. 估計從停止線到停等區上游端點之間的平均坡度 S_a (%)，然後用式 10.11 估計停等區機車疏解時之坡度調整因素：

$$(f_g)_a = 1 - 0.05 S_a \quad (10.17)$$

6. 估計從停止線到上游 100 公尺之間的平均坡度 S_b (%)，然後用式 10.11 估計剩餘綠燈及燈號轉換時段中疏解率之坡度調整因素：

$$(f_g)_b = 1 - 0.05 S_b \quad (10.18)$$

7. 根據下式估計容量：

$$c = \frac{3600}{C} [M (f_g)_a + N_{gyi} (f_g)_b] f_b f_s f_p \quad (10.19)$$

此式中，

c = 直行/右轉混合車流車道之容量 (輛/小時)；

C = 號誌週期長度 (秒)；

i = 可用之時相代號；

M = 從式 10.8 所估計之疏解機車數 (輛)；

N_{gyi} = 從式 10.10 所估計之疏解車輛數 (輛)；

$(f_g)_a$ = 坡度調整因素 (式 10.17)；

$(f_g)_b$ = 坡度調整因素 (式 10.18)；

f_b = 公車站調整因素 (見 13.4.4 節)；

f_s = 路邊停車調整因素 (見 13.4.5 節)；

f_p = 衝突行人調整因素 (見 13.4.6 節)。

10.4.3 機車專用道

地下道下游機車專用道的容量可估計如下：

1. 根據容量手冊第十八章所描述的方法估計機車疏解時 90%機車所用之車道寬 W_{90} 。
2. 用下式估計容量：

$$c = (4,836 + 1,900 W_{90}) \left(\frac{G + \Delta G - L_s}{C} \right) (1 - 0.049 S) \quad (10.20)$$

此式中，

c = 車道容量 (輛/小時)；

W_{90} = 車輛疏解時使用率占 90%之路面寬 (公尺)；

G = 綠燈時間 (秒)；

ΔG = 可有效使用之燈號轉換時段 (建議值：3.5 秒)；

L_s = 起動損失時間 (建議值：0~2.9 秒)；

C = 誌週期長度 (秒)；

S = 地下道下游路口停止線至上游 100 公尺內之平均坡度(%)。

10.5 應用例題

10.5.1 直行快車道

一市區地下道下游有一中央實體分隔之路段，此路段無快慢分隔，無緊鄰公車專用道，沒有公車站在車道旁，路邊不准停車，路口很少有行人。地下道下游有一號誌化路口，停止線到上游 100 公尺之間的平均坡度為+3%

(上坡)，車道寬為 3.3 公尺，號誌之週期長度為 90 秒。地下道下游直行快車道的車輛每週期得到 60 秒之綠燈，4 秒之黃燈及 1 秒之全紅時間。如果大車占總車輛之 5%，試估計此車道的容量。

分析

上述車道屬表 10.3 中之 S1 車道，假設 3 秒之燈號轉換時段（黃燈加全紅 = 5 秒）可被車輛有效的利用來疏解，則車道容量可根據下列步驟來估計：

1. 從表 10.4 中 S1 車道之估計模式：

$$N_{gyi} = -3.69 + 0.598 \times 63 = 34.0 \text{ 輛直行小車}$$

2. 用式 10.15 估計車種及行車方向調整因素：

$$f_v = \frac{1}{1 + 0.05(1.7 - 1)} = 0.97$$

3. 從表 10.5 S1 類型車道之模式估計地下道下游車道坡度之調整因素：

$$f_g = 0.92 - 6.39 \times 10^{-3} \times 3 = 0.9$$

4. 式 10.14 中其他調整因素 f_b 、 f_s 、 f_z 及 f_p 等於 1.0。

5. 從式 10.14 估計容量：

$$c = \frac{3600}{90} \times 34.0 \times 0.97 \times 0.9 = 1,187 \text{ 輛/小時。}$$

10.5.2 無機車停等區之無衝突左轉/直行共用車道

一地下道下游有一號誌化路口。停止線到上游 100 公尺之間的平均坡度為+3%。其中一車道供直行及左轉車共用。車道旁無公車站及路邊停車。路口也少有行人。共用車道的車種及行進方向的比例如下：

直行機車：0.25

小車：0.50

大車：0.03

左轉機車：0.10

小車：0.10

大車：0.02

號誌週期為 90 秒。共用車道在每一週期中得到 60 秒之綠燈及 5 秒的燈號轉換時段。有 3 秒的燈號轉換時間可有效的用來疏解車輛，試估計此車道之容量。

分析

1. 從式 10.6 估計只有左轉小車時之疏解率：

$$N_{gyi} = 0.21 + 0.426(60 + 3) = 27.05$$

2. 根據表 10.6 各車種及行進方向組合的左轉小車當量如下：

(分析車道機車比例為 30%~50%，將機車當量增加 0.05)

直行機車：0.41+ 0.05

小車：0.95

大車：1.71

左轉機車：0.41 + 0.05

小車：1.0

大車：1.9

上述當量可用在式 10.6 估計車種及行車方向調整因式：

$$1 + \sum_v \sum_i P_{vi} (E_{vi} - 1) = 1 + 0.25[(0.41 + 0.05) - 1] + 0.5(0.95 - 1) + 0.03(1.71 - 1) + 0.10[(0.41 + 0.05) - 1] + 0.1(1.0 - 1) + 0.02(1.9 - 1) = 0.8253$$

$$f_v = \frac{1}{0.8253} = 1.21$$

3. 從式 10.7 估計地下道下游車道坡度調整因素：

$$f_g = 1 - (1 - 0.68 - 2.27 \times 10^{-3} \times 63) \frac{3}{5.5} = 0.9$$

4. 式 10.14 之 f_b 、 f_s 、 f_z 及 f_p 等於 1.0。

5. 從式 10.14，共用車道之容量為：

$$c = \frac{3600}{90} \times 27.05 \times 1.21 \times 0.9 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 1,178 \text{ 輛/小時}$$

直行/左轉共用車道右側如有足夠路肩讓機車併行，而且機車數量相當大，則上述容量估計值可能低估容量。本所目前沒有足夠資料建立一可靠模式來估計有併行機車但沒有機車停等區時的車道容量。

10.5.3.3 有機車停等區之直行/右轉共用車道

一地下道下游有一寬 3.3 公尺之直行/右轉共用車道。車道上有一長 12 公尺之機車停等區。在尖峰之紅燈時段中，76%之停等區面積被停等機車占用。停等區之平均坡度為+2%，從停止線到上游 100 公尺之間的平均坡度為+3%，共用車道旁沒有公車站也不准路邊停車。很少有行人欲通過地下道下游之路口。號誌控制的週期長度為 150 秒，共用車道在一週期所得的綠燈為 80 秒。燈號轉換時段有 5 秒，但能有效運用之燈號轉換時段只有 3.5 秒。此外，共用車道有下列車種及行進方向的組合：

- 直行小車比例 $X_2 = 0.31$ ；
- 右轉小車比例 $X_3 = 0.08$ ；
- 與小車及大車無併行之直行機車比例 $X_4 = 0.32$ ；
- 與小車及大車無併行之右轉機車比例 $X_5 = 0.08$ ；
- 直行大車比例 $X_6 = 0.05$ ；
- 右轉大車比例 $X_7 = 0.00$ 。

試估計上述共用車道之容量。

分析

1. 根據式 10.8，但將式中之 0.62 改為 0.60 可得停等區內機車數：

$$M = 0.6 \times 0.76 \times 12 \times 3.3 = 18.1 \text{ 輛}$$

2. 從式 10.9 估計停等區內機車疏解所需時間：

$$T = 2.14 + 1.07 \times 0.76 \times 12 = 11.9 \text{ 秒}$$

所以剩餘綠燈加 3.5 秒可用之燈號轉換時間等於 $80 + 3.5 - 11.9 = 71$ 秒。用 g_u 代表這剩餘時間。

3. 根據容量手冊 13.5.4 節描述的步驟，估計 g_u 時間內能疏解的車數。或於本所「臺灣公路容量分析專區」(<http://thcs.iot.gov.tw:8080/THCS/>)下載執行檔 mix.exe。所需的輸入資料包括： $g_u = 71.6$ 秒，前述之 X_2 、 X_3 、 X_4 、 X_5 、 X_6 、 X_7 及車道寬 3.3 公尺。mix.exe 之輸出值如下：

$$(N_{gyi})_{HCM} = 49.6 \text{ 輛}$$

4. 用式 10.10 調整 $(N_{gyi})_{HCM}$ 。執行此工作之前須先估計併行機車占總車數之比例：

$$P = 1 - X_2 - X_3 - X_4 - X_5 - X_6 - X_7 = 0.16$$

(註：此 P 值等於容量手冊表 13.9 之 X_9)

根據 $P = 0.16$ 及式 10.10，

$$N_{gyi} = (49.6 - 1.51 - 1.97 \times 0.16 + 361.6 \times 0.16^2) = 57.0 \text{ 輛}$$

5. 用式 10.17 估計停等區坡度調整因素：

$$(f_g)_a = 1 - 0.05 \times 2 = 0.9$$

6. 用式 10.18 估計停止線與上游 100 公尺之間平均坡度之調整因素：

$$(f_g)_b = 1 - 0.05 \times 3 = 0.85$$

7. 用式 10.19 估計容量：

$$c = \frac{3600}{150} [18.1 \times 0.9 + 57.0 \times 0.85] \times 1 \times 1 \times 1 = 1,554 \text{ 輛/小時}$$

10.5.3.4 機車專用道

一地下道下游有一寬 3 公尺之機車專用道。專用道左、右側皆用標線與其他車道及路肩分隔。停止線到上游 100 公尺之間的平均坡度為 +3%。下游號誌之週期為 120 秒。專用道之綠燈時段及燈號轉換時段各為 70 秒及 5 秒。3.5 秒之燈號轉換時間可有效運用。疏解率有達到高峰之後明顯下降成一穩定狀態的現象（啟動損失時間接近 0 秒）。試估計此車道之容量。

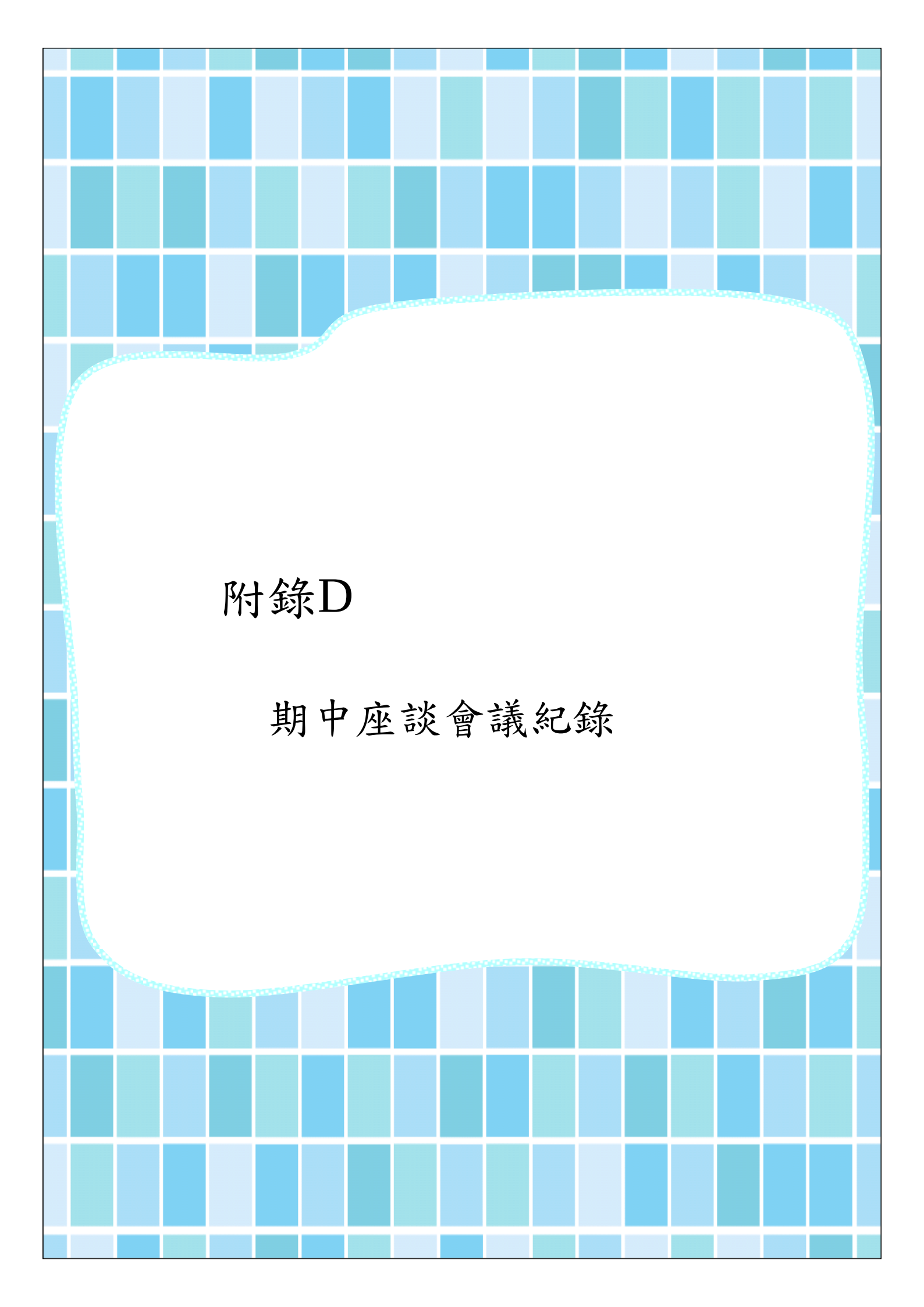
分析

1. 根據容量手冊第十八章 18.2.1 節，上述車道 90% 占用之車道寬為 $W_{90} = 3 + 0.55 = 3.55$ 公尺。
2. 用式 10.20 估計容量：

$$c = (4,836 + 1,900 \times 3.55) \left(\frac{70 + 3.5 - 0}{120} \right) (1 - 0.049 \times 3) = 6,05 \text{ 輛/小時}$$

參考文獻

1. 「2011 年臺灣公路容量手冊」，100-132-1299，交通部運輸研究所，民國 100 年 10 月。
2. *Highway Capacity Manual*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 1985.
3. 「高快速公路收費站、隧道及坡度路段容量及車流特性之研究(1/3)」，100-78-1292，交通部運輸研究所，民國 100 年 5 月。
4. 「高快速公路收費站、隧道及坡度路段容量及車流特性之研究(2/3)」，101-96-1315，交通部運輸研究所，民國 101 年 7 月。



附錄D

期中座談會議紀錄

附錄 D、期中座談會議紀錄

- 一、時間：民國 106 年 5 月 3 日下午 2 時
- 二、地點：交通部運輸研究所 5 樓會議室
- 三、美國克拉森大學林豐博教授簡報（略）
- 四、座談會討論

林大煜教授：

1. 林教授提到容量研究未來的七項挑戰，可分為公路容量手冊與容量手冊衍生運用(Expansion of topical coverage)兩大部分。
2. 針對公路容量手冊，有幾個議題可以討論：

(1)分析性模式與模擬模式的使用時機與場合

依林教授見解，模擬模式可以處理任何情況，不過如果一些小場合也要動到「模擬模式」這把牛刀，不見得有效率。例如：「某一條道路一車道容量多少？」這類簡單的問題。有些簡單或大家公認的事項，分析性模式或者圖表也可以處理。因此建議分析性模式與模擬模式的使用時機與場合做個界定，不見得很簡單的案子也非用到模擬模式不可，也許分析性模式或者簡單圖表也可以處理，讓大家快速運用。

(2)指標

例如每 30 分鐘壅塞機率，但這項指標不容易實證。常用的指標包括 V/C、平均速率、自由車流速率等等。臺灣本身經過多年研究與實證，累積了自己的經驗與指標。而多種服務水準績效評估指標，可在資料蒐集時順便做調查，之後在歸納階段中，篩掉不適用的指標，同時也可以找出新的適用指標。

3. 針對公路容量手冊衍生運用的部分：

(1)小車之安全性

在容量分析過程中，小車安全性容易被忽略。例如：小車跟在大車後面，或者突然間有大車插進來，都會對小車在安全性造成影響，這是大家都有的經驗。

(2) 逆向思考

容量分析通常是研究既有幾何設施與特定管制下，所得到的容量，但也可以反過來思考，就是提供某項成本低(CP 值高)的設施或管理手段，可以改變車流狀況，進而提高容量。

(3) 新式圓環

目前臺灣的圓環大多裝設號誌，屬於改良式交叉路口，這現象主要是交通量太大(駕駛人無法自己找空隙進入)、大車與小車之比例、文化(民眾不愛讓車)等因素造成。上述三項因素主導了是否恢復純圓環的思考方向。

林豐博教授：

新式圓環也有其適用性，如用地範圍、車流量等。縱然臺灣的圓環多已裝設號誌，但有些地方可能仍存在新式圓環適合設置的條件。

曾平毅教授：

1. 車流研究及容量研究是苦工作，目前很多學校也非必修，且教授若無實際經驗教學上也講不清楚，漸漸使得近幾年運輸領域之學生、從業人員於車流分析之不熟悉。
2. HTSS 模式已經過 10 多年來臺灣本土車流特性調校，相較直接引用國外軟體更符合國內車流特性，但是應用 HTSS 模式進行研究投稿論文時，審查委員反而會質疑為何採用 HTSS，是否比較過國外模擬模式？臺灣在公路容量之研究已有初步成績，仍需繼續努力。
3. 林教授長年進行本土公路容量研究，在實務上是真的有幫助的，

應該加以分享推廣，顧問公司或相關單位亦可多參考林教授的研究報告，以加強規劃內容或研擬改善方案。例如：

(1) 上匝道加速車道長度

高速公路匝道匯入依工程規範進行設計，而林教授在研究過程中，發現匝道車流匯入主線常因加速車道長度不足而干擾主線車流運行，因此建議增加加速車道長度，以提高併入主線之安全性。實務上，本人曾與高公局中工處討論，中工處亦觀察到此現象，因此亦建議其增加加速車道長度。

(2) 路口左轉疏解率

林教授之研究發現，路口處採標線分隔，其左轉疏解率較實體分隔高約 8%，因此建議中央實體分隔之路段，臨近路口處改設標線，以提高左轉疏解率。

4. 建議運研所可將臺灣相關車流研究成果轉給林教授參考，也讓林教授協助看看有哪些適合做後續的追蹤。

林豐博教授：

不論國內、外任何的模擬模式，都需要在地實證與驗證，臺灣自己也該累積經驗。

中華顧問工程司黃銘崇主任：

中華顧問工程司自從世曦成立為子公司之後，轉變為公益法人性質，扮演政府智庫的角色。交通控制研究中心成立一年多，期望能跟各位多些互動。請問林教授：

1. 以車輛偵測器得到之資料來評估平均速率與流率之關係，與實際調查之資料相比，誤差有多少？
2. 高速公路主線儀控啟動適當時機？

林豐博教授：

1. VD 測出來的是時間平均速率，與容量計算定義的空間平均速率不同，兩者誤差不大，約 1-3kph。但遇到壅塞時，誤差會比較大。其實 VD 偵測之速率透過簡單之公式轉換即可輸出空間平均速率，建議相關單位著手改善，可避免分析時之誤差。
2. 高速公路主線儀控必須在下游尚未壅塞時，啟動儀控才有用。

運計組：

目前國 5 雪隧主要問題是車流太大，主線儀控與匝道儀控之啟動，在於平衡地區道路與國道主線的壅塞長度。

台灣世曦公司：

1. 對於部分使用者而言，模擬模式過於繁雜，建議考量模擬模式及分析性模式適用之比重，以利容量手冊推廣。
2. 目前公路容量手冊中未將機慢車道納入研究，但實務上許多道路設置有機慢車道，形成手冊與實務間的落差。建議多車道模式方法論中加入機慢車道，以符合實況。

林豐博教授：

運研所未來可以利用模擬模式，設定不同情境，以模擬出的結果建立適用的分析性模式(圖或表)。

鼎漢公司：

1. 本公司於臺灣代理引進 VISSIM 已有 10 多年，多種參數也以臺灣車流特性調校，使多機車狀況下可適用。
2. 認同模擬模式之需求，在於現場資料缺乏或幾何條件特殊之情形下，搭配可取得之資料，以模擬模式產生數據進行分析。
3. 雪隧要求保持行車間距 50M，而國外沒有，這關乎國內外文化差異。國外要駕駛人保持心態與行為正常，但提高警覺；而臺灣

官方要駕駛人先認知隧道很危險，所以需要保持間距。

4. 本公司曾參與高公局提高雪隧容量之研究，確實也發現採國外時間間距之作法能提高雪隧容量。但時間間距對國內駕駛人很陌生，若要推行可能須由駕訓、考照等源頭建立民眾之觀念。

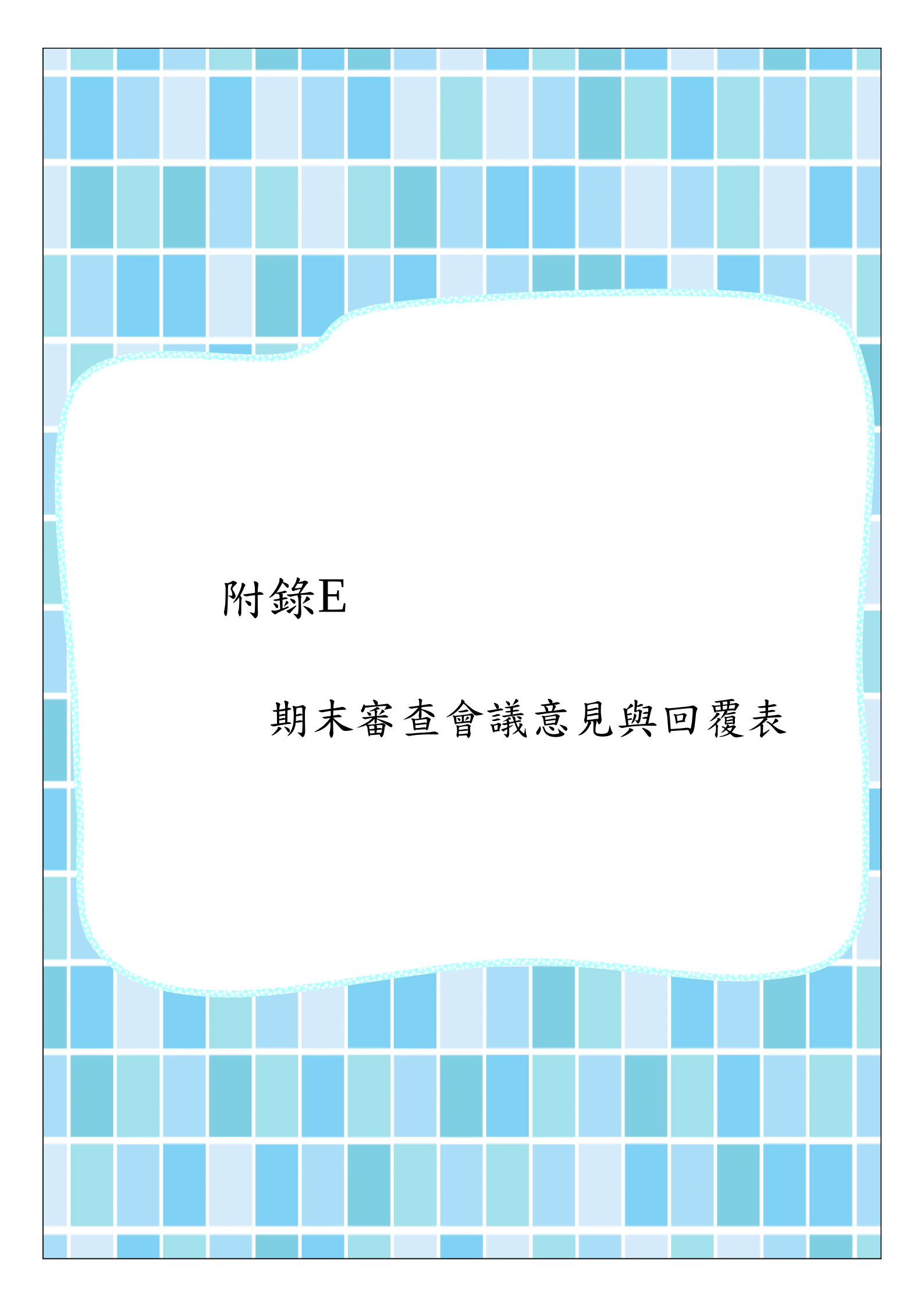
易緯公司：

敝公司目前正進行多項自行車相關研究，多次遇到自行車容量的問題，建議自行車亦納入模式進行分析。

三、主席結論

1. 有關分析性模式與模擬模式的使用時機與場合請於後續研究中清楚界定。
2. 2018 年臺灣公路容量手冊出版時，請運計組及合作團隊彙整研究過程以及應用 HTSS 模式之相關投稿論文放入手冊中，以利各界參考應用。
3. 本案依合約完成期中座談會議，後續請依合約規定辦理相關事宜。

四、散會：下午 4 時 30 分



附錄E

期末審查會議意見與回覆表

附錄 E：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
林教授大煜			
1	服務水準指標中，速差之績效指標 U 劃分方式，合理性值得商榷，例如：(1)必須 ≥ 3 ，服務水準等級才會到 1~2，但其實是超速；(2)附錄 B 第 11-37 頁範例為虛擬還是真實案例？若為真實案例，服務水準等級 B6 表示績效指標 V/C 對應之服務水準等級為 B，但績效指標 U 對應之服務水準等級僅為 6。	1. 最好不要劃分等級。如一定要劃分，則沒有從不同角度皆合理之劃分標準。如果低於速限還算最高級(1 級)，則車流可能已進入壅塞狀況。如何劃分服務水準應由國內交通界開會討論，但參與討論者須對不同劃分方式之利弊有充分了解。 2. 附錄之應用例題不是實例，目的在於說明分析方法之應用。如果 V/C 所屬之服務水準等級高時，速率差距所屬服務水準等級也高，則沒有必要同時用此 2 績效指標。在上坡路段時，V/C 所屬等級高，速率差距之等級可能很低。	同意
2	報告書「目錄」第五章請寫出完整章名。	已修正，詳目錄。	同意
3	報告第 65 頁 5.3 節說明，修訂版之第 11.3 節包括 6 項目，但只有 5 個項目，請確認。	「6 項目」已改為「5 項目」。	同意
4	報告書錯別字請再檢視修正。	遵照辦理，已修正。	同意
黃教授承傳			
1	報告第 30 頁式 3.3~3.7 如何產生？請補充說明。若是採迴歸分析而得，建請將解釋能力指標(例如 R ²)納入說明。因為部分調查資料顯示頗發散，公式的解釋能力就顯得重要了。第四章小車、機車的總重公式(4.26、4.27)如何而得，建議補充說明來源，以強化報告完整性。	1. 式 3.3~3.7 乃根據圖 3-20 之代表性關係所導出以利應用。 2. 式 4.26~4.27 乃根據可能之總重範圍（小車：平均之 54%~148%；機車：82%~118%）及分布型態所構成。有可靠資料時，此兩式可很容易更新。	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	報告第 67 頁說明，平坦路段大客車、大貨車及半聯結車之小車當量大約各為 1.2、1.25 及 1.5，惟各車種當量值似乎與過去認知偏低，建議再檢視說明。	過去對小車當量之認知並不正確。例如：嚴格來說，大車之當量隨在一車流中之速率而變。高速時，車長的影響較小，當量較接近 1.0；低速時，車長的影響很大，當量可遠大於 2.0。此外，臺灣大客車及大貨車之性能相差不大，但優於聯結車。過去半聯結車之當量如設為 1.5，則大客車及大貨車之當量應顯著低於 1.5。因大車比例通常不高，所以國外交通界很少進一步考慮速率及其他因素對平坦路段上當量之影響。	同意
3	雙指標之服務水準劃分，是否僅應用於平直路段即可，因為坡度路段容易產生林前所長所提第 1 點之問題。績效指標「速差 U」可以思考是採設計速率或速限較佳。	林所長的意見忽視了為何須用 V/C 及速率差距之原因。服務水準如何劃分應由國內交通界開會決定。設計速率不適用，多數臺灣及國外的公路設計速率為未知數。用理論反推又須有幾何設計及駕駛行為關係資料。	同意
4	報告第 76 頁建議事項第 2 點探討曲率半徑與速率關係之目的為何？因為既有離心力公式即已有半徑、超高率、摩擦係數等關係，是否適宜在容量分析中納入，請再斟酌。	平曲線到處都有，臺灣沒有曲率半徑與速率關係之研究，因此目前無法改善平均速率估計值之正確性。因為人為因素的影響，平曲線之速率不能直接從曲率半徑、超高、摩擦係數來推導。	同意
5	報告書之錯別字與誤繕，請再仔細校正。	遵照辦理，已修正。	同意
曾教授平毅			
1	有關黃老師的疑問，依過去隨林教授研究之經驗可補充說明如下：		—
(1)	關於曲率半徑與速率之關係，因為目前並無相關研究了解車輛於平曲線進入前、進入中、過彎後	敬悉。曾教授看法正確。	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
	之車輛運行變化，這部分資料可納入模擬模式之調校。		
(2)	採速差 U (平均速率-速限) 之服務水準劃分，前提是速限需訂定合理。以速限比較車流運行速率的落差，是考量實際操作的可行性，速限資訊之取得於實務上好執行，若採「設計速率」則並不一定找得到。而速差應用在不同道路情況時落差會很大，建議針對不同道路應訂定不同級距。	敬悉。曾教授看法正確。	同意
2	報告中代表性車輛屬性，係「車重」或「總重」，建議確認一致。	已全修改為總重(gross weight)。	同意
3	大度路調查資料，快車道上有機車，是違規還是大型重型機車？	屬違規機車。	同意
4	報告第 18 頁圖 3-6，慢車道應為混合車道，因竹圍台 2 線路段應為混合車道。另外修訂版第 11 章，分析類型 1 車道所描述之慢車道應為混合車道，分析類型 2 車道建議調整為機車專用道、機慢車道及機車比例超過 60% 之混合車道。	1. 由於混合車道屬於最外側快車道，因此圖 3-6 標題修正為最外側快車道。 2. 車道分類修正為：類型 1 車道：機車禁行及機車比例小於或等於 60% 之快車道。類型 2 車道：機車比例超過 60% 之快車道及慢車道，包括機車專用道。	同意
5	報告第 31 頁，台 74 甲線南下往「臺中」之路段，北上往「彰化」之路段，應為筆誤，請修正。	已改為南下往「彰化」，北上往「臺中」。	同意
6	以圖 4-9 之資料決定車重尚屬合理，因為省道、縣道地磅站資料差異性很大，此乃因車輛違規超載情況普遍所致。在代表性車輛車重不易取得的情況下，又要模擬車輛行為，實屬不易。	曾教授之立場合理，建立分析或公路設計方法或規範皆有過渡時期須用假設或不完整的資料建立關係。目前發展的容量分析方法仍須逐步用新資料更新。	同意
7	報告第 75 頁結論第 2 點「.....第十二章」，第十二章是郊區雙車	已將「.....第十二章」改為「第十一章」。	同意

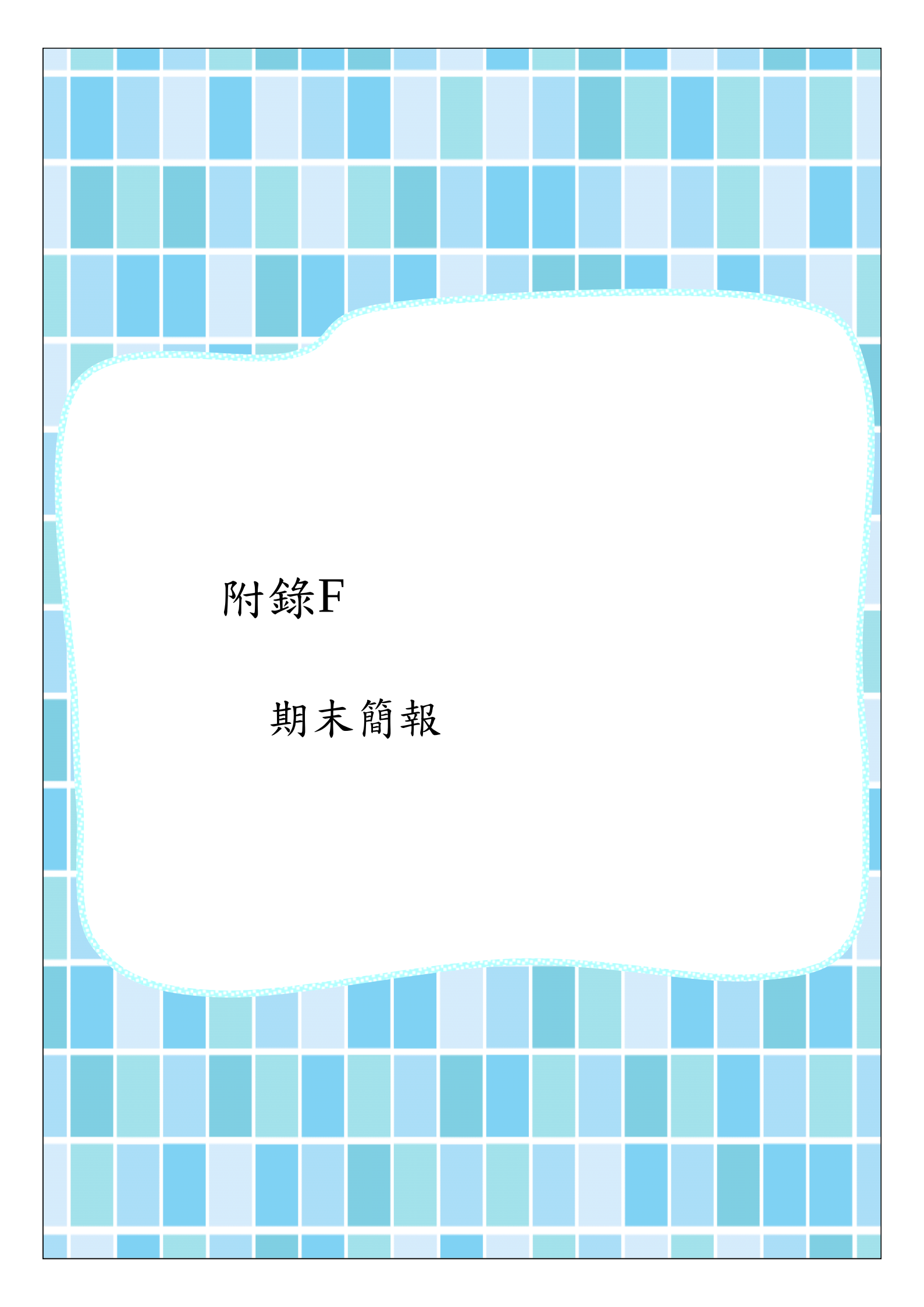
項次	與會人員審查意見	合作單位 處理情形或說明	承辦單位 審查意見
	道，請確認有無筆誤。		
8	附錄 A 第 46 頁圖 19，縱軸標題加「輸出流率」。	附錄 A 第 46 頁圖 19 縱軸已加「輸出流率」。	同意
9	報告書之錯別字請再檢視修正。	遵照辦理，已修正。	同意
張簡任研究員瓊文(書面意見)			
1	本年期工作重點包括分析另案蒐集的郊區多車道平直路段及上坡路段交通特性資料，據以調整 2016HTSS 模式，並修訂容量手冊第十一章；校閱及編訂新版第十章；編訂 2017HTSS 模式使用手冊等，成果具體，值得肯定。	敬悉。	同意
2	圖 3-1 與圖 3-2、圖 3-25 與圖 3-26 之圖名完全一樣，請檢核修正或補充說明。	圖 3-2 之標題已改為「大車」。圖 3-26 之標題已從南下改為北上。	同意
3	報告第 20 頁 2017 年資料之蒐集地點所在路段應為立德路與承德路七段 401 巷 620 弄兩號誌化路口間，並非「立德路與成德路」間，請修正。	P.20「立德路與成德路間」已改為「立德路與承德路七段 401 巷 620 弄兩號誌化路口間」。	同意
4	圖 3-19 圖例上並無實心圓點，請補充說明代表何處的資料。	實心圓點屬多車道公路，已加入圖例說明。	同意
5	式 3.3~式 3.5 中 V_f 及 V 都是「平均自由速率」是否有誤植？式 3.5 上一行中之「 V_e 」所指為何？請檢視補充說明。	式 3.3~式 3.5 中 V 的註解已改為「平均速率」， V_e 已改為 V_c 。	同意
6	有關附錄 A：2017HTSS 模式使用者手冊部分：	—	—
(1)	檔型 10 資料用於設定雙車道郊區公路超車區之狀況，其中第 1 項輸入資料 Hwy 公路代號之設定有無特定之目的？	Hwy(第 1、2、3...郊區雙車道公路)之目的在於將 2 條屬於同一公路之節線整合以利模擬。	同意
(2)	檔型 45、46 及 47 皆與平均自由速率有關，可否只設定其中一檔	如模式中之設定代表值可接受，則只須用檔型 45，但在許	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
	型資料？	多情況下必須利用檔型 46 及 47。	
(3)	檔型 62 輸入資料項只有 5 項，但案例中則列出 6 項，包括平曲線超高率 4.5%；另根據檔型 63 之說明提及檔型 62 資料所訂的曲率半徑估計可能之超高率，所以檔型 62 之超高率是否刪除，而直接以檔型 63 輸入超高率即可。	檔型 62 只有 5 項，案例中之第 6 項為舊的版本所用，新版只讀 5 項，故刪除第 6 項。	同意
(4)	檔型 81 所舉的例子中 P、GAP、ACC、D _{min} 分別設為 0.63、5.0、4.0、10.0，與說明中的代表值 0.67、5.5、3、45 並不相同，請檢視修正。	檔型 81 之值可隨意設定，但不要與代表值相差太多。	同意
7	建議報告內容文字檢視修正部分：	—	—
(1)	請檢視圖、表名於內文中的一致性，例如第 44 頁第 2 段文字開始「從圖 4.1…」與圖 4-1 不一樣。	謝謝指正。圖表編號不適合之處已改正。	同意
(2)	第 1 頁參考文獻的中括號修改為一致的” []” 型式。	第 1 頁參考文獻之引用編號已從 [] 改為 []。	同意
(3)	引用自之前文獻的圖表資料，請補充資料來源，例如圖 3-16。	圖 3-16 已增列：資料來源：[12]。	同意
台灣世曦工程顧問公司			
1	本公司負責 THCS 軟體撰寫，建議 HTSS 使用手冊中提供各參數數值範圍。	將在明年 4 月與世曦討論能訂定範圍之參數及參數範圍。請世曦列出宜考慮之參數。	同意
美商美聯科技公司			
1	雙指標之服務水準劃分，與既有郊區幹道服務水準劃分，兩者對照會產生矛盾。例如速率 40 多公里/小時，以郊區幹道服務水準標準可能為 A 級，但在雙指標中可能為 6。	這不是矛盾，而是車流的性質。	同意
2	附錄 B 修訂版第 11 章，建議將平均自由速率與容量的關係(圖	圖 11-2 之流率與速率關係可用式 11.3~11.5 來代表。容量及臨	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
	11.2)，製作類似附錄 B 表 11.5 之表，方便查閱。	界速率可分別從式 11.1 及 11.2 估計。	
鼎漢國際工程顧問公司			
1	雙指標之服務水準劃分，速差的部分確實容易與實際對路況的感受不一致，建議可再調整劃分標準。例如速限 70 公里/小時之路段，平均速率 58 公里/小時服務水準為 6，而速限 40 公里/小時之路段，平均速率 28 公里/小時服務水準亦為 6，但感受不同。	沒有一個從不同角度皆能令人滿意之劃分標準，這問題須由台灣交通界開會決定。	同意
亞聯工程顧問公司			
1	建議速差 U 之服務水準劃分不見得要劃分 6 級，例如區分為好、中等、壞三級。	此建議值得考慮。	同意
2	報告中「郊區多車道」公路或「多車道郊區」公路，請確認一致。	統一為「郊區多車道」公路。	同意
3	大型重型機車之分析歸類於小車還是機車？	大型重型機車屬機車。	同意
4	查表得到之數據與用 HTSS 模擬而得之數據，兩者間差異大不大？	差異隨分析對象的複雜性而異。如建立輸入檔不是一大負擔，宜用模擬分析。	同意
5	附錄 C 市區地下道，表 10.3 中有 S1~S6 六種類型，而第 10-5 頁中第 4~6 類型非屬 S1~S6，請問是新增類型嗎？將來會併入模式中嗎？	第 10 章優先考慮比較常見之車道類型。容量手冊在將來仍須逐步改良。	同意
曾教授平毅			
1	關於市區地下道章節，調查之道路類型為較容易見到之情況，其實類似道路型態不見得僅出現在地下道，各位若覺得有哪些道路型態尚未納入公路容量手冊研究，可提出討論。	敬悉。	同意
本所運計組張組長			
1	建議雙指標中應用平均速率與速	差距之%在國外也有人建議使	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
	限之差距時，應與原來相同速限時之服務水準做比較，甚至加入差距%，可強化其實用性。另外，若能從公路總局資料庫中找資料，歸納出不同速差級距之占比，可決定後續該投入多少資源去做改善。	用。如果公路總局有資料能用來訂定不同類型公路在尖峰與離峰期間各數小時之速率差距或差距%的分布，則很有助於訂定劃分標準。	
本所運計組(書面意見)			
1	報告第 30 頁、式 3.5 之敘述， V_e 是否應為 V_c (且不必敘述，因為非式 3.5 之參數)、 V 應為平均速率？	V_e 應是 V_c ， V 應是平均速率。	同意
2	報告第 50 頁、式 4.20，若 $V_f > 67.5$ 則 $(67.5 - V_f)$ 是負數，無法計算 0.7 次方， $(67.5 - V_f)$ 是不是要改為絕對值？	$(67.5 - V_f)^{0.7}$ 應改為 $(67.5 - V_f)^{0.7}$ 。	同意
3	報告第 63 頁、表 4.6，5%~8% 大客車的總重/馬力比小於大貨車，請確認 9%~10% 是否轉變為大客車大於大貨車。	大客車樣本太小，所以大客車總重/馬力比之代表性不佳。臺灣大客車與大貨車之性能又差距不大，所以現場資料所導出的總重/馬力比之相對值有高有低，並不一定是坡度的關係。	同意
4	報告第 64 頁、第 3 點，文中所述研究顯示之總重/馬力比是否為綜整表 4.1、4.5 及 4.6 所得，則半聯結車之範圍是否應為 93~129kg/kW；附錄 B 第 11-27 頁第 3 段之值(98~124 kg/kW)亦請檢視修正。	除了大客車之外，附錄 B 第 11-27 頁之 98~124 kg/kW 是根據長短兩種路段總重及馬力比之平均值。表 4.5 下方有解釋。	同意
5	附錄 B 第 11-1 頁之第 1 段末尾，是否尚未敘述完整。	已修正，將附錄 B 第 11-1 頁第一段最後一行第 1 個「。」刪除。	同意
6	報告中有關「慢車道」之文字，建議整體檢視是否需修改為「混合車道」。	報告中部分「慢車道」之文字，係指混合車道，修改為「最外側快車道」。	同意
7	報告請附上期中座談會議紀錄。	遵照辦理，已補充。	同意
主席結論			
1	服務水準劃分之雙績效指標，由	敬悉。	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
	本所擇期另案開會研商，屆時請各工程顧問公司及今天與會各位提供意見，並針對公路容量手冊急需處理而尚未處理之議題，請各位惠予提供意見。		
2	本期末報告審查通過，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11日前提送修正定稿。	遵照辦理。	同意



附錄F

期末簡報

期末簡報

易緯工程顧問股份有限公司
中華民國106年11月27日

第二年期工作重點

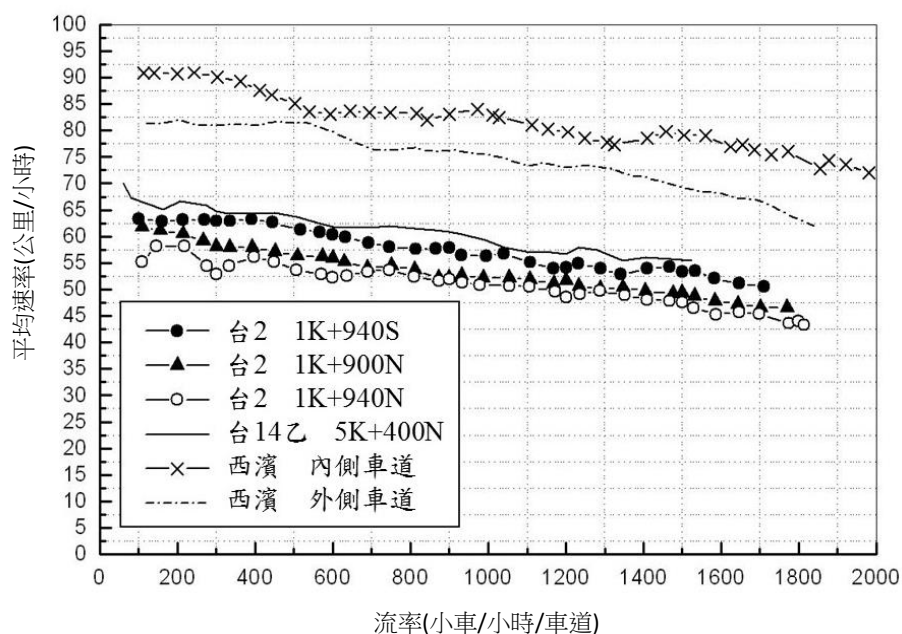
- 壹、2017HTSS模式之微調
- 貳、編訂2017HTSS 模式使用者手冊
- 參、2011年公路容量手冊第十一章之修定
- 肆、校閱及編訂容量手冊新版第十章「市區地下道路」
- 伍、編輯「2011年臺灣公路容量手冊」中將納入新版手冊之章節

壹、2017HTSS模式之微調

- 一、快車道流率與速率關係
- 二、慢車道流率與速率關係
- 三、代表性總重(Grass Weight)及馬力

2

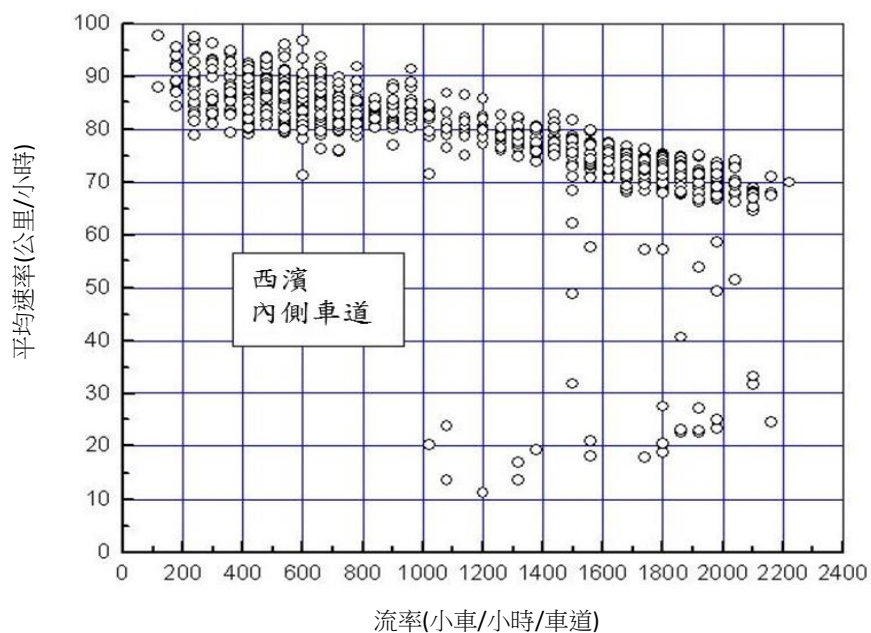
一、快車道流率與速率關係



郊區多車道公路快車道1分鐘流率與速率關係

3

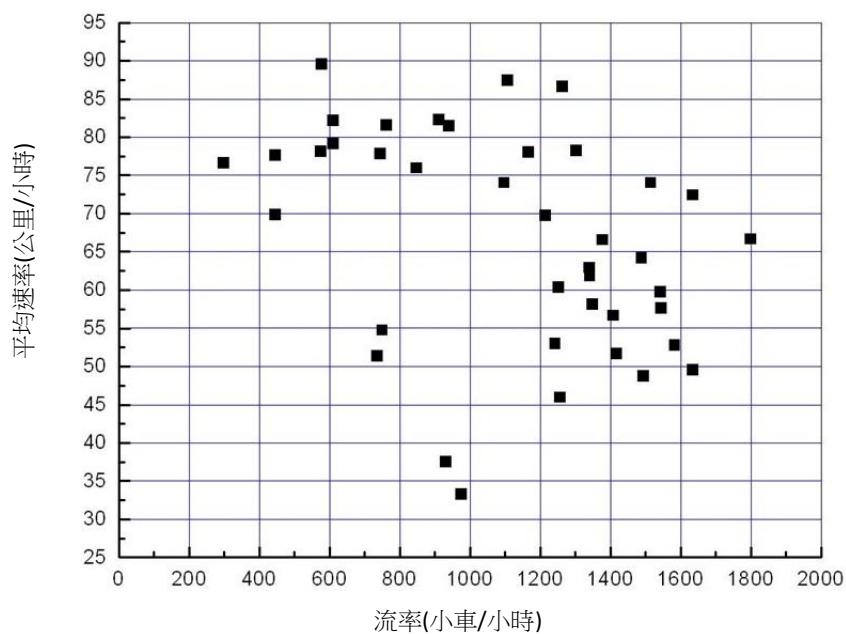
一、快車道流率與速率關係



西濱快速道路內車道1分鐘流率與速率關係

4

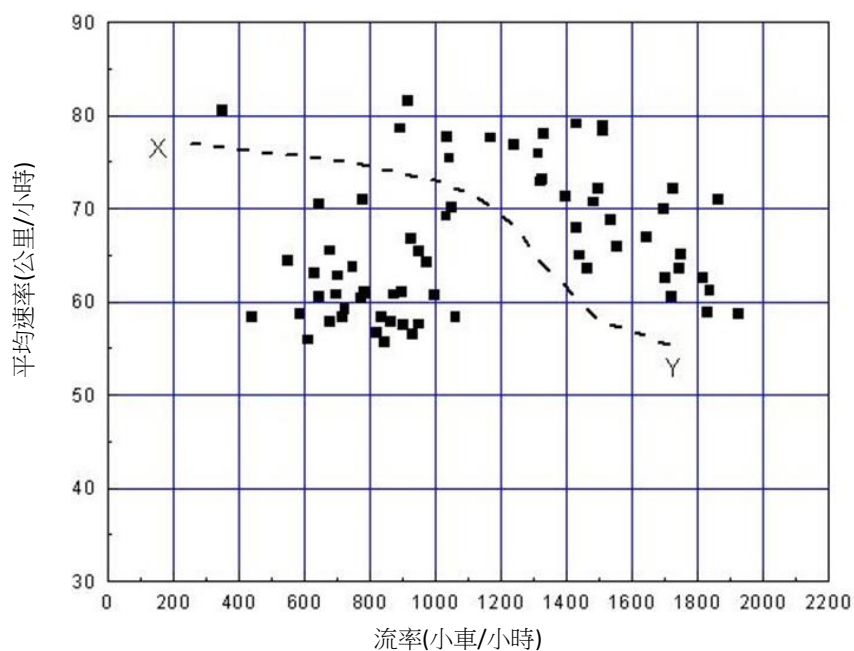
一、快車道流率與速率關係



大度路下游調查站內車道上之流率與速率關係

5

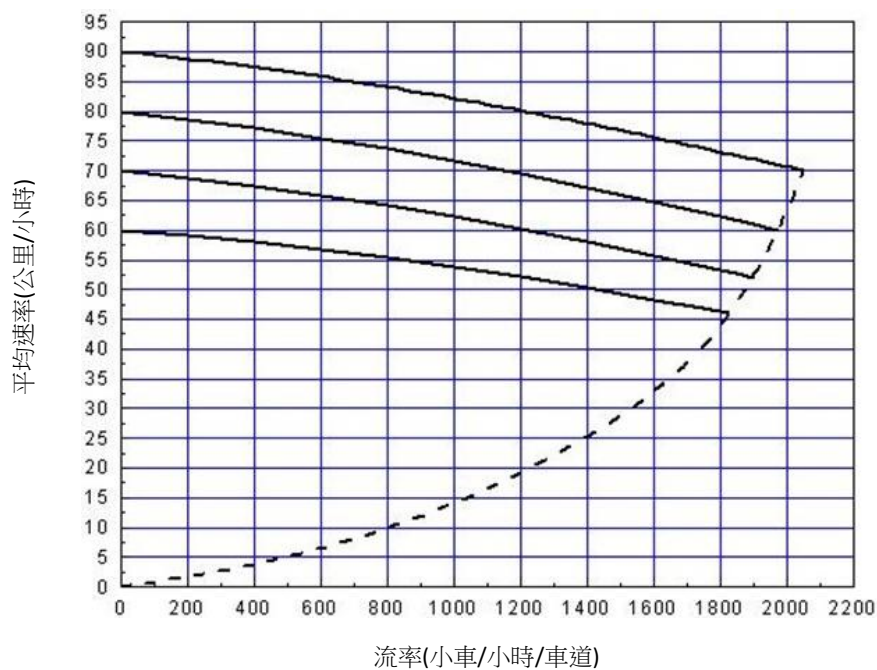
一、快車道流率與速率關係



大度路上游調查站內車道上之流率與速率關係

6

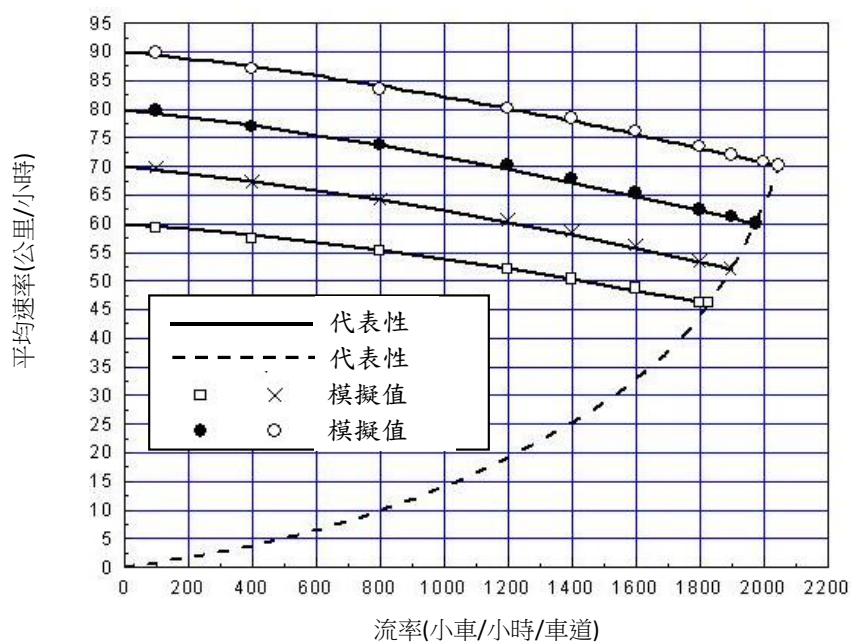
一、快車道流率與速率關係



平直路段代表性流率與速率之關係(快車道)

7

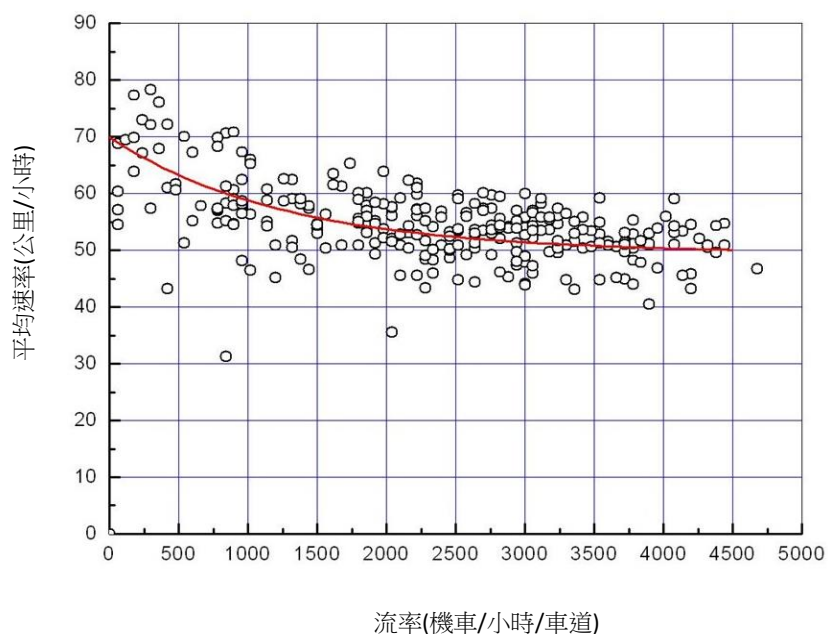
一、快車道流率與速率關係



模擬與代表性流率-速率關係之比較

8

二、慢車道流率與速率關係



竹圍台2線南下1K+700慢車道1分鐘流率與速率關係

9

二、慢車道流率與速率關係

停等機車從號誌化路口疏解時之飽和流率

$$S = 4,836 + 1,900W_{90}$$

此式中，

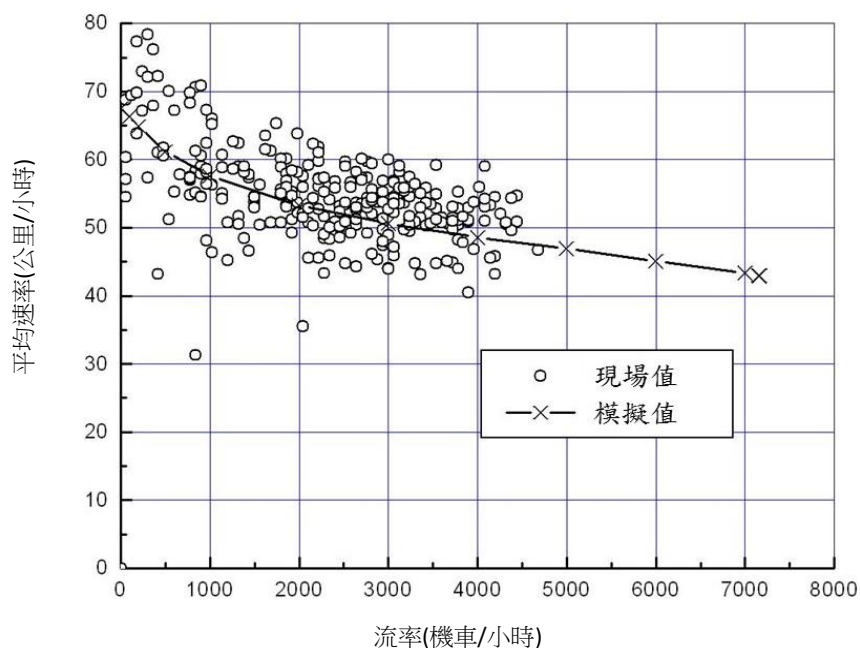
S = 飽和流率(機車/小時)

W_{90} = 使用率為90%之車道寬(公尺)

停等車流通過路口之後一般有擴散之現象

10

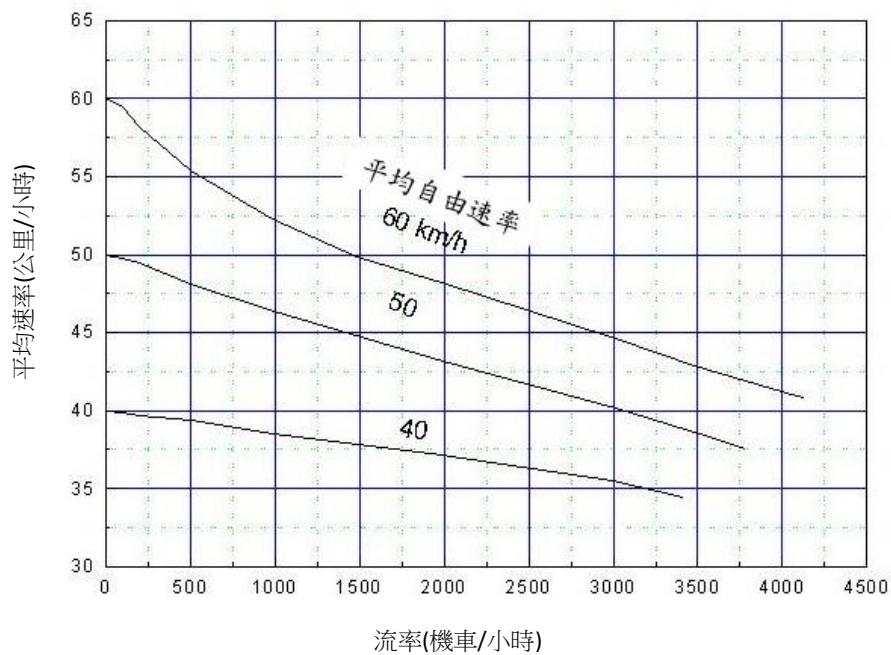
二、慢車道流率與速率關係



4公尺寬慢車道上流率與速率關係之現場值及模擬值

11

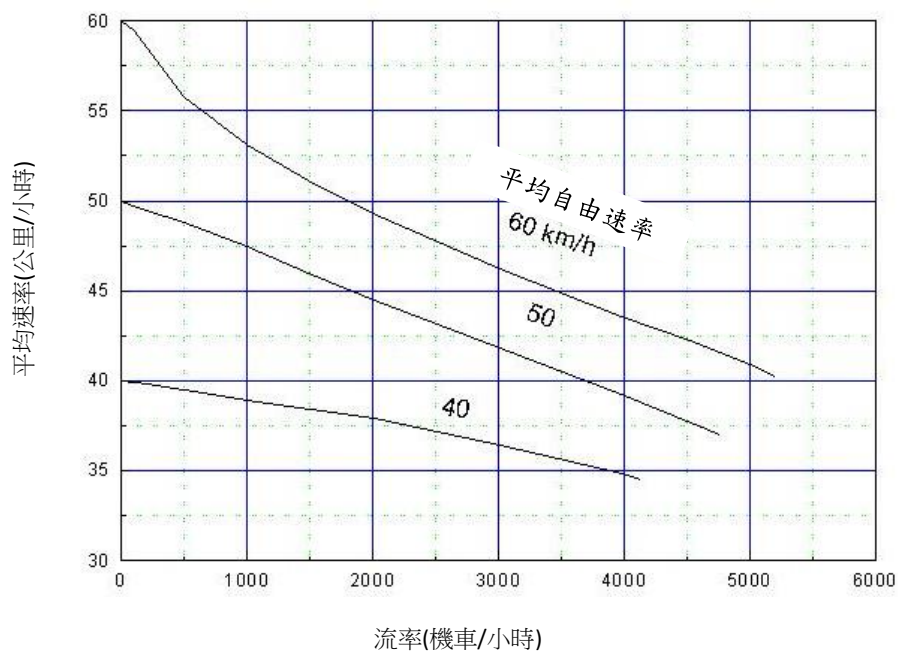
二、慢車道流率與速率關係



1.5公尺寬慢車道流率與速率之模擬關係

12

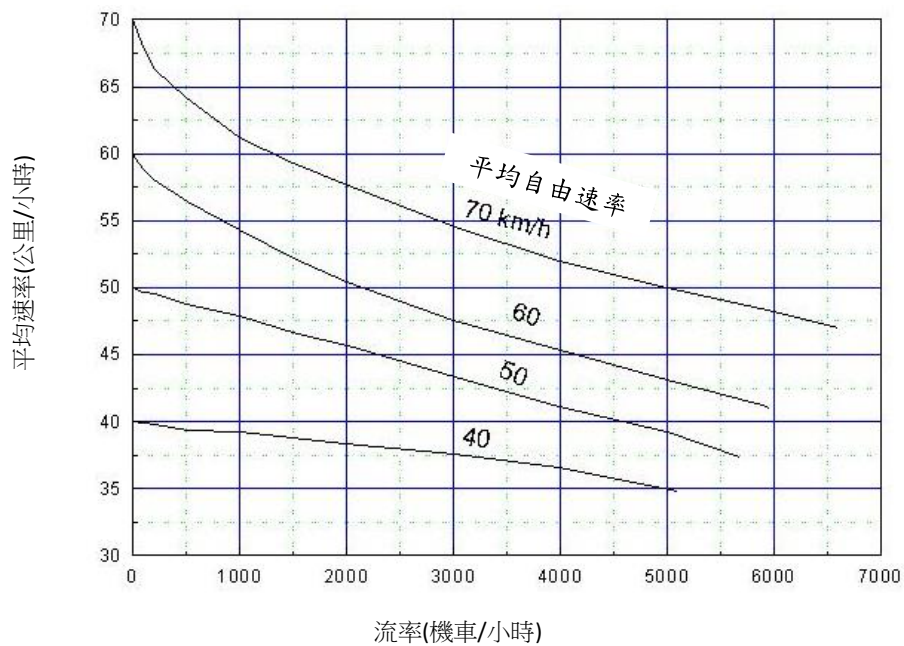
二、慢車道流率與速率關係



2.5公尺寬慢車道流率與速率之模擬關係

13

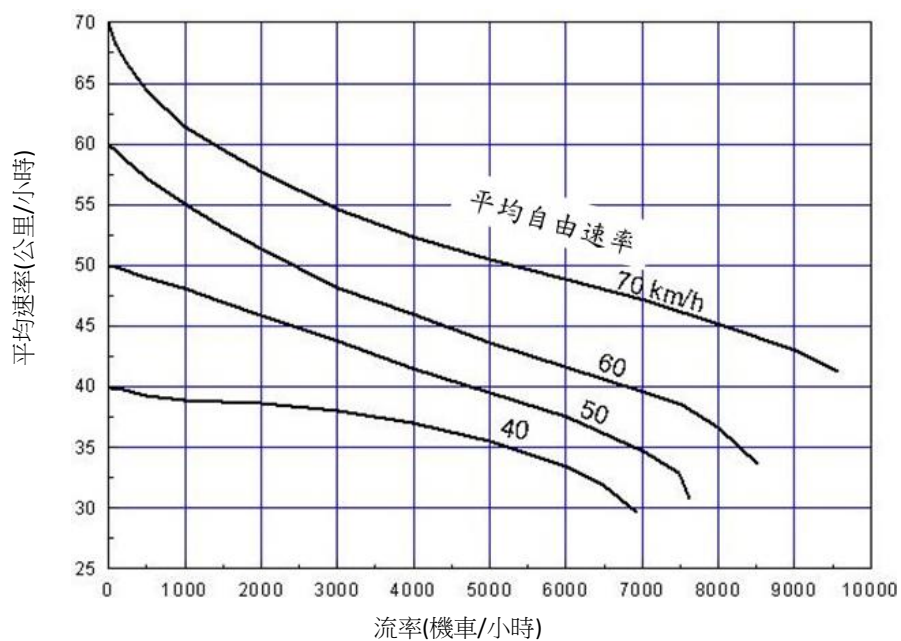
二、慢車道流率與速率關係



4.0公尺寬慢車道流率與速率之模擬關係

14

二、慢車道流率與速率關係



6.0公尺寬慢車道流率與速率之模擬關係

15

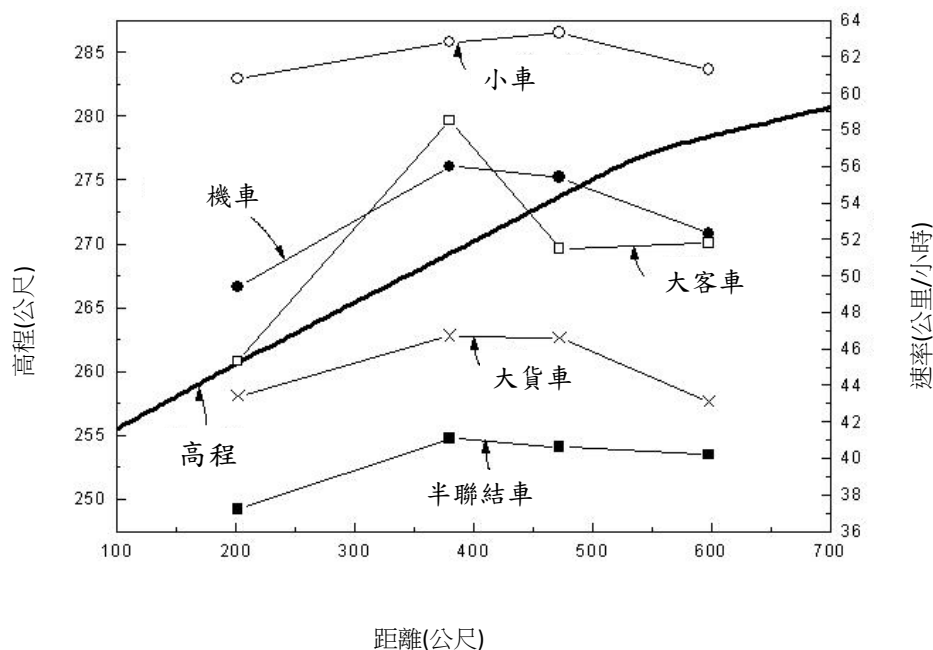
三、代表性總重(Grass Weight)及馬力

HTSS Model 邏輯考慮下列影響加速率之因素

在平坦路段及下坡時欲維持之最高自由速率及欲採用之最高加速率；
跟車行為；
瞬間速率；
坡度及坡長；
平曲線長度及曲率半徑；
車輛屬性，如總重、馬力、氣流之後拉係數(drag coefficient)、靜態摩擦係數(static coefficient of friction)、滾動摩擦係數(rolling coefficient of friction)、車輛之正面面積(frontal area)、牽引力及其傳輸效率、傳動軸(drive axle)所承載的車重等；
車輛行進時所受的阻力，包括氣流阻力(aerodynamic resistance)、坡度阻力(grade resistance)、滾動阻力(rolling resistance)及平曲線阻力(curve resistance)；
交通控制，如速限及號誌；
人為因素。

16

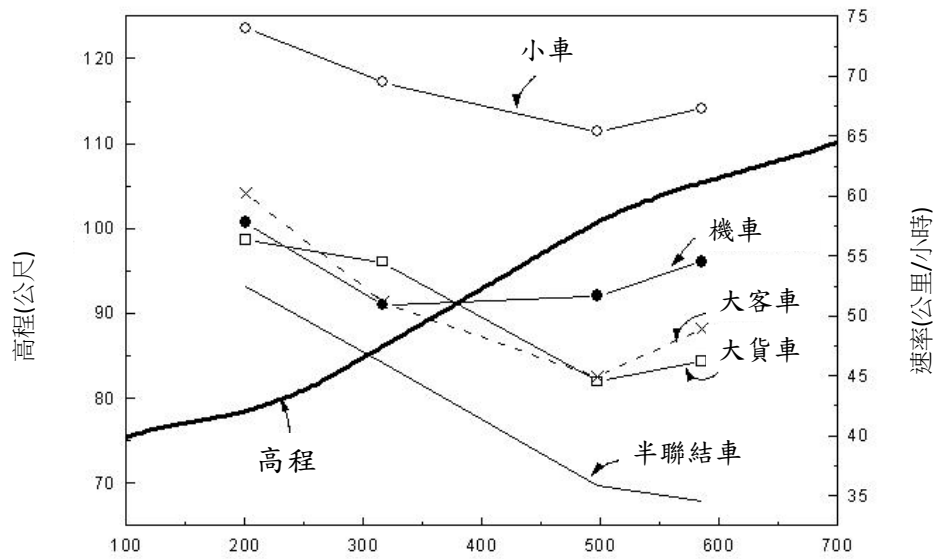
三、代表性總重(Grass Weight)及馬力



台13線三義路段平均自由速度隨地點之變化

17

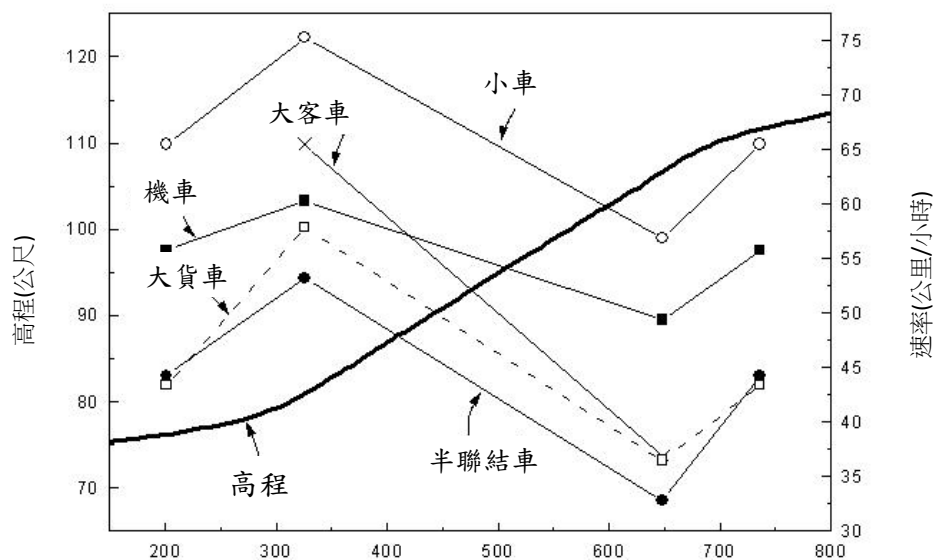
三、代表性總重(Grass Weight)及馬力



台74甲線南下路段平均自由速度隨地點之變化

18

三、代表性總重(Grass Weight)及馬力



台74甲線北上路段平均自由速度隨地點之變化

19

三、代表性總重(Grass Weight)及馬力

台13線三義路段平均自由速率(公里/小時)現場值與模擬值之比較

調查地點	小車		機車		大客車		大貨車		半聯結車	
	現場	模擬	現場	模擬	現場	模擬	現場	模擬	現場	模擬
A	60.8	60.8	49.2	49.2	45.3	45.3	43.4	43.4	37.2	37.2
B	62.8	62.6	56.0	55.1	58.5	49.6	46.7	45.0	41.1	39.5
C	63.3	62.6	55.4	55.5	51.5	50.3	46.6	44.6	40.6	40.1
D	61.3	64.2	52.3	57.4	51.8	52.7	43.1	46.8	40.2	43.5

20

三、代表性總重(Grass Weight)及馬力

台74甲南下路段平均自由速率(公里/小時)現場值與模擬值之比較

調查地點	小車		機車		大客車		大貨車		半聯結車	
	現場	模擬	現場	模擬	現場	模擬	現場	模擬	現場	模擬
A	74.0	74.0	57.8	57.8	56.3	56.3	60.2	60.2	52.4	52.4
B	69.5	72.5	50.9	54.6	54.5	53.1	51.1	56.5	46.1	46.9
C	65.0	65.4	51.7	51.1	44.5	44.6	44.9	43.8	35.9	33.0
D	67.3	66.1	54.3	53.6	46.2	46.3	48.9	45.4	34.6	37.2

21

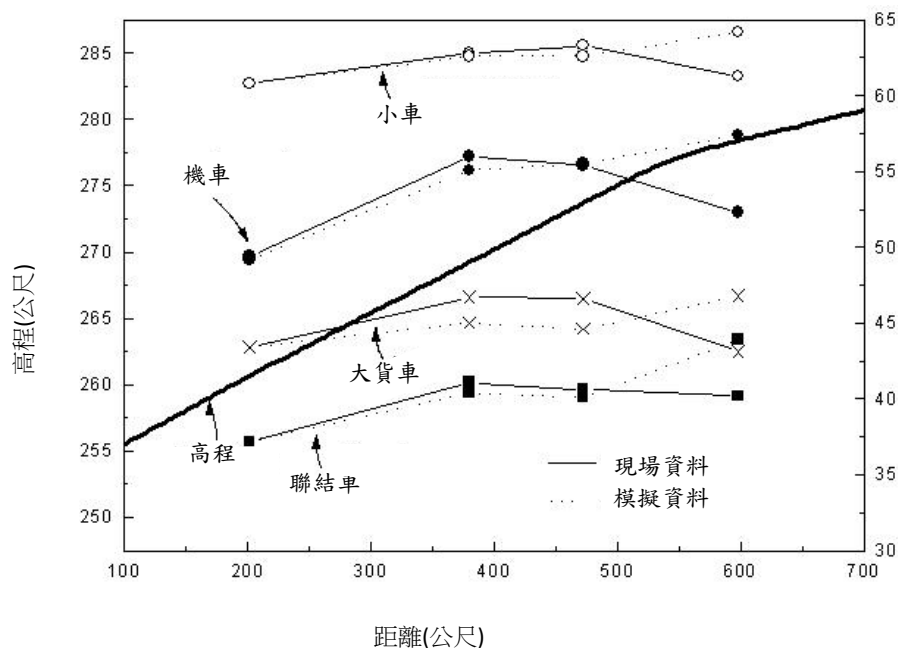
三、代表性總重(Grass Weight)及馬力

台74甲北上路段平均自由速率(公里/小時)現場值與模擬值之比較

調查地點	小車		機車		大客車		大貨車		半聯結車	
	現場	模擬	現場	模擬	現場	模擬	現場	模擬	現場	模擬
A	65.5	65.5	55.8	55.8	-	-	43.4	43.4	44.3	44.3
B	75.3	74.9	60.3	59.5	65.5	65.5	57.9	55.3	53.2	54.5
C	56.9	63.1	49.4	51.3	36.9	36.8	36.5	40.2	32.8	36.3
D	65.5	63.9	55.8	54.0	-	-	43.4	44.4	44.3	40.8

22

三、代表性總重(Grass Weight)及馬力



台13線平均自由速率現場值與模擬值之比較

23

三、代表性總重(Grass Weight)及馬力

郊區多車道公路代表性車輛總重與馬力比(kg/kW)

車種	總重(kg)	坡度					
		≤5%	6%	7%	8%	9%	10%
小車	2,000	81.6	74.0	67.8	62.5	58.0	54.0
機車	180	51.4	50.4	49.5	48.6	47.7	46.9
大客車	15,000	93.2	91.5	89.8	88.2	86.7	85.2
大貨車	10,700	107.0	100.3	94.4	89.1	84.5	80.2
半聯結車	30,000	124.0	117.8	112.2	107.1	102.5	98.2

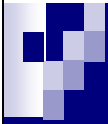
24

三、代表性總重(Grass Weight)及馬力

郊區多車道公路代表性車輛總重與馬力比

車種	總重(kg)	總重與馬力比(kg/kW)	
		坡度G≤5%	坡度G>5%
小車	2,000	81.6	$2,000/(12 + 2.5G)$
機車	180	51.4	$180/(3.17+0.067G)$
大客車	15,000	93.2	$15,000/(146+3G)$
大貨車	10,700	107.0	$10,700/(66.67+6.67G)$
半聯結車	30,000	124.0	$30,000/(178.67+12.67G)$
註：G = 上坡坡度(%)			

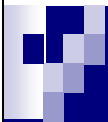
25



貳、編訂2017HTSS 模式使用者手冊

Appendix A of Final Report

26



參、2011年公路容量手冊第十一章之修定

(1)非阻斷性車流路段分析方法之修訂(Sections 11.1~11.3)

修訂版之第11.3節包括下列6項目：

- 交通特性；
- 績效指標及服務水準劃分標準；
- 單純路段之分析；
- 複雜路段之分析；
- 應用例題。

See: Appendix B of the Final Report

(2) Editing the rest of Chapter 11

27

第十一章修訂版服務水準劃分標準

績效指標 V/C比	服務水準等級	績效指標 U(公里/小時)	服務水準等級
$V/C \leq 0.35$	A	$U \geq 8$	1
$0.35 < V/C \leq 0.60$	B	$3 \leq U < 8$	2
$0.60 < V/C \leq 0.85$	C	$-2 \leq U < 3$	3
$0.85 < V/C \leq 0.95$	D	$-7 \leq U < -2$	4
$0.95 < V/C \leq 1.0$	E	$-12 \leq U < -7$	5
$V/C > 1.0$	F	$U < -12$	6
U(公里/小時) = 平均速率 - 速限			

28

單純路段之分析

單純路段指平坦、幾何設計均勻，因此自由速率不隨地點而有顯著變化之路段，坡度不會影響半聯結車速率的路段可當作平坦路段。

Analysis Tools: (1) Equations, tables, and charts
(2) 2017HTSS模式

複雜路段之分析

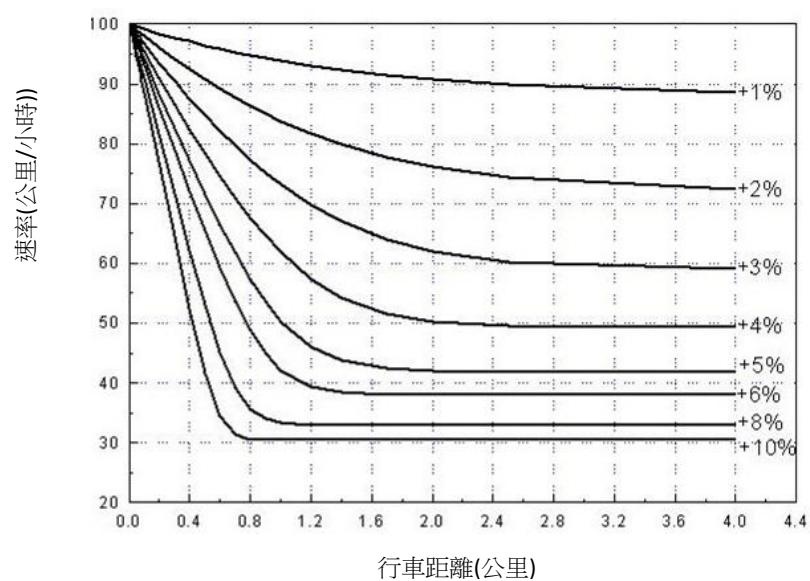
Analysis Tool: 2017HTSS模式

29

Use a sample input file to show how input files can be easily modified
To simulate different conditions.

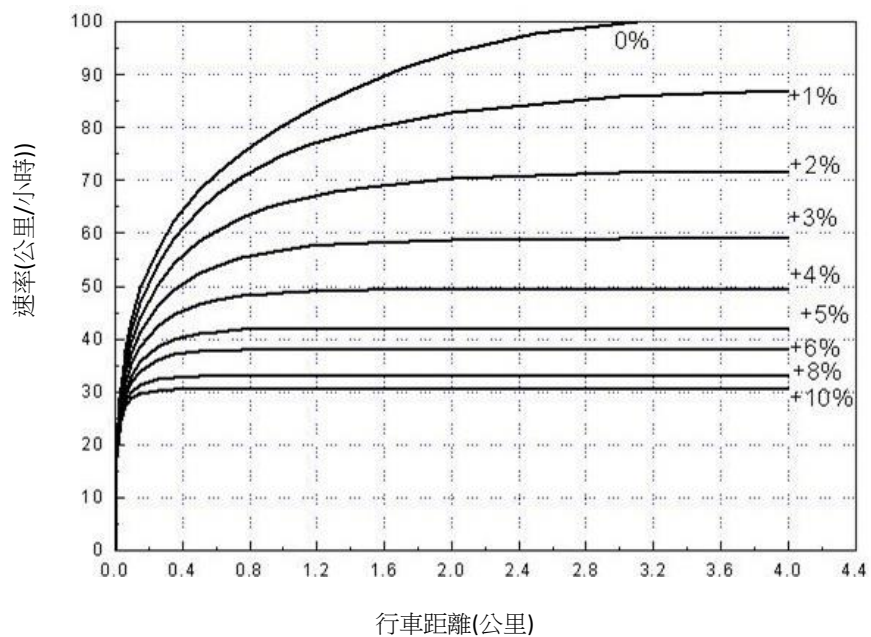
30

Graphs for Geometric Design Applications



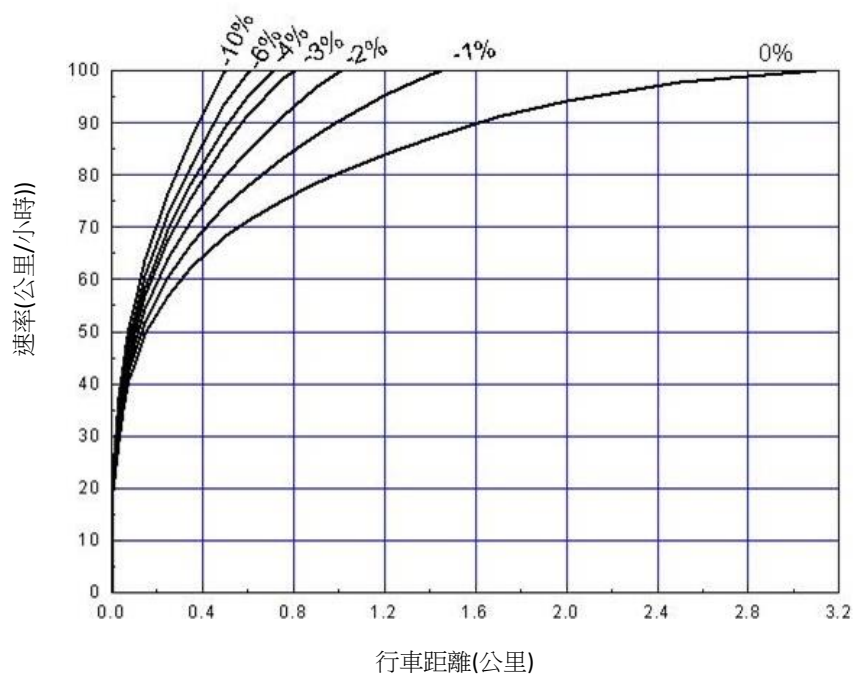
半聯結車上坡減速時速率與行車距離的關係

31



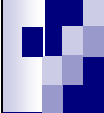
半聯結車上坡加速時速率與行車距離的關係

32



半聯結車下坡加速時速率與行車距離的關係

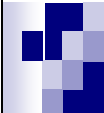
33



肆、校閱及編訂容量手冊新版第十章 「市區地下道路」

Appendix C of Final Report

34



肆、編輯「2011年臺灣公路容量手冊」中 將納入新版手冊之章節

17 chapters (excluding Chapters 4 and 8)

Chapter 4: to be revised in 2018

Chapter 8: to be replaced by “Highway
Tunnels” in 2018

35

建議

1. 估計之容量須在將來用現場資料來確認。
2. 缺乏曲率半徑與速率之關係的資料，宜進行相關之研究。
3. 馬力之需求與坡度的關係宜進一步探討以增進容量分析之可靠性。
4. 容量手冊第十一章修定稿所提供之分析工具包括2017HTSS模式及早期發展，適用於分析號誌化路口及路段之HTSS模式第三版。
2017HTSS模式亦有模擬號誌化路口及非號誌化路口之邏輯。為了簡化模擬工具之維護及應用，宜利用號誌化路口現場車流特性資料進一步微調2017HTSS模式來取代HTSS模式第三版

36



簡報完畢
敬請指教