

110-080-1437  
IOT-109-PDF012

# 109 年臺灣公路容量分析軟體 (THCS) 與專區網站更新維運服務



交通部運輸研究所

中華民國 110 年 7 月



110-080-1437  
IOT-109-PDF012

# 109 年臺灣公路容量分析軟體 (THCS) 與專區網站更新維運服務

著者：林心榆、黃景威、吳宜萱  
張舜淵、歐陽恬恬、楊幼文

交通部運輸研究所

中華民國 110 年 7 月

109 年臺灣公路容量分析軟體(THCS)與專區網站更新維運服務

著 者：林心榆、黃景威、吳宜萱、張舜淵、歐陽恬恬、楊幼文

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：105004 臺北市松山區敦化北路 240 號

網 址：[www.iot.gov.tw](http://www.iot.gov.tw) (中文版>數位典藏>本所出版品)

電 話：(02)2349-6789

出版年月：中華民國 110 年 7 月

印 刷 者：全凱數位資訊有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 6 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：非賣品

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：109 年臺灣公路容量分析軟體(THCS)與專區網站更新維運服務			
國際標準書號（或叢刊號）	政府出版品統一編號	運輸研究所出版品編號 110-080-1437	計畫編號 109-PDF012
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)23496812 傳真號碼：(02)25450428	合作研究單位：台灣世曦工程顧問股份有限公司 計畫主持人：林心榆 研究人員：黃景威、吳宜萱 地址：11491 臺北市內湖區陽光街 323 號 聯絡電話：(02)87973567		研究期間 自 109 年 2 月 至 109 年 12 月
關鍵詞：公路容量手冊、公路容量分析軟體			
<p>摘要：</p> <p>本所於民國79年首次出版「臺灣地區公路容量手冊」，且陸續於90與100年編修部分內容。為提升公路容量分析便利性，更於民國100年配合「2011年臺灣公路容量手冊」，開發「臺灣公路容量分析軟體THCS(2011年版)」。分析人員除可以電腦運算方式提供精確數值外，亦可於最短時間內瞭解操作方法並獲得結果，對於在道路規劃、設計及訂定道路運轉之策略擬定工作有相當之助益。本軟體已普遍使用在都市計畫變更、交通影響評估與道路新闢改善(如高快速公路新增改善交流道)等道路容量與服務水準評估。</p> <p>為進一步提高THCS操作之便利性、親和性與擴大使用範圍，並推廣近年來公路容量研究之階段性成果，本年度除配合近年來公路容量研究之階段性成果，更新THCS高速公路隧道等子軟體、編修軟體使用手冊、維護網頁及提供教育訓練外，並延聘專家學者提供公路容量分析之諮詢服務，以及針對重要成果製作展示文件。</p>			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
110 年 7 月	266	非賣品	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
備註：1.本研究之結論與建議不代表交通部之意見。 2.本研究係使用交通部公路總局經費辦理。			

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

TITLE: 2020 Taiwan Highway Capacity Analysis Software and Website Update and Maintenance Service			
ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER 110-080-1437	PROJECT NUMBER 109-PDF012
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: 886-2-25450428			PROJECT PERIOD FROM February 2020 TO December 2020
RESEARCH AGENCY: CECI Engineering Consultants, Inc., Taiwan PRINCIPAL INVESTIGATOR: Sin-Yu Lin PROJECT STAFF: Jing-Wei Huang, Yi-Xuan Wu ADDRESS: No.323, Yangguang St., Neihu Dist., Taipei City 11491, Taiwan (R.O.C.) PHONE: 886-2-87973567			
KEY WORDS: Highway Capacity Manual, Highway Capacity Analysis Software			
ABSTRACT: <p>The “Taiwan Highway Capacity Manual” was published by the IOT in 1990 with revisions in 2001 and 2011. In addition, IOT further developed the “2011 Taiwan Highway Capacity Analysis Software (THCS),” based on the “Taiwan Highway Capacity Manual (2011 edition)” to improve the ease of analyzing highway capacity. With these tools, analysts can not only perform accurate numerical computations but also understand operations and deliver results in a short period of time. This is beneficial to road planning and design, and facilitates the formulation of road operation strategies. The THCS software is now widely used in numerous highway capacity and service standard assessments such as urban renewal planning, traffic impact assessments and newly built roads (such as adding and improving highway interchanges).</p> <p>In order to improve the convenience, user-friendliness, compatibility, and applicability of THCS, and to promote the initial results of recent highway capacity research, the major works this year was focused on updating the THCS software, revising the software manual, maintaining the website and providing training, while an expert was employed to provide consultation services on high capacity analysis. Also, materials were produced showing the important results.</p>			
DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE	
July 2021	266	Not for Sale	
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

<b>第一章 緒論</b> .....	<b>1-1</b>
1.1 計畫目的與重要性.....	1-1
1.2 計畫內容與工作項目.....	1-2
1.3 公路容量分析軟體(THCS)發展歷程.....	1-3
<b>第二章 高速公路隧道子軟體增訂</b> .....	<b>2-1</b>
2.1 評估方法與分析流程.....	2-1
2.2 程式增訂.....	2-22
2.2.1 輸入欄位說明.....	2-31
2.2.2 輸出欄位說明.....	2-33
2.3 手冊例題.....	2-36
2.4 操作範例.....	2-48
<b>第三章 軟體與網頁更新維護及相關服務工作</b> .....	<b>3-1</b>
3.1 配合新版臺灣公路容量手冊內容，進行軟體及使用 手冊編修作業.....	3-1
3.2 THCS 軟體及網頁維護與更新.....	3-4
3.3 延聘學者專家提供技術與諮詢服務.....	3-16
3.4 教育訓練推廣課程.....	3-17
3.5 計畫成果海報.....	3-20
<b>第四章 結論與建議</b> .....	<b>4-1</b>
4.1 結論.....	4-1
4.2 建議.....	4-2

## 參考文獻

- 附錄一 Development of the 2020HTSS Model for Simulation of Urban Street Operations-Task 1
- 附錄二 Development of the 2020HTSS Model for Simulation of Urban Street Operations-Task 2
- 附錄三 Development of the 2020HTSS Model for Simulation of Urban Street Operations-Task 3
- 附錄四 Development of the 2020HTSS Model for Simulation of Urban Street Operations-Task 4
- 附錄五 新版公路容量手冊非阻斷性車流路段及幹道績效指標與服務水準等級劃分標準座談會簡報
- 附錄六 高速公路隧道分析軟體技術報告
- 附錄七 高速公路隧道分析軟體測試報告
- 附錄八 期中審查會議意見與回覆表
- 附錄九 期末審查會議意見與回覆表
- 附錄十 期末簡報

# 圖 目 錄

圖 1.3-1	公路容量研究發展歷程示意圖.....	1-3
圖 1.3-2	THCS 軟體配合發展歷程示意圖.....	1-5
圖 2.1-1	高速公路隧道分析隧道之分析流程.....	2-3
圖 2.1-2	高速公路隧道匯流區之評估流程.....	2-15
圖 2.2-1	高速公路隧道程式啟動方式-1.....	2-22
圖 2.2-2	高速公路隧道程式啟動方式-2.....	2-23
圖 2.2-3	高速公路隧道分析畫面—「基本資料」頁籤.....	2-24
圖 2.2-4	高速公路隧道單向 3 或 4 車道工作性車流隧道運轉分析畫面—「資料分析」頁籤.....	2-25
圖 2.2-5	高速公路隧道單向 2 車道休閒性車流隧道運轉分析畫面—「資料分析」頁籤.....	2-26
圖 2.2-6	高速公路隧道單向 3 或 4 車道工作性車流隧道規劃及設計分析畫面—「資料分析」頁籤.....	2-27
圖 2.2-7	高速公路隧道單向 2 車道休閒性車流隧道規劃及設計分析畫面—「資料分析」頁籤.....	2-28
圖 2.2-8	高速公路隧道分析畫面—「參考資料」頁籤.....	2-29
圖 2.2-9	高速公路隧道分析畫面—「分析報表」頁籤.....	2-30
圖 2.2-10	「隧道類型」欄位示意圖.....	2-31
圖 2.2-11	「幾何設計」欄位示意圖.....	2-32
圖 2.2-12	「需求流率」欄位示意圖.....	2-33
圖 2.2-13	「隧道分析結果」欄位示意圖.....	2-34
圖 2.2-14	「下游主線與匝道匯流區分析結果」欄位示意圖.....	2-35
圖 2.3-1	「高速公路隧道」例題 2 輸入與分析結果畫面.....	2-38
圖 2.3-2	「高速公路隧道」例題 2 分析報表畫面.....	2-39
圖 2.3-3	「高速公路隧道」例題 3 輸入與分析結果畫面.....	2-42
圖 2.3-4	「高速公路隧道」例題 3 分析報表畫面.....	2-43
圖 2.3-5	「高速公路隧道」例題 4 輸入與分析結果畫面.....	2-46
圖 2.3-6	「高速公路隧道」例題 4 分析報表畫面.....	2-47
圖 2.4-1	「高速公路隧道」範例 1 輸入與分析結果畫面.....	2-49
圖 2.4-2	「高速公路隧道」範例 1 分析報表畫面.....	2-50
圖 2.4-3	「高速公路隧道」範例 2 輸入及分析結果畫面.....	2-53

圖 2.4-4	「高速公路隧道」範例 2 分析報表畫面.....	2-54
圖 3.2-1	本所首頁與本軟體專區連結示意圖.....	3-12
圖 3.2-2	「臺灣公路容量分析專區」首頁頁面.....	3-13
圖 3.2-3	「臺灣公路容量分析專區」網站導覽頁面.....	3-13
圖 3.2-4	「臺灣公路容量分析專區」軟體介紹頁面.....	3-14
圖 3.2-5	「臺灣公路容量分析專區」下載專區頁面.....	3-15
圖 3.2-6	「臺灣公路容量分析專區」相關連結頁面.....	3-15
圖 3.4-1	教育訓練辦理情形.....	3-19
圖 3.5-1	本年度計畫成果展示海報.....	3-20

# 表 目 錄

表 1.3-1	臺灣公路容量研究歷程.....	1-4
表 1.3-2	THCS 軟體配合發展歷程.....	1-5
表 2.1-1	根據需求流率/容量比之服務水準劃分標準.....	2-1
表 2.1-2	根據平均速率/速限比之服務水準劃分標準.....	2-2
表 2.1-3	平均自由速率建議值.....	2-3
表 2.1-4	工作性車流隧道，單向 3 車道流率與速率關係模式.....	2-4
表 2.1-5	工作性車流隧道，單向 4 車道流率與速率關係模式.....	2-5
表 2.1-6	類型 1 休閒性車流隧道，單向 2 車道流率與速率關係模式....	2-6
表 2.1-7	類型 2 休閒性車流隧道，單向 2 車道流率與速率關係模式....	2-7
表 2.1-8	類型 3 休閒性車流隧道，單向 2 車道流率與速率關係模式....	2-8
表 2.1-9	類型 4 休閒性車流隧道，單向 2 車道流率與速率關係模式....	2-9
表 2.1-10	類型 5 休閒性車流隧道，單向 2 車道流率與速率關係模式....	2-10
表 2.1-11	類型 6 休閒性車流隧道，單向 2 車道流率與速率關係模式....	2-11
表 2.1-12	需求流率計算公式.....	2-12
表 2.1-13	大型車輛在平坦路段之小車當量估計模式.....	2-13
表 2.1-14	分析下游主線與匝道之匯流區之計算公式.....	2-16
表 2.1-14	分析下游主線與匝道之匯流區之計算公式(續).....	2-17
表 2.1-15	匯流區上游主線內車道速率與流率關係(單向 2 車道).....	2-18
表 2.1-16	單向 2 車道車流之車道分布及各車道上大車比例.....	2-19
表 2.1-17	單向 3 或 4 車道車流之車道分布模式.....	2-20
表 2.1-18	單向 3 或 4 車道大車之車道分布.....	2-21
表 3.1-1	2018HTSS 各檔型設定內容.....	3-2
表 3.1-2	軟體及軟體使用手冊修訂成果.....	3-3
表 3.2-1	常見問題彙整.....	3-5
表 3.2-2	建議增加之常見問題.....	3-11
表 3.4-1	教育訓練辦理方式.....	3-19



# 第一章 緒論

## 1.1 計畫目的與重要性

公路設施的規劃、設計和運轉需要深入瞭解現有或預期的交通狀況，以降低運輸成本並提高經濟效益。公路容量分析的重點在於探討公路設施之硬體設備、運作策略與交通需求之互動關係，提供規劃及設計人員客觀的資訊，以決定適當的公路設計與交通運轉方案或策略。交通部運輸研究所(以下簡稱本所)在民國 79 年發表第一版的「臺灣地區公路容量手冊」，該版手冊的分析公式和標準大多參考美國 1985 年的公路容量手冊。有鑑於臺灣地區的交通設施、車流特性和用路人習慣與美國有相當的差異，本所於是展開長期公路容量本土化之研究，以適用於國內公路設計及交通評估作業。

民國 90 年，本所整合過去 10 年國內外學術單位與專業顧問公司的研究成果，出版「2001 年台灣地區公路容量手冊」，國內較少使用的交通設施及本土化資料不足的部分，則沿用民國 79 年版臺灣地區公路容量手冊的內容，並參考美國 1998 年的公路容量手冊作修正。手冊採用的分析方法，是將數量化的交通特性和公路幾何特性代入分析公式運算，輔以查閱圖表，得到各種交通設施的服務水準。其中「高速公路收費站」和「號誌化交叉路口」因車流特性較為複雜，除原有之分析性模式外，亦可採用模擬模式分析。

以「2001 年台灣地區公路容量手冊」評估交通設施的服務水準，須對照手冊的內容、公式，逐條逐項計算，因此，分析人員必須對容量手冊有相當程度的瞭解，才能進行運算分析工作。為改善容量分析作業的效率，本所於民國 94、95 年度推動「臺灣地區公路容量分析軟體(Taiwan Highway Capacity Analysis Software，以下簡稱 THCS) (2006 年版)」之開發工作；接著於民國 96、97 年度推動第一期「臺灣地區公路容量分析軟體能量提升計畫」，出版「THCS(2008 年版)」；後續於民國 98、99 年度推動第二期能量提升計畫，出版「THCS (2010 年版)」。

本所於民國 100 年出版「2011 年臺灣公路容量手冊」，並同步發布「THCS(2011 年版)」，該軟體係配合最新版「2011 年臺灣公路容量手冊」內容修訂完成，分析人員除可以電腦運算方式提供精確數值外，亦可於最短時間內瞭解操作方法並獲得結果，對於協助交通界在規劃、設計及訂定道路運轉之策略擬定工作上有相當之助益。

為進一步提高 THCS 操作之便利性、親和性與擴大使用範圍，並推廣近年來公路容量研究之階段性成果，本年度除配合近年來公路容量研究之階段性成果以及新版公路容量手冊之編修成果，更新 THCS 高速公路隧道等子軟體、編修軟體使用手冊、進行臺灣公路容量分析專區網站維護及提供教育訓練外，並延聘專家學者提供公路容量分析之諮詢服務，以及針對重要成果製作展示海報。

## 1.2 計畫內容與工作項目

茲就 109 年度涵蓋之工作項目彙整如下：

### (一) 新版高速公路隧道分析功能新增

依 107 年辦理之「公路交通系統模擬模式調校與新版容量手冊研訂(3/3)」案於公路容量手冊之修訂成果為基礎，修訂新版高速公路隧道分析子軟體。

### (二) 配合新版臺灣公路容量手冊內容，進行軟體及使用手冊編修作業

1. 配合本所出版新版臺灣公路容量手冊，整理確認 THCS 各子軟體發布版本，並調整修正各子軟體分析方法與新版手冊一致。
2. 配合新版公路容量手冊內容，編修「臺灣公路容量分析軟體(THCS)使用手冊」。

### (二) 「臺灣公路容量分析軟體(THCS)」及「臺灣公路容量分析專區」網站維護與更新

1. 配合新版容量手冊內容，重新檢視「臺灣公路容量分析專區」網頁之下載專區與常見問題。
2. 配合軟體修訂，更新軟體使用手冊、技術報告與教學影片檔，並置於網頁供使用者下載。
3. 針對使用者反映意見進行處理或修正軟體內容。
4. 維護網頁正常運作及配合本所網頁弱點掃描之修正補強。

### (三) 辦理 2 場「臺灣公路容量分析軟體 THCS」教育訓練課程。

### (四) 延聘具發展公路容量分析方法專長之學者專家，提供技術與諮詢服務

1. 容量分析分法改善：新版手冊服務水準劃分標準之探討、2018 年版公路交通系統模擬模式(HTSS)，配合績效指標之調整修訂。
2. 技術諮詢：新版容量手冊章節內容潤稿及檢視校閱、與容量研究有關之工作方針及研究報告審查意見諮詢、公路容量分析作業諮詢等。

(五) 針對計畫重要成果或執行過程，製作展示海報

### 1.3 公路容量分析軟體(THCS)發展歷程

為落實公路容量分析之本土化，本所自民國 70 年代開始公路容量相關研究，並於民國 79 年 10 月出版第一版之「臺灣地區公路容量手冊」。之後，持續進行研究，並於民國 90 年 3 月出版第二版之「2001 年台灣地區公路容量手冊」、民國 100 年 10 月出版第三版之「2011 年臺灣公路容量手冊」。

公路容量本土化研究歷程如圖 1.3-1、表 1.3-1 所示，而 THCS 配合發展之足跡則如圖 1.3-2、表 1.3-2 所示。前期開發之「臺灣公路容量分析軟體 THCS(2019 年版)」已將公路容量第 1~44 項研究成果納入，以下就公路容量研究及公路容量分析軟體之發展歷程進行說明。

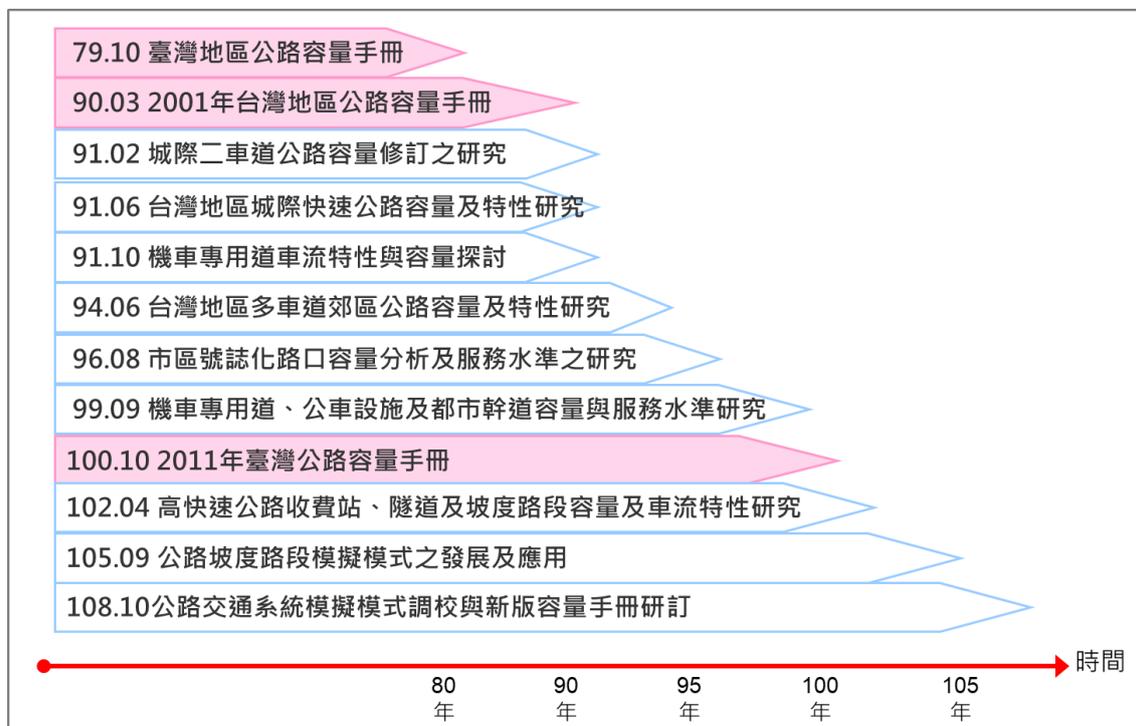


圖 1.3-1 公路容量研究發展歷程示意圖

表 1.3-1 臺灣公路容量研究歷程

項次	研究主題	出版日期
1	台灣地區公路容量手冊初稿草案(市區街道部分)	75.10
2	研擬台灣地區公路容量手冊技術報告(市區街道部分)	75.10
3	台灣地區公路容量手冊初稿草案(第二部分)	76.05
4	台灣地區公路容量手冊技術報告(第二部分)	76.05
5	台灣地區公路容量手冊初稿草案(高速公路部分)	76.05
6	一般公路交通特性分析與基本容量訂定	76.08
7	非號誌化交叉路口容量研究	76.09
8	一般公路容量調整因素之研究	76.10
9	市區街道交通特性分析與基本容量訂定	76.11
10	高速公路交通特性分析與基本容量訂定	76.11
11	市區街道容量調整因素之研究	77.10
12	非號誌化交叉路口容量影響因素與服務水準分析	77.12
13	日本道路容量手冊(本書譯自日本"道路交通容量")	79.07
14	<b>臺灣地區公路容量手冊</b>	<b>79.10</b>
15	台灣地區高速公路容量與服務水準評估指標之研究	82.11
16	Revised Chapter 1, Part IV of Highway Capacity Manual for Taiwan Area : Signalized Intersections (台灣地區公路容量手冊第四篇第一章修訂版—號誌化交叉路口)	85.11
17	台灣地區公路容量手冊(第二篇第五章高速公路主線收費站)	86.04
18	高速公路基本路段容量分析手冊	86.11
19	市區號誌化路口容量分析手冊	87.01
20	市區快速道路基本路段容量分析手冊	87.10
21	高速公路進口匝道匯流路段容量分析之架構	88.11
22	<b>2001年台灣地區公路容量手冊</b>	<b>90.03</b>
23	城際二車道公路容量修訂之研究(二)	90.04
24	城際二車道公路容量修訂之研究(一)	91.02
25	台灣地區城際快速公路容量及特性研究(西部濱海快速公路部分)	91.06
26	機車專用道車流特性與容量探討	91.10
27	台灣地區多車道郊區公路容量及特性研究(一)	92.04
28	台灣地區多車道郊區公路容量及特性研究(二)	93.05
29	臺灣地區多車道郊區公路容量及特性研究(三)	94.06
30	市區號誌化路口容量分析及服務水準之研究(1/2)	95.07
31	市區號誌化路口容量分析及服務水準之研究(2/2)	96.08
32	機車專用道、公車設施及都市幹道容量與服務水準研究(1/3)	97.07
33	機車專用道、公車設施及都市幹道容量與服務水準研究(2/3)	98.09
34	機車專用道、公車設施及都市幹道容量與服務水準研究(3/3)	99.09
35	高快速公路收費站、隧道及坡度路段容量與車流特性研究(1/3)	100.06
36	<b>2011年臺灣公路容量手冊</b>	<b>100.10</b>
37	高快速公路收費站、隧道及坡度路段容量與車流特性研究(2/3)	101.07
38	高快速公路收費站、隧道及坡度路段容量與車流特性研究(3/3)	102.04
39	公路坡度路段模擬模式之發展及應用(1/3)	103.05
40	公路坡度路段模擬模式之發展及應用(2/3)	104.07
41	公路坡度路段模擬模式之發展及應用(3/3)	105.09
42	公路交通系統模擬模式調校與新版容量手冊研訂(1/3)	106.07
43	公路交通系統模擬模式調校與新版容量手冊研訂(2/3)	107.05
44	公路交通系統模擬模式調校與新版容量手冊研訂(3/3)	108.10
45	高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究(1/3)-獨立進出口分匯流區	109.10

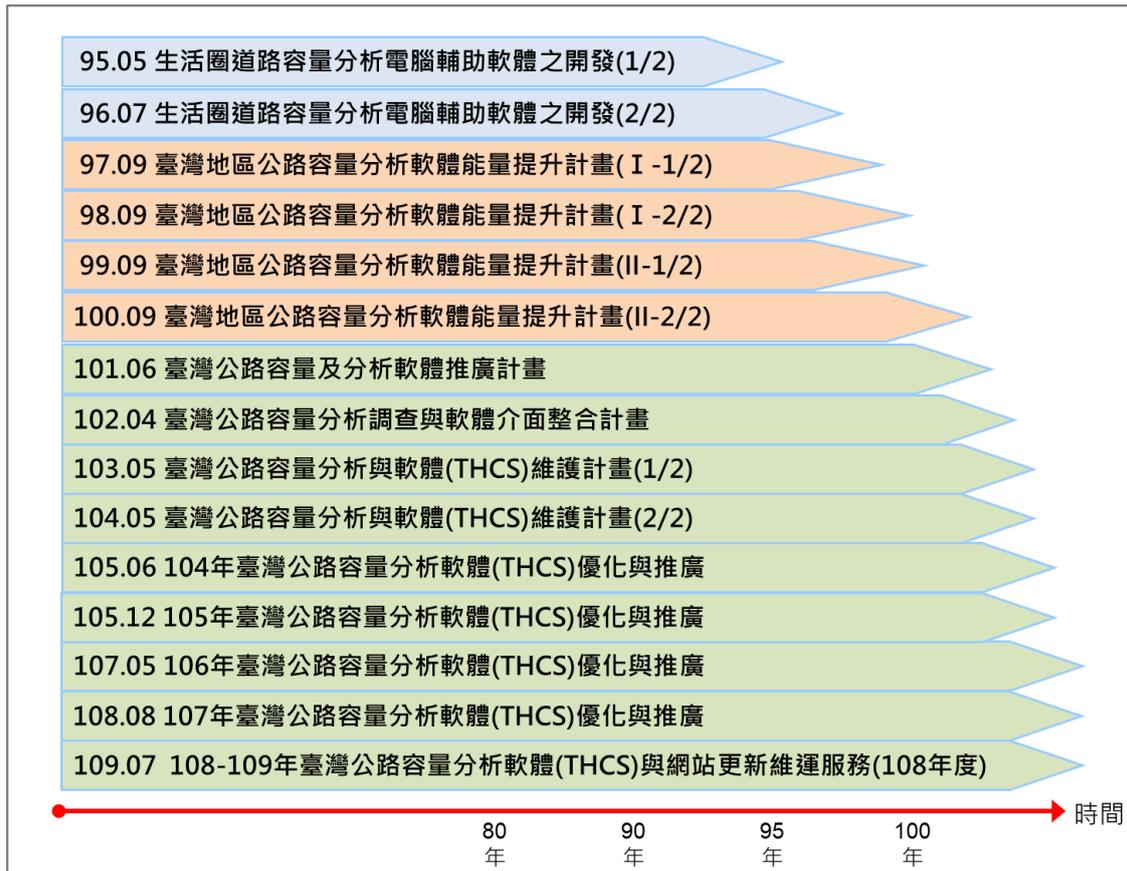


圖 1.3-2 THCS 軟體配合發展歷程示意圖

表 1.3-2 THCS 軟體配合發展歷程

項次	研究主題	出版日期
1	生活圈道路容量分析電腦輔助軟體之開發(1/2)	95.05
2	生活圈道路容量分析電腦輔助軟體之開發(2/2)	96.07
3	臺灣地區公路容量分析軟體能量提升計畫(I-1/2)	97.09
4	臺灣地區公路容量分析軟體能量提升計畫(I-2/2)	98.09
5	臺灣地區公路容量分析軟體能量提升計畫(II-1/2)	99.09
6	臺灣地區公路容量分析軟體能量提升計畫(II-2/2)	100.09
7	臺灣公路容量手冊及分析軟體推廣計畫	101.06
8	臺灣公路容量分析調查與軟體介面整合計畫	102.04
9	臺灣公路容量分析與軟體(THCS)維護計畫(1/2)	103.05
10	臺灣公路容量分析與軟體(THCS)維護計畫(2/2)	104.05
11	104年臺灣公路容量分析軟體(THCS)優化與推廣	105.06
12	105年臺灣公路容量分析軟體(THCS)優化與推廣	105.12
13	106年臺灣公路容量分析軟體(THCS)優化與推廣	107.05
14	107年臺灣公路容量分析軟體(THCS)優化與推廣	108.08
15	108年臺灣公路容量分析軟體(THCS)與專區網站更新維運服務	109.07

## 一、公路容量研究

### (一) 台灣地區多車道郊區公路容量及特性研究(一)—92 年 4 月

臺灣地區目前郊區多車道公路號誌化路口甚多，而多數郊區公路之容量及服務水準受號誌影響。為提供一適用之方法以分析郊區多車道公路容量研究，本所於民國 91 年 2 月份開始進行為期三年之計畫，希望藉由該計畫之研究成果，修訂台灣地區公路容量手冊第十一章多車道郊區公路。

在「2001 年台灣地區公路容量手冊」第十一章中，分析多車道郊區公路之方法僅考慮不受號誌化路口影響之基本路段，其內容多半引用美國 1985 年的公路容量手冊。由於臺灣交通界在分析多車道郊區公路之工作上，因無適用的分析方法，而遭遇到相當大的困擾，因此本計畫的目的在於蒐集現場資料，以增進對多車道郊區公路車流特性之瞭解，並建立一初步容量分析方法，以作為後續研究之基礎。

本計畫之研究對象為單向二快車道加一慢車道之公路，研究工作包括：(1)文獻回顧，(2)建立估計平均自由速率之方法，(3)訂定劃分路段之標準，(4)調查及分析平均速率及流率之關係，(5)建立不受號誌路口影響路段之初步分析方法，(6)擬定後續研究方案，及(7)編訂研究報告。

本計畫所蒐集之現場資料著重於速限 70 公里/時路段的自由車流旅行速率及流率與速率之關係。限於臺灣郊區公路之幾何條件與交通特性，流率與速率關係之調查乃利用號誌化路口間距不長、接近市區，而且流率較高的路段。所得的現場資料用以測試及微調模擬模式，再利用模擬模式探討不受號誌化路口影響路段之流率與速率的關係。根據現場調查之自由車流速率資料及模擬之結果，本計畫最後提出一不受號誌化路口影響路段的初步分析方法。

### (二) 台灣地區多車道郊區公路容量及特性研究(二)—93 年 5 月

本所為修訂「2001 年台灣地區公路容量手冊」之第十一章關於郊區多車道公路之容量分析方法，推展兩階段為期三年之研究計畫。本計畫為第二年工作，主要研究號誌化路口之運轉特性，其工作包括：(1)建立非阻斷性車流路段自由車流速率推估模式之補充資

料蒐集與分析，(2)建立非阻斷性車流路段流率與速率之基本關係，(3)建立尖峰小時係數、車種組成、方向係數、車道車種組成等交通特性，(4)蒐集與分析無衝突車流之停等車紓解特性，(5)蒐集與分析停止線下游加速區之旅行時間與速率，與(6)利用現場資料微調號誌化快速公路模擬 (SES) 模式。

根據本期所蒐集之現場資料顯示，停等車之紓解率即使在第 20 部停等車位後仍存有持續上升之現象，不同於傳統上認為停等車之紓解率會在綠燈亮後很快達到最大的穩定值，造成號誌化路口利用飽和紓解率推估單一車道或車道群容量的困難度，因此，本計畫另建議一較佳之方法進行分析。

由於要建立一分析方法以處理作業複雜之號誌化路口工作量大，本階段工作著重在建立一模擬模式。根據本模式微調之結果顯示，SES 模式可以展現與現場相同之停等車紓解特性。預計蒐集更多的號誌化路口現場資料並微調 SES 模式後，模擬模式可作為分析多車道公路之主要工具。

### (三) 臺灣地區多車道郊區公路容量及特性研究(三)－94 年 6 月

本期計畫為三年期計畫之最後一年，針對郊區多車道公路之號誌化路口車流特性進行研究，主要工作包括：(1)蒐集與分析停等車之紓解特性，(2)蒐集與使用停等車紓解車距、滯留時間、旅行時間及延滯等資料，校估模擬模式，(3)利用現場資料與模擬分析結果，以顯示號誌化路口之運轉特性，(4)綜合先前與目前之研究成果，建立一郊區多車道公路容量分析的方法，(5)修訂公路容量手冊第十一章。

### (四) 市區號誌化路口容量分析及服務水準之研究(1/2)－95 年 7 月

回顧關於號誌化路口容量與服務水準分析之相關文獻，蒐集與分析都市號誌化路口現場資料以探討其交通特性，發展直行車道、無衝突左轉車道、直行/左轉共用車道、直行/右轉共用車道之容量分析性模式。蒐集不同交通狀況下之停等車隊長度與延滯資料，以測試公路交通系統模擬模式(Highway Traffic Systems Simulation Model，簡稱 HTSS 模式)，及利用現場觀察之停等車紓解行為微調 HTSS 模式。

現場的資料顯示，都市地區號誌化路口之尖峰小時係數(PHF)隨著交通量而增高，當流率高於 800 輛/小時/車道時，通常在 0.75 到 0.95 之間。現場資料也顯示，傳統利用飽和流率來估計號誌化路口車道容量的方法並不適用於臺灣地區。新的估計方法納入臺灣地區公路容量手冊第十三章。本年度工作中計畫進一步發展分析性模式，以推估不同車道之容量方法，並配合資料蒐集持續微調 HTSS 模式，以符合臺灣地區現場號誌運作之特性。

#### (五) 市區號誌化路口容量分析及服務水準之研究(2/2)－96 年 8 月

本期計畫承接「市區號誌化路口容量分析及服務水準之研究(1/2)」，第二年工作內容包括蒐集不同類型車道之停等車紓解特性的現場資料，蒐集現場資料以評估公車站運作及行人對於車道容量之影響狀況，微調公路交通系統模擬(HTSS)模式第一版，建立容量推估模式及研擬修訂之公路容量手冊第十三章初稿。

本計畫調查之車道包含以下車流移動的類型：(1)直行，(2)無衝突左轉，(3)衝突左轉，(4)直行與左轉共用車道，(5)直行與右轉共用車道，(6)僅有機車。所研究的車道主要位於臺北市、臺中市、臺南市、嘉義市、新竹市、桃園市及中壢市。現場資料顯示，停等車紓解特性隨著車道類型及所在位置而變，但非線性迴歸模式可以準確地反映出絕大部分類型車道之紓解特性。

微調後之 HTSS 模式可以提供停等車紓解率之理想估計值。惟此模式之實用性仍有改進之空間。本計畫檢討評估第十三章之方法論，修訂後之第十三章已經改善原方法論。

#### (六) 機車專用道、公車設施及都市幹道容量與服務水準研究(1/3)－97 年 7 月

民國 96 年本所開始一為期三年工作的研究計畫，以修訂 2001 年台灣地區公路容量手冊之三個章節。此計畫共分三階段，第一階段包括第十八章機車專用道之修訂，以及蒐集現場資料以探討都市幹道之交通特性。

本階段之工作與成果，包括：(1)機車專用道及都市幹道之文獻回顧，(2)蒐集與分析機車專用道之停等車紓解率、停止線之後輪軌跡分布、自由車流速率及車隊擴散行為，(3)發展容量分析方法及修

訂第十八章機車專用道，(4)蒐集資料以了解都市幹道旅行時間之時間與空間變異情形，(5)蒐集都市幹道之自由速率及加速特性資料，以微調公路交通系統模擬(HTSS)模式。

第十八章機車專用道已經完成修訂，且使用新的參數「有效車道寬」以估計機車專用道之飽和流率及容量。微調後之 HTSS 模式可以可靠的重現機車專用停等車之紓解行為。修訂後的第十八章詳細說明此模式於機車專用道服務水準分析之應用。

(七) 機車專用道、公車設施及都市幹道容量與服務水準研究(2/3)－98 年 9 月

本計畫在民國 97 年初展開第二階段執行都市幹道及郊區二車道公路之運作特性資料蒐集。由蒐集的都市幹道現場資料顯示，可以很容易地估計不同車道間之平均自由車流速率的差異情形，此差異情形在不同幾何設計的幹道亦相當一致。

(八) 機車專用道、公車設施及都市幹道容量與服務水準研究(3/3)－99 年 9 月

本計畫在民國 98 年初展開第三階段執行公車設施及郊區雙車道公路之運作特性資料蒐集。修正後的第十七章建議採用平均服務車距、準點到站可靠性、公車乘客平均佔用面積、平均路段停等延滯及平均旅行速率評估公車營運作業。指標值之估計以現場調查為原則，延滯及平均速率之估計則可利用公路交通系統模擬(HTSS)模式，專用道的路段容量可利用臺灣地區公路容量手冊第十七章發展之分析性模式，或使用 HTSS 模式。

(九) 高快速公路收費站、隧道及坡度路段容量與車流特性研究(1/3)－100 年 6 月

本所於民國 99 年開始進行一為期三年的研究計畫，發展高速公路收費站、隧道及公路坡度路段之容量分析方法。本計畫為第一階段工作，目的為發展一套改良的高速公路收費站容量分析工具，並修訂 2001 年台灣地區公路容量手冊第八章，此外，本案亦探討國道 1 號三義坡度路段之車流，以提出未來對於公路坡度路段之研究方針。本年期計畫研究完成後，產出兩套模擬軟體(TPS-2.exe 及 TSS-v1.exe)。

(十) 高快速公路收費站、隧道及坡度路段容量與車流特性研究(2/3)－101年7月

本所於民國 99 年開始進行一為期三年的研究計畫，發展高速公路收費站、隧道及公路坡度路段之容量分析方法，本計畫為第二階段工作，共計有四項工作，包括運用車輛偵測器資料分析國道 5 號公路隧道車流特性，研提公路容量手冊新的章節：公路隧道，並探討受市區地下道影響之自由車流速率與停等車紓解特性，以及持續蒐集高速公路坡度路段資料。

(十一) 高快速公路收費站、隧道及坡度路段容量與車流特性研究(3/3)－102年4月

本所於民國 99 年開始進行一為期三年的研究計畫，發展高速公路收費站、隧道及公路坡度路段之容量分析方法，本計畫為第三階段工作，主要工作包括：研提公路容量手冊新的章節「公路隧道」；補充市區地下道車流特性資料，修訂容量手冊第十章「都市地下道」；建立一模擬坡度路段交通作業模式之雛形，以做為發展一實用模擬工具之基礎。

(十二) 公路坡度路段模擬模式之發展及應用(1/3)－103年5月

民國 102 年起，本所展開一為期三年的研究工作，發展公路坡度路段模擬模式，並利用模式，建立相關之容量及服務水準分析方法。本計畫為此研究之第一年期工作，著眼於發展高速公路坡度路段(沒有上匝道或下匝道影響之路段)車流之微觀模擬模式，包括坡度路段模擬模式(Traffic-on-Grade Simulation, TGS)與坡度路段速率模式(Speed-on-Grade, SOG)，以為後續應用於有交流道的高速公路路段及郊區雙車道公路之基礎。

(十三) 公路坡度路段模擬模式之發展及應用(2/3)－104年7月

本計畫為公路坡度路段車流特性與容量研究工作的第二年期，目標為發展一微觀模擬模式以分析郊區雙車道公路非阻斷性車流路段之容量與服務水準。研究工作包括回顧郊區雙車道公路之車流特性與容量及服務水準分析的課題、模擬邏輯的發展、模式微調與校估、模式應用之使用說明撰寫等。

(十四) 公路坡度路段模擬模式之發展及應用(3/3)－105 年 9 月

本計畫為公路坡度路段車流特性與容量研究工作的第三年期，目標為整合與改良前兩年研究成果，建立一模擬高速公路有進出口匝道及郊區雙車道公路有交叉路口之車流運作之公路交通系統模擬模式(2015 HTSS 模式)，利用現場資料微調與校估模式。

(十五) 公路交通系統模擬模式調校與新版容量手冊研訂(1/3)－106 年 7 月

民國 105 年起，本所展開一為期三年的研究工作，以近年容量研究成果為基礎，補充現場調查資料、調校公路交通系統模擬(HTSS)模式，以修訂更新相關章節出版新版容量手冊。本計畫為此研究之第一年期工作，研究工作包括整理及分析現場資料，發展 2016HTSS 模式，建立郊區雙車道公路容量及服務水準之分析方法，並修訂手冊第十二章「郊區雙車道公路」、第一章「緒論」及第二章「基本觀念」。

(十六) 公路交通系統模擬模式調校與新版容量手冊研訂(2/3)－107 年 5 月

本計畫為公路交通系統模擬模式調校與新版容量手冊修訂工作的第二年期，研究工作包括整理及分析現場資料，發展 2017HTSS 模式，建立郊區多車道公路容量及服務水準之分析方法，並修訂手冊第十一章「郊區多車道公路」及第十章「市區地下道」章節。

(十七) 公路交通系統模擬模式調校與新版容量手冊研訂(3/3)－108 年 10 月

本計畫為公路交通系統模擬模式調校與新版容量手冊修訂工作的第三年期，工作重點為分析高速公路車流特性，以調校前一期發展之新版 HTSS 模式，並據以修訂容量手冊第四章「高速公路基本路段」、編訂新章節「公路隧道」、編訂 2018HTSS 模式使用者手冊，以及編輯「2011 年臺灣公路容量手冊」中將納入新版手冊之章節。

(十八) 高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究(1/3)-獨立進出口分匯流區－109 年 10 月

本所為發展高快速公路進出口匝道的分析方法，於 108 年展開為期 3 年的研究工作。本計畫為此研究之第 1 年期工作，分析對象為獨立進出口分匯流區，此類型之分匯流區運作不受上下游匝道之

影響，可先釐清影響車流之幾何型態關鍵因素，發展適合國內車流情況之主線分匯流區與匝道之容量及服務水準分析方法。

## 二、THCS 發展

### (一) 生活圈道路容量分析電腦輔助軟體之開發(1/2)－95 年 5 月

依據本所「2001 年台灣地區公路容量手冊」，並參考近年來本所在公路容量之研究成果及美國公路容量手冊(HCM 2000)的分析方法，製作一套本土化的容量分析軟體，以提供相關交通規劃、設計與管理專業人員一套便捷客觀之分析工具，促進相關作業效率。

作業軟體的執行環境為 Windows 98/ME/2000/XP，軟體的安裝與移除都依照標準程序進行，視窗化與圖形化的操作介面，提供工程師一個有效率且親和性高的分析工具。作業軟體使用標準的視窗介面，視窗劃分為檔案瀏覽區、專案分析區及訊息顯示區。軟體的操作主要在專案分析區和訊息顯示區，輸入分析資料後，可以獲得即時的運算結果；資料的輸入與計算分別位於分析工作區和訊息顯示區，訊息顯示區的資料可以直接列印，也可以複製到其他的程式中使用。本期計畫完成公路容量手冊軟體與使用者輸出入介面構建，並開發包含高速公路路段、郊區公路路段、機車專用道、公車設施、行人設施等子軟體。

### (二) 生活圈道路容量分析電腦輔助軟體之開發(2/2)－96 年 7 月

本期計畫承接「生活圈道路容量分析電腦輔助軟體之開發(1/2)」，為後續之第二期計畫，接續前期計畫完成市區道路系統，包括號誌化路口、非號誌化路口、都市幹道、圓環、市區高架道路、市區地下道等子軟體，並辦理學者專家說明會以及教育訓練推廣。

### (三) 臺灣地區公路容量分析軟體能量提升計畫(I-1/2)－97 年 9 月

本所於民國 94、95 年度已將「2001 年台灣地區容量手冊」內容，開發電腦輔助軟體「臺灣地區公路容量分析軟體 THCS(2006 年版)」，提供相關交通規劃、設計與管理專業人員一套便捷客觀之分析工具，促進相關作業效率。此版本雖已具備基本功能，但在圖形化與視窗化操作介面、使用者親和程度及本土化分析案例之數量仍有改進空間，加上本所持續進行相關容量分析方法與模式之修訂，相關軟體內容亦須配合持續修訂與維護工作，以提高容量分析

軟體之整體效能。

本計畫將 THCS(2006 年版)改版為 THCS(2008 年版)，工作項目包括軟體進階除錯測試、改善操作介面及版面配置、檢核更新參數預設值及範圍，蒐集高速公路、郊區公路之本土化例題，並完成英文版介面之工作。

(四) 臺灣地區公路容量分析軟體能量提升計畫(I-2/2)－98 年 9 月

本計畫承接「臺灣地區公路容量分析軟體能量提升計畫(I-1/2)」，工作項目包括蒐集國外公路容量軟體，並與本軟體做比較評析，蒐集市區道路、公車設施、機車專用道及行人設施之本土化例題，加強軟體畫面之親和性及美工設計，並推動軟體國際化。

(五) 臺灣地區公路容量分析軟體能量提升計畫(II-1/2)－99 年 9 月

本計畫承接「臺灣地區公路容量分析軟體能量提升計畫(I-2/2)」，將 THCS(2008 年版)改版為 THCS(2010 年版)，工作項目包括配合手冊修訂成果更新「市區道路及路口」子軟體，完成「公路交通系統模擬模式(HTSS)」輸出介面視窗化、針對 HTSS 進行系統測試及除錯、蒐集 HTSS 本土化例題、製作使用手冊，蒐集國外公路容量軟體，並與本軟體做比較評析。

(六) 臺灣地區公路容量分析軟體能量提升計畫(II-2/2)－100 年 9 月

本計畫承接「臺灣地區公路容量分析軟體能量提升計畫(II-1/2)」，將 THCS(2010 年版)進一步更新修訂，工作項目包括配合手冊修訂成果更新「市區公車設施」子軟體，加強「公路交通系統模擬模式(HTSS)」輸出入介面之使用親和性、針對 HTSS 及市區公車設施進行系統測試及除錯、蒐集 HTSS 幹道及路網例題、製作 THCS2010 年版使用手冊及技術報告，並針對產、官、學界進行本軟體推廣訓練。

(七) 臺灣公路容量手冊及分析軟體推廣計畫－101 年 6 月

配合本所針對公路容量手冊部分章節之修訂，完成整體軟體系統之階段性版本，包括 HTSS 偵錯功能、公車與機車專用道子軟體畫面功能增進等工作，本計畫除配合手冊之修訂成果進行軟體更新工作外，並持續進行推廣軟體內容，提供教育訓練及軟體保固之服

務，另配合「臺灣公路容量手冊」2011年版之發行，協助辦理展示說明會。

(八) 臺灣公路容量分析調查與軟體介面整合計畫－102年4月

本計畫除更新及維護既有 THCS(2011年版)之功能，針對高速公路基本路段與多車道郊區公路等子軟體進行圖形化與批次功能之增訂，以增加「臺灣公路容量分析軟體 THCS」之便利性、親和性與擴大使用範圍，同時配合近年來公路容量研究之階段性成果，提供教育訓練及軟體保固服務，使軟體及網頁能正常運作外，並協助本所辦理相關公路容量之調查工作，使公路容量之分析工作能永續發展。

(九) 臺灣公路容量分析與軟體 (THCS) 維護計畫 (1/2)－103年5月

本計畫除更新及維護既有 THCS(2012年版)之功能，針對公路容量手冊新增之第二十章：公路隧道進行子軟體增訂，改善與提升 HTSS 介面、增加其親和力與便利性，檢視容量手冊第十一章與第十三章之例題並配合修正軟體，同時配合近年來公路容量研究之階段性成果，提供教育訓練及軟體保固服務，使軟體及網頁能正常運作外，並協助辦理相關公路容量之調查工作，使公路容量之分析工作能永續發展。

(十) 臺灣公路容量分析與軟體 (THCS) 維護計畫 (2/2)－104年5月

本計畫除更新及維護既有 THCS(2013年版)之功能，新增市區地下道號誌化路口容量分析子軟體，持續改善與提升 HTSS 介面、增加其親和力與便利性，並新增特殊路口之本土化例題以利使用者參考應用，同時配合近年來公路容量研究之階段性成果，提供教育訓練及軟體保固服務，使軟體及網頁能正常運作外，並協助辦理相關公路容量之調查工作，使公路容量之分析工作能永續發展。

(十一) 104年度臺灣公路容量分析軟體 (THCS) 優化與推廣－105年6月

本計畫除更新及維護既有 THCS(2014年版)之功能，增加「臺灣公路容量分析軟體 THCS」之便利性、親和性與擴大使用範圍，使軟體及網頁能正常運作外，並新增公路交通系統模擬(HTSS)模式範例，以及協助公路容量調查工作，使公路容量之分析工作能永續進行。此外，也提供教育訓練，推廣近年來公路容量研究之階段性

成果。

(十二) 105 年度臺灣公路容量分析軟體 (THCS) 優化與推廣－105 年 12 月

本計畫除維護既有 THCS(2015 年版)及臺灣公路容量分析專區網頁之功能外，並辦理教育訓練推廣公路容量研究之階段性成果，以及協助辦理公路容量調查之前置工作，使公路容量之研究分析工作能永續發展。

(十三) 106 年臺灣公路容量分析軟體(THCS)優化與推廣－107 年 5 月

本計畫配合 105 年度容量手冊修訂成果，新增新版郊區雙車道公路分析功能，並更新及維護既有 THCS(2015 年版)之功能、維護軟體及網頁以及辦理教育訓練，推廣近年來公路容量研究之階段性成果。此外，也協助公路容量調查工作，使公路容量之分析工作能永續進行。

(十四) 107 年臺灣公路容量分析軟體(THCS)優化與推廣－108 年 8 月

本計畫除維護既有 THCS 之功能及網頁能正常運作外，並新增新版郊區多車道公路分析功能、更新市區地下道分析子軟體操作手冊，以及辦理軟體使用教育訓練與相關公路容量研究之資料前置處理工作，使公路容量之研究分析工作能永續發展。

(十五) 108 年臺灣公路容量分析軟體(THCS)與專區網站更新維運服務－109 年 7 月

本計畫除配合近年來公路容量研究之階段性成果，新增新版高速公路基本路段分析功能，並提供教育訓練及軟體保固服務外，並重新架設「臺灣公路容量分析專區」網站，及編輯新版之軟體使用手冊，使公路容量之研究分析工作能永續發展。



## 第二章 高速公路隧道子軟體增訂

本所於民國 107 年辦理「公路交通系統模擬模式調校與新版容量手冊研訂(3/3)」計畫，該計畫依據國道 3 號及國道 5 號隧道近年之車輛偵測器資料，分析高速公路隧道車流特性，新增臺灣公路容量手冊「高速公路隧道」章節。本項工作以修訂之高速公路隧道分析方法為基礎，進行「高速公路隧道子軟體」增訂與程式撰寫。本章將就高速公路隧道容量評估方法，以及對於高速公路隧道子軟體之運算架構與畫面雛型進行彙整與說明。

### 2.1 評估方法與分析流程

#### 一、績效指標及服務水準劃分標準

高速公路隧道以雙指標作為服務水準衡量標準，其中第一碼之衡量指標為需求流率與容量之比值(V/C)，而第二碼之評估指標為平均速率與速限比值，除可適用於不同速限之非阻斷性車流路段評估，並且配合用路人感受及公路主管單位於道路資訊之顯示方式，調整服務水準劃分級距，如表 2.1-1 及表 2.1-2 所示。

表 2.1-1 根據需求流率/容量比之服務水準等級劃分標準

服務水準	需求流率/容量比
A	$\leq 0.25$
B	$>0.25 \sim 0.50$
C	$>0.50 \sim 0.80$
D	$>0.80 \sim 0.90$
E	$>0.90 \sim 1.0$
F	$>1.0$

表 2.1-2 根據平均速率/速限比之服務水準劃分標準

服務水準	平均速率/速限比
1	$\geq 0.90$
2	$\geq 0.80, < 0.90$
3	$\geq 0.60, < 0.80$
4	$\geq 0.40, < 0.60$
5	$\geq 0.20, < 0.40$
6	$< 0.20$

## 二、分析流程

### (一) 第一階段-分析隧道

高速公路隧道可分為兩個評估階段，第一階段為分析隧道，根據各車道之需求流率，評估隧道在未受到下游狀況影響時之服務水準。分析隧道之分析流程如圖 2.1-1 所示，主要影響因素包含道路幾何設計與需求流率，其中道路幾何設計因素包含速限、車道數及隧道類型，利用表 2.1-3 之隧道速限可求得平均自由速率，並根據隧道型態及參照表 2.1-4~表 2.1-11，進而求出車道容量。

需求流率因素則包含尖峰小時流率、尖峰小時係數、各車種之小車當量及車種組成比例。需求流率可利用表 2.1-12 之式 2.1 及式 2.2 計算，再將需求流率代入式 2.3 或式 2.4 中，將需求流率轉換為每車道之平均對等小車流率，以瞭解尖峰各車道之尖峰 15 分鐘交通運轉情況，並以表 2.1-4~表 2.1-11 推估平均速率。表 2.1-13 為各車種小車當量之估計模式。

經由上述步驟完成各隧道類型之計算後，分析路段服務水準則可對照表 2.1-1 及表 2.1-2 求得。

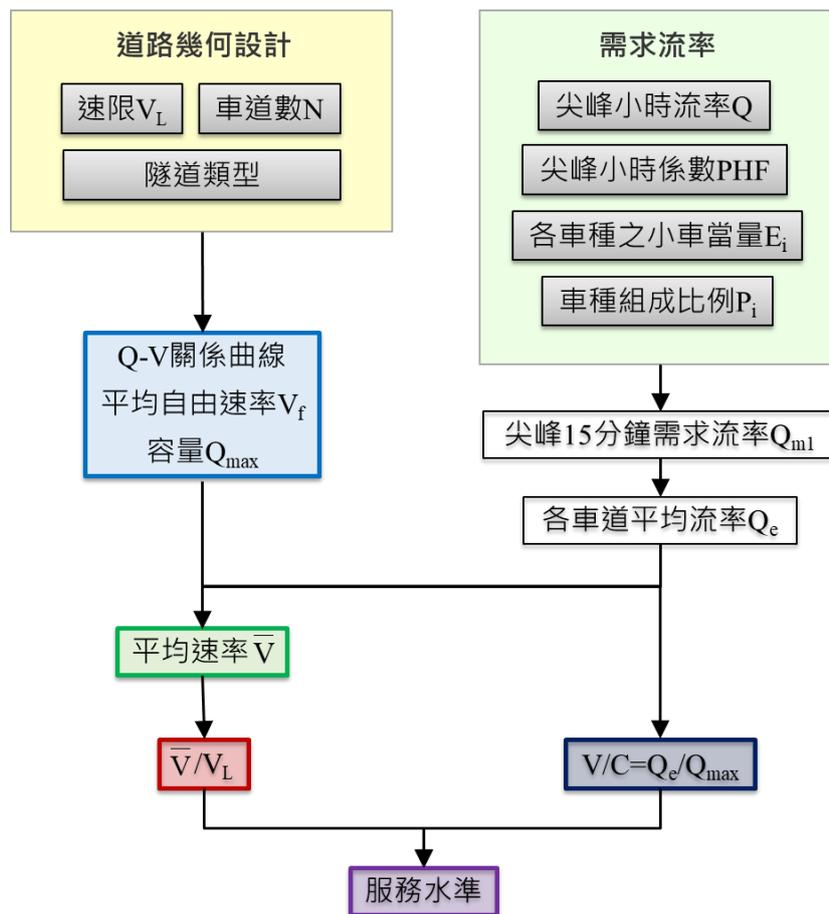


圖 2.1-1 高速公路隧道分析隧道之分析流程

表 2.1-3 平均自由速率建議值

隧道型態	速限 (公里/小時)	平均自由速率 (公里/小時)
工作性車流	90	95
	100	100
休閒性車流	80	90(無行車間距限制)
		80(有行車間距限制)
	90	95(無行車間距限制)
		90(有行車間距限制)
	85(有行車間距限制及自動科技執法)	

資料來源：修訂版公路容量手冊高速公路隧道表 8.11。

表 2.1-4 工作性車流隧道，單向 3 車道流率與速率關係模式

自由速率 $V_f$ (公里/小時)	流率 $Q$ (小車/小時/車道)與 速率 $V$ (公里/小時)之關係	容量(小車/ 小時/車道)
100	$V = 100.2 - \frac{479.745}{1 + e^{\frac{Q-3,144.7}{434.85}}}$	1,850
95	$V = 95.4 - \frac{147.514}{1 + e^{\frac{Q-2,519.9}{407.38}}}$	1,800
90	$V = 90.4 - \frac{250.229}{1 + e^{\frac{Q-2,078.2}{417.9}}}$	1,700
<p>註：<math>V</math>=平均速率(公里/小時)  <math>Q</math>=流率(小車/小時/車道)                      最適用狀況：隧道長<math>\leq 2</math> 公里</p>		

資料來源：修訂版公路容量手冊高速公路隧道表 8.3。

表 2.1-5 工作性車流隧道，單向 4 車道流率與速率關係模式

自由速率 $V_f$ (公里/小時)	流率 $Q$ (小車/小時/車道)與 速率 $V$ (公里/小時)之關係	容量(小車/ 小時/車道)
100	$V = 100.2 - \frac{194.460}{1 + e^{\frac{Q-2,347.7}{339.64}}}$	1,650
97.5	$V = 97.6 - \frac{150.596}{1 + e^{\frac{Q-2,036.7}{257.86}}}$	1,550
95	$V = 95.0 - \frac{43.0}{1 + e^{\frac{Q-1,530.7}{185.52}}}$	1,450
<p>註：<math>V</math>=平均速率(公里/小時)  <math>Q</math>=流率(小車/小時/車道)                      最適用狀況：隧道長<math>\leq 2</math> 公里</p>		

資料來源：修訂版公路容量手冊高速公路隧道表 8.4。

表 2.1-6 類型 1 休閒性車流隧道，單向 2 車道流率與速率關係模式

自由速率 $V_f$ (公里/小時)	流率 $Q$ (小車/小時/車道)與 速率 $V$ (公里/小時)之關係	容量(小車/ 小時/車道)
90	$V = 92.3 - \frac{75.423}{1 + e^{\frac{Q-1,829.8}{529.75}}}$	1,500
85	$V = 87.5 - \frac{128.086}{1 + e^{\frac{Q-2,266.5}{580.3}}}$	1,370
80	$V = 80.7 - \frac{40.612}{1 + e^{\frac{Q-1,338.5}{331.15}}}$	1,220
<p>註：<math>V</math>=平均速率(公里/小時)  <math>Q</math>=流率(小車/小時/車道)                      最適用狀況：隧道長約 3 公里，距離下游匝道約 0.6 公里；無                      最小行車間距之限制。</p>		

資料來源：修訂版公路容量手冊高速公路隧道表 8.5。

表 2.1-7 類型 2 休閒性車流隧道，單向 2 車道流率與速率關係模式

自由速率 $V_f$ (公里/小時)	流率 $Q$ (小車/小時/車道)與 速率 $V$ (公里/小時)之關係	容量(小車/ 小時/車道)
95	$V = 96.2 - \frac{385.864}{1 + e^{\frac{Q-2,538.1}{439.84}}}$	1,470
90	$V = 91.2 - \frac{269.411}{1 + e^{\frac{Q-2,373.5}{440.73}}}$	1,400
85	$V = 86.2 - \frac{643.86}{1 + e^{\frac{Q-2,769.3}{441.33}}}$	1,300
<p>註：<math>V</math>=平均速率(公里/小時)  <math>Q</math>=流率(小車/小時/車道)                      最適用狀況：隧道長約 3 公里，距離下游匝道約 2 公里；無最小行車間距之限制。</p>		

資料來源：修訂版公路容量手冊高速公路隧道表 8.6。

表 2.1-8 類型 3 休閒性車流隧道，單向 2 車道流率與速率關係模式

自由速率 $V_f$ (公里/小時)	流率 $Q$ (小車/小時/車道)與 速率 $V$ (公里/小時)之關係	容量(小車/ 小時/車道)
90	$V = 93.8 - \frac{201.202}{1 + e^{\frac{Q-3,059.8}{777.5}}}$	1,450
85	$V = 87.2 - \frac{117.172}{1 + e^{\frac{Q-2,507.6}{634.38}}}$	1,430
80	$V = 81.6 - \frac{72.173}{1 + e^{\frac{Q-2,151.4}{563.36}}}$	1,400
<p>註：<math>V</math>=平均速率(公里/小時)  <math>Q</math>=流率(小車/小時/車道)                      最適用狀況：隧道長約 4 公里，距離下游匝道約 1.5 公里；無                      最小行車間距之限制。</p>		

資料來源：修訂版公路容量手冊高速公路隧道表 8.7。

表 2.1-9 類型 4 休閒性車流隧道，單向 2 車道流率與速率關係模式

自由速率 $V_f$ (公里/小時)	流率 $Q$ (小車/小時/車道)與 速率 $V$ (公里/小時)之關係	容量(小車/ 小時/車道)
95	$Q \leq 1,200 \quad V = 102.2 - \frac{83.982}{1 + e^{\frac{Q-2,124.9}{900.2}}}$ $Q > 1,200 \quad V = 81.3 - \frac{19.811}{1 + e^{\frac{Q-1,393.2}{73.014}}}$	1,400
90	$Q \leq 1,000 \quad V = 94.3 - \frac{31.813}{1 + e^{\frac{Q-1,062.2}{576.22}}}$ $Q > 1,000 \quad V = 81.7 - \frac{39.704}{1 + e^{\frac{Q-1,416.0}{153.48}}}$	1,350
85	$Q \leq 1,000 \quad V = 90.9 - \frac{49.652}{1 + e^{\frac{Q-1,497.0}{749.47}}}$ $Q > 1,000 \quad V = 75.4 - \frac{26.832}{1 + e^{\frac{Q-1,300.0}{103.9}}}$	1,300
<p>註：<math>V</math>=平均速率(公里/小時)  <math>Q</math>=流率(小車/小時/車道)                      最適用狀況：隧道長約 4 公里，距離下游匝道約 5 公里；無最小行車間距之限制。</p>		

資料來源：修訂版公路容量手冊高速公路隧道表 8.8。

表 2.1-10 類型 5 休閒性車流隧道，單向 2 車道流率與速率關係模式

自由速率 $V_f$ (公里/小時)	流率 $Q$ (小車/小時/車道)與 速率 $V$ (公里/小時)之關係	容量(小車/ 小時/車道)
90	$V = 92.6 - \frac{91.228}{1 + e^{\frac{Q-3,149.4}{894.64}}}$	1,400
87.5	$V = 89.3 - \frac{48.386}{1 + e^{\frac{Q-2,238.3}{689.62}}}$	1,380
85	$V = 86.9 - \frac{94.684}{1 + e^{\frac{Q-2,713.4}{696.95}}}$	1,350
<p>註：<math>V</math>=平均速率(公里/小時)  <math>Q</math>=流率(小車/小時/車道)                      最適用狀況：隧道長約 13 公里，距離下游匝道約 1.5 公里；有                      最小行車間距之限制。</p>		

資料來源：修訂版公路容量手冊高速公路隧道表 8.9。

表 2.1-11 類型 6 休閒性車流隧道，單向 2 車道流率與速率關係模式

自由速率 $V_f$ (公里/小時)	流率 $Q$ (小車/小時/車道)與 速率 $V$ (公里/小時)之關係	容量(小車/ 小時/車道)
90	$V = 90.6 - \frac{238.144}{1 + e^{\frac{Q-1,931.1}{322.91}}}$	1,250
87.5	$V = 87.7 - \frac{62.198}{1 + e^{\frac{Q-1,287.1}{232.62}}}$	1,170
85	$V = 85.2 - \frac{62.932}{1 + e^{\frac{Q-1,247.0}{218.75}}}$	1,100
<p>註：<math>V</math>=平均速率(公里/小時)  <math>Q</math>=流率(小車/小時/車道)                      最適用狀況：隧道長約 13 公里，距離下游匝道約 1 公里；有最小行車間距之限制。</p>		

資料來源：修訂版公路容量手冊高速公路隧道表 8.10。

表 2.1-12 需求流率計算公式

估算項目	公式	子參數意義
需求流率	$Q_{m1} = \frac{Q_{60}}{PHF} \quad (\text{式 2.1})$ <p style="text-align: center;">或</p> $Q_{60} = ADT \times K \times D \quad (\text{式 2.2})$	<p><math>Q_{m1}</math> = 單向尖峰 15 分鐘欲進入隧道之流率 (輛/小時)</p> <p><math>Q_{60}</math> = 單向尖峰小時欲進入隧道之流率 (輛/小時)</p> <p><math>PHF</math> = 尖峰小時係數</p> <p><math>ADT</math> = 設計年平均每日流量(輛/日)</p> <p><math>K</math> = 設計小時流量係數</p> <p><math>D</math> = 流量之方向分布係數</p>
對等需求流率	$Q_e = Q_{m1} \left[ 1 + \sum_{i=1}^n P_i (E_i - 1) \right] / N \quad (\text{式 2.3})$ <p style="text-align: center;">或</p> $Q_e = Q_{m1} [1 + P(E - 1)] / N \quad (\text{式 2.4})$	<p><math>Q_e</math> = 平均每車道之對等小車需求流率 (小車/小時/車道)</p> <p><math>Q_{m1}</math> = 單向尖峰 15 分鐘欲進入隧道之流率 (輛/小時)</p> <p><math>n</math> = 小車除外之車種數</p> <p><math>P_i</math> = 小車除外，車種 <math>i</math> 之比例</p> <p><math>E_i</math> = 車種 <math>i</math> 之小車當量</p> <p><math>N</math> = 單向車道數</p> <p><math>P</math> = 大車(不分車種)之比例</p> <p><math>E</math> = 大車(不分車種)之小車當量</p>

資料來源：公路容量手冊第八章「高速公路隧道」修訂稿式(8.1)、式(8.2)、式(8.3a)及式(8.3b)。

表 2.1-13 大型車輛在平坦路段之小車當量估計模式

車種	估計模式	適用速率 V (公里/小時)
單體貨車	$E_{SU} = 1.9 - 0.00857V$	$\leq 105$
	$E_{SU} = 1.0$	$> 105$
四軸聯結車	$E_{T4} = 0.88 + 1.425e^{-\frac{V}{59.398}}$	$\leq 60$
	$E_{T4} = 1.56 - \frac{4.79}{1 + e^{\frac{V-173.9}{33.739}}}$	60~105
	$E_{T4} = 1.0$	$> 105$
五軸聯結車	$E_{T5} = 2.7 - 0.0157V$	$\leq 108$
	$E_{T5} = 1.0$	$> 108$
大客車	$E_B = 1.13 + 1.66e^{-\frac{V}{34.93}}$	$\leq 70$
	$E_B = 2.79 - 0.0206V$	70~87
	$E_B = 1.0$	$\geq 87$

資料來源：修訂版公路容量手冊高速公路隧道表 8.15。

## (二) 第二階段-分析下游主線與匝道之匯流區

第二階段為分析下游主線與匝道之匯流區，考量若隧道下游附近有進出口匝道，車輛離開匝道或進入匝道時將影響隧道之運作，因此若隧道流率與容量比小於 1.0，且進口匝道位於隧道下游 2 公里內；或隧道流率與容量比小於 1.0、進口匝道位於 2~5 公里內，且平均每日流量超過 20,000 輛/車道，需針對匯流區壅塞及影響上游隧道之可能性進行探討。分析流程圖如圖 2.1-2 所示，大致可分為四個步驟，各步驟說明如下：

### 1. 判斷匯流區是否壅塞

利用式(2.5)及式(2.6)估計抵達匯流區之主線外車道及進口匝道流率之和如大於 1,550 小車/小時(表 2.1-14 中式 2.7)，則匯流區視為進入壅塞狀態。

### 2. 匯流區疏解流率及平均速率

在匯流區進入壅塞狀態後，可利用表 2.1-14 中，式(2.8)及式(2.9)估計匯流區之疏解流率及平均速率。

### 3. 匯流區上游主線內車道之流率及平均速率

因匯流區上游主線內車道之流率與速率皆較外車道高，因此匯流區壅塞後對於內車道之影響較外車道快，因此可使用表 2.1-14 中，式(2.10)及表 2.1-15 估計匯流區上游之內車道之流率與速率。

### 4. 衝擊波速率及影響

為了解上游隧道尖峰 15 分鐘之運作品質是否受匯流區車隊之影響，因此需進一步使用表 2.1-14 之式(2.11)估算衝擊波速率，並且估算壅塞車隊尾端自匯流區擴展至上游隧道所需之時間，若時間小於 15 分鐘，代表該隧道將受到下游匯流區之影響，無法維持於前階段估計之服務水準，相關參數計算詳如表 2.1-16~表 2.1-18 所示。

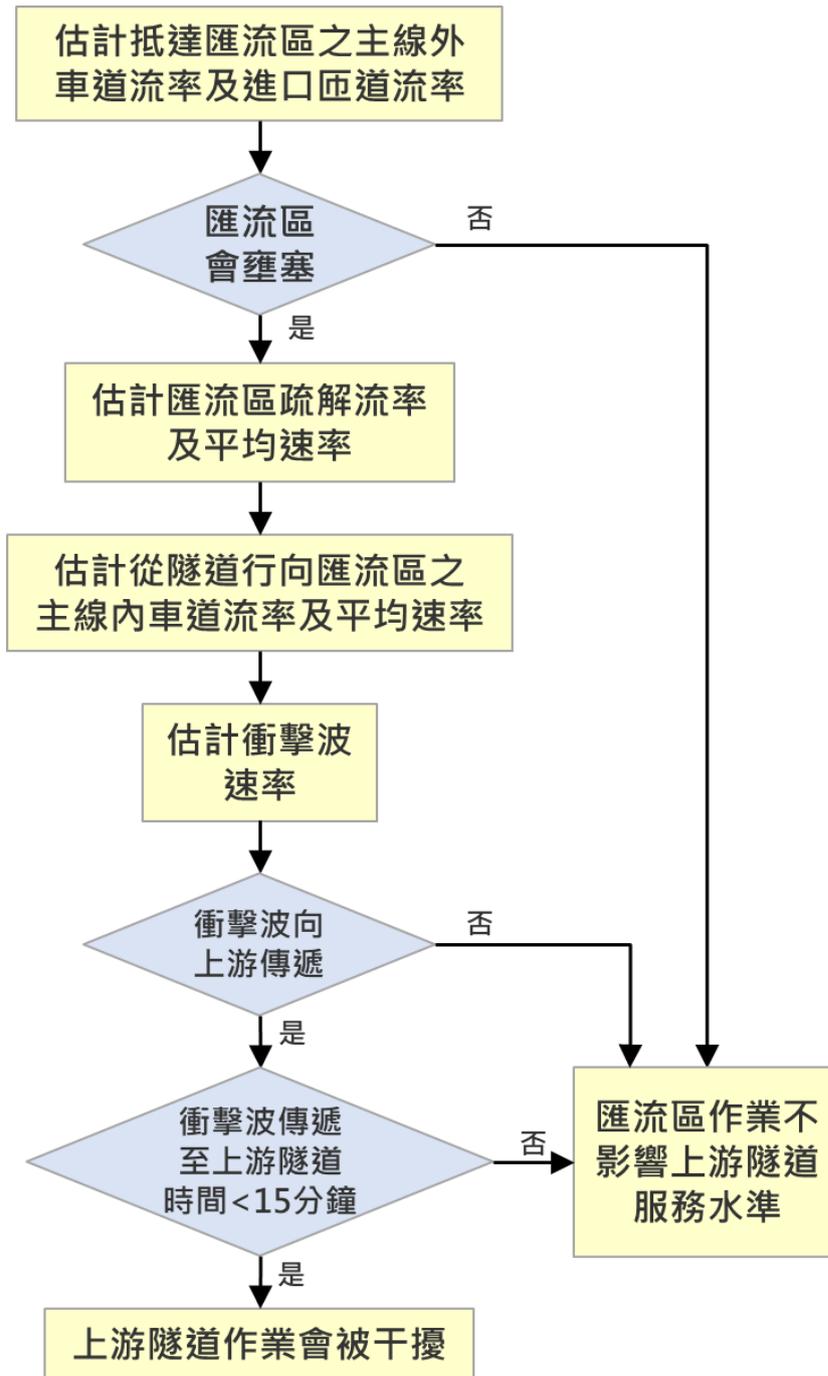


圖 2.1-2 高速公路隧道匯流區之評估流程

表 2.1-14 分析下游主線與匝道之匯流區之計算公式

估算項目	公式	子參數意義
抵達匯流區之主線外車道及進口匝道流率	<p>單向 2 車道：<math>(Q_{m3})_n = [0.453(Q_{m1} - Q_{r1}) + 14][1 + P_n(E - 1)]</math> (式 2.5)</p> <p>單向 3 或 4 車道：<math>(Q_{m3})_n = Q_n - 0.4Q_{r1} \left[ 1 + \frac{1.4Q_{ml}PR_n}{Q_n}(E - 1) \right]</math> (式 2.6)</p>	<p><math>(Q_{m3})_n</math> = 匯流區上游之主線外車道流率(小車/小時)</p> <p><math>Q_{ml}</math> = 欲進入隧道之需求流率(輛/小時)</p> <p><math>Q_{r1}</math> = 出口匝道之需求流率(輛/小時)</p> <p><math>P_n</math> = 由表 3.1-17 所列之模式或其他資料所估計之第 2 車道大車比例</p> <p><math>Q_n</math> = 由表 3.1-18 所估計之於隧道外車道之流率(小車/小時)(3 車道隧道：<math>n=3</math>、4 車道隧道：<math>n=4</math>)</p> <p><math>P</math> = 大車占總車輛之比例</p> <p><math>R_n</math> = 由表 3.1-19 或預期情況估計之外車道(車道 <math>n</math>)之大車比例</p> <p><math>E</math> = 大車之小車當量(代表值 1.4)</p>
匯流區壅塞之條件	$(Q_{m3})_n + Q_{r2}[1 + P_{r2}(E - 1)] \geq 1,550$ (式 2.7)	<p><math>(Q_{m3})_n</math> = 匯流區上游之主線外車道流率(小車/小時)</p> <p><math>Q_{r2}</math> = 進口匝道之流率(輛/小時)</p> <p><math>P_{r2}</math> = 進口匝道車道流之大車比例</p> <p><math>E</math> = 大車之小車當量外之車種數(建議值 1.4)</p>
匯流區疏解流率及平均速率	<p>速限 100~110 公里/小時：<math>Q_d = -33.2 + 77.9S_d - 0.78S_d^2</math> (式 2.8)</p> <p>速限 80~90 公里/小時：<math>Q_d = 175 + 59.0S_d - 0.56S_d^2</math> (式 2.9)</p>	<p><math>Q_d</math> = 壅塞後之疏解流率(小車/小時/車道)</p> <p><math>S_d</math> = 壅塞後之疏解平均速率(公里/小時)</p>

表 2.1-14 分析下游主線與匝道之匯流區之計算公式(續)

估算項目	公式	子參數意義
匯流區上游主線內車道之流率及平均速率	$(Q_{m3})_1 = [0.547(Q_{m1} - Q_{r1}) - 14][1 + P_1(E - 1)]$	$(Q_{m3})_1$ = 匯流區上游之主線內車道流率(小車/小時) $Q_{m1}$ = 欲進入隧道之需求流率(輛/小時) $Q_{r1}$ = 出口匝道之需求流率(輛/小時) $P_1$ = 根據表 3.1-17 所估計之內車道大車比例 $E$ = 大車之小車當量(建議值 1.4)
衝擊波速率及影響	$V = \frac{Q_d - (Q_{m3})_1}{Q_d/S_d - (Q_{m3})_1/S_d}$ $T = \frac{60D}{V}$	$V$ = 衝擊波速率(公里/小時) $Q_d$ = 壅塞後之疏解流率(小車/小時/車道) $(Q_{m3})_1$ = 匯流區上游內車道之流率(小車/小時) $S_d$ = 壅塞後之疏解平均速率(公里/小時) $T$ = 壅塞車隊尾端自匯流區擴展至上游隧道所需之時間(分鐘) $D$ = 匯流區與上游之距離(公里)

資料來源：修訂版公路容量手冊高速公路隧道式(8.4)、式(8.5)、式(8.6)、式(8.7)、式(8.8)、式(8.9)、式(8.11)及式(8.12)。

表 2.1-15 匯流區上游主線內車道速率與流率關係(單向 2 車道)

自由速率 $V_f$ (公里/小時)	流率 $Q$ (小車/小時/車道)與 速率 $V$ (公里/小時)之關係	容量(小車/ 小時/車道)
95	$S_m = 95.8 + \frac{-158.8}{1 + e^{\frac{(Q_m)_1 - 3,289.5}{764.6}}}$	1,700
90	$S_m = 90.5 + \frac{-158.8}{1 + e^{\frac{(Q_m)_1 - 2,686.3}{556.8}}}$	1,650
85	$S_m = 85.9 + \frac{-242.3}{1 + e^{\frac{(Q_m)_1 - 3,139.1}{611.7}}}$	1,100
80	$S_m = 83.5 + \frac{-261.1}{1 + e^{\frac{(Q_m)_1 - 3,793.0}{969.4}}}$	1,550
75	$S_m = 77.2 + \frac{-155.3}{1 + e^{\frac{(Q_m)_1 - 2,449.9}{698.5}}}$	1,500

資料來源：1. 修訂版公路容量手冊高速公路隧道式(8.10)及表 8.20。

2. 本計畫彙整。

表 2.1-16 單向 2 車道車流之車道分布及各車道上大車比例

項目	車道 $i$	模式
大車比例 $P_i$	1(內)	$P_1 = \frac{Q_{m1}P(1-f)}{0.525Q_{m1}-13}$
	2(外)	$P_2 = \frac{Q_{m1}Pf}{0.475Q_{m1}+13}$
流率(小車/小時) $Q_i$	1(內)	$Q_1 = (0.525Q_{m1}-13)[1+P_1(E-1)]$
	2(外)	$Q_2 = (0.475Q_{m1}+13)[1+P_2(E-1)]$
註： $Q_{m1}$ =單向需求流率(輛/小時) $P$ =大車占主線總車輛之比例 $f$ =大車中使用第 2 車道(外車道)之比例 $E$ =大車之小車當量(建議值 1.4)		

資料來源：修訂版公路容量手冊高速公路隧道表 8.16。

表 2.1-17 單向 3 或 4 車道車流之車道分布模式

單向車道數	車道 $i$	模式
3	1(內)	$Q_1 = -257 + 0.581 Q_p - 3.243 \times 10^{-5} Q_p^2$
	2	$Q_2 = -130 + 0.479 Q_p - 2.209 \times 10^{-5} Q_p^2$
	3(外)	$Q_3 = Q_p - Q_1 - Q_2$
4	1(內)	$Q_1 = -354 + 0.528 Q_p - 2.744 \times 10^{-5} Q_p^2$
	2	$Q_2 = -103 + 0.402 Q_p - 1.608 \times 10^{-5} Q_p^2$
	3	$Q_3 = 16.9 + 0.220 Q_p + 3.0 \times 10^{-6} Q_p^2$
	4(外)	$Q_4 = Q_p - Q_1 - Q_2 - Q_3$
<p>註：<math>Q_p = Q_{m1} + [1 + P(E - 1)]</math>(小車/小時)</p> <p><math>Q_{m1}</math> = 單向需求流率(輛/小時)</p> <p><math>P</math> = 大車占主線總車輛之比例</p> <p><math>E</math> = 大車之小車當量(建議值 1.4)</p> <p>模式適用範圍：</p> <p>3 車道 <math>Q_p = 2,500 \sim 5,500</math></p> <p>4 車道 <math>Q_p = 2,500 \sim 8,000</math></p>		

資料來源：修訂版公路容量手冊高速公路隧道表 8.17。

表 2.1-18 單向 3 或 4 車道大車之車道分布

單向車道數	車道 $i$	大車比例 $R_i$
3	1	0.13
	2	0.35
	3	0.52
4	1	0.04
	2	0.06
	3	0.38
	4	0.52

資料來源：修訂版公路容量手冊高速公路隧道表 8.18。

## 2.2 程式增訂

因應本期工作內容，以及軟體長期維護需求，本子軟體程式以.NET Framework 進行開發，該軟體包含許多應用功能之迅捷開發技術，較能提升輸出入介面的親和力。茲就重點程式畫面與欄位安排說明如下。

### 一、啟動分析程式

啟動 THCS 分析軟體的子軟體可經由兩個路徑：1.從臺灣公路容量分析軟體(THCS)主畫面點選子軟體圖示。2.從開啟功能表中直接啟動子軟體，路徑一：開始功能表/所有程式/臺灣公路容量分析軟體(THCS2021)/分析軟體/高速公路隧道，如圖 2.2-1 所示，路徑二：開始功能表/所有程式/臺灣公路容量分析軟體(THCS2021)，選擇「高速公路隧道」的圖示，如圖 2.2-2 所示。



圖 2.2-1 高速公路隧道程式啟動方式-1



圖 2.2-2 高速公路隧道程式啟動方式-2

## 二、程式架構說明

配合其他子軟體使用介面設定架構，高速公路隧道子軟體擬同樣以頁籤式畫面呈現，並分為「基本資料」、「資料分析」、「參考資料」與「分析報表」等頁籤。

### (一)「基本資料」頁籤

「基本資料」係供使用者輸入日期、分析對象、計畫概述、分析者等資訊之介面，如圖 2.2-3 所示。

### (二)「資料分析」頁籤

「資料分析」頁籤是本子軟體之主要分析介面，分析工作分為運轉分析、規劃及設計分析，分別適用於現況交通分析及未來年之規劃設計分析。使用者可於本畫面輸入各項欄位，包括隧道類型、分析路段幾何設計、需求流率等資料，輸入後程式可自動計算與判斷，並將輸出結果呈現於畫面下方，高速公路隧道輸入畫面詳如圖 2.2-4～圖 2.2-7 所示。

### (三)「參考資料」頁籤

「參考資料」頁籤係呈現本子軟體之重要參照資料，如服務水準劃分標準等方法論之重要圖表，如圖 2.2-8 所示。

### (四)「分析報表」頁籤

「分析報表」頁籤即使用者輸入資料與程式分析結果之彙整，如圖 2.2-9 所示。



The screenshot shows a software window titled 'TUNNEL\_1091' with four tabs: '基本資料' (Basic Information), '資料分析' (Data Analysis), '參考資料' (Reference Information), and '分析報表' (Analysis Report). The '基本資料' tab is active and contains the following fields:

分析人員：	<input type="text"/>	路線/方向：	<input type="text"/>
機關/公司：	<input type="text"/>	起 / 迄：	<input type="text"/>
業 主：	<input type="text"/>	時 間：	2020/06/19 <input type="button" value="📅"/>
分析時段：	<input type="text"/>	分析年期：	<input type="text"/>
計畫概述：	<input type="text"/>		

圖 2.2-3 高速公路隧道分析畫面—「基本資料」頁籤

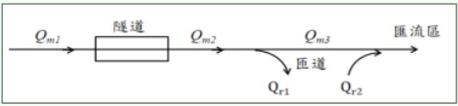
TUNNEL\_1091

基本資料 資料分析 參考資料 分析報表

分析工作  
 運轉分析     規劃及設計分析

隧道特性與鄰近設施  
 隧道類型：  
 單向3或4車道工作性車流隧道     單向2車道休閒性車流隧道

幾何設計  
 隧道長度： 2.0 公里  
 單向車道數： 3  
 隧道行車速限(VL)： 90 公里/小時  
[※分析隧道如非手冊表8.3~表8.10適用範圍，請自行選擇較相似類型](#)  
 自由速率(Vf)： 95 公里/小時  
 平均速率(S)： 80.0 公里/小時

流量示意圖  


需求流量  
 欲進入隧道之尖峰小時流量(Q60)： 2000 輛/小時  
 尖峰小時係數(PHF)： 0.90  
 欲進入隧道之需求流量(Qm1)： 2222 輛/小時  
 主線大車比例(P)： 5 %  
 大車之小客車當量(E)： 1.4

執行計算

分析結果  
**隧道分析結果：**  
 每車道平均對等小車流率(Qe)： 755 小車/小時/車道    平均自由速率(Vf)： 95 公里/小時  
 容量(Qmax)： 1800 小車/小時/車道    平均行車速率(V)： 80 公里/小時  
 V/C(Qe/Qmax)： 0.42    平均速率/速限(V/VL)： 0.89  
 服務水準(Los)： B2 級

(※匯流區分析僅適合作為規劃及設計之參考，爰運轉分析無針對其進行分析)

圖 2.2-4 高速公路隧道單向 3 或 4 車道工作性車流隧道運轉分析畫面—「資料分析」頁籤

TUNNEL\_1091

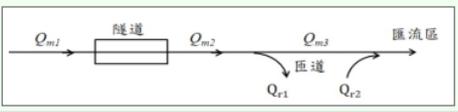
基本資料 資料分析 參考資料 分析報表

分析工作  
 運轉分析     規劃及設計分析

隧道特性與鄰近設施  
 隧道類型：  
 單向3或4車道工作性車流隧道     單向2車道休閒性車流隧道

幾何設計  
 隧道長度： 2.0 公里  
 單向車道數： 2  
 隧道行車速限(VL)： 80 公里/小時  
 休閒性車流隧道類型： 1  
 自由速率(Vf)： 90 公里/小時  
 平均速率(S)： 80.0 公里/小時

※分析隧道如非手冊表8.3~表8.10適用範圍，請自行選擇較相似類型

流量示意圖  


需求流量  
 欲進入隧道之尖峰小時流量(Q60)： 2000 輛/小時  
 尖峰小時係數(PHF)： 0.90  
 欲進入隧道之需求流量(Qm1)： 2222 輛/小時  
 主線大車比例(P)： 5 %  
 大車之小客車當量(E)： 1.4

執行計算

分析結果  
**隧道分析結果：**  
 每車道平均對等小車流量(Qe)： 1133 小車/小時/車道    平均自由速率(Vf)： 90 公里/小時  
 容量(Qmax)： 1500 小車/小時/車道    平均行車速率(V)： 80 公里/小時  
 V/C (Qe/Qmax)： 0.76    平均速率/速限(V/VL)： 1  
 服務水準(LoS)： C1 級

(※匯流區分析僅適合作為規劃及設計之參考，爰運轉分析無針對其進行分析)

圖 2.2-5 高速公路隧道單向 2 車道休閒性車流隧道運轉分析畫面—  
 「資料分析」頁籤

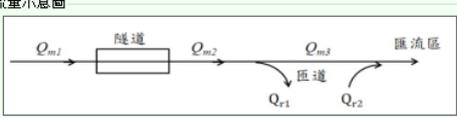
TUNNEL\_1091

基本資料 資料分析 參考資料 分析報表

分析工作  
 運轉分析  規劃及設計分析

隧道特性與鄰近設施  
 隧道類型：  
 單向3或4車道工作性車流隧道  單向2車道休閒性車流隧道

幾何設計  
 隧道長度： 2.0 公里  
 單向車道數： 3  
 下游設置出口匝道 距離： 4.0 公里  
 下游設置進口匝道 距離： 5.0 公里  
 隧道行車速限(VL)： 90 公里/小時  
[※分析隧道如非手冊表8.3-表8.10適用範圍，請自行選擇較相似類型](#)  
 自由速率(Vf)： 95 公里/小時

流量示意圖  


需求流量  
 欲進入隧道之尖峰小時流量(Q60)： 4500 輛/小時  
 尖峰小時停數(PHP)： 0.90  
 欲進入隧道之需求流量(Qm1)： 5000 輛/小時  
 下游出口匝道之流量(Qr1)： 200 輛/小時  
 下游進口匝道之流量(Qr2)： 200 輛/小時  
 主線大車比例(P)： 5 %  
 下游進口匝道大車比例(Pr2)： 5 %  
 大車之小客車當量(E)： 1.4

執行計算

分析結果

隧道分析結果：

每車道平均對等小車流量(Qe)：	1700	小車/小時/車道	平均自由速率(Vf)：	95	公里/小時
容量(Qmax)：	1800	小車/小時/車道	平均行車速率(V)：	78	公里/小時
V/C (Qe/Qmax)：	0.94		平均速率/速限(V/VL)：	0.87	
服務水準(Los)：	E2 級				

下游主線與匝道匯流區分析結果：

匯流區上游主線外車道流量(Qm2)外：	1499	小車/小時	匯流區疏解流量(Qd)：	1300	小車/小時
匯流區上游主線內車道流量(Qm2)內：	1800	小車/小時	衝擊波速率(Sw)：	-17.29	公里/小時
進口匝道流量(Qr2)：	204	小車/小時	衝擊波影響隧道時間(T)：	17.35	分鐘
匯流區上游主線內車道平均速率(Sm)：	78	公里/小時			

※ T值若小於評估之時段(如15分鐘或1小時)，上游隧道不能維持第一階段工作所估計的服務水準。

圖 2.2-6 高速公路隧道單向 3 或 4 車道工作性車流隧道規劃及設計  
 分析畫面—「資料分析」頁籤

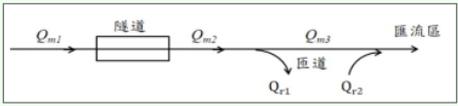
TUNNEL\_1091

基本資料 資料分析 參考資料 分析報表

分析工作  
 運轉分析  規劃及設計分析

隧道特性與鄰近設施  
 隧道類型：  
 單向3或4車道工作性車流隧道  單向2車道休閒性車流隧道

幾何設計  
 隧道長度：2.0 公里  
 單向車道數：2  
 下游設置出口匝道 距離：4.0 公里  
 下游設置進口匝道 距離：5.0 公里  
 隧道行車速限(VL)：80 公里/小時  
 休閒性車流隧道類型：4  
[※分析隧道如非手冊表8.3-表8.10適用範圍，請自行選擇較相似類型](#)  
 自由速率(Vf)：90 公里/小時

流量示意圖  


需求流量  
 欲進入隧道之尖峰小時流量(Q60)：3000 輛/小時  
 尖峰小時停數(PHF)：0.90  
 欲進入隧道之需求流量(Qm1)：3333 輛/小時  
 下游出口匝道之流量(Qr1)：200 輛/小時  
 下游進口匝道之流量(Qr2)：200 輛/小時  
 主線大車比例(P)：5 %  
 下游進口匝道大車比例(Pr2)：5 %  
 2車道隧道大車使用外車道比例(f)：100 %  
 大車之小客車當量(B)：1.4

執行計算

分析結果

隧道分析結果：

每車道平均對等小車流量(Qe)：	1700	小車/小時/車道	平均自由速率(Vf)：	90	公里/小時
容量(Qmax)：	1350	小車/小時/車道	平均行車速率(V)：	47.4	公里/小時
V/C(Qe/Qmax)：	1.26		平均速率/速限(V/VL)：	0.59	
服務水準(Los)：	F4	級			

下游主線與匝道匯流區分析結果：

匯流區上游主線外車道流量(Qm2)外：	1493	小車/小時	匯流區疏解流量(Qd)：	1300	小車/小時
匯流區上游主線內車道流量(Qm2)內：	1700	小車/小時	衝擊波速率(Sw)：	-15.5	公里/小時
進口匝道流量(Qr2)：	204	小車/小時	衝擊波影響隧道時間(T)：	19.36	分鐘
匯流區上游主線內車道平均速率(Sm)：	64.9	公里/小時			

※ T值若小於評估之時段(如15分鐘或1小時)，上游隧道不能維持第一階段工作所估計的服務水準。

圖 2.2-7 高速公路隧道單向 2 車道休閒性車流隧道規劃及設計分析畫面—「資料分析」頁籤

TUNNEL\_1091

基本資料 資料分析 參考資料 分析報表

服務水準對照表

服務水準 V/C 劃分標準

服務水準等級	績效指標 V/C 比
A	$V/C \leq 0.25$
B	$0.25 < V/C \leq 0.50$
C	$0.50 < V/C \leq 0.80$
D	$0.80 < V/C \leq 0.90$
E	$0.90 < V/C \leq 1.0$
F	$V/C > 1.0$

服務水準平均速率與速限比值劃分標準

服務水準等級	速率/速限
1	$\bar{V}/V_L \geq 0.90$
2	$0.80 \leq \bar{V}/V_L < 0.90$
3	$0.60 \leq \bar{V}/V_L < 0.80$
4	$0.40 \leq \bar{V}/V_L < 0.60$
5	$0.20 \leq \bar{V}/V_L < 0.40$
6	$\bar{V}/V_L < 0.20$

單向 2 車道隧道類型與最適用狀況說明表

隧道類型	最適用狀況
類型 1	隧道長約 3 公里，距離下游匝道約 0.6 公里，無最小行車間距之限制
類型 2	隧道長約 3 公里，距離下游匝道約 2 公里，無最小行車間距之限制
類型 3	隧道長約 4 公里，距離下游匝道約 1.5 公里，無最小行車間距之限制
類型 4	隧道長約 4 公里，距離下游匝道約 5 公里，無最小行車間距之限制
類型 5	隧道長約 13 公里，距離下游匝道約 1.5 公里，有最小行車間距之限制
類型 6	隧道長約 13 公里，距離下游匝道約 1 公里，有最小行車間距之限制

平均自由速率建議值

隧道型態	速限 (公里/小時)	平均自由速率 (公里/小時)
工作性車流	90	95
	100	100
休閒性車流	80	90(無行車間距限制)
		80(有行車間距限制)
	90	95(無行車間距限制)
		90(有行車間距限制)
		85(有行車間距限制及自動科技執法)

圖 2.2-8 高速公路隧道分析畫面—「參考資料」頁籤



圖 2.2-9 高速公路隧道分析畫面—「分析報表」頁籤

## 2.2.1 輸入欄位說明

針對主要分析介面「資料分析」頁籤，說明輸入欄位內容：

### 一、隧道類型

分析隧道之類型，可選擇「單向 3 或 4 車道工作性車流隧道」或「單向 2 車道休閒性車流隧道」，如圖 2.2-10 所示。



隧道類型：

單向3或4車道工作性車流隧道     單向2車道休閒性車流隧道

圖 2.2-10 「隧道類型」欄位示意圖

### 二、道路幾何設計群組

道路幾何設計群組輸入欄位詳如圖 2.2-11 所示，以下茲就各欄位說明：

- (一) 隧道長度：分析隧道之長度，單位為公里。
- (二) 單向車道數：分析隧道之單向車道數總計。
- (三) 下游是否設置進、出口匝道，以及進口匝道與隧道之距離，單位為公里。因下游匯流區分析僅適用於規劃及設計分析工作，故僅於規劃及設計分析工作中需勾選此項。
- (四) 隧道行車速限：分析隧道之行車速限，單位為公里/小時。
- (五) 休閒性車流隧道類型：於單向 2 車道休閒性車流隧道模式中，需由使用者選擇分析隧道之類型，對照至容量手冊中共分為 6 個類型。
- (六) 自由速率：分析隧道之自由速率，單位為公里/小時，為自行調查或查表 2.1-3 而得。

幾何設計

隧道長度： 2.0 公里

單向車道數： 2

下游設置出口匝道 距離： 4.0 公里

下游設置進口匝道 距離： 5.0 公里

隧道行車速限(VL)： 80 公里/小時

休閒性車流隧道類型： 4

[※分析隧道如非手冊表8.3~表8.10適用範圍，請自行選擇較相似類型](#)

自由速率(Vf)： 90 公里/小時

圖 2.2-11 「幾何設計」欄位示意圖

### 三、需求流率群組

需求流率群組，如圖 2.2-12 所示，以下茲就各欄位說明：

- (一) 欲進入隧道之尖峰小時流率( $Q_{60}$ )：尖峰小時欲進入隧道之流率，單位為輛/小時。
- (二) 尖峰小時係數(PHF)：為尖峰小時流率與尖峰 15 分鐘流率之比值，用以推估隧道尖峰 15 分鐘之需求流率，其範圍約 0.8~0.98 之間。
- (三) 欲進入隧道之需求流率( $Q_{ml}$ )：欲進入隧道之尖峰小時流率除以尖峰小時係數即為欲進入隧道之需求流率，單位為輛/小時。
- (四) 下游出口匝道之流率( $Q_{r1}$ )：由下游出口匝道離開主線之流率，單位為輛/小時。勾選「下游設置出口匝道」方須輸入此項參數。
- (五) 下游進口匝道之流率( $Q_{r2}$ )：由下游進口匝道進入主線之流率，單位為輛/小時。勾選「下游設置進口匝道」方須輸入此項參數。
- (六) 主線大車比例(P)：隧道主線之大車數占總車輛數之比例，單位為 %。
- (七) 2 車道隧道大車使用外車道比例：2 車道之隧道中，使用外車道

之大車占大車總數之比例，單位%。選擇「單向 2 車道休閒性車流隧道」模式時，方須輸入此項參數。

(八) 下游進口匝道大車比例( $P_{r2}$ )：下游進口匝道中，大車數占總車輛數之比例，單位%。選擇「單向 2 車道休閒性車流隧道」模式時，方須輸入此項參數。

(九) 大車之小車當量(E)：分析隧道之大車轉換為小車單位之當量值。

需求流率	
欲進入隧道之尖峰小時流率(Q60)：	3000 輛小時
尖峰小時係數(PHF)：	0.90
欲進入隧道之需求流率(Qm1)：	3333 輛小時
下游出口匝道之流率(Qr1)：	200 輛小時
下游進口匝道之流率(Qr2)：	200 輛小時
主線大車比例(P)：	5 %
2車道隧道大車使用外車道比例：	0 %
下游進口匝道大車比例( $P_{r2}$ )：	5 %
大車之小客車當量(E)：	1.4

圖 2.2-12 「需求流率」欄位示意圖

## 2.2.2 輸出欄位說明

針對主要分析介面「資料分析」頁籤，說明輸入欄位內容：

### 一、第一階段-隧道分析結果群組

第一階段-隧道分析結果群組之欄位如圖 2.2-13 所示，以下茲就各欄位說明：

(一) 每車道平均對等小車流率( $Q_e$ )：分析隧道所有車種轉換為小車單位之流率，單位為小車/小時/車道。

(二) 平均自由速率( $V_f$ )：分析隧道車輛之平均自由速率，單位為公里/小時。

- (三) 容量( $Q_{max}$ )：分析隧道之容量，單位為小車/小時/車道。
- (四) 平均行車速率( $\bar{V}$ )：於運轉分析工作中，需輸入現場調查值；規劃及設計分析工作係根據流率與速率關係模式計算而得，單位為公里/小時。
- (五) V/C：每車道平均對等小車流率除以容量得到之比值。
- (六) 平均速率與速限之比值( $\bar{V}/VL$ )：分析隧道之平均行車速率與隧道速限之比值。
- (七) 服務水準：將 V/C、平均行車速率除以速限之結果查表後得到之服務水準。

分析結果					
隧道分析結果：					
每車道平均對等小車流率 ( $Q_e$ )：	755	小車/小時/車道	平均自由速率 ( $V_f$ )：	95	公里/小時
容量 ( $Q_{max}$ )：	1800	小車/小時/車道	平均行車速率 ( $\bar{V}$ )：	93.5	公里/小時
V/C ( $Q_e/Q_{max}$ )：	0.42		平均速率/速限 ( $\bar{V}/VL$ )：	1.04	
服務水準 ( $L_{os}$ )：	B1	級			

圖 2.2-13 「隧道分析結果」欄位示意圖

## 二、第二階段-下游主線與匝道匯流區分析結果群組

第二階段-下游主線與匝道匯流區分析結果群組之欄位詳如圖 2.2-14 所示，此群組之分析結果僅於規劃及設計分析工作中呈現：

- (一) 匯流區上游主線外車道流率( $Q_{m3}$ )外：即估算匯流區上游主線外車道之流率，單位為小車/小時。
- (二) 匯流區上游主線內車道流率( $Q_{m3}$ )內：即估算匯流區上游主線內車道之流率，單位為小車/小時。
- (三) 進口匝道流率：下游進口匝道之流率( $Q_{r2}$ )轉換為小車單位，單位為小車/小時。
- (四) 匯流區上游主線內車道平均速率( $S_m$ )：根據匯流區上游內車道流率之代表性流率與速率關係，所估算之平均速率，單位為公里

/小時。

(五) 匯流區疏解流率( $Q_d$ )：匯流區壅塞後之疏解流率，單位為小車/小時/車道。

(六) 衝擊波速率：衝擊波傳遞之速率，單位為公里/小時。

(七) 衝擊波影響隧道時間(T)：若衝擊波速率為負值，估算抵達上游隧道之旅行時間，單位為分鐘。衝擊波抵達上游隧道所需之時間越短，衝擊波對隧道交通運作之負面影響越大。T 值若小於評估之時段 (如 15 分鐘或 1 小時)，上游隧道不能維持第一階段工作所估計的服務水準。

下游主線與匝道匯流區分析結果：					
匯流區上游主線外車道流率( $Q_{m3}$ )外：	1499	小車/小時	匯流區疏解流率( $Q_d$ )：	1300	小車/小時
匯流區上游主線內車道流率( $Q_{m3}$ )內：	1800	小車/小時	衝擊波速率( $S_w$ )：	-17.29	公里/小時
進口匝道流率( $Q_{r2}$ )：	204	小車/小時	衝擊波影響隧道時間(T)：	17.35	分鐘
匯流區上游主線內車道平均速率( $S_m$ )：	78	公里/小時	※ T值若小於評估之時段 (如15分鐘或1小時)，上游隧道不能維持第一階段工作所估計的服務水準。		

圖 2.2-14 「下游主線與匝道匯流區分析結果」欄位示意圖

## 2.3 手冊例題

公路容量手冊第八章「高速公路隧道」中提供 4 個例題。其中例題 1 屬於判別隧道是否適用於高速公路隧道之分析方法，非容量分析問題，因此本節針對手冊例題 2~例題 4 說明軟體操作步驟。

使用者可依據操作步驟自行輸入，或選擇「開啟舊檔」，選取已製作完成之檔案，路徑如下：

例題 2：C:\Program Files (x86)\THCS\samples\sample2.tnl109

例題 3：C:\Program Files (x86)\THCS\samples\sample3.tnl109

例題 4：C:\Program Files (x86)\THCS\samples\sample4.tnl109

### 一、例題 2

#### (一) 例題描述

一隧道在平坦路段上，其下游 2 公里處有一進口匝道，隧道與進口匝道之間沒有出口匝道。此匝道的尖峰 15 分鐘流率為 500 輛/小時，大車比例為 0.03。在尖峰 15 分鐘內從隧道行向匯流區的兩主線車道總流率為 2,500 輛/小時，大車比例為 0.05。隧道下游的速限為 80 公里/小時。試問隧道的交通運作是否會受到匯流區交通運作之影響。

#### (二) 操作步驟

##### 步驟 1：

建立新專案。從開始功能表開啟軟體，路徑為開始功能表/所有程式/臺灣公路容量分析軟體(THCS2021)/分析軟體/高速公路隧道，選擇「建立新專案」，確認開啟新專案。

##### 步驟 2：

因此題為分析隧道是否受到匯流區交通運作影響，屬於規劃及設計分析，故需於分析工作欄位選「規劃及設計分析」。隧道特性與鄰近設施區塊中，點選「單向 2 車道休閒性車流隧道」。而因例題中未給定隧道長度，因此採用預設值 2 公里作為依據。

### 步驟 3：

取消勾選「下游設置出口匝道」，並勾選「下游設置進口匝道」，輸入距離 2 公里。

### 步驟 4：

因題目內未說明隧道行車速限，故假設速限與下游速限相同，將隧道行車速限欄位拉選至 80 公里/小時。隧道類型選擇型態最相近之「類型 2」。

### 步驟 5：

因題目內未說明隧道行車間距限制，故假設隧道內無行車間距限制，自由速率依照公路容量手冊表 8.11 後，拉選至 90 公里/小時。

### 步驟 6：

在需求流率區塊中，因題目給定之需求流率為尖峰 15 分鐘之流率，故欲進入隧道之尖峰小時流率可輸入 2,250 輛/小時，以及尖峰小時係數 0.9，欲進入隧道之需求流率則可為 2,500 輛/小時。

### 步驟 7：

下游進口匝道之需求流率輸入 500 輛/小時，主線大車比例 5%、下游進口匝道大車比例 3%，並假設大車使用外車道比例為 100%；大車之小車當量採用預設值 1.4。

## (三) 分析結果

完成上述操作步驟，輸入畫面如圖 2.3-1 所示，輸出報表如圖 2.3-2 所示。檢視分析結果之「下游主線與匝道匯流區分析結果」，匯流區上游主線外車道流率(外)為 1,194 小車/小時、匯流區上游主線內車道(內)為 1,354 小車/小時，進口匝道流率為 506 小車/小時，匯流區上游主線內車道平均速率為 73.5 公里/小時，匯流區疏解率為 1,300 小車/小時，衝擊波速率為-1.59 公里/小時，影響隧道時間為 75.33 分鐘，故匯流區之車流運作對上游隧道尖峰 15 分鐘的運作品質不會有顯著影響，容量手冊內影響隧道時間為 1.25 小時，換算後為 75 分鐘，與軟體分析結果一致，僅有些差距，乃因小數

進位問題所致。

**分析工作**

運轉分析     規劃及設計分析

**隧道特性與鄰近設施**

隧道類型：  
 單向3或4車道工作性車流隧道     單向2車道休閒性車流隧道

**幾何設計**

隧道長度： 2.0 公里  
 單向車道數： 2  
 下游設置出口匝道  
 下游設置進口匝道 距離： 2.0 公里  
 隧道行車速限(VL)： 80 公里/小時  
 休閒性車流隧道類型： 2  
[※分析隧道如非手冊表8.3-表8.10適用範圍，請自行選擇較相似類型](#)  
 自由速率(Vf)： 90 公里/小時

**流量示意圖**

需求流量

欲進入隧道之尖峰小時流量(Q60)： 2250 輛/小時  
 尖峰小時係數(PHF)： 0.90  
 欲進入隧道之需求流量(Qm1)： 2500 輛/小時  
 下游進口匝道之流量(Qr2)： 500 輛/小時  
 主線大車比例(P)： 5 %  
 2車道隧道大車使用外車道比例(t)： 100 %  
 下游進口匝道大車比例(P2)： 3 %  
 大車之小客車當量(B)： 1.4

**執行計算**

**分析結果**

**隧道分析結果：**

每車道平均對等小車流量 (Qe)：	1275	小車/小時/車道	平均自由速率 (Vf)：	90	公里/小時
容量 (Qmax)：	1400	小車/小時/車道	平均行車速率 (V)：	70.6	公里/小時
V/C (Qe/Qmax)：	0.91		平均速率/速限 (V/VL)：	0.88	
服務水準 (Los)：	E2	級			

**下游主線與匝道匯流區分析結果：**

匯流區上游主線外車道流量(Qm2)外：	1194	小車/小時	匯流區疏解流量(Qd)：	1300	小車/小時
匯流區上游主線內車道流量(Qm2)內：	1354	小車/小時	衝擊波速率(Sw)：	-1.59	公里/小時
進口匝道流量(Qr2)：	506	小車/小時	衝擊波影響隧道時間(T)：	75.33	分鐘
匯流區上游主線內車道平均速率(Qm)：	73.5	公里/小時			

※ T值若小於評估之時段 (如15分鐘或1小時)，上游隧道不能維持第一階段工作所估計的服務水準。

圖 2.3-1 「高速公路隧道」例題 2 輸入與分析結果畫面

IOT THCS 高速公路隧道分析	
<b>基本資料</b>	
分析人員：	路線/方向：
機關/公司：	起/迄：
業主：	分析時間：2020/10/20
分析時段：	分析年期：
計畫概述：	
<b>分析資料</b>	
分析工作：規劃及設計分析	
隧道所在公路性質：單向2車道休閒性車流隧道	
<b>幾何設計</b>	
隧道長度：2 公里	單向車道數：2
下游設置出口匝道：無	
下游設置進口匝道：有	距離：2 公里
隧道行車速限：80 公里/小時	休閒性車流隧道類型：2
自由速率：90 公里/小時	
<b>需求流率</b>	
欲進入隧道之尖峰小時流率(Q60)：2160 輛/小時	尖峰小時係數(PHF)：0.9
欲進入隧道之需求流率(Qm1)：2400 輛/小時	
下游進口匝道之流率(Qr2)：500 輛/小時	主線大車比例(P)：5 %
2車道隧道大車使用外車道比例(f)：100 %	下游進口匝道大車比例(Pr2)：3 %
大車之小客車當量(E)：1.4	
<b>隧道分析結果：</b>	
每車道平均對等小車流率(Qe)：1224 小車/小時/車道	平均自由速率(Vf)：90 公里/小時
容量(Qmax)：1400 小車/小時/車道	平均行車速率(V)：72.7 公里/小時
V/C(Qe/Qmax)：0.87	平均速率/速限(V/VL)：0.91
服務水準(Los)：D1 級	
<b>下游主線與匝道匯流區分析結果：</b>	
匯流區上游主線外車道流率(Qm3)外：1147 小車/小時	匯流區上游主線內車道流率(Qm3)內：1299 小車/小時
進口匝道流率(Qr2)：506 小車/小時	
匯流區上游主線內車道平均速率(Sm)：74.5 公里/小時	匯流區疏解流率(Qd)：1300 小車/小時
衝擊波速率(Sw)：0.03 公里/小時	衝擊波影響隧道時間(T)：-3456.68 分鐘

圖 2.3-2 「高速公路隧道」例題 2 分析報表畫面

## 二、例題 3

### (一) 例題描述

一休閒性高速公路上單向有 2 車道，此公路的速限為 90 公里/小時，但其一長 8 公里的隧道速限為 80 公里/小時。依照現行法規，車輛在長度超過 4 公里之隧道內會受限最小行車間距之約束，但此隧道特殊，車輛不受最小間距的限制。其上游 1 公里處有一進口匝道，下游 1 公里處有一出口匝道，其流率為 600 輛/小時。出口匝道下游 500 公尺處有一進口匝道，此進口匝道之流率為 300 輛/小時。在尖峰小時內欲進入隧道的流率等於 2,000 輛/小時，其尖峰小時係數為 0.9。主線及匝道車流之 5% 的車輛為大車，其餘為小車。大車需行駛外車道，試估計此隧道的容量及服務水準。

### (二) 操作步驟

#### 步驟 1：

建立新專案。從開始功能表開啟軟體，路徑為開始功能表/所有程式/臺灣公路容量分析軟體(THCS2021)/分析軟體/高速公路隧道，選擇「建立新專案」，確認開啟新專案。

#### 步驟 2：

依例題 3 之題意，其屬於規劃及設計分析，故需於分析工作欄位選「規劃及設計分析」。隧道特性與鄰近設施區塊中，點選「單向 2 車道休閒性車流隧道」，輸入隧道長度 8 公里。

#### 步驟 3：

因分析高速公路隧道僅考慮下游進出口匝道之影響，故上游進口匝道不納入分析中。勾選「下游設置出口匝道」，輸入距離 1 公里；勾選「下游設置進口匝道」，輸入距離 1.5 公里。

#### 步驟 4：

隧道行車速限拉選 80 公里/小時，因本例題分析隧道不宜當作有行車間距限制的隧道分析，因此隧道類型選擇最接近之類型 3。

### 步驟 5：

自由速率依照公路容量手冊表 8.11 後，因隧道內之車輛不受最小間距限制，故自由速率拉選至 90 公里/小時。

### 步驟 6：

欲進入隧道之尖峰小時流率可輸入 2,000 輛/小時、尖峰小時係數 0.9，欲進入隧道之需求流率自動計算後為 2,222 輛/小時。

### 步驟 7：

下游出口匝道之需求流率輸入 600 輛/小時、下游進口匝道之需求流率輸入 300 輛/小時，主線大車比例 5%、大車使用外車道比例為 100%、下游進口匝道大車比例 5%；大車之小車當量採用預設值 1.4。

## (三) 分析結果

完成上述操作步驟，輸入畫面如圖 2.3-3 所示，輸出報表如圖 2.3-4 所示。檢視分析結果之「隧道分析結果」，每車道平均對等小車流率為 1,133 小車/小時/車道，容量為 1,450 小車/小時/車道，V/C 為 0.78。平均行車速率為 78.2 公里/小時，平均速率與速限之比值為 0.98，服務水準 C1 級。

另檢視分析結果之「下游主線與匝道匯流區分析結果」，匯流區上游主線外車道流率(外)為 780 小車/小時、匯流區上游主線內車道(內)為 873 小車/小時，進口匝道流率為 306 小車/小時，因主線外車道與進口匝道流率總和小於 1,550 小車/小時，因此匯流區運作影響隧道之可能性很低，故不評估後續匯流區壅塞之情況。

本程式之分析結果與公路容量手冊例題 3 之運算結果相同，僅有部分欄位因小數進位問題而有些差距。

P:\09015-THCS109\Working\13-公路隧道例題&範例\例題3.tnl109

基本資料 資料分析 參考資料 分析報表

分析工作  
 運轉分析     規劃及設計分析

隧道特性與鄰近設施  
 隧道類型：  
 單向2或4車道工作性車流隧道     單向2車道休閒性車流隧道

幾何設計  
 隧道長度： 8.0 公里  
 單向車道數： 2  
 下游設置出口匝道 距離： 1.0 公里  
 下游設置進口匝道 距離： 1.5 公里  
 隧道行車速限(VL)： 80 公里/小時  
 休閒性車流隧道類型： 3  
[※分析隧道如非手冊表8.3-表8.10適用範圍，請自行選擇較相似類型](#)  
 自由速率(Vf)： 90 公里/小時

流量示意圖

需求流量  
 欲進入隧道之尖峰小時流量(Q60)： 2000 輛/小時  
 尖峰小時係數(PHF)： 0.90  
 欲進入隧道之需求流量(Qm1)： 2222 輛/小時  
 下游出口匝道之流量(Qr1)： 600 輛/小時  
 下游進口匝道之流量(Qr2)： 300 輛/小時  
 主線大車比例(P)： 5 %  
 2車道隧道大車使用外車道比例(f)： 100 %  
 下游進口匝道大車比例(Pr2)： 5 %  
 大車之小客車當量(B)： 1.4

執行計算

分析結果

**隧道分析結果：**

每車道平均對等小車流量 (Qe)：	1133 小車/小時/車道	平均自由速率 (Vf)：	90 公里/小時
容量 (Qmax)：	1450 小車/小時/車道	平均行車速率 (V)：	78.2 公里/小時
V/C (Qe/Qmax)：	0.78	平均速率/速限 (V/VL)：	0.98
服務水準 (Los)：	C1 級		

**下游主線與匝道匯流區分析結果：**

匯流區上游主線外車道流量(Qm3)外：	780 小車/小時	匯流區疏解流量(Qd)：	- 小車/小時
匯流區上游主線內車道流量(Qm3)內：	873 小車/小時	衝擊波速率(Sw)：	- 公里/小時
進口匝道流量(Qr2)：	306 小車/小時	衝擊波影響隧道時間(T)：	- 分鐘
匯流區上游主線內車道平均速率(Sm)：	- 公里/小時		

※ 主線外車道與進口匝道流量總和小於 1,550 pcu，無須繼續分析匯流區。

圖 2.3-3 「高速公路隧道」例題 3 輸入與分析結果畫面

IOT THCS 高速公路隧道分析	
基本資料	
分析人員：	路線/方向：
機關/公司：	起/迄：
業主：	分析時間：2020/09/18
分析時段：	分析年期：
計畫概述：	
分析資料	
分析工作： 規劃及設計分析	
隧道所在公路性質： 單向2車道休閒性車流隧道	
幾何設計	
隧道長度： 8 公里	單向車道數： 2
下游設置出口匝道： 有	距離： 1 公里
下游設置進口匝道： 有	距離： 1.5 公里
隧道行車速限： 80 公里/小時	休閒性車流隧道類型： 3
自由速率： 90 公里/小時	
需求流量	
欲進入隧道之尖峰小時流量(Q60)： 2000 輛/小時	尖峰小時係數(PHF)： 0.9
欲進入隧道之需求流量(Qm1)： 2222 輛/小時	下游出口匝道之流量(Qr1)： 600 輛/小時
下游進口匝道之流量(Qr2)： 300 輛/小時	主線大車比例(P)： 5 %
2車道隧道大車使用外車道比例(f)： 100 %	下游進口匝道大車比例(Pr2)： 5 %
大車之小客車當量(E)： 1.4	
隧道分析結果：	
每車道平均對等小車流量(Qe)： 1133 小車/小時/車道	平均自由速率(Vf)： 90 公里/小時
容量(Qmax)： 1450 小車/小時/車道	平均行車速率(V)： 78.2 公里/小時
V/C(Qe/Qmax)： 0.78	平均速率/速限(V/VL)： 0.98
服務水準(Los)： C1 級	
下游主線與匝道匯流區分析結果： * 主線外車道與進口匝道流量總和小於 1,550 pcu，無須繼續分析匯流區。	
匯流區上游主線外車道流量(Qm3)外： 780 小車/小時	匯流區上游主線內車道流量(Qm3)內： 873 小車/小時
進口匝道流量(Qr2)： 306 小車/小時	
匯流區上游主線內車道平均速率(Sm)： -	匯流區疏解率(Qd)： -
衝擊波速率(Sw)： -	衝擊波影響隧道時間(T)： -

圖 2.3-4 「高速公路隧道」例題 3 分析報表畫面

### 三、例題 4

#### (一) 例題描述

一工作性公路平坦路段上有一長 2.5 公里，單向 3 車道的隧道。隧道下游 3 公里處有一出口匝道，下游 3.5 公里處有一進口匝道。隧道內外及其他路段的速限皆為 90 公里/小時。尖峰 15 分鐘欲進入隧道之流率為 4,200 輛/小時，從出口匝道離開之流率為 100 輛/小時，從進口匝道進入主線的流率為 600 輛/小時。主線及出口匝道車輛中有 4% 之大車，進口匝道車輛中大車比例為 0.07，試評估上述隧道之服務水準。

#### (二) 操作步驟

##### 步驟 1：

建立新專案。從開始功能表開啟軟體，路徑為開始功能表/所有程式/臺灣公路容量分析軟體(THCS2021)/分析軟體/高速公路隧道，選擇「建立新專案」，確認開啟新專案。

##### 步驟 2：

依例題 4 之題意，其屬於規劃及設計分析，故需於分析工作欄位選「規劃及設計分析」。隧道特性與鄰近設施區塊中，點選「單向 3 車道工作性車流隧道」，輸入隧道長度 2.5 公里。

##### 步驟 3：

勾選「下游設置出口匝道」，輸入距離 3 公里；勾選「下游設置進口匝道」，輸入距離 3.5 公里。

##### 步驟 4：

隧道行車速限拉選 90 公里/小時，自由速率依照公路容量手冊表 8.11 後，拉選至 95 公里/小時。

##### 步驟 5：

在需求流率區塊中，因題目給定之需求流率為尖峰 15 分鐘之流率，故欲進入隧道之尖峰小時流率可輸入 3,780 輛/小時，以及尖峰小時係數 0.9，欲進入隧道之需求流率則可為 4,200 輛/小時。

### 步驟 6：

下游出口匝道之需求流率輸入 100 輛/小時、下游進口匝道之需求流率輸入 600 輛/小時，主線大車比例 4%、下游進口匝道大車比例 7%；大車之小車當量採用預設值 1.4。

### (三) 分析結果

完成上述操作步驟，輸入畫面如圖 2.3-5 所示，輸出報表如圖 2.3-6 所示。檢視分析結果之「隧道分析結果」，每車道平均對等小車流率為 1,422 小車/小時/車道，容量為 1,800 小車/小時/車道，V/C 為 0.79。平均行車速率為 86.1 公里/小時，平均速率與速限之比值為 0.96，服務水準 C1 級。

另檢視分析結果之「下游主線與匝道匯流區分析結果」，匯流區上游主線外車道流率(外)為 1,124 小車/小時、匯流區上游主線內車道(內)為 1,632 小車/小時，進口匝道流率為 617 小車/小時，匯流區上游主線內車道平均速率為 86.1 公里/小時，匯流區疏解率為 1,300 小車/小時，衝擊波速率為-10.05 公里/小時，影響隧道時間為 20.9 分鐘，因衝擊波速率為正值代表係向下游傳遞，故匯流區之車流運作對上游隧道尖峰 15 分鐘的運作品質不會有顯著影響。

本程式之分析結果與公路容量手冊例題 4 之運算結果僅有些差距，乃因小數進位問題所致。

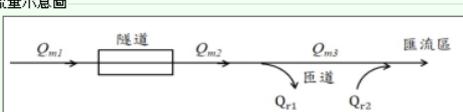
P:\09015-THCS109\Working\13-公路隧道例題&範例\例題4.tnl109

基本資料 資料分析 參考資料 分析報表

分析工作  
 運轉分析     規劃及設計分析

隧道特性與鄰近設施  
 隧道類型：  
 單向3或4車道工作性車流隧道     單向2車道休閒性車流隧道

幾何設計  
 隧道長度： 2.5 公里  
 單向車道數： 3  
 下游設置出口匝道 距離： 3.0 公里  
 下游設置進口匝道 距離： 3.5 公里  
 隧道行車速限(VL)： 90 公里/小時  
[※分析隧道如非手冊表8.3-表8.10適用範圍，請自行選擇較相似類型](#)  
 自由速率(Vf)： 95 公里/小時

流量示意圖  


需求流量  
 欲進入隧道之尖峰小時流量(Q60)： 3780 輛/小時  
 尖峰小時係數(PHF)： 0.90  
 欲進入隧道之需求流量(Qm1)： 4200 輛/小時  
 下游出口匝道之流量(Qr1)： 100 輛/小時  
 下游進口匝道之流量(Qr2)： 600 輛/小時  
 主線大車比例(P)： 4 %  
 下游進口匝道大車比例(P2)： 7 %  
 大車之小客車當量(E)： 1.4

執行計算

分析結果

**隧道分析結果：**

每車道平均對等小車流量 (Qe)：	1422	小車/小時/車道	平均自由速率 (Vf)：	95	公里/小時
容量 (Qmax)：	1800	小車/小時/車道	平均行車速率 (V)：	86.1	公里/小時
V/C (Qe/Qmax)：	0.79		平均速率/速限 (V/VL)：	0.96	
服務水準 (Los)：	C1	級			

**下游主線與匝道匯流區分析結果：**

匯流區上游主線外車道流量(Qm3)外：	1124	小車/小時	匯流區疏解流量(Qd)：	1300	小車/小時
匯流區上游主線內車道流量(Qm3)內：	1632	小車/小時	衝擊波速率(Sw)：	-10.05	公里/小時
進口匝道流量(Qr2)：	617	小車/小時	衝擊波影響隧道時間(T)：	20.9	分鐘
匯流區上游主線內車道平均速率(Sm)：	86.1	公里/小時			

※ T值若小於評估之時段 (如15分鐘或1小時)，上游隧道不能維持第一階段工作所估計的服務水準。

圖 2.3-5 「高速公路隧道」例題 4 輸入與分析結果畫面

IOT THCS 高速公路隧道分析	
基本資料	
分析人員：	路線/方向：
機關/公司：	起/迄：
業主：	分析時間： 2020/09/18
分析時段：	分析年期：
計畫概述：	
分析資料	
分析工作： 規劃及設計分析	
隧道類型： 單向3或4車道工作性車流隧道	
幾何設計	
隧道長度： 2.5 公里	單向車道數： 3
下游設置出口匝道： 有	距離： 3 公里
下游設置進口匝道： 有	距離： 3.5 公里
隧道行車速限(VL)： 90 公里/小時	自由速率(Vf)： 95 公里/小時
需求流量	
欲進入隧道之尖峰小時流量(Q60)： 3780 輛/小時	尖峰小時係數(PHF)： 0.9
欲進入隧道之需求流量(Qm1)： 4200 輛/小時	下游出口匝道之流量(Qr1)： 100 輛/小時
下游進口匝道之流量(Qr2)： 600 輛/小時	主線大車比例(P)： 4 %
下游進口匝道大車比例(Pr2)： 7 %	大車之小客車當量(E)： 1.4
隧道分析結果：	
每車道平均對等小車流量(Qe)： 1422 小車/小時/車道	平均自由速率(Vf)： 95 公里/小時
容量(Qmax)： 1800 小車/小時/車道	平均行車速率(V)： 86.1 公里/小時
V/C(Qe/Qmax)： 0.79	平均速率/速限(V/VL)： 0.96
服務水準(Los)： C1 級	
下游主線與匝道匯流區分析結果：	
匯流區上游主線外車道流量(Qm3)外： 1124 小車/小時	匯流區上游主線內車道流量(Qm3)內： 1632 小車/小時
進口匝道流量(Qr2)： 617 小車/小時	
匯流區上游主線內車道平均速率(Sm)： 86.1 公里/小時	匯流區疏解流量(Qd)： 1300 小車/小時
衝擊波速率(Sw)： -10.05 公里/小時	衝擊波影響隧道時間(T)： 20.9 分鐘

圖 2.3-6 「高速公路隧道」例題 4 分析報表畫面

## 2.4 操作範例

本節設計兩操作範例，協助使用者了解軟體使用方式。使用者可依據操作步驟自行輸入，或選擇「開啟舊檔」，選取已製作完成之檔案，路徑如下：

範例 1：C:\Program Files (x86)\THCS\samples\Tunnel01.tnl109

範例 2：C:\Program Files (x86)\THCS\samples\Tunnel02. tnl109

### 一、範例 1：單向 2 車道休閒性車流隧道運轉分析

#### (一) 例題描述

國道五號雪山隧道長 12.9 公里，配置單向 2 車道，隧道內之速限為 90 公里/小時，並有行車間距及自動科技執法。假日尖峰進入隧道的流率為 2,517 輛/小時，平均行駛速率為 70 公里/小時，尖峰小時係數為 0.98，大車約佔流率的 3%，並且下游 1.5 公里處設有匝道。請根據以上調查資料，試分析雪山隧道南下方向之假日尖峰服務水準。

#### (二) 操作步驟

##### 步驟一：

建立新專案。從開始功能表開啟軟體，路徑為開始功能表/所有程式/臺灣公路容量分析軟體(THCS2021)/分析軟體/高速公路隧道，選擇「建立新專案」，確認開啟新專案。

##### 步驟 2：

於分析工作欄位中選擇「運轉分析」，隧道特性與鄰近設施區塊中，點選「單向 2 車道休閒性車流隧道」。

##### 步驟 3：

於幾何設計區塊輸入隧道長度 12.9 公里，隧道行車速限拉選 90 公里/小時，隧道類型選擇最型態最相近之「類型 5」，自由速率依照公路容量手冊表 8.11 後，拉選至有行車間距限制及自動科技執法之 85 公里/小時。

#### 步驟 4：

在需求流率區塊中，欲進入隧道之尖峰小時流率輸入 2,517 輛/小時，以及尖峰小時係數 0.98，欲進入隧道之需求流率自動計算後為 2,568 輛/小時，主線大車比例 3%，大車之小車當量採用預設值 1.4。

#### (三) 分析結果

完成上述操作步驟，輸入畫面如圖 2.4-1 所示，輸出報表如圖 2.4-2 所示。每車道平均對等小車流率為 1,299 小車/小時/車道，容量為 1,350 小車/小時/車道，V/C 值為 0.96，平均速率與速限之比值為 0.78，隧道之服務水準為 E3。

The screenshot displays a software window titled "P:\09015-THCS109\Working\13-公路隧道例題&範例\Tunnel01.tnl109". The interface is divided into several sections:

- 分析工作 (Analysis Work):** Includes radio buttons for "運轉分析" (Operation Analysis) and "規劃及設計分析" (Planning and Design Analysis).
- 隧道特性與鄰近設施 (Tunnel Characteristics and Adjacent Facilities):** Features a "隧道類型" (Tunnel Type) section with radio buttons for "單向3或4車道工作性車流隧道" and "單向2車道休閒性車流隧道".
- 幾何設計 (Geometric Design):** Contains input fields for "隧道長度" (12.9 km), "單向車道數" (2), "隧道行車速限(VL)" (90 km/h), "休閒性車流隧道類型" (5), "自由速率(Vf)" (85 km/h), and "平均速率(S)" (70.0 km/h).
- 流量示意圖 (Flow Diagram):** A schematic showing flow rates  $Q_{m1}$ ,  $Q_{m2}$ ,  $Q_{m3}$ ,  $Q_{r1}$ , and  $Q_{r2}$  entering and exiting a tunnel section.
- 需求流率 (Demand Flow Rate):** Input fields for "欲進入隧道之尖峰小時流率(Q60)" (2517), "尖峰小時係數(PHF)" (0.98), "欲進入隧道之需求流率(Qm1)" (2568), "主線大車比例(P)" (3%), and "大車之小車當量(E)" (1.4).
- 執行計算 (Execute Calculation):** A button to perform the analysis.
- 分析結果 (Analysis Results):** Displays "隧道分析結果" (Tunnel Analysis Results) with fields for "每車道平均對等小車流率(Qe)" (1299), "容量(Qmax)" (1350), "V/C(Qe/Qmax)" (0.96), "服務水準(Los)" (E3), "平均自由速率(Vf)" (85), "平均行車速率(V)" (70), and "平均速率/速限(V/VL)" (0.78).

A red note at the bottom states: "匯流區分析僅適合作為規劃及設計之參考，擬運轉分析無針對其進行分析" (Merge area analysis is only suitable as a reference for planning and design, and no analysis is performed for the proposed operation analysis).

圖 2.4-1 「高速公路隧道」範例 1 輸入與分析結果畫面

T:\09015-THCS109\Working\13-公路隧道例題&範例\Tunnel01.tnl109

基本資料 資料分析 參考資料 分析報表

### IOT THCS 高速公路隧道分析

基本資料	
分析人員：	路線/方向：
機關/公司：	起/迄：
業主：	分析時間：2020/09/21
分析時段：	分析年期：
計畫概述：	

### 分析資料

分析工作：	通車分析
隧道類型：	單向2車道休閒性車流隧道

#### 幾何設計

隧道長度：	12.9 公里	單向車道數：	2
隧道行車速限(VL)：	90 公里/小時	休閒性車流隧道類型：	5
自由速率(Vf)：	85 公里/小時	平均速率(S)：	70 公里/小時

#### 需求流量

欲進入隧道之尖峰小時流量(Q60)：	2517 輛/小時	尖峰小時係數(PHF)：	0.98
欲進入隧道之需求流量(Qm1)：	2568 輛/小時	主線大車比例(P)：	3 %
大車之小客車當量(E)：	1.4		

#### 隧道分析結果：

每車道平均對等小車流量(Qe)：	1299 小車/小時/車道	平均自由速率(Vf)：	85 公里/小時
容量(Qmax)：	1350 小車/小時/車道	平均行車速率(V)：	70 公里/小時
V/C(Qe/Qmax)：	0.96	平均速率/速限(V/VL)：	0.78
服務水準(Los)：	E3 級		

圖 2.4-2 「高速公路隧道」範例 1 分析報表畫面

## 二、範例 2：單向 3 車道工作性車流隧道規劃及設計分析

### (一) 例題描述

福德隧道位於南港系統交流道與木柵交流道間，長約 1.7 公里，單向配置 3 車道，隧道及上下游主線行車速限為 90 公里/小時，且上游沒有速限 100 公里/小時以上的路段。上游南港系統交流道的進口匝道距離隧道 1.9 公里，下游木柵交流道出口匝道距離隧道 500 公尺，再往下游 600 公尺設有進口匝道。目標年預測平日尖峰進入隧道的流率為 3,995 輛/小時，尖峰小時係數為 0.89，大車約佔流率的 10%。下游交流道銜接往臺北市區的國道 3 甲，出口匝道流率為 214 輛/小時，進口匝道流率略高，約 706 輛/小時，大車約佔 5%。請根據以上目標年預測資料，評估福德隧道服務水準，並分析木柵交流道匯流區對隧道產生之影響。

### (二) 操作步驟

#### 步驟 1：

建立新專案。從開始功能表開啟軟體，路徑為開始功能表/所有程式/臺灣公路容量分析軟體(THCS2021)/分析軟體/高速公路隧道，選擇「建立新專案」，確認開啟新專案。

#### 步驟 2：

於分析工作欄位中選擇「規劃及設計分析」，隧道特性與鄰近設施區塊中，點選「單向 3 車道工作性車流隧道」。

#### 步驟 3：

於幾何設計區塊輸入隧道長度 1.7 公里；因分析高速公路隧道僅考慮下游進出口匝道之影響，故南港系統交流道不納入分析中，並勾選「下游設置出口匝道」，輸入下游木柵交流道出口匝道距離 0.5 公里，以及勾選「下游設置進口匝道」，輸入木柵交流道進口匝道距離 1.1 公里。

#### 步驟 4：

隧道行車速限拉選 90 公里/小時，自由速率依照公路容量手冊表 8.11 後，拉選至 95 公里/小時。

### 步驟 5：

在需求流率區塊中，欲進入隧道之尖峰小時流率可輸入 3,995 輛/小時，以及尖峰小時係數 0.89，欲進入隧道之需求流率自動計算後為 4,489 輛/小時。

### 步驟 6：

下游出口匝道之需求流率輸入 214 輛/小時、下游進口匝道之需求流率輸入 706 輛/小時，主線大車比例 10%、下游進口匝道大車比例 5%；大車之小車當量採用預設值 1.4。

## (三) 分析結果

完成上述操作步驟，輸入畫面如圖 2.4-3 所示，輸出報表如圖 2.4-4 所示。檢視分析結果之「隧道分析結果」，每車道平均對等小車流率為 1,556 小車/小時/車道，容量為 1,800 小車/小時/車道，V/C 為 0.86。平均行車速率為 82.7 公里/小時，平均速率與速限之比值為 0.92，服務水準 D1 級。

另檢視分析結果之「下游主線與匝道匯流區分析結果」，匯流區上游主線外車道流率(外)為 1,295 小車/小時、匯流區上游主線內車道(內)為 1,749 小車/小時，進口匝道流率為 720 小車/小時，匯流區上游主線內車道平均速率為 82.7 公里/小時，匯流區疏解率為 1,300 小車/小時，衝擊波速率為-14.55 公里/小時，影響隧道時間為 4.53 分鐘，因衝擊波速率為負值代表係向上游傳遞並在 4.53 分鐘後抵達上游隧道，故在尖峰 15 分鐘內隧道可能會受到下游匯流區影響而回堵。

P:\09015-THCS109\Working\13-公路隧道例題&範例\Tunnel02.tnl109

基本資料 資料分析 參考資料 分析報表

分析工作  
 運轉分析     規劃及設計分析

隧道特性與鄰近設施  
 隧道類型：  
 單向2或4車道工作性車流隧道     單向2車道休閒性車流隧道

幾何設計  
 隧道長度： 1.7 公里  
 單向車道數： 3  
 下游設置出口匝道 距離： 0.5 公里  
 下游設置進口匝道 距離： 1.1 公里  
 隧道行車速限(VL)： 90 公里/小時  
[※分析隧道如非手冊表8.3~表8.10適用範圍，請自行選擇較相似類型](#)  
 自由速率(Vf)： 95 公里/小時

流量示意圖

需求流量  
 欲進入隧道之尖峰小時流量(Q60)： 3995 輛/小時  
 尖峰小時係數(PHF)： 0.89  
 欲進入隧道之需求流量(Qm1)： 4489 輛/小時  
 下游出口匝道之流量(Qr1)： 214 輛/小時  
 下游進口匝道之流量(Qr2)： 706 輛/小時  
 主線大車比例(P)： 10 %  
 下游進口匝道大車比例(Pr2)： 5 %  
 大車之小客車當量(E)： 1.4

執行計算

分析結果

隧道分析結果：

每車道平均對等小車流量(Qe)：	1556	小車/小時/車道	平均自由速率(Vf)：	95	公里/小時
容量(Qmax)：	1800	小車/小時/車道	平均行車速率(V)：	82.7	公里/小時
V/C (Qe/Qmax)：	0.86		平均速率/速限(V/VL)：	0.92	
服務水準(Los)：	D1	級			

下游主線與匝道匯流區分析結果：

匯流區上游主線外車道流量(Qm3)外：	1295	小車/小時	匯流區疏解流量(Qd)：	1300	小車/小時
匯流區上游主線內車道流量(Qm3)內：	1749	小車/小時	衝擊波速率(Sw)：	-14.55	公里/小時
進口匝道流量(Qr2)：	720	小車/小時	衝擊波影響隧道時間(T)：	4.53	分鐘
匯流區上游主線內車道平均速率(Sm)：	82.7	公里/小時			

※ T值若小於評估之時段 (如15分鐘或1小時)，上游隧道不能維持第一階段工作所估計的服務水準。

圖 2.4-3 「高速公路隧道」範例 2 輸入及分析結果畫面

IOT THCS 高速公路隧道分析	
<b>基本資料</b>	
分析人員：	路線/方向：
機關/公司：	起/迄：
業主：	分析時間：2020/09/21
分析時段：	分析年期：
計畫概述：	
<b>分析資料</b>	
分析工作：規劃及設計分析	
隧道類型：單向3或4車道工作性車流隧道	
<b>幾何設計</b>	
隧道長度：1.7 公里	單向車道數：3
下游設置出口匝道：有	距離：0.5 公里
下游設置進口匝道：有	距離：1.1 公里
隧道行車速限(VL)：90 公里/小時	自由速率(Vf)：95 公里/小時
<b>需求流量</b>	
欲進入隧道之尖峰小時流量(Q60)：3995 輛/小時	尖峰小時係數(PHF)：0.89
欲進入隧道之需求流量(Qm1)：4489 輛/小時	下游出口匝道之流量(Qr1)：214 輛/小時
下游進口匝道之流量(Qr2)：706 輛/小時	主線大車比例(P)：10 %
下游進口匝道大車比例(Pr2)：5 %	大車之小客車當量(E)：1.4
<b>隧道分析結果：</b>	
每車道平均對等小車流量(Qe)：1556 小車/小時/車道	平均自由速率(Vf)：95 公里/小時
容量(Qmax)：1800 小車/小時/車道	平均行車速率(V)：82.7 公里/小時
V/C(Qe/Qmax)：0.86	平均速率/速限(V/VL)：0.92
服務水準(Los)：D1 級	
<b>下游主線與匝道匯流區分析結果：</b>	
匯流區上游主線外車道流量(Qm3)外：1295 小車/小時	匯流區上游主線內車道流量(Qm3)內：1749 小車/小時
進口匝道流量(Qr2)：720 小車/小時	
匯流區上游主線內車道平均速率(Sm)：82.7 公里/小時	匯流區疏解流量(Qd)：1300 小車/小時
衝擊波速率(Sw)：-14.55 公里/小時	衝擊波影響隧道時間(T)：4.53 分鐘

圖 2.4-4 「高速公路隧道」範例 2 分析報表畫面

## 第三章 軟體與網頁更新維護及相關服務工作

### 3.1 配合新版臺灣公路容量手冊內容，進行軟體及使用手冊編修作業

本所於 2011 年發布臺灣公路容量手冊後，仍持續致力於臺灣公路容量之研究，並且藉由臺灣本地之交通調查資料，發展符合本土化交通特性之公路容量模式，爰擬彙整近 10 年研究成果，出版新版臺灣公路容量手冊。故本計畫配合新版臺灣公路容量手冊，進行軟體及使用手冊編修作業。

#### 一、修正 THCS 子軟體分析方法

本項工作除配合新版臺灣公路容量手冊檢視各子軟體之分析模式外，並利用本所「公路交通系統模擬模式調校與新版容量手冊研訂(3/3)」(民國 108 年 10 月出版)所附之 2018HTSS 模式使用者手冊各輸入檔型設定為基礎(檔型設定內容詳如表 3.1-1 所示)，更新與修正相關子軟體之模擬模式，以確認符合 2018 年 HTSS 模式之應用。

#### 二、編修「臺灣公路容量分析軟體(THCS)使用手冊」

本計畫配合新版臺灣公路容量手冊修訂內容，全面檢視軟體使用手冊說明內容及例題。主要係根據新版容量手冊各章節之方法論及服務水準劃分標準，檢視與更新軟體各子軟體計算邏輯及流程，並重新操作容量手冊例題及軟體使用手冊範例，以確認計算結果之正確性。

THCS 2021 軟體使用手冊已配合新版臺灣公路容量手冊完成各章節之修訂，軟體與軟體使用手冊修訂成果詳如表 3.1-2 所示。

表 3.1-1 2018HTSS 各檔型設定內容

檔型編號	設定內容
0	模擬參數設定
1	模擬路段車道性質、寬度設定
2	路網設定
3	路網設定
4	停等區或待轉區設定
5	附屬短車道設定
10	超車區設定
11	限制車種通行設定
20	節線轉向設定
21	車種轉向比例設定
30	流率及車種組成設定
45	節線速限區之速限設定
46	速限區自由速率設定
47	各車種自由速率設定
50	節線容量設定
60	坡度設定
61	坡度設定
62	平曲線設定
63	平曲線超高率設定
81	用路人超車參數設定
85	高程設定
86	車種代表性車輛物性設定
87	車種代表性車輛空氣阻力設定
95	偵測器設定
97	模擬車輛一致性設定
98	模擬車輛產生設定
99	模擬車輛車距設定

表 3.1-2 軟體及軟體使用手冊修訂成果

公路容量手冊章節	THCS 軟體子軟體	THCS 軟體修訂狀況
第四章 高速公路基本路段	高速公路基本路段分析(新版)	109 年修訂
第五章 高速公路進口匝道路段	高速公路匝道路段分析	109 年設置評估準則提示視窗
第六章 高速公路出口匝道路段		109 年設置評估準則提示視窗
第七章 高速公路交織區段	高速公路交織路段分析	-
第八章 高速公路隧道	高速公路隧道分析	109 年增訂
第九章 市區高架快速道路基本路段	市區高架快速道路服務分析	-
第十章 市區地下道路號誌化路口	市區地下道路號誌化路口分析	103 年改版、107 年修訂
第十一章 郊區多車道公路	郊區多車道公路號誌化路口分析、 郊區多車道公路分析(新版)	109 年修訂
第十二章 郊區雙車道公路	郊區雙車道公路分析(新版)	109 年修訂
第十三章 市區號誌化路口	市區號誌化路口分析、 公路交通系統模擬模式	-
第十四章 非號誌化路口	非號誌化路口分析	-
第十五章 圓環	圓環服務水準分析	-
第十六章 市區幹道	公路交通系統模擬模式	-
第十七章 市區公車設施	市區公車設施	-
第十八章 機車專用道	機車專用道服務分析	-
第十九章 行人設施	行人設施服務分析	-

## 3.2 THCS 軟體及網頁維護與更新

### 一、網頁「常見問題」頁面內容修改與增訂

本計畫配合新版臺灣公路容量手冊內容，重新檢視「臺灣公路容量分析專區」網頁之常見問題內容，依並參考近年教育訓練及使用者來信及來電詢問之內容，將較常見之問題新增至網站「常見問題」頁面中，以提供使用者參考，常見問題修改及建議新增之內容詳如表 3.2-1 及表 3.2-2 所示。

### 二、伺服器應用軟體憑證申請

本所為推廣公路容量分析方法，建置「臺灣公路容量分析軟體」專區，使用者可由本所網站首頁內容最後之服務平台連結進入(如圖 3.2-1 所示)，或直接於位址列輸入本軟體網頁網址(<https://thcs.iot.gov.tw/>)，即可進入專區首頁(如圖 3.2-2 所示)，網頁內容包括網站導覽、首頁、軟體介紹、下載專區、常見問題及相關連結等(如圖 3.2-2~圖 3.2-6 所示)，使用者可至網站下載最新版軟體、軟體範例操作錄影檔、使用手冊、技術報告以及最新版之公路容量手冊等，同時本所也藉由本專區網頁發布公路容量手冊之修正或相關文件公告。本期主要進行網頁資料更新之工作，包括網頁資訊維護。

配合國家發展委員會政策，政府機關需導入網站安全傳輸通訊協定(HTTPS)，而憑證效期為 2 年，107 年所申請之伺服器應用軟體憑證於本年度 4 月到期，故本計畫於期中階段已完成公路容量專區網頁的 HTTPS 憑證之重新申請作業並成功啟用。

表 3.2-1 常見問題彙整

分類	問題	解答	建議修改內容及說明
軟體系統性問題	各子軟體所產生之報表如何應用?	使用者可另存新檔為網頁格式或文字格式另作應用，亦可選取「列印」功能進行列印。	-
	容量手冊及本土化例題如何存取?	本軟體已將容量手冊以及軟體增訂之演算例題置於 C:\Program Files (x86)\THCS\samples 或 C:\Program Files\THCS\samples	-
	安裝 THCS 軟體時出現缺少 Framework...元件之提示訊息，該如何處理?	因本軟體之部分子軟體係以 .NET Framework 程式語言開發，請上網下載.net Framework 3.5 以上程式安裝後，即可順利安裝 THCS 軟體。	-
程式應用問題	進行號誌化路口分析時，沒有分車道的交通量調查資料，要如何評估？同樣在郊區多車道公路子軟體，如無實際調查快車道與混合車道個別之選擇比例車種比例，該如何因應？	號誌化路口與郊區多車道子軟體係以分車道之 V/C 為基礎進行分析，故交通量需有分車道的資料，建議可於實際調查時預先細分車道實施，或以一般經驗值作區分。	-
	在進行號誌化路口分析時，發現車道類型為 0，且無分析結果？	號誌化路口評估方法提供 7 類車道分析類型，包括：1.直行快車道 2.無衝突直/左快車道 3.無衝突直/右快車道 4.無衝突直/右混合車道 5.無衝突左轉車道 6.其他無衝突左轉如分析對象非上述分析類型，則軟體之”車道類型”會判定為 0，無分析結果。	-
	如欲分析之號誌化路口為衝突左轉型態，要如何評估？	衝突左轉路口確不在號誌化路口子軟體之評估範圍中，建議採用另一子軟體「公路交通系	-

分類	問題	解答	建議修改內容及說明
	<p>號誌化路口分析軟體中有一欄為「車隊到達型態」，其意義為何？對評估結果有何影響？</p>	<p>統模擬模式」(HTSS)分析此類複雜路口。車隊到達路口型不同，將參採不同之調整因素進而影響路口容量與延滯，到達型態分為6種，詳見使用手冊第11章之說明，該欄位以下拉式選單作到達型態之選擇，如為獨立路口建議建議選3.隨機到達。</p>	-
	<p>在使用公路隧道子軟體時，當分析對象之相關數值已超過該欄位之值域時，或是無法自動產生分析類型時，該如何因應？是否無法分析？</p>	<p>分析方法論建議時，受限於本土化資料之蒐集，確有適用範圍與值域之限制，在超出適用範圍的狀況下，建議以值域作近似分析，並依評估對象隧道之特性以類比方式選擇適合之分析類型繼續評估。</p>	-
	<p>隨著市區快速道路的建置，常有下匝道出口緊鄰平面號誌化路口之情形，可用 THCS 軟體評估該下匝道路口嗎？</p>	<p>手冊尚無針對此種型態設施的評估方法，應用時可將該下匝道視為另一受坡度影響的道路，運用號誌化路口子軟體作近似的評估，或利用 HTSS 模擬儘量貼近實務。</p>	-
	<p>多車道公路號誌化路口評估方法中，僅可算出各車道容量，要如何應用？</p>	<p>容量之計算有助於得知規劃對象之 V/C，亦即其壅塞程度，可為車道數預測等規劃作業之參考，或是利用 HTSS 作較細部的模擬，可獲致路口延滯，作進一步之服務水準評估。</p>	-
	<p>郊區多車道分析結果中，快車道與混合車道是分開評估其服務水準，該如何需求該方向的整體服務水準，該如何因應？</p>	<p>因郊區多車道係以 V/C 評估服務水準，可將快車道與混合車道之交通量與容量分別加總後計算整體的 V/C，再進行評估服務水準。</p>	<p>修改說明： 因新版郊區多車道章節已可針對快車道及混合車道之整體服務水準進行評估，故建議將此題刪除。</p>

分類	問題	解答	建議修改內容及說明
	HTSS 的輸出結果分為各節線、各車道，如需各方向或是全體路口整體的延滯結果該如何因應？	建議以交通量為基礎作加權平均，以獲致總體性的評估結果。	-
	HTSS 模擬次數有限制嗎？以幾次較為適當？	模擬次數(runs)不同，在相同流率下代表不同的可能到達情形；模擬次數越多，模擬時間越長，分析者可依據分析對象之複雜程度及電腦資源，儘量增加模擬次數。	-
	HTSS 之「熱機時間」為何意？要如何設定較為適當？	熱機時間是指模式初始產生樣本直至達到一穩定狀態後開始蒐集資料的時間，一般可視評估對象路網概況，至少可使樣本足以穿越最長街廓長度之時間為宜。	-
	HTSS 輸入項數量大且繁瑣，對於重複的輸入項是否有複製功能？	最新的 THCS 版本係以針對 HTSS 之輸入需求增訂複製功能，可利用滑鼠右鍵複製與貼上功能，在格式相同的狀況下，可快速複製輸入元件之資料，包括節線設定、路口設定、流率設定與公車設定等。	-
	HTSS 建立之路網中，各節點可接的節線數量是否有限制？	依據程式之設計原意，目前程式最多可分析至 5 岔路口。	-

分類	問題	解答	建議修改內容及說明
方法論 相關問題	<p>在使用 HTSS 時，分析對象之車道原為 2 車道，至近路口時劃分為 3 車道以利轉向，故於上下游車道數分別設為 2 車道與 3 車道，但進行模擬時發生錯誤無法執行？</p>	<p>依據程式之設計原意，如無側向非全長車道之設定，則上下游車道數應是相同的，亦即當路口有增畫車道、上下游車道數不同時，尚應設定非全長車道之長度方能執行。</p>	-
	<p>高速公路出口匝道之服務水準評估結果包含第一車道與最內車道二個數值，應以何者為準？</p>	<p>若無特別的設計考慮要點，建議可保守觀測，取較差之評估結果來作判斷服務水準與後續規劃的基礎。</p>	-
	<p>高速公路基本路段子軟體中關於「使用內側車道之大車比例」似乎與實務上部分內側車道限制大車使用之狀況不符？</p>	<p>軟體中對於使用內側車道之大小車比例係以容量手冊第 4 章表 4.2 為預設值，其係以有限資料之假設比例，未來視需求狀況發表模式以估計大車及小車之各車道分布比例。</p>	<p><u>修改說明：</u> 新版高速公路基本路段章節之服務水準係改以考量平均每車道之容量、整體小車、大車比例進行評估，無內車道及外車道之區分，故建議將此題刪除。</p>
	<p>2011 年臺灣公路容量手冊之高速公路與後續之公路隧道均以兩碼的代號來表示服務水準，和過往的使用習慣不同，請問改變服務水準方式之原因為何？</p>	<p>一般公路使用者所關心的服務品質可分成壅塞程度及平均速率，原 2001 年手冊係以密度反映壅塞程度，但應用上沒有 V/C 值方便。因此 2011 年手冊高速公路基本路段、高速公路隧道、郊區多車道、郊區雙車道等非阻斷性車流路段採用 V/C 值來衡量壅塞程度，而因通常現有公路之需求流率難以調查，因此速率指標可對照檢核，故採用速率與平均速率的比值，</p>	<p><u>修改內容：</u> 一般公路使用者所關心的服務品質可分成壅塞程度及平均速率，原 2001 年手冊係以密度反映壅塞程度，但應用上沒有 V/C 值方便。因此 2011 年手冊高速公路基本路段、高速公路隧道、郊區多車道、郊區雙車道等非阻斷性車流路段採用 V/C 值來衡量壅塞程度，而因通常現有公路之需求流率難以調查，因此速率指標可對照檢核，故採用速率與平均速率的比值，</p>

分類	問題	解答	建議修改內容及說明
			<p>由不同的角度來評估服務水準。</p> <p><u>修改說明：</u> 修改為新版公路容量手冊年份，並將服務水準第二碼計算說明調整為速率與速度之比值。</p>
	<p>郊區公路與市區道路或市區幹道的差別？</p>	<p>郊區多車道公路包括每方向最少有兩車道，但有平面交叉路口之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。</p>	-
	<p>郊區多車道公路子軟體之流率單位是車輛數還是 pcu?</p>	<p>郊區多車道公路評估方法之流率單位為車輛數，詳見 2011 年臺灣公路容量手冊第 11 章。</p>	<p><u>修改內容：</u> 郊區多車道公路評估方法之流率單位為車輛數，詳見 2021 年臺灣公路容量手冊第 11 章。</p> <p><u>修改說明：</u> 修改為新版公路容量手冊年份。</p>
	<p>雙向二快車道+二機車道是適用於郊區雙車道或多車道系統評估？</p>	<p>郊區雙車道公路包括每方向只有一車道之市郊或城際公路，雙車道公路之兩側如設置機慢車專用道者稱為標準雙車道，如未設置機慢車專用道者稱為混合雙車道。</p>	-
	<p>橫向淨距包含機慢車道嗎？</p>	<p>具有無分隔機慢車道之快車道的容量，將機慢車道視為同向車道，故橫向淨距不包含外側之機</p>	-

分類	問題	解答	建議修改內容及說明
		慢車道。	
	郊區多車道公路小客車當量要從何處查?	郊區多車道公路評估方法以「小車及大車」混合車流為基礎，僅有機車係以一當量數折算為小車，手冊建議值為 0.36。	<p><u>修改內容：</u>            郊區多車道公路類型 I 車道各車種之小車當量手冊建議值為：大客車 1.2、大貨車 1.25、聯結車 1.5，機車可參照圖 11.10，而若採簡化方式，則大型車輛之建議值統一為 1.4；類型 II 大型車之小車當量建議值亦為 1.4，機車建議值為 0.33。</p> <p><u>修改說明：</u>            根據新版郊區多車道章節修正各車種之小車當量建議值。</p>
	雙車道公路之評估方法中，「方向性」之意義為何?	郊區雙車道公路是以雙向合併評估，故需輸入方向係數，即雙向的流率比例，此有別於其他子軟體，也特此提醒。	-

表 3.2-2 建議增加之常見問題

分類	問題	解答
程式應用問題	<p>公路交通系統模擬模式(HTSS)輸入參數較多，是否有預設值可提供參考？</p> <p>使用公路交通系統模擬模式時，於號誌化路口時相設定中，由於早開遲閉時相轉換並無黃燈與全紅時間，若於輸入檔中將黃燈與全紅時間設定為 0 秒，則無法進行模擬，其時相該如何設定？</p>	<p>因公路交通系統模擬模式之輸入檔需輸入較多參數，故建議使用者可由 C:\Program Files (x86)\THCS\samples 選取已建立完成之範例檔，直接將範例檔修改為所需之個案，可減少輸入錯誤的情況發生。</p> <p>由於目前 HTSS 版本中號誌化路口模擬模式的限制，尚無法完全考慮早開遲閉的情況，建議可以利用趨近現況的方式，將黃燈時間設定為最短的黃燈時間(2 秒)，全紅時間 0 秒，以模擬早開遲閉的情況。</p>



圖 3.2-1 本所首頁與本軟體專區連結示意圖



圖 3.2-2 「臺灣公路容量分析專區」首頁頁面



圖 3.2-3 「臺灣公路容量分析專區」網站導覽頁面



圖 3.2-4 「臺灣公路容量分析專區」軟體介紹頁面



圖 3.2-5 「臺灣公路容量分析專區」下載專區頁面



圖 3.2-6 「臺灣公路容量分析專區」相關連結頁面

### 3.3 延聘學者專家提供技術與諮詢服務

配合本所研究作業之推動，聘請學者專家提供公路容量分析方法相關之服務。本期延續 108 年度計畫，延聘與本所合作多年的林豐博教授為本案之諮詢顧問，林教授為美國 Clarkson 大學之退休名譽教授，於公路容量分析領域擁有豐碩的研究成果，過去曾經參與本所多項計畫，其中包含：「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」、「公路坡度路段模擬模式之發展及應用」、「公路系統模擬模式調校與新版容量手冊研訂」……等，擁有相當專業之能力，提供公路容量分析方法之技術與諮詢服務。

本年度林豐博教授主要工作為修改公路容量手冊各章節內容，協助新版公路容量手冊非阻斷性車流路段及幹道績效指標與服務水準等級劃分標準之訂定並參與線上座談會，並於服務水準等級劃分標準確認後，調整 2018 年版公路交通系統模擬模式(HTSS)之績效指標。此外，並針對 HTSS 之號誌化路口車流疏解模擬邏輯進行調校，相關報告及技術文件詳附錄一~附錄四。

### 3.4 教育訓練推廣課程

#### 一、課程辦理重點

本計畫除針對軟體進行維護修訂外，更透過舉辦教育訓練方式推廣軟體的使用。本年度辦理之教育訓練，分別與北區區域運輸發展中心及中區區域運輸發展中心合作辦理，延續往例辦理公開場次邀集各界相關人員參加，並透過兩區域運輸發展中心向校內學生推廣本教育訓練。

#### (一) 課程內容

##### 1. 公路容量手冊及分析軟體簡介

主要介紹公路容量研究歷年歷程，說明新增/修改之公路容量章節內容，以及 THCS 軟體之發展緣由、架構、應用層面等；另外對於 THCS 專章網頁之內涵、資訊及下載方法也介紹予使用者了解與操作。

##### 2. 高速公路隧道子軟體簡介與演練

配合近一年公路容量手冊所增訂第八章之高速公路隧道方法論內容，為協助使用者了解高速公路隧道分析方法與軟體操作方式，除說明整體評估流程與方法外，亦配合容量手冊例題帶領學員進行手動運算分析，再輔以高速公路隧道軟體子軟體檢驗分析結果。此外，藉由情境較複雜之容量手冊例題及設計之範例操作，幫助使用者熟悉分析方法。

##### 3. 號誌化交叉路口子軟體簡介與演練

考量實務上號誌化交叉路口分析較為常用，且近年來交通設施越趨複雜，相關單位利用「公路交通系統模擬模式(HTSS)」進行評估分析之需求也更為顯著，故本期除講解分析性模式外，亦利用一實際案例及輔助表格，減輕使用者重新建立模擬模式的壓力。

#### (二) 實機操作

在前述各課程進行的同時，本課程也另外提供相對應之例題供學員實機操作，讓學員一方面由講師之操作說明了解軟體使用方法，一方面也可藉由本課程提供之操作手冊之逐步學習，建立

日後對其他子軟體自學的基礎，而提供的例題則以前述「高速公路隧道子軟體」、「號誌化交叉路口子軟體」、「公路交通系統模擬模式(HTSS)」之容量手冊例題與本土化例題為主。

## 二、課程辦理情形

今年度於北區與中區各辦理一場次，辦理情形如圖 3.4-1 所示，辦理方式說明如表 3.4-1，今年度教育訓練總參與人數共 62 人，其中公務體系占 52%、顧問公司占 45%，學生約占 3%。公務體系學員主要來自公路管理單位或地方政府，顧問公司則多為交通規劃公司或部門之人員前來，亦有相關科系之學生來參與訓練課程。

## 三、使用者意見回饋

為了解學員意見，本計畫於訓練結束後提供使用者填寫意見調查問卷，針對高速公路隧道子軟體，絕大部分使用者表示本軟體對於實務作業上為「相關」或「普通」，而號誌化交叉路口子軟體則為「非常相關」或「相關」。另外，學員亦針對公路容量分析方法或評估標準，提出以下建議：

### (一)軟體功能及介面操作

1. 公路交通系統模擬模式操作介面可更簡化，功能調整建議如下：
  - (1) 在視窗大小允許的情況下，時相設定可考慮設計為不另開視窗方式，並增加時相箭頭點選面積。
  - (2) 車道寬可根據各車道輸入。
2. 有建議值之參數可另補充於參考資料，方便使用者參閱。
3. 希望未來增加省道隧道，如蘇花改、南迴改之分析模式。
4. 軟體安裝後所提供之範例檔位址期能在教育訓練講義上呈現，以利使用者之操作。
5. THCS 中有多個子軟體，希望未來都能夠有教育訓練課程。

### (二)其他建言

1. 是否可針對高速公路匝道之服務水準評估提供評估方式及分析軟體教育訓練，因現況針對匝道服務水準評估多以民國 79 年之資料進行評估，但常於計畫審查時遭受質疑，且也面臨所須

提供匝道數之評估，因此希望未來手冊可提供上述評估方式及標準內容，以供實務操作之用。

- 未來能在東區安排教育訓練場次，以利位於花東地區服務之交通工程同仁參訓。

表 3.4-1 教育訓練辦理方式

地點	舉辦日期	課程安排 (約 3 小時)	對象	參加人數
國立臺北教育大學	109/10/12	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 報到、軟體安裝</li> <li>● 公路容量手冊及分析軟體簡介</li> <li>● 高速公路隧道：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 評估方法簡介及操作</li> <li>- 案例操作與軟體實機演練</li> </ul> </li> </ul>	交通主管機關、顧問公司、交通工程所學生。	46人
逢甲大學	109/10/16	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 號誌化交叉路口：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 評估方法簡介及操作</li> <li>- 案例操作與軟體實機演練</li> </ul> </li> <li>● 綜合討論、意見調查</li> </ul>		16人



圖 3.4-1 教育訓練辦理情形

### 3.5 計畫成果海報

本計畫根據今年度之執行成果製作展示之海報，海報詳如圖 3.5-1 所示，內容主要除介紹計畫目的及臺灣公路容量分析軟體之發展歷程及臺灣公路容量分析專區網站外，亦展示本年度工作重點高速公路隧道分析流程及增訂之子軟體，以及於臺北場與臺中場所舉辦之教育訓練成果進行展示。

## 109年 臺灣公路容量分析軟體(THCS) 與專區網站更新維護服務

#### 計畫目的

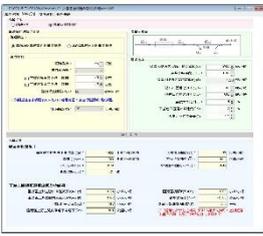
為改善容量分析作業效率，配合手冊分析方法之更新，本所開發「臺灣公路容量分析軟體(THCS)」並每年辦理教育訓練，協助分析人員於短時間內瞭解軟體操作方法、降低容量手冊熟悉門檻，減少原本分析性模式對照手冊內容、公式、圖表，逐條逐項計算之錯誤率，及節省模擬模式輸入檔建置時間，且以電腦運算方式獲得精確數值結果，本年度主要針對高速公路隧道進行軟體增訂。



臺灣公路容量分析專區

#### 臺灣公路容量分析軟體發展歷程

- 95-96年 生活道路容量分析電腦輔助軟體之開發
- 97-100年 臺灣地區公路容量分析軟體能量提升計畫
- 101年 臺灣公路容量及分析軟體推廣計畫
- 102年 臺灣公路容量分析調查與軟體介面整合計畫
- 103-104年 臺灣公路容量分析軟體(THCS)維護計畫
- 105年 104年臺灣公路容量分析軟體(THCS)優化與推廣
- 106年 105年臺灣公路容量分析軟體(THCS)優化與推廣
- 107年 106年臺灣公路容量分析軟體(THCS)優化與推廣
- 108年 107年臺灣公路容量分析軟體(THCS)優化與推廣
- 109年 108年臺灣公路容量分析軟體(THCS)與專區網站更新維護服務

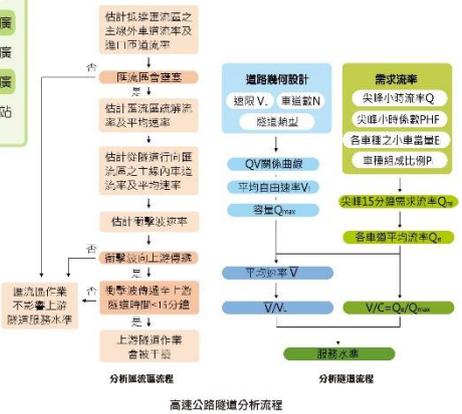


高速公路發展子系統

#### 臺灣公路容量分析專區



教育訓練推廣



分析圖或圖解流程

主辦單位 交通部運輸研究所 協辦單位 CECT 台灣世運

主辦單位 交通部運輸研究所 協辦單位 CECT 台灣世運

圖 3.5-1 本年度計畫成果展示海報

## 第四章 結論與建議

本計畫以「臺灣公路容量分析軟體 THCS(2019 年版)」為作業基礎，並配合新版公路容量手冊之編修成果，分別進行高速公路隧道等子軟體修訂、使用手冊編修、臺灣公路容量分析專區網站維護與更新、提供教育訓練、延聘學者專家提供技術與諮詢及製作展示海報等工作，使公路容量之研究分析工作能益臻完善。

茲就本計畫之結論與建議說明如下：

### 4.1 結論

本(109)年度已完成之工作項目概述如下：

#### 一、新版高速公路隧道分析功能新增

配合 107 年度辦理「公路交通系統模擬模式調校與新版容量手冊研訂(3/3)」案於公路容量手冊之修訂成果，THCS 新增高速公路隧道子軟體，以利使用者分析與運用。本項工作係根據高速公路隧道手冊內容，進行「高速公路隧道子軟體」之增訂與程式撰寫，完備相關例題、軟體使用手冊等配合事項與文件。

#### 二、配合新版臺灣公路容量手冊內容，進行軟體及使用手冊編修作業

本計畫除配合新版臺灣公路容量手冊，檢視 THCS 各子軟體之分析性模式及模擬模式，將軟體子軟體運算邏輯更新及修正與新版手冊分析方法一致外，亦全面檢視軟體使用手冊內容，包含計算邏輯、流程及評估準則等，重新檢核容量手冊例題及軟體使用手冊範例，以確認計算結果之正確性。

#### 三、「臺灣公路容量分析軟體(THCS)」及「臺灣公路容量分析專區」網頁維護與更新

(一) 檢視「臺灣公路容量分析專區」網頁下載專區及常見問題頁籤：配合新版臺灣公路容量手冊內容，檢視並更新「臺灣公路容量分析專區」常見問題，以及新增使用者較常詢問之問題至頁籤中，以配合新版手冊出版後供使用者參考。

(二) 軟體使用者問題處理：經由 email、電話及教育訓練之互動，協助使

用者排除軟體使用問題，提供公路容量分析軟體使用說明，並作為後續修正軟體內容之參考依據。

- (三) 網頁維護：本(109)年度因應伺服器應用軟體憑證到期，重新申請「臺灣公路容量分析專區」網頁之憑證。此外，亦配合本所意見修訂與更新臺灣公路容量分析專區網站。

#### 四、辦理教育訓練

本(109)年度共舉辦兩場次教育訓練，分別與北區區域運輸發展中心及中區區域運輸發展中心合作辦理，臺北場於 10 月 12 日假國立臺北教育大學舉行，共 46 人參加；臺中場於 10 月 16 日假逢甲大學舉辦，共 16 人參加。除講解實務常用之「號誌化交叉路口」子軟體之介紹及實機操作外，亦配合本(109)年度新增之「高速公路隧道」子軟體增訂，說明整體評估流程與方法，以及例題手動及軟體操作演練，幫助學員自學軟體，增進熟悉度。

#### 五、製作展示之海報或影片電子檔

本計畫根據本(109)年度之執行成果製作展示之海報，內容包含計畫目的、臺灣公路容量分析軟體之發展歷程、臺灣公路容量分析專區網站頁面、高速公路隧道分析流程及增訂之子軟體，以及於臺北場與臺中場所舉辦之教育訓練成果。

### 4.2 建議

#### 一、THCS 軟體維護持續進行

由於公路容量之本土化研究仍將持續進行，相關軟體內容亦需持續配合維護，建議未來可針對下述項目進行後續作業：

- (一) 「臺灣公路容量分析軟體 THCS 2021」維護，配合本所公路容量手冊之修訂成果，進行既有公路容量軟體之更新作業，並配合軟體修正，更新使用手冊與技術報告。
- (二) 本所於 109 年 9 月 25 日舉辦「臺灣公路容量後續研究規劃專家學者座談會」，討論後續臺灣公路容量研究議題之優先順序。後續軟體修訂工作可優先針對未列入近年研究主題之容量手冊章節進行軟體更新，包含：非號誌化交叉路口、圓環、市區公車設施及行人設施等

四個章節，避免容量手冊方法論更新後，軟體仍需再次修訂。此外，各子軟體應隨 Windows 作業系統生命週期更新，建議每五年檢討一次，以符合作業系統需求。

- (三) 由於目前 THCS 分析軟體採全部包裹式開發及安裝，而近年來幾乎每一年度均開發一支子軟體，導致長久下來程式開發元件新舊混雜不易維護，且由於資安問題，Windows 作業系統近年來頻繁更新，故建議各子軟體拆分維護並每五年檢討一次，將過舊的程式開發元件更新，以配合作業系統生命週期需求；且可分別上傳至臺灣公路容量分析專區之下載專區中，藉由使用者下載次數之計數，瞭解產官學界較常使用之系統，作為後續方法論或軟體修訂順序之參考。

## 二、教育訓練與推廣精進

本計畫配合辦理軟體教育訓練以利推廣，經與使用者實際溝通並參考其回饋意見，未來可進行下列工作：

- (一) 可持續供機關申請由本工作團隊前往進行教育訓練，或徵詢大專院校交通相關課程辦理一堂推廣講習，有助於本項工作之辦理效率，在地化問題的溝通與回饋深度，培養學生公路容量分析之基本概念及軟體應用。
- (二) 於教育訓練時，除了介紹容量方法及實機演練外，亦可帶領學員瀏覽臺灣公路容量分析專區中下載專區內提供的各類檔案，以利學員操作軟體或服務水準評估有任何問題時可參考使用，增加使用軟體之意願。
- (三) 本所 109 年度辦理「高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究(2/3)－非獨立進出口分匯流區」研究成果說明會時，提及公路容量具隨機性之議題，故後續辦理教育訓練時，建議可補充說明公路容量因外在環境因素影響而具隨機性，並非定值，以深化容量的基本概念。

## 三、軟體或評估方法需求建議

藉由教育訓練或其他管道與使用者溝通所獲致之建議，以及本計畫工作團隊於實際執行期間之感受，建議未來軟體使用手冊針對各檔型輸入參數之限制於 HTSS 手冊內詳加說明，以利程式之開發或使用者自行建立時使用。



## 參考文獻

1. 交通部運輸研究所，「2011 年臺灣公路容量手冊」，100-132-1299，民國 100 年 10 月。
2. 交通部運輸研究所，「臺灣公路容量手冊分析軟體 THCS(2011 年版)使用手冊」，101-93-1312，民國 101 年 7 月。
3. 交通部運輸研究所，「公路系統模擬模式調校與新版容量手冊研訂(3/3)」，108-097-1419，民國 108 年 10 月。



# 附錄一

## Development of the 2020HTSS Model for Simulation of Urban Street Operations-Task 1



# **Development of the 2020HTSS Model for Simulation of Urban Street Operations**

## **Task 1: Simulation of Free-Flow Acceleration of Queuing Vehicles at Signalized Intersections**

**Feng-Bor Lin**

**Professor Emeritus, Clarkson University**

**Submitted to the IOT on May 6, 2020**

### **Introduction**

To facilitate the capacity analysis of highway facilities that have complex operating characteristics, the Institute of Transportation (IOT) has developed a microscopic simulation model referred to as the 2018 Highway Traffic Systems Simulation (2018HTSS) Model. This model contains algorithms for simulating interrupted and uninterrupted flows. The algorithms for simulating uninterrupted flows on freeways, rural multilane highways, and rural two-lane highways have been calibrated with field data. Those for simulating interrupted flows, however, have yet to be calibrated. To provide a tool for simulating the traffic operations of urban streets, the current effort is focused on calibrating and improving the interrupted-flow algorithms imbedded in the 2018HTSS model. One area of concern is the simulation of the queue discharge characteristics at signalized intersections. Another area is the simulation of the operations of urban bus transit systems. The enhanced model is referred to as the 2020HTSS model.

The traffic movement on an urban street is often interrupted by the presence of signalized intersections. Vehicles facing a red light have to stop behind a stop line to wait for a green light. The formation and the subsequent discharge of queuing vehicles from a stop line govern to a large extent the capacity and the operating efficiency of an urban street. Therefore, a simulation model should realistically capture the queue discharge characteristics at an intersection.

There are two key features of queue discharge that must be considered in analyzing the operation of a signalized intersection. One is the average queue discharge headway as a function of the vehicle position in a queue and its related distribution of individual headways. The other is the average and the distribution of dwell times over a roadway segment when queuing vehicles accelerate to enter the intersection. Discharge headways govern the capacity of an intersection and the related traffic delays. Dwell times, which are the durations in which vehicles remain in a specified zone after the green light is turned on, reflect the speeds at which vehicles move toward and beyond the stop line. Their characteristics affect average travel speeds and how vehicles interact with the detectors that are used for adjusting signal timing.

The acceleration characteristics during queue discharge can be classified into free-flow acceleration and car-following acceleration. Free-flow acceleration refers to the acceleration of the lead vehicle in a queue after the onset of a green light. Car-following acceleration is associated with those queuing vehicles of which the freedom of movement is constrained by the vehicles ahead.

This technical note describes the calibration of the 2018HTSS model for simulating the free-flow acceleration of queuing vehicles at signalized intersections. Subsequent notes will describe other aspects of the development of the 2020HTSS model.

## Database

Vehicles on urban streets are mostly motorcycles, small vehicles such as cars and vans, and light single-unit trucks. Figs. 1 and 2, which are based on studies conducted respectively in Taiwan [1] and India [2], show that acceleration characteristics vary with vehicle speed and vehicle type. For small vehicles and motorcycles, maximum acceleration is achieved when vehicle speed reaches 5~10 km/h after accelerating from a stationary position. For trucks, the maximum acceleration occurs when their speeds are in the range of 0~5 km/h. Within this range, the average acceleration of trucks doesn't appear to vary significantly with speed.

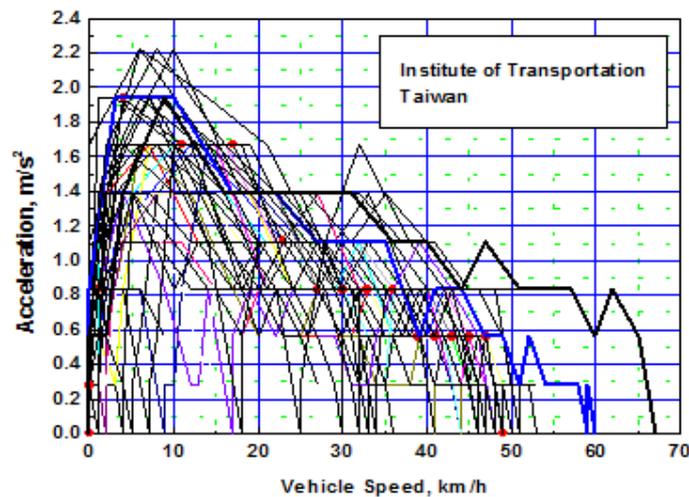


Fig. 1 Relationships between Speed and Normal Acceleration of IOT Test Car

To understand the free-flow acceleration characteristics of small vehicles after the green onset of a traffic signal, Taiwan's Institute of Transportation [3] observed the acceleration characteristics of small vehicles in the first queue positions of various signal cycles on Taoyuan's Zing-Kuo Road and Zong-Yi Road (桃園市經國路及忠義路). This effort reveals the acceleration time-space relationships of small vehicles shown in Figs. 3 and 4. At the time of the field investigation the average free-flow speeds on the two aforementioned roads were 65~70 km/h. The Institute of Transportation also conducted a study on the free-flow acceleration characteristics of motorcycles on Ming-Chen E. Road in Taipei City (台北市民權東路). Fig. 5 shows the time-space relationships of the motorcycles observed in the field. In general, the free-flow acceleration characteristics of individual vehicles vary substantially.

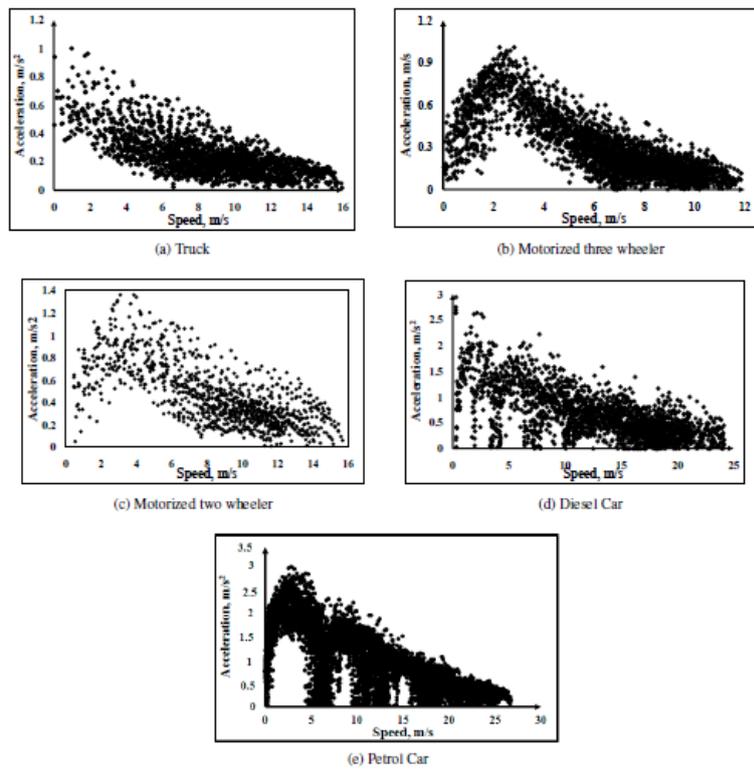


Fig. 2 Acceleration Characteristics of Instrumented Vehicles in India

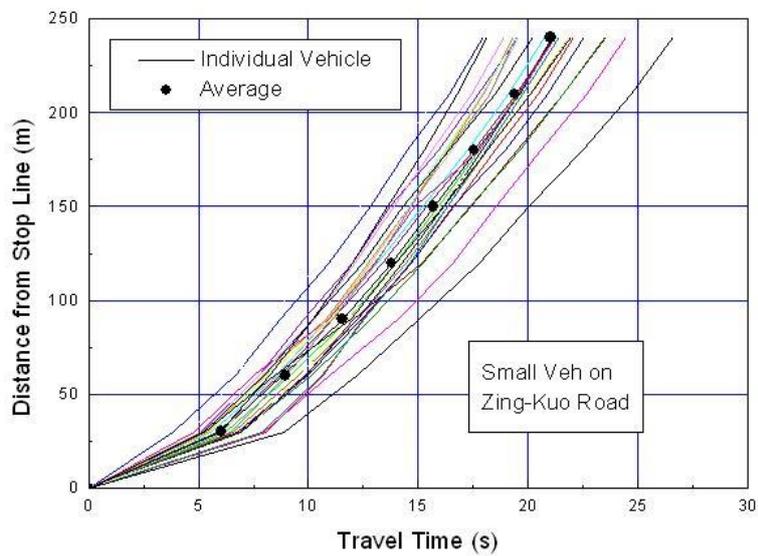


Fig. 3 Time-Space Relationships of Small Vehicles Accelerating from Stop Line on Zing-Kuo Road

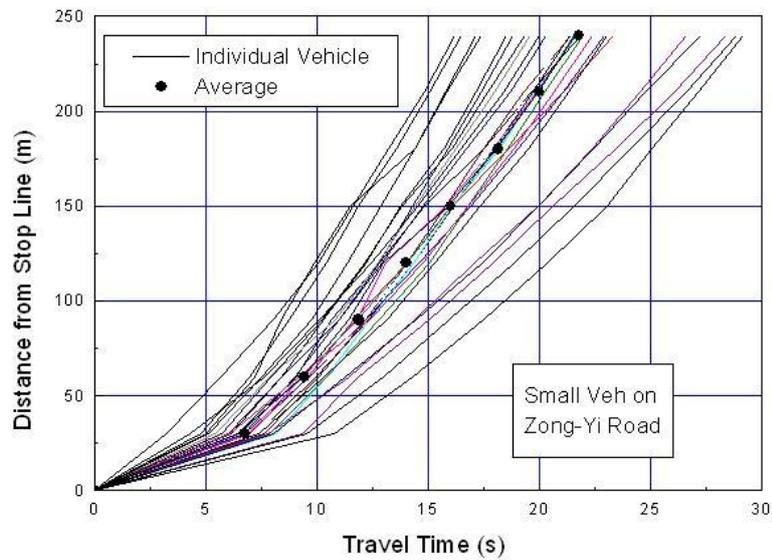


Fig. 4 Time-Space Relationships of Small Vehicles Accelerating from Stop Line on Zong-Yi Road

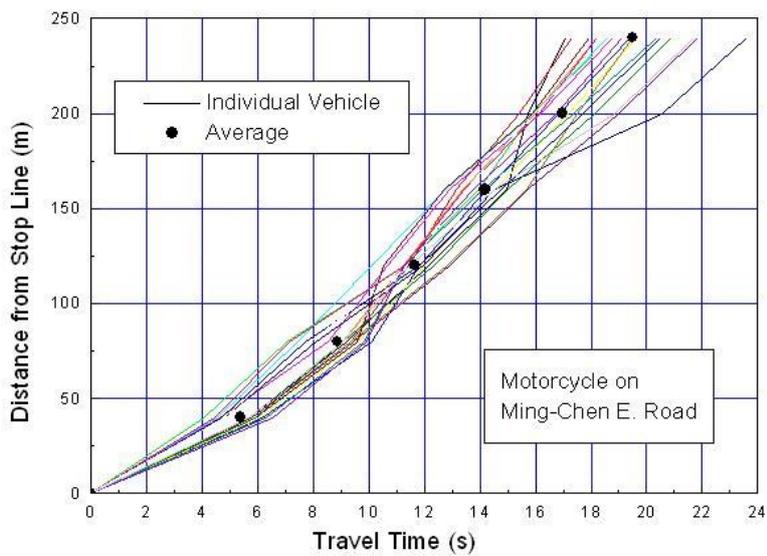


Fig. 5 Time-Space Relationships of Motorcycles Accelerating from Stop Line on Ming-Chen E. Road

Most of the trucks on an urban street are light trucks. No research has been conducted in Taiwan to explore the acceleration characteristics of such trucks. Therefore, the relationships between acceleration duration and travel distance for light trucks reported in AAHSTO's Green Book [4] and by Yang, et al. [5] are used for calibrating the 2018HTSS model. These relationships are shown in Fig. 6.

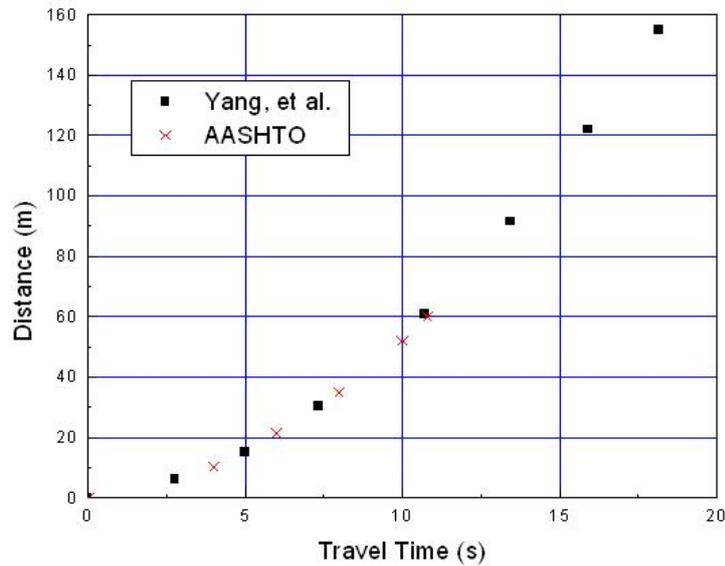


Fig. 6 Reported Time-Distance Relationships of Light Truck Accelerating from Standing Position

## Method of Calibration

The procedure used to calibrate the free-flow acceleration algorithm of the 2018HTSS model is as follows:

1. Based on observed acceleration characteristics shown in Figs.3~6, assume a likely relationship between acceleration rate and speed for a given type of vehicles.
2. Use the assumed speed-acceleration relationship to simulate the travel distance as a function of elapsed time after a vehicle accelerates from a stationary position.
3. Compare simulated distances with the base average distances shown in Figs. 3~6.
4. Revise the assumed speed-acceleration relationship if significant discrepancies exist between the simulated and the base distances over time. Otherwise, accept the assumed relationship as one that may be incorporated into the HTSS model.
5. Based on individual time-distance relationships shown in Figs.3~5, determine the respective distributions of the acceleration rates for small vehicles and motorcycles.
6. No field data are available for exploring the distribution of the acceleration rates of light trucks. It is assumed that light trucks and small vehicles have the same distribution of acceleration rates.

## Results

### Mean Acceleration Rate as a Function of Speed

Fig. 7 shows the speed-acceleration relationships that enable simulated time-space relationships to be in good agreement with the observed average relationships shown respectively in Figs. 3~6. A comparison of simulated and observed relationships is shown in Fig. 8.

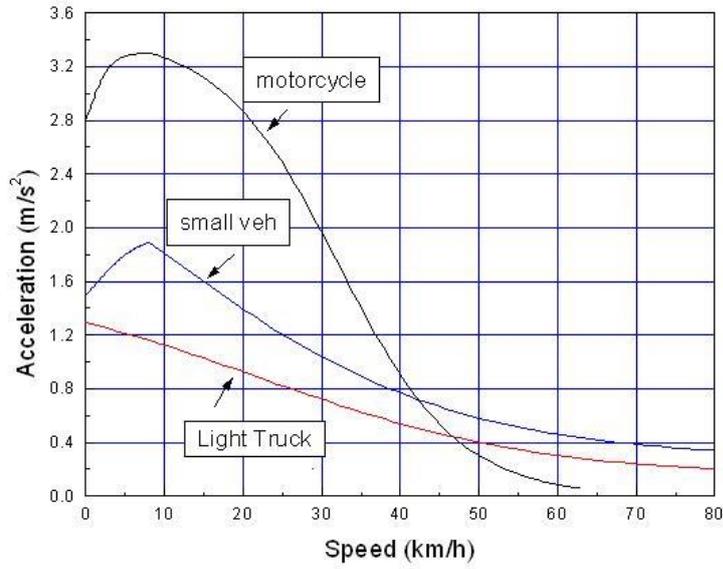


Fig. 7 Representative Speed-Acceleration relationship of Free-Flow queuing Vehicles after green onset

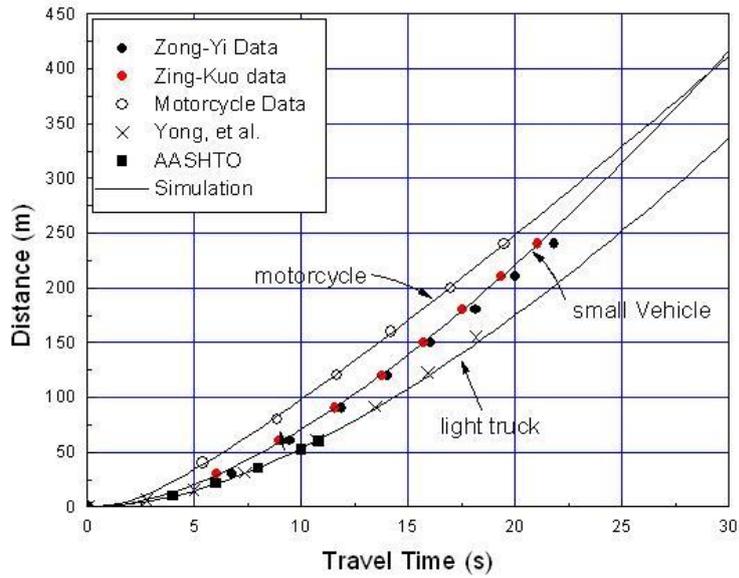


Fig. 8 Comparison of Observed and Simulated Time-Space Relationships

For small vehicles, the speed-acceleration relationships shown in Fig. 7 can be represented by the following models:

$$A_s = 1.2606 + \frac{0.6822}{1 + e^{\frac{V-1.5905}{2.5868}}} \quad \text{for } V \leq 8 \text{ km/h} \quad (1a)$$

$$A_s = 3.3722 - \frac{3.0957}{1 + e^{\frac{V-9.5425}{18.278}}} \text{ for } V > 8 \text{ km/h} \quad (1b)$$

where  $A_s$  is the mean acceleration rate ( $\text{m/s}^2$ ) of a small vehicle moving at speed  $V$  (km/h).

Similarly, the mean acceleration rate  $A_m$  ( $\text{m/s}^2$ ) of a motorcycle moving at speed  $V$  (km/h) can be modeled as:

$$A_m = 2.4776 + \frac{0.8248}{1 + e^{\frac{V-0.5662}{1.2765}}} \text{ for } V \leq 8 \text{ km/h} \quad (2a)$$

$$A_m = 3.4377 - \frac{3.4358}{1 + e^{\frac{V-32.186}{7.5648}}} \text{ for } V > 8 \text{ km/h} \quad (2b)$$

For light trucks, the mean acceleration rate  $A_T$  ( $\text{m/s}^2$ ) at speed  $V$  (km/h) can be determined from the following relationship:

$$A_T = 3.3722 - \frac{3.0957}{1 + e^{\frac{V-9.5425}{18.278}}} \quad (3)$$

### Variation of Individual Acceleration Rates

The free-flow acceleration of a vehicle can vary with vehicle design, driver behavior, and the nature of highway facility. Based on Figs. 3~5 and related field data, Fig. 9 shows how the ratio,  $\beta$ , of an individual acceleration to mean acceleration is distributed among vehicles. The acceleration rates of small vehicles can vary from about 45% to about 200% of their mean and, for motorcycles, from about 70% to 140% of their mean.

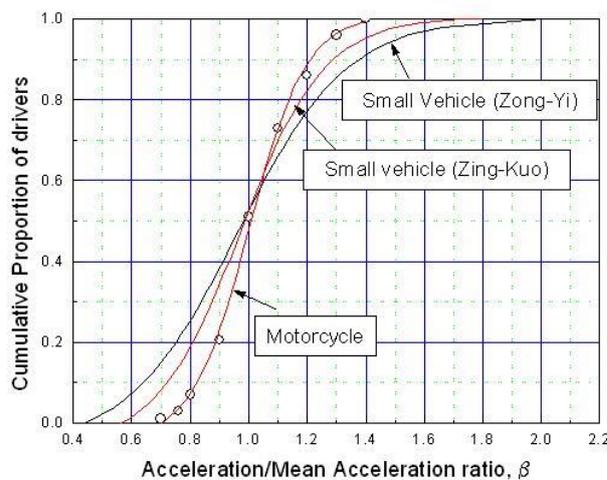


Fig. 9 Cumulative Distribution of Normalized Free-Flow Acceleration Rates of Small Vehicles

Let  $R$  be a uniformly distributed random number with a value between 0 and 1. Also let  $\beta_s$  and  $\beta_m$  represent respectively the  $\beta$  values (ratios of acceleration to mean acceleration) for small vehicles and motorcycles. Then the distributions shown in Fig. 9 can be represented by the following relationships:

For small vehicles observed on Zong -Yi Road,

$$\beta_s = 0.95979 - 0.18786 \ln\left(\frac{1.070603}{R + 0.065703} - 1\right) \quad (4)$$

For small vehicles observed on Zing-Kuo Road,

$$\beta_s = 0.97071 - 0.14386 \ln\left(\frac{1.064116}{R + 0.059516} - 1\right) \quad (5)$$

For motorcycles,

$$\begin{aligned} \text{If } R < 0.01, \\ \beta_m = 0.7 \end{aligned} \quad (6a)$$

$$\begin{aligned} \text{If } 0.01 \leq R < 0.993, \\ \beta_m = 1.0015 - 0.097466 \ln\left(\frac{1.055127}{R + 0.044427} - 1\right) \end{aligned} \quad (6b)$$

$$\begin{aligned} \text{If } R \geq 0.993, \\ \beta_m = 1.4 \end{aligned} \quad (6c)$$

Data revealing the variation of the acceleration characteristics of light trucks are not available. Because truck weights may vary significantly, their related acceleration rates may also vary over a wide range. The 2020 HTSS model assumes that individual acceleration rates of light trucks and small vehicles have the same distribution as those of the small vehicles on Zong -Yi Road.

### Simulation Applications

The acceleration models described above are based on vehicles that have an average free-flow speed of 65~70 km/h. In reality the vehicles on an urban street may have a higher or, a lower, average free-flow speed. To allow for flexible applications, the 2020HTSS model uses the following relationship to simulate the free-flow acceleration of a queuing vehicle:

$$A = \lambda\beta A_x \quad (7)$$

where  $A$  is the acceleration rate of a vehicle;  $\lambda$  is a site-specific adjustment factor (default value =1.0);  $\beta$  is  $\beta_s$  for small vehicles and light trucks or  $\beta_m$  for motorcycles; and  $A_x$  is  $A_s$  for small vehicles,  $A_m$  for motorcycles, or  $A_T$  for light trucks.

Figs. 10~12 show the simulated time-space relationships when  $\lambda$  is set to 1.0 and  $\beta$  is set to the respective boundary values of  $\beta_s$  (for example,  $0.6A_s$  and  $1.8A_s$  for Zing-Kuo Road) and  $\beta_m$  ( $0.7A_m$  and  $1.4A_m$ ).

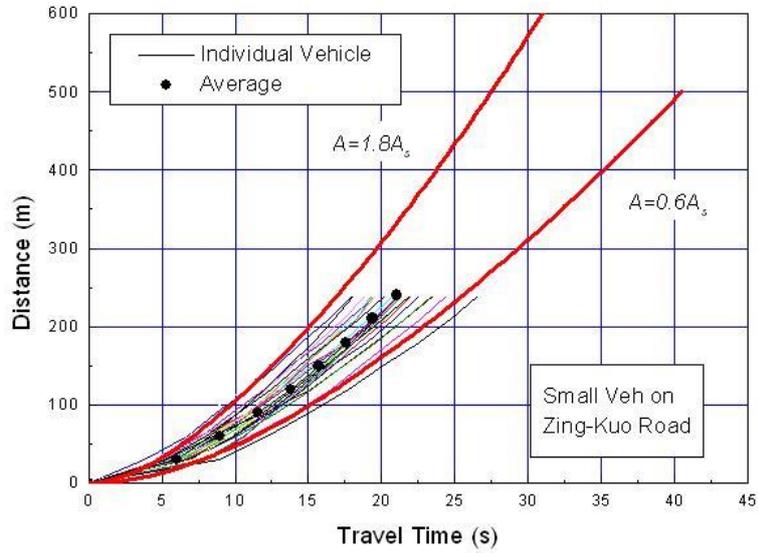


Fig. 10 Observed Time-Space Relationships of Small Vehicles on Zing-Kuo Road and Simulated Boundary relationships

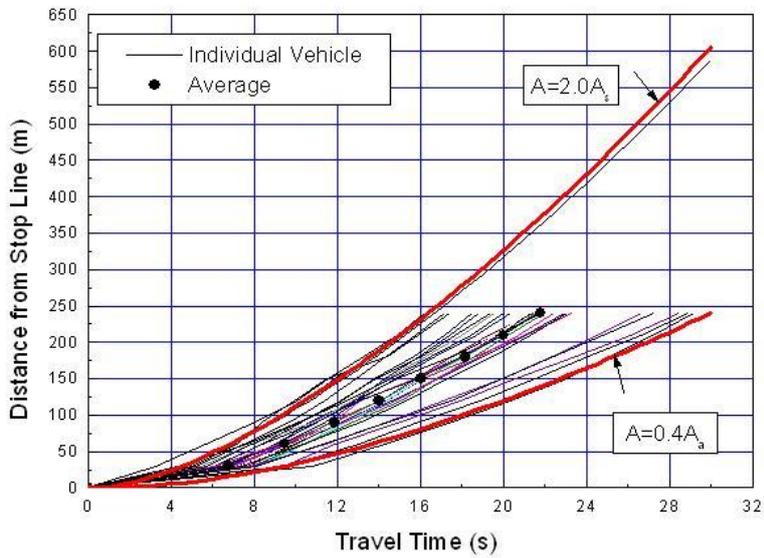


Fig. 11 Observed Time-Space Relationships of Accelerating Small Vehicles and Simulated Boundary Relationships on Zong-Yi Road

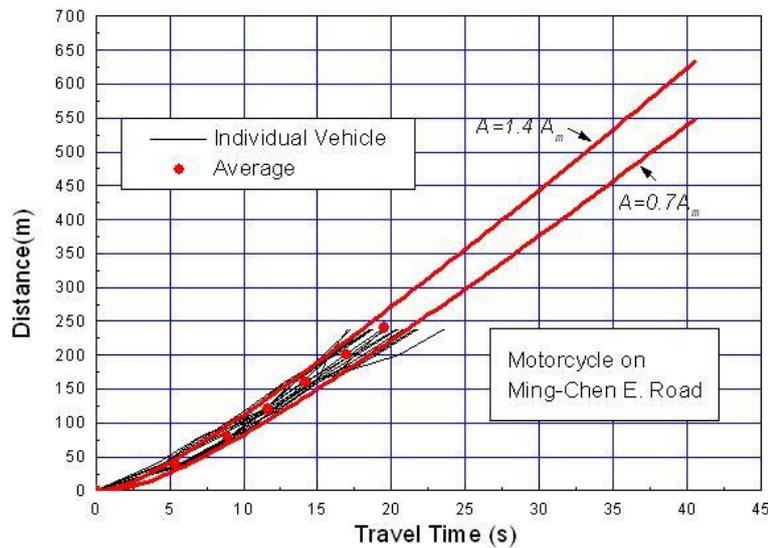


Fig. 12 Observed Time-Space Relationships of Motorcycles and Simulated Boundary Relationships

The value of  $\lambda$  is expected to be greater than 1.0 if the average free-flow speed is greater than 65~70 km/h, and less than 1.0 if the average free-flow speeds is below 65 km/h. At present it is suggested that  $\lambda$  be limited to 0.85~1.15.

## References

1. 交通部運輸研究所，「公路坡度路段模擬模式之發展及應用(1/3)」，103-76-1343，民國103年5月。
2. Bokare, P. S., and Maury, A. K. "Acceleration-Deceleration Behaviour of Various Vehicle Types," *ScienceDirect, Transportation Research Procedia* 25, 2017, pp. 4733-4749.
3. 交通部運輸研究所，「市區號誌化路口容量分析及服務水準之研究(1/2)」，95-113-1235，民國95年7月。
4. *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*, AASHTO, Washington, D.C., 1994.
5. Yang, G., Xu, H., Wang, Z., and Tian, Z., "Truck Acceleration Behavior Study and Acceleration Lane Length Recommendations for Metered On-Ramps," *International Journal of Transportation Science and Technology*, Vol. 5, 2016, pp.93-102.

# 附錄二

## Development of the 2020HTSS Model for Simulation of Urban Street Operations-Task 2



# Development of the 2020HTSS Model for Simulation of Urban Street Operations

## Task2: Simulation of Queue Discharge at Signalized Intersections

Feng-Bor Lin  
Professor Emeritus, Clarkson University  
Submitted to the IOT on May 20, 2020  
Revised on June 12, 2020

### Introduction

Vehicles waiting in a lane for a green traffic light will form a stationary queue as shown in Fig. 1. In this figure  $S_i$  and  $L_i$ , ( $i = 1, 2, 3, \dots$ ) are related respectively to the positioning of the stationary queuing vehicles and the vehicle length. These features have random variations and affect the efficiency with which the queue can be discharged after the green light is turned on (the green onset). After the green onset, the driver in the first queue position will accelerate after a reaction time has elapsed. Each of the drivers behind will also need a start-up reaction time before accelerating in succession. Driver reaction time is also random in nature but the average start-up reaction time is close to 1 s.

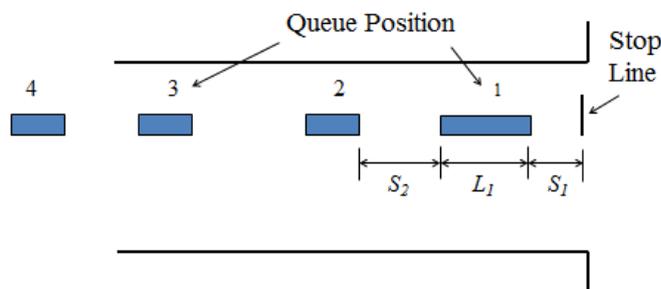


Fig. 1 Schematic of a Stationary Queue

The characteristics of queue discharge are usually quantified in terms of queue discharge headways. Queue discharge headways can be measured in terms of the times when the rear wheels of vehicles cross the stop line. The discharge headway of the first queuing vehicle is defined as the elapsed time from the green onset to the time when the rear wheels cross the stop line. The headway of any subsequent vehicle in queue position  $i$  (vehicle  $i$ ) is the difference between the times when the rear wheels of vehicle  $i - 1$  (the vehicle ahead) and those of vehicle  $i$  cross the stop line.

When vehicles randomly arrive at an intersection that is controlled with a pretimed signal, Webster [1] shows that the average delay can be estimated as:

$$d = \frac{c(1-\delta)^2}{2(1-\delta x)} + \frac{x^2}{2q(1-x)} - 0.65\left(\frac{c}{q^2}\right)^{1/2} x^{(2+5\delta)} \quad (1)$$

where  $d$  = average delay;  $c$  = cycle length;  $\delta$  = effective green to cycle length ratio;  $x$  = ratio of average number of arrivals per cycle to maximum number of departures per cycle; and  $q$  = arrival rate.

The first term on the right side of the Webster's formula is the portion of the average delay attributable to constant rates of arrival and departure. The second term minus the third term represents the portion of the average delay caused by the randomness in individual arrivals and departures. For a given arrival rate, the random variations in vehicle arrivals and departures can significantly increase the delays at an intersection. Therefore, for estimating delays, a simulation model should at least be able to realistically reflect the following two aspects of queue discharge characteristics:

1. Average queue discharge headway as a function of either the queue position of a vehicle or the elapsed green duration in a signal cycle.
2. The variation of the discharge headways.

Furthermore, if a simulation model is to be used to assess the performance of traffic-actuated or traffic-adaptive signal operations, then it should also realistically mimic the interactions between the vehicles moving toward an intersection and the detectors used for monitoring the traffic movement. At a minimum, this requires a simulation model to produce realistic dwell time characteristics of the vehicles that enter and depart from a specified lane segment. Dwell time refers to the time a vehicle is at least partially inside a specified area (for example, the detection zone of an inductive loop detector). In this regard, the following characteristics of dwell time are considered in the development of the 2020HTSS model:

1. Average dwell time over a detection area for the vehicles in a specified queue position.
2. The variation of the dwell times among queuing vehicles.

This technical note described the calibration of the queue-formation and queue-discharge algorithm used in the 2020HTSS model. Its focus is on the simulation of small vehicles.

### **Queue Discharge Characteristics**

Studies by IOT [2, 3] reveal that the average queue discharge headway of the small vehicles in Taiwan decreases with the queue position occupied by the vehicles. As shown in Figs. 2 and 3, the average discharge headway of the vehicles in the first queue is the longest. This average headway can vary significantly from one intersection to another because of the differences in driver reaction times and the distances to the stop lines. The average discharge headways for the vehicles in the subsequent queue positions tend to become shorter. As shown in Figs. 2 and 3, it is often unclear whether these average queue discharge headways will converge to a more or less stabilized value. This phenomenon contradicts the traditional concept that average queue

discharge headway would stabilize after the fourth vehicle crosses the stop line. The prevalent use of long signal cycles in Taiwan is likely the major cause of this contradiction. When a cycle length is long, the drivers in the back of a long queue may attempt to reduce their headways to minimize the chance of being caught by the impending red light.

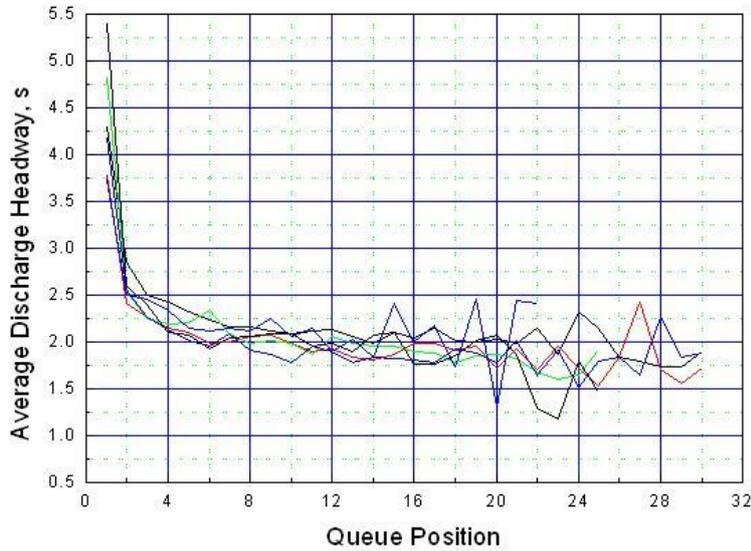


Fig. 2 Variations of Average Queue Discharge Headway with Queue Position in six straight-through lanes

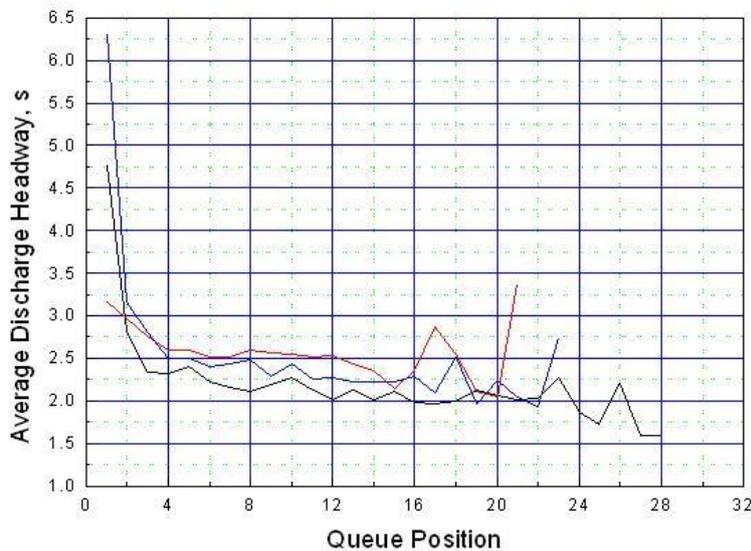


Fig. 3 Variations of Average Discharge Headway with Queue Position in Three Left-Turn Lanes

When average headways are converted to average discharge rates, Fig. 4 shows that straight-through small vehicles may reach a discharge rate of more than 2,000 vehicles/h/lane. In contrast, Fig. 5 shows that the discharge rates of left-turn small vehicles are generally much lower. For

the typical lane widths in Taiwan, lane width doesn't appear to have a significant impact on the discharge rate of small vehicles.

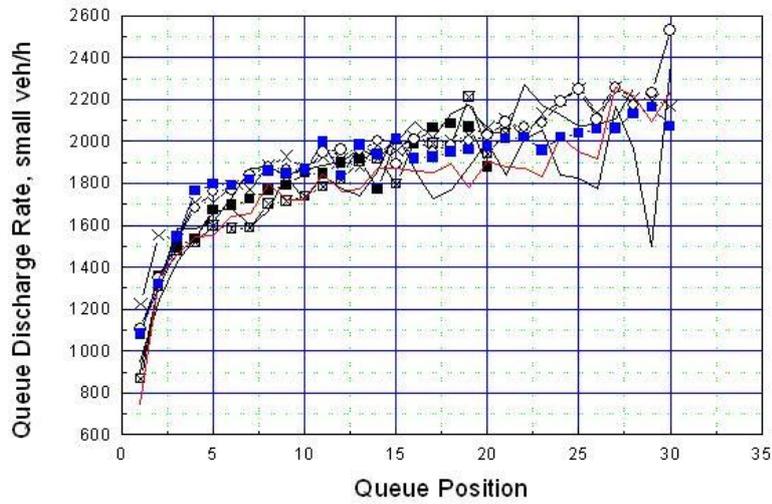


Fig. 4 Queue Discharge Rates of four Straight-Through Lanes

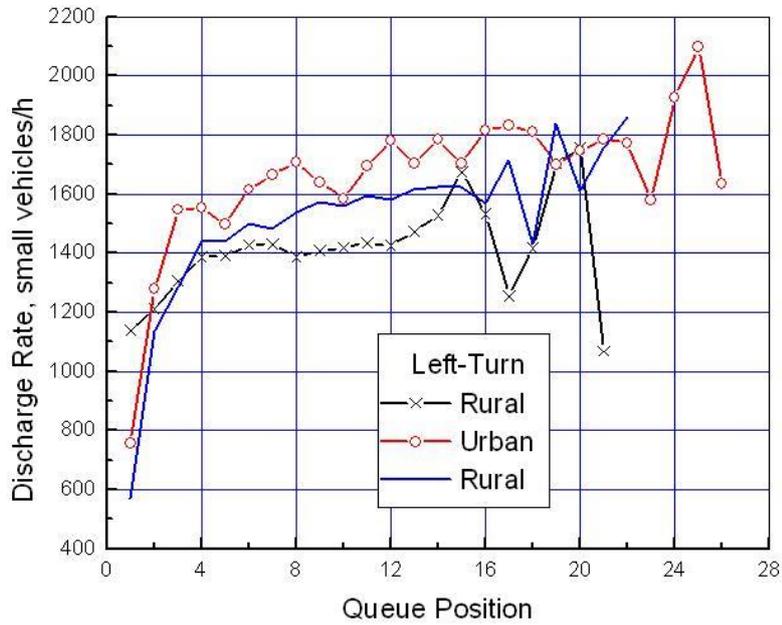


Fig. 5 Characteristics of Queue Discharge Rates in Left-Turn Lanes

The queue discharge headways of the vehicles in a given queue position can vary substantially. As shown in Fig. 6, they can be less than 55% of the mean headway or more than 200% of the mean.

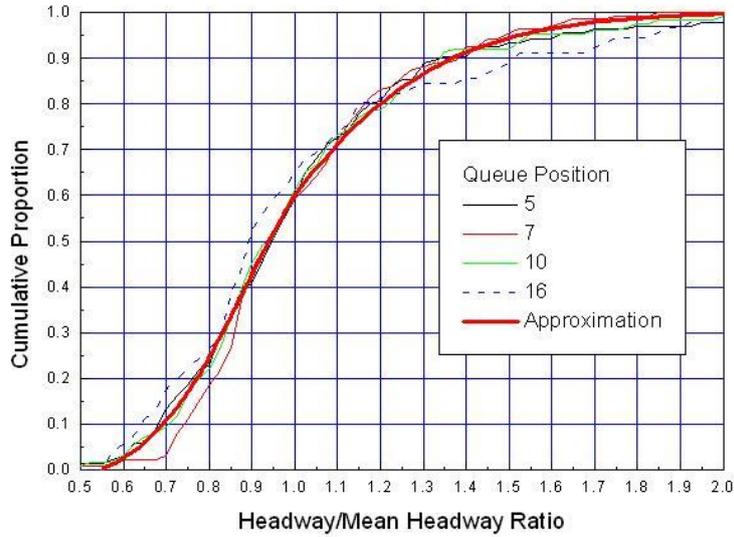


Fig. 6 Normalized Cumulative Distribution of Queue Discharge Headways of Small Vehicles

Another IOT study [4] on the vehicles in exclusive motorcycle lanes shows that, 5 s to 10 s after the green onset, the queue discharge rate of the vehicles in exclusive motorcycle lanes would often stabilize for as long as 15 s. It would then start rising about 20 s to 25 s after the green onset. This phenomenon is shown in Fig. 7.

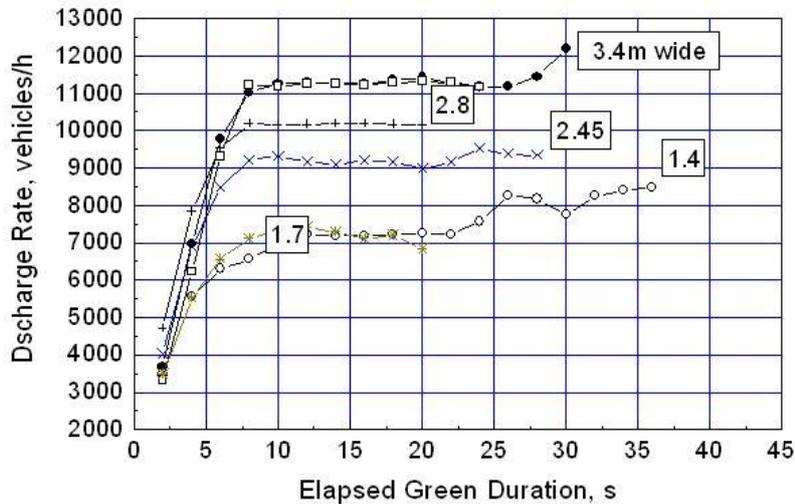


Fig. 7 Average Small-Vehicle Queue Discharge Rates in Five Exclusive Motorcycle Lanes

Lane width does not correlate well with the queue discharge rate of an exclusive motorcycle lane. But the lane width used by 90% of the motorcycles (in terms of tire location at the stop line) has the following strong linear relationship ( $r^2 = 0.95$ ) with the queue discharge rate:

$$Q_s = 4,836 + 1,900 W_{90} \quad (2)$$

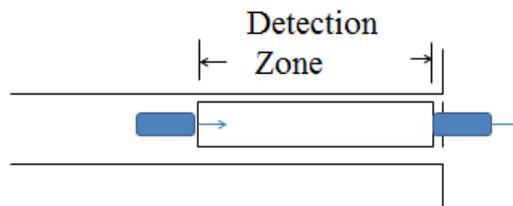
此式中，

$Q_s$  = saturation flow (vph) (飽和流率 (輛/小時)；

$W_{90}$  = lane width with 90% utilization rate (m) (使用率佔90%之路面寬  
(公尺)。

### Dwell Time Characteristics

Refer to Fig. 8. The dwell time of a vehicle in a specified zone refers to the time period, after a green signal indication is displayed, in which that vehicle is at least partially in the zone. This time period is measured from the time the front wheels enter the zone after the green onset until the rear wheels depart from the zone. If a vehicle is already in the zone at the green onset, its dwell time is the difference between the green onset and the time when the rear wheels depart from the zone. Therefore, for a vehicle in the first queue position, its dwell time equals its discharge headway.



Dwell Time =  $t_2 - t_1$

$t_1$  = time when front wheels enter zone after green onset

$t_2$  = time when rear wheels depart from zone

Reference time for measuring  $t_1$  and  $t_2$ : green onset

Fig. 8 Definition of Dwell Time

For a detection zone extending upstream for 15 m from the stop line, Figs. 9 and 10 show respectively the averages and the variations of the dwell times observed at two intersections. For the vehicles in the third queue position, their respective average dwell times at the two intersections differ substantially. This is caused by the differences in driver reaction time, acceleration rate, and the positioning of the first three queuing vehicles relative to the stop line and the detection zone.

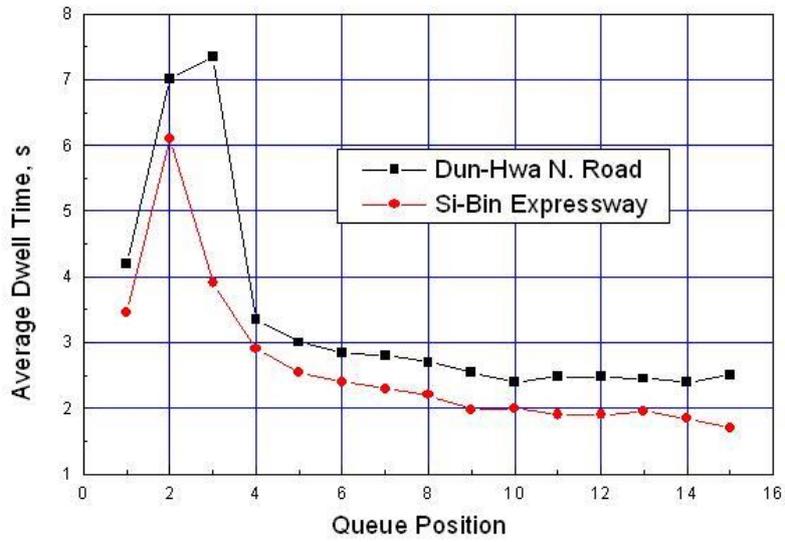


Fig. 9 Average Dwell Times over 15-m Long Detection Areas in Two Traffic Lanes

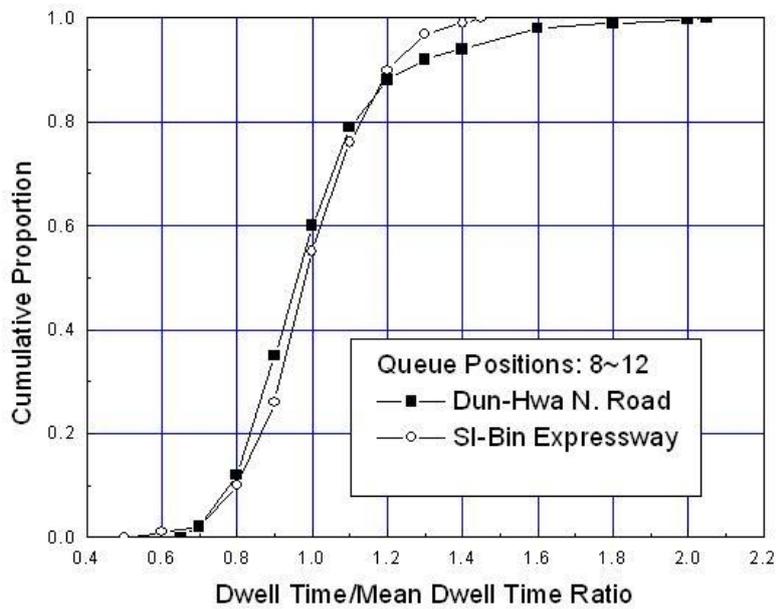


Fig. 10 Cumulative Distributions of Normalized Dwell Times over 15-m Long Detection Areas in Two Traffic Lanes

There is a significant difference between the two distributions shown in Fig. 9. At the intersection on Sin-Bin Expressway, individual dwell times rarely exceed 140% of their mean. In

contrast, some individual dwell times at the intersection on Dun-Hwa N. Road exceed 200% of the mean. The average dwell time is about 2.5 s for queue positions 8 through 12 (about 50 m to 80 m from the stop line) on Dun-Hwa N. Road. This implies an average speed of about 28 km/h over the detection zone. A dwell time exceeding 200% of the mean thus implies an average speed of below 14 km/h over the detection zone. This extremely low speed is likely caused by the blockage of the traffic movement downstream of the stop line. The dwell-time distribution on Si-Bin Expressway reflects better stable queue discharge without blockage.

### **Algorithm for Simulating Small-Vehicle Queue Formation and Queue Discharge**

The 2020HTSS model is a microscopic model that updates the position, the acceleration, and the speed of each simulated vehicle at regular intervals. Each of such intervals, refers to as the scanning interval, should be short to provide a high resolution in imitating real-life traffic operations. It is recommended that the length of the scanning cycle be set at 0.5 s.

In the absence of lane changes, the position and the speed of a simulated vehicle are determined as follows:

$$x(j+1) = x(j) + v(j)T + 0.5a(j)T^2 \quad (3)$$

and

$$v(j+1) = v(j) + a(j)T \quad (4)$$

where  $j$  = the  $j^{\text{th}}$  scanning interval,  $x(j)$  = the position of the vehicle at the beginning of the  $j^{\text{th}}$  scanning interval, measured as the distance between the front end of that vehicle and an upstream reference point;  $v(j)$  = the speed of the vehicle at the beginning of the  $j^{\text{th}}$  scanning interval;  $a(j)$  = a constant acceleration (or deceleration) rate during the  $j^{\text{th}}$  scanning interval that is applicable to the vehicle; and  $T$  is the length of the scanning interval.

The queue-formation and queue-discharge algorithm used in the 2020HTSS model includes the following modules:

1. Specification of vehicle attributes.
2. Formation of stationary queues.
3. Discharge of the lead vehicle in a stationary queue.
4. Discharge of the vehicles behind the lead vehicle.
5. Imposition of constraints on acceleration rates.
6. Update of vehicle positions and speeds.

The nature of each of these modules is described below.

#### **1. Specification of Vehicle Attributes**

##### **(1) Driver Timidity Index**

The characteristics of queue formation and queue discharge are governed in part by driver behaviors. For example, all other things being equal, an aggressive driver may

apply a greater acceleration rate or follow the vehicle ahead more closely than a timid driver. The 2020HTSS model randomly assigns a driver timidity index to each simulated vehicle to determine how a vehicle will behave in a traffic stream. This index is uniformly distributed between 0 and 1, with 0 represents the most aggressive (least timid) behavior.

## (2) Length of Small vehicle

The average length of small vehicles is assumed to be 4.5 m. The lengths of individual small vehicles are randomly assigned as follows:

$$L_i = 4.5 (0.8 + 0.4R_L) \quad (5)$$

where  $L_i$  is the length of vehicle  $i$  and  $R_L$  is a uniformly distributed random number between 0 and 1.

## (3) Weight and Horsepower

The weight-to-horsepower ratio of a vehicle can affect the ability of that vehicle to accelerate on a steep grade. How the weight and horsepower are incorporated into the 2018HTSS model has been reported in detail elsewhere [6, 7, 8]. The 2020 HTSS model adopts the same process in treating the impact of weight and horsepower. For the simulation of urban street operations, the 2020HTSS model uses a weight-to-horsepower ratio of 82 kg/kW as the default average for small vehicles. Each vehicle, however, has its own weight-to-horsepower ratio.

## 2. Formation of Stationary Queues

Vehicles facing a yellow light will either stop before the stop line or enter the intersection. The 2020 HTSS model uses drivers' comfortable deceleration rates under normal conditions to decide the choice. These rates are determined as

$$d_i = -2.1 - 1.83 (1 - \theta) \quad (6)$$

where  $d_i$  is the comfortable deceleration rate ( $\text{m/s}^2$ ) of driver  $i$  under normal conditions and  $\theta$  is the driver timidity index.

When the yellow light is turned on, the vehicle closest to the stop line is forced in the simulation process to enter and cross the intersection if it requires a deceleration less than the larger of  $d_i - 0.9$  and  $-4.3 \text{ m/s}^2$ . Otherwise, this vehicle will wait until it requires a deceleration rate close to  $d_i$  to start decelerating and stop at or before the stop line. The vehicles behind would also wait until they require deceleration rates close to their respective comfortable deceleration rates to decelerate and stop behind the vehicle ahead.

Refer to Fig. 1. The distance  $S_l$  between the stop line and the first queuing vehicle can vary with lane location and signal cycle. This distance is simulated as follows:

$$S_1 = S_x + S_y\theta \quad (7)$$

where  $S_x$  represents the minimum distance between the stop line and the first queuing vehicle ( $S_x \geq 0$  with a default value of 1 m);  $S_y$  is the maximum deviation in distance from  $S_x$  (default: 2 m); and  $\theta$  is the driver timidity index (0 ~ 1).

Field data show that the gaps between successive vehicles in a stationary queue ( $S_i$ ,  $i = 2, 3, 4, \dots$ ) are almost randomly distributed between 40% and 160% of their mean. Therefore, each individual gap is determined as

$$S_i = \phi_1 + \phi_2 R_S \quad (8)$$

where  $\phi_1$  is the minimum gap;  $\phi_2$  is the maximum deviation from the minimum; and  $R_S$  is a random number uniformly distributed between 0 and 1. This random number is independent of the  $R_L$  in Eq. 6.

### 3. Discharge of the First Queuing Vehicle

After the green onset, the driver in the first queuing vehicle requires a reaction time before accelerating into the intersection. Sometimes a driver may accelerate across the stop line even before the green onset. To simplify data processing, the 2020HTSS model does not consider such an event.

The mean of the start-up reaction times after the green onset is likely between 1 s and 1.5 s. The 2020HTSS model determines the start-up reaction times as follows:

$$T_r = T_a + T_b\theta \quad (9)$$

where  $T_r$  is the start-up reaction time of a driver;  $T_a$  is the minimum reaction time,  $T_b$  is the maximum deviation from the minimum; and  $\theta$  is the driver timidity index (0 ~ 1).

Eq. 9 implies that the more aggressive a driver (lower timidity index), the shorter the start-up reaction time would become. The first discharged vehicle is assumed to move at a desired free-flow acceleration rate unless it is interfered with by a vehicle ahead. Based on a previous analysis [9], Figs. 11 and 12 show the representative characteristics of such free-flow acceleration on level streets. These characteristics can be determined as follows for simulation :

$$A_s = 1.2606 + \frac{0.6822}{1 + e^{\frac{V-1.5905}{2.5868}}} \quad \text{for } V \leq 8 \text{ km/h} \quad (10a)$$

$$A_s = 3.3722 - \frac{3.0957}{1 + e^{\frac{V-9.5425}{18.278}}} \quad \text{for } V > 8 \text{ km/h} \quad (10b)$$

where  $A_s$  is the mean acceleration rate ( $m/s^2$ ) of a small vehicle moving at speed  $V$  (km/h).

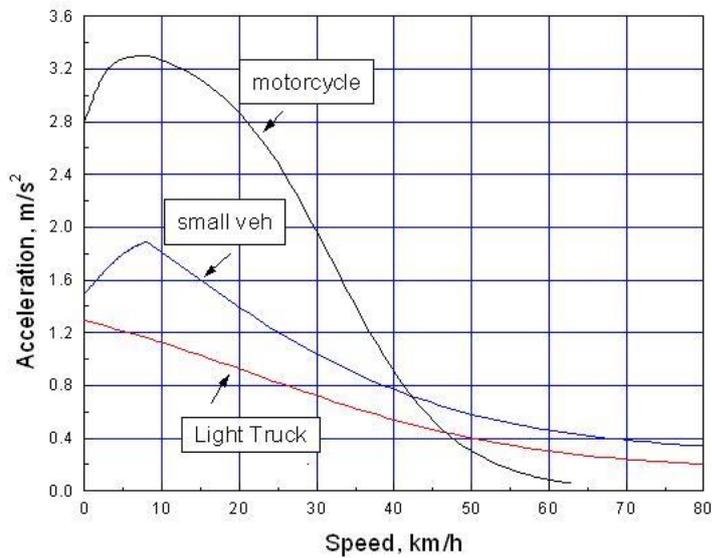


Fig. 11 Representative Speed-Acceleration relationships of Free-Flow Small Vehicles after Green Onset

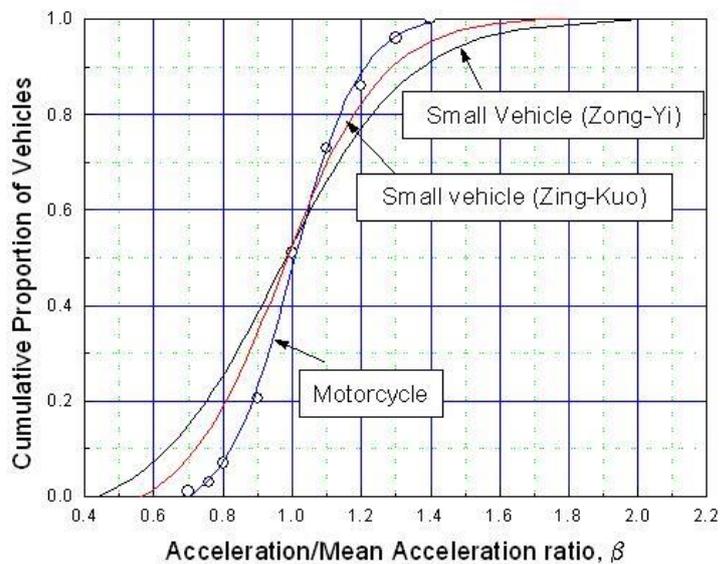


Fig. 12 Cumulative Distribution of Normalized Free-Flow Acceleration Rates of Small Vehicles

The free-flow acceleration of a vehicle can vary with vehicle design, driver behavior, and the nature of highway facility. Fig. 12 shows that, for small vehicles, the ratio of an individual acceleration to mean acceleration can vary from about 45% to about 200% of their mean. Based on the characteristics exhibited on Taoyuan's Zong-Yi Road (see Fig. 12), the

2020HTSS uses the following distribution as a default to determine the free-flow acceleration of a small vehicle on level streets:

$$\beta_s = 0.95979 - 0.18786 \left[ \ln \left( \frac{1.070603}{R_a + 0.065703} - 1 \right) \right] \quad (11)$$

where  $\beta_s$  is the ratio of acceleration rate to mean acceleration rate and  $R_a$  is a random number uniformly distributed between 0 and 1.

The acceleration models described above are based on vehicles that can reach an average free-flow speed of 65~70 km/h. In reality the vehicles on an urban street may have a higher, or a lower, average free-flow speed. It is reasonable to assume that a street with a higher average free-flow speed would allow vehicles to accelerate at a higher average rate. Therefore, the 2020HTSS model uses the following relationship to simulate the free-flow acceleration of a queuing vehicle on a level street:

$$a_2 = \lambda \beta_s A_s \quad (12)$$

where  $a_2$  is the probable free-flow acceleration rate of a small vehicle in scanning interval  $j$  and  $\lambda$  is a site-specific adjustment factor (default:1.0).

The site adjustment factor in Eq. 12 may be greater than 1 for streets with average free-flow speeds above 70 km/h and less than 1 for those with average free-flow speeds below 65 km/h.

Under normal conditions, a discharged vehicle can only accelerate to a speed equal to its desired free-flow speed. This constraint is discussed later in this note.

#### 4. Discharge of Queuing Vehicles behind the Lead Vehicle

At the beginning of each scanning interval, the 2020HTSS model determines whether a stationary vehicle is ready to move and determines a probable acceleration rate  $a_2$  for each vehicle that is ready to move or already in motion. A set of constraints is then imposed on his probable acceleration rate to determine the acceleration rate to be used for updating the vehicle speed and location.

##### (1) Start-up Reaction Time

The discharge of the vehicles behind the first queuing vehicle is dictated by the car-following behaviors of that vehicle. After the vehicle directly ahead starts accelerating, a driver of the vehicle behind needs a reaction time before accelerating. On average, the start-up reaction time is usually in the range of 1.0s to 1.5 s. This means on average the vehicle in the 10<sup>th</sup> queue position will start to accelerate about 10s to 15 s after the green onset. The start-up reaction times of individual vehicles, however, can vary significantly.

An explicit treatment of the start-up reaction times of individual vehicles would substantially increases the complexity of a simulation process, particularly when

motorcycles and other types of vehicles occupy the same lane. For this reason, the 2020HTSS model uses the following surplus gap to determine when a stationary vehicle would start accelerating:

$$\Delta S = S_a - S_{min} \quad (13)$$

where  $\Delta S$  is the surplus gap available to stationary vehicle  $i$ ;  $S_a$  = the actual gap between vehicle  $i$  and vehicle  $i-1$  ahead (distance between front end and rear end); and  $S_{min}$  is the desired minimum gap of vehicle  $i$  when vehicle  $i$  and vehicle  $i-1$  are stationary (default: 2 m).

When both vehicle  $i$  and vehicle  $i-1$  are stationary, and  $S_a$  is equal to  $S_{min}$  or less than  $S_{min}$ , vehicle  $i$  cannot accelerate. Once  $\Delta S$  exceeds a threshold value, which varies from one vehicle to another, then vehicle  $i$  will start accelerating. The threshold  $\Delta S$  for a vehicle is determined as

$$(\Delta S)_c = F(\theta) \quad (14)$$

where  $(\Delta S)_c$  is the threshold surplus gap of vehicle  $i$  and  $F(\theta)$  is a function of the timidity index of the follower.

## (2) Car-following Maneuvers-Scenario 1

Fig. 13 shows the components of the space headway of a vehicle (the follower) following another vehicle (the leader) in a car-following situation. The notations shown in the figure have the following meanings:

- $X_1, X_2$  = respective distances of the front ends of the leader and the follower from a common origin at the beginning of a scanning interval;
- $V_1, V_2$  = respective speeds of the leader and the follower at the beginning of a scanning interval;
- $L_1$  = length of the leader;
- $S_{min}$  = minimum desired gap of the follower when both vehicles are stationary;
- $S_a$  = actual buffer distance beyond  $S_{min}$ ; and
- $S_d$  = desired buffer distance to be calibrated based on smaller of  $V_1$  or  $V_2$ .

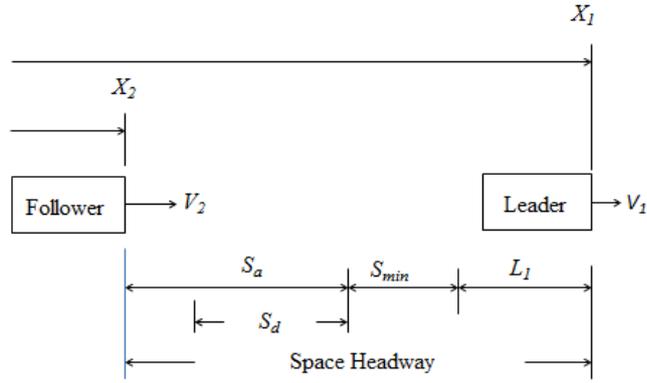


Fig. 13 Components of Vehicle Space Headway in Car-Following

Scenario 1 of the car-following maneuvers refers to the situation in which the speed of the follower is equal to or above that of the leader (i.e.,  $V_2 \geq V_1$ ). In this case, the HTSS model determines the difference between the actual buffer distance  $S_a$  (i.e.,  $X_1 - L_1 - S_{min} - X_2$ ) with the desired buffer  $S_d$ .

If  $S_a \leq S_d$ , the follower has to decelerate immediately to a speed equal to  $V_1$ . In this case, the probable deceleration rate (negative value) is

$$a_2 = \frac{V_1 - V_2}{T} \quad (15)$$

where  $a_2$  is a probable deceleration rate of the follower in the current scanning interval and  $T$  is the scanning interval (e.g., 0.5 s)

If  $S_a > S_d$ , the follower may accelerate, decelerate, or maintain the same speed. The 2020HTSS model first assumes that the leader would maintain the same speed  $V_1$  while the follower is reducing its speed from  $V_2$  to  $V_1$ . Under this condition, the required deceleration rate for the follower to maintain the desired buffer distance when its speed equals  $V_1$  can be estimated as

$$a_r = -\frac{(V_2 - V_1)^2}{2(S_a - S_d)} \quad (16)$$

where  $a_r$  is the required deceleration rate under the above conditions.

If  $a_r$  is smaller than or equal to  $d_i + 0.3 \text{ m/s}^2$ , then the required deceleration is close to, or worse than, the comfortable deceleration  $d_i$ . Therefore, the probable deceleration of the follower in the current scanning interval should be equal to  $a_r$ . In other words,

$$a_2 = a_r \quad (17)$$

If  $a_r$  is greater than  $d_i + 0.3 \text{ m/s}^2$ , then the follower may accelerate, decelerate, or maintain the same speed. In this case, the 2020HTSS model determines the maximum probable acceleration  $a_2$  for the follower under the following conditions:

- The follower accelerates at  $a_2$  during the current scanning interval, then decelerates at a comfortable rate  $d_2$  (determined from Eq. 6) until its speed equals  $V_1$ .
- When  $V_2$  is reduced to  $V_1$ , the actual buffer distance equals the desired buffer distance of the follower.
- The leader maintains its speed  $V_1$  when the follower changes its speed.
- The acceleration rate and the deceleration rate are constant.

The above conditions can be represented by the following relationship:

$$X_1 - L_1 - D_{\min} - S_a + V_1 \left( T - \frac{V_2 - V_1}{d_2} \right) = X_2 + V_2 T + \frac{1}{2} a_2 T^2 - \frac{(V_2 + a_2 T)^2 - V_1^2}{2d_2} \quad (18)$$

Let

$$H_1 = -\frac{T^2}{2d_2}$$

$$H_2 = -\frac{V_2 T}{d_2} + \frac{T^2}{2} + \frac{V_1 T}{d_2}$$

$$H_3 = -\frac{(V_2 - V_1)^2}{2d_2} + (V_2 - V_1)T - (S_a - S_b)$$

Then, if  $H_2^2 - 4H_1H_3 < 0$ , Eq. 18 has no real solutions. This means the follower needs to decelerate at its comfortable deceleration rate  $d_2$ . Therefore,

$$a_2 = d_2 \quad (19)$$

If  $H_2^2 - 4H_1H_3 \geq 0$ , then

$$a_2 = \frac{-H_2 + \sqrt{H_2^2 - 4H_1H_3}}{2H_1} \quad (20)$$

### (3) Car-following Maneuvers-Scenario 2

Scenario 2 of the car-following maneuvers refers to the situation in which the speed of

the follower is below that of the leader (i.e.,  $V_1 > V_2$ ). In this case, vehicles can be expected to accelerate to catch up with the ones ahead if their actual buffer distances are greater than their desired buffer distances. On the other hand, vehicles may have to either decelerate or maintain their speeds if the actual buffer distances are not sufficient.

The 2020HTSS model assumes that, at the beginning of each scanning interval, the follower will try to reach the current position occupied by a small vehicle in  $\mu$  seconds. This desired time headway, referred herein as the catch-up headway, varies with vehicle speed. During the catch-up headway, the distance to be covered by the follower is assumed to be

$$D = X_1 - (L_1 - 4.5) - X_2 + f_v(V_1 - V_2)\mu + f_h(h - \mu)V_2 \quad (21)$$

where  $D$  is the distance (in meters) to be covered by the follower in  $\mu$  seconds;  $L_1$  is the vehicle length (in meters);  $X_1$  and  $X_2$  are respectively the front-end locations of the leader and the follower (in meters);  $V_1$  and  $V_2$  are respectively the speeds of the leader and the follower;  $f_v$  and  $f_h$  are factors related respectively to speed and headway; and  $h$  (in seconds) is the current time headway, which is estimated as

$$h = \frac{(X_1 - L_1 + 4.5 - X_2)}{V_2 + 0.1} \quad (22)$$

In Eq. 22 the typical length of a small vehicle is assumed to be 4.5 m. The 0.1 m/s in the denominator prevents the value of  $h$  from becoming infinity for stationary followers and the subsequent failure of a simulation run.

The probable acceleration under scenario 2 is determined as

$$a_2 = \frac{2(D - V_2\mu)}{\mu^2} \quad (23)$$

## 5. Imposition of Constraints on $a(j)$ and $a_2$

### (1) Constraint 1: Collision Avoidance

In a car-following situation, the 2020HTSS model assumes that the leader may suddenly decelerate to stop and, in response to this possibility, the follower will always adjust its speed and headway to avoid a collision. The maximum allowable speed to avoid a collision can be determined from the following condition:

$$X_1 - L_1 - S_{min} - \frac{V_1^2}{2d_1} = X_2 + V_{max}t_r - \frac{V_{max}^2}{2d_2} \quad (24)$$

where  $d_1$  is the probable deceleration rate (negative value) as perceived by the follower;  $d_2$

is the comfortable deceleration rate of the follower;  $V_{max}$  is the maximum allowable speed to avoid a collision;  $t_r$  is the desired reaction time of the follower before decelerating; and all other notations are as defined previously.

In Eq. 24 the probable deceleration rate  $d_l$  (in  $m/s^2$ ) of the leader and the reaction time  $t_r$  (in seconds) of the follower are respectively determined as

$$d_l = -3(0.7 + 0.6\theta) \quad (25)$$

and

$$t_r = 0.5 + \theta \quad (26)$$

where  $\theta$  is the timidity index of the follower ( $0 \sim 1$ ).

Let

$$\Delta S = X_1 - L_1 - S_{min} - \frac{V_1^2}{2d_1} - X_2 \quad (27)$$

If  $\Delta S$  is less than or equal to 0, the follower needs to decelerate to a speed below  $V_l$  to avoid a collision. In this case the 2020HTSS sets the maximum allowable speed (in m/s) to  $V_l - 0.7$ . In general, the maximum allowable speed  $V_{max}$  (in  $m/s^2$ ) is determined as follows:

If  $\Delta S \leq 0$ ,

$$V_{max} = V_l - 0.7 \geq 0 \quad (28a)$$

If  $\Delta S > 0$ ,

$$V_{max} = d_2 t_r + \sqrt{d_2^2 t_r^2 + 2d_2 \Delta S} \quad (28b)$$

At the end of the current scanning interval, the speed of the follower cannot exceed  $V_{max}$ . This means if  $V_2 + a_2 T > V_{max}$ , then the probable acceleration rate should be modified as

$$a_2 = \frac{V_{max} - V_2}{T} \quad (29)$$

## (2) Constraint 2: Speed $\leq$ Free-flow Speed

Both the free-flow acceleration  $a(j)$  and the probable acceleration  $a_2$  are limited by the free-flow speed of a vehicle. The free-flow speeds of the vehicles on a street are affected by vehicle type, speed limit, grade, the spacing between intersections, and many other factors. The distribution of normalized speeds (speeds to mean speed ratios), however, does not vary significantly with vehicle type. Fig. 14 shows the typical distribution of

normalized speeds as reported in the 2011 Taiwan Highway Capacity Manual [5]. Based on this distribution the 2020HTSS model uses the following equation to determine the free-flow speeds of vehicles:

$$V_f = V_m [0.99266 - 0.069561 \ln(\frac{1.016418}{1.013418 - \theta} - 1)] \quad (30)$$

where  $V_f$  is the free-flow speed of a vehicle belonging to a specified vehicle type (for example, small vehicles);  $V_m$  is the mean free-flow speed of the given type of vehicles; and  $\theta$  is the driver timidity index (0 ~ 1).

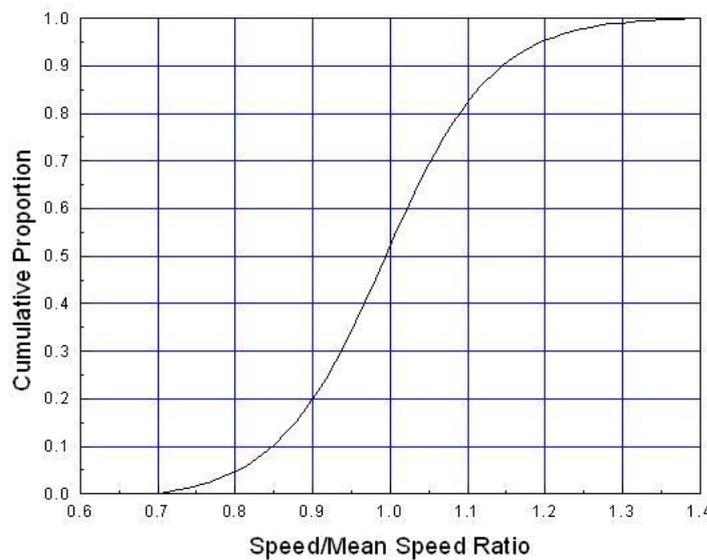


Fig. 14 Representative Cumulative Distribution of Normalized Free-Flow Speeds for Small Vehicles, Mortocycles, or Heavy Vehicles

Given  $V_f$  is the applicable free-flow speed, the  $a(j)$  has to be revised if  $V_2 + a(j)T$  exceeds  $V_f$ . The same constraint is imposed on  $a_2$ .

(3) Constraint 3: Speed  $\geq 0$

If  $V_2 + a_2T$  is less than 0, then the scanning interval  $T$  is replaced with  $-V_2/a_2$  for updating the speed and the location of a vehicle.

(4) Constraint 4:  $V_1 = V_2$  for small gaps

When the gap between the rear end of the leader and the front end of the follower is less than 0.8 s of the travel time at  $V_2$ , the follower is forced in the simulation process to reduce its speed to  $V_1$ . The governing deceleration rate  $a_2$  is thus determined as  $(V_1 - V_2)/T$ .

(5) Constraint 5: Deceleration Rate  $\geq -4.3 \text{ m/s}^2$

Most small cars with good tires can achieve a maximum deceleration rate of close to  $-6 \text{ m/s}^2$ . The average deceleration rate of vehicles approaching an intersection and facing a red light is likely about  $3 \text{ m/s}^2$ . The 2020 HTSS model assumes that, mathematically, the actual deceleration rate should be greater than or equal to  $-4.3 \text{ m/s}^2$ .

(6) Constraint 6: Acceleration Rate  $\leq$  Acceleration Rate on Grade

The 2020HTSS model uses a tedious algorithm to determine the most likely acceleration (or deceleration) rate on a grade segment [6, 7, 8]. Both  $a(j)$  and  $a_2$  are constrained by the applicable rate on grade.

(7) Constraint 7: Speed  $\leq$  Turning Speed

For turning movements, the turn point is assumed to be 50% of the intersection width beyond the stop line for left-turn vehicles and 3 m beyond the stop line for right-turn vehicles. If the vehicle approach speed is greater than the desired turning speed, then the vehicle has to decelerate at its comfortable deceleration rate when it's near the turn point.

The turning speeds is governed in part by the turning radius, which can vary from one lane to another. The 2020HTSS model determines the turning speed of a vehicle,  $V_t$  (in km/h), as follows:

$$V_t = \bar{V}_t [0.6 + 0.7(1 - \theta)] \quad (31)$$

where  $\bar{V}_t$  is the average turning speed (defaults: 22 km/h for left turn and 15 km/h for right turns).

## 6. Update of Vehicle Location and Speed

The finalized  $a_2$  is used as  $a(j)$  in Eqs. 2 and 3 to update the location and the speed of a vehicle at the end of the current scanning interval.

### **Model Calibration**

The algorithm described previously relies heavily on prescribed traffic flow characteristics. Some of these characteristics, such as free-flow speed, free-flow acceleration, vehicle length, and the gap between stationary vehicles, can be directly modeled based on past observations. They may only require minor modifications for the simulation of the traffic in a particular urban street. Other characteristics, on the other hand, have to be calibrated through trial and error.

The discharge headway and dwell time characteristics observed on Taipei's Dun-Hwa N. Road (speed limit: 50 km/h) and Si-Bin Expressway (speed limit: 80 km/h) are used to calibrate the algorithm described above. The findings are summarized below.

1. Eq. 7  $S_1 = S_x + S_y \theta$  (Distance of first queuing vehicle to stop line, in meters)

Tun-Hwa N. Road, Taipei:  $S_1 = 3.54\theta$  (average 1.77 m)

Si-Bin Expressway:  $S_1 = 3.35\theta$  (average 1.68 m)

2. Eq. 8  $S_i = \phi_1 + \phi_2 R_s$  (Gap between stationary small vehicles, in meters)

Tun-Hwa N. Road, Taipei:  $S_i = 0.91 + 1.83R_s$  (average 1.83 m)

Si-Bin Expressway:  $S_i = 1.83 + 1.83R_s$  (average 2.74 m)

3. Eq. 9  $T_r = T_a + T_b\theta$  (Start-up reaction time in seconds)

Tun-Hwa N. Road, Taipei:  $T_r = 0.15 + 1.8\theta$  (average 1.05 s)

Si-Bin Expressway:  $T_r = 0.15 + 1.4\theta$  (average 0.85 s)

4.  $\lambda$  in Eq.12  $a_2 = \lambda\beta_s A_s$  (Site-specific factor of free-flow acceleration)

Tun-Hwa N. Road, Taipei: 0.85

Si-Bin Expressway: 1.1

5. Eq. 14  $(\Delta S)_c$  (Threshold gap, in meters)

Tun-Hwa N. Road, Taipei:  $(\Delta S)_c = 0.076 + 0.762(1 - \theta)$

Si-Bin Expressway:  $(\Delta S)_c = 0.03 + 1.524(1 - \theta)$

6.  $\mu$  in Eq. 21 (Catch-up time headway, in seconds):  $\mu = \rho \bar{\mu}$

Refer to Fig. 15 and let  $V$  (in km/h) be the smaller of  $V_1$  and  $V_2$ .

Tun-Hwa N. Road, Taipei:

$$\bar{\mu} = 2.09028 + 2.94011e^{-\frac{v}{10.69284}}$$

Si-Bin Expressway:

$$\bar{\mu} = 1.83349 + 2.72959e^{-\frac{v}{10.69284}}$$

Value of  $\rho$ :

If  $\theta < 0.01$ ,

$$\rho = 0.55$$

If  $0.01 \leq \theta < 0.61$ ,

$$\rho = 0.92055 - 0.11217 \left[ \ln \left( \frac{0.925927}{\theta + 0.01048} - 1 \right) \right]$$

If  $0.61 \leq \theta < 0.985$ ,

$$\rho = 0.67739 - 0.23576 \left[ \ln \left( \frac{1.8926}{\theta + 0.899038} - 1 \right) \right]$$

If  $\theta \geq 0.985$ ,

$$\rho = 2.1$$

The value of  $\mu$  is constrained as follows:

$$\mu \leq \bar{\mu} + 2.095 + 0.4060e^{-\frac{v}{8.0060}}$$

$$\mu \geq \bar{\mu} - (0.994 + 0.5148e^{-\frac{v}{6.9156}})$$

Fig. 16 shows the characteristics of the boundary values of  $\mu$  for Dun-Hwa N. Road.

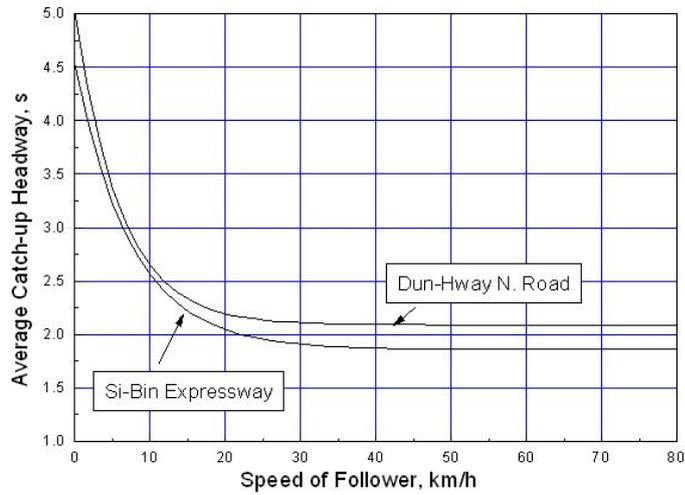


Fig. 15 Calibrated Catch-up Headways

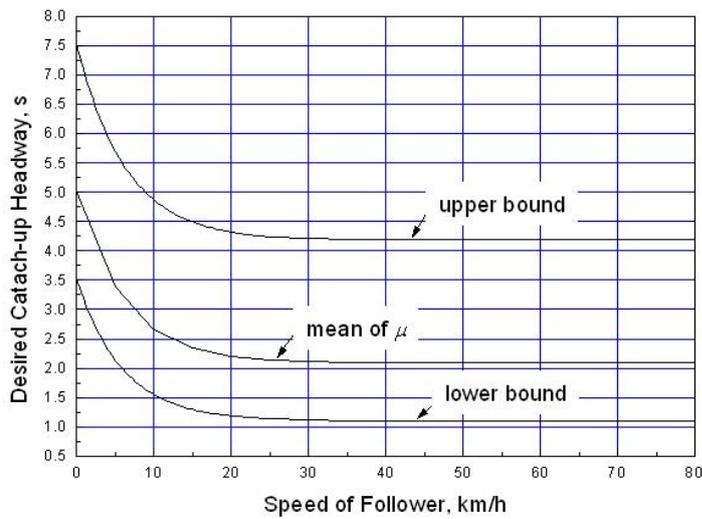


Fig. 16 Mean and Boundary Values of Desired Catch-up Headways for Dun-Hwa N. Road

7. Desired buffer distance  $S_d$  in Fig. 13 (in meters)

The desired buffer distance is determined as follows:

If  $V < 10$  km/h,

$$S_d = V(0.294 + 0.817)e^{-\frac{V}{12.03325}}$$

Otherwise,

$$S_d = V(\mu - \frac{4.5 + S_{min}}{V/3.6})$$

where V is vehicle speed (km/h);  $\mu$  is the desired catch-up headway (s); and  $S_{min}$  is the desired gap between two stationary vehicles (m).

Figs. 17~ 23 compare the simulated and the observed discharge headway and dwell time characteristics. The simulated and the observed characteristics are in good agreement. As shown in Fig. 22, however, the simulated dwell times on Dun-Hwa N. Road rarely exceed 140% of their mean, whereas about 6% of the observed dwell times are longer than 140% of the mean. As discussed previously, this discrepancy is likely caused by the blockage of the observed queue-discharge flows by the downstream vehicles during data collection. The simulation of queue discharge assumes the lead vehicle can always can under free-flow conditions.

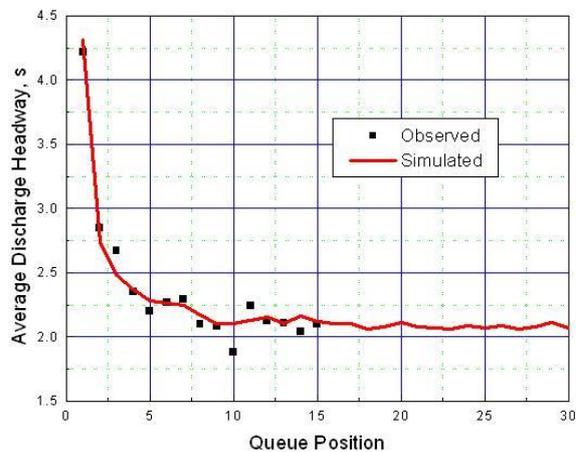


Fig. 17 Average Queue Discharge Headway as a Function of Queue Position on Dun-Hwa N. Road

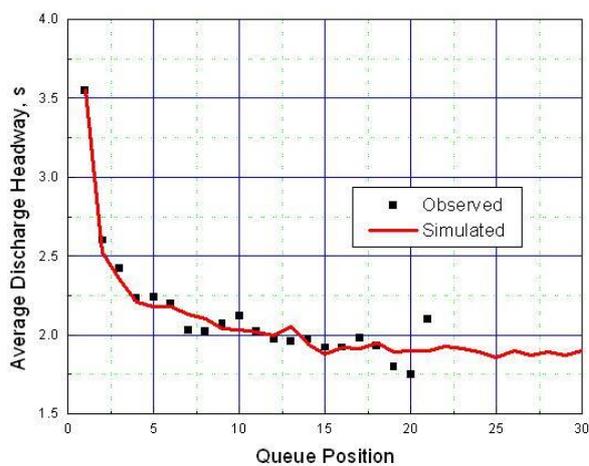


Fig. 18 Average Queue Discharge Headway as a Function of Queue Position on Si-Bin Expressway

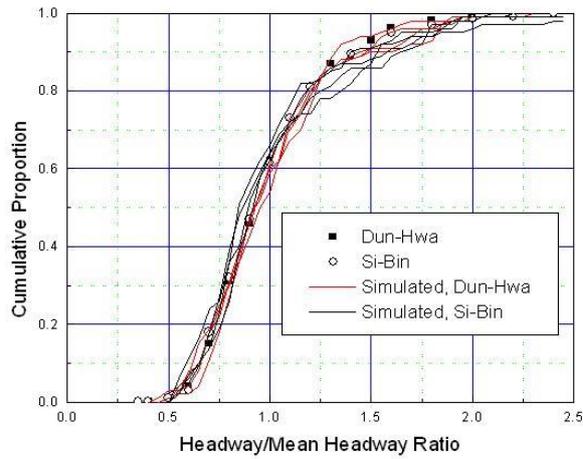


Fig. 19 Representative and Simulated Cumulative Distributions of Normalized Queue Discharge Headways on Tun-Hwa N. Road and Si-Bin

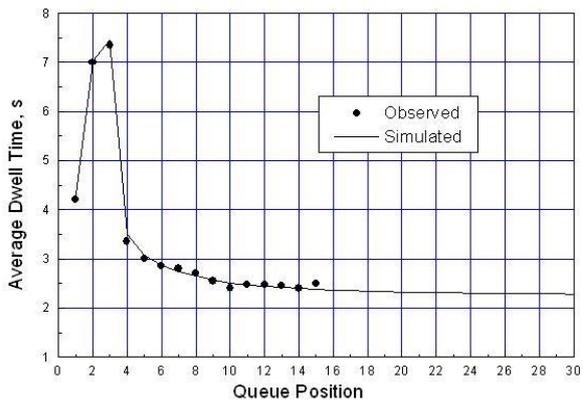


Fig. 20 Dwell Times over 15-m Long Detection Area on Dun-Hwa N. Road, Taipei

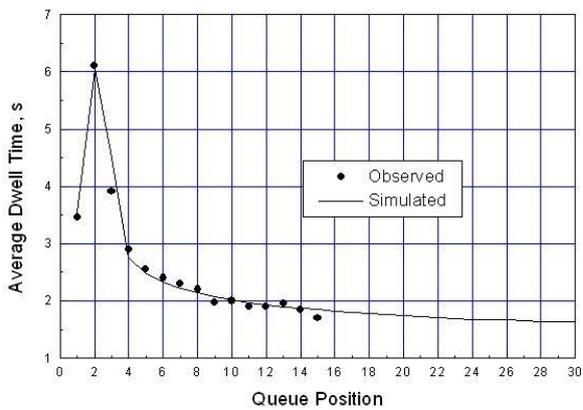


Fig. 21 Dwell Times over 15-m Long Detection Area on Sin-Bin Expressway

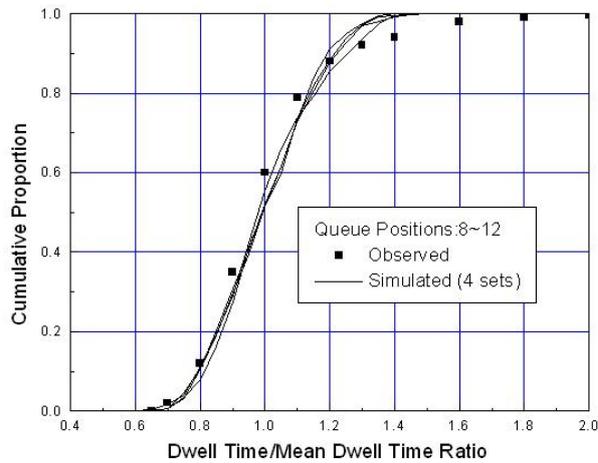


Fig. 22 Cumulative Distribution of Normalized Dwell Times over a 15-m Long Detection Area on Dun-Hwa N. Road

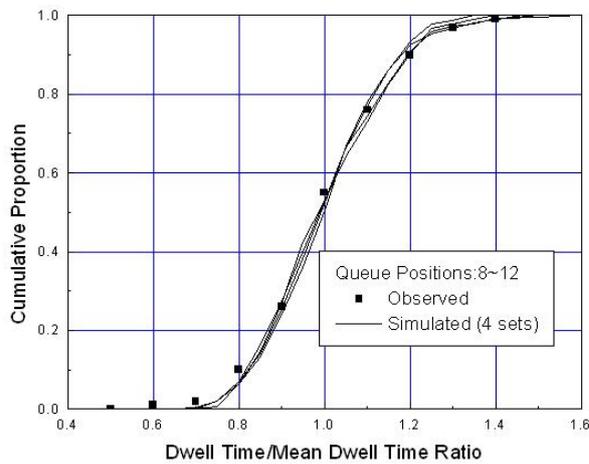


Fig. 23 Cumulative Distribution of Normalized Dwell Times over a 15-m Long Detection Area on Si-Bin Expressway

### Issues Concerning Model Applications

Queue discharge characteristics vary with lane location. Therefore, the 2020 HTSS model has to be calibrated with site-specific data if accurate representation of the real-life characteristics is a must. Additional work will be carried out to provide a default queue formation and queue discharge algorithm that can be readily modified by the users of the model through an input file. This default algorithm will be based on representative queue discharge characteristics of straight-through, right-turn, and left-turn movements. How the default algorithm can be modified requires a better understanding of the impact of changes in the algorithm on the simulation results. This can be accomplished by using the 2020 HTSS model for sensitivity analyses. Fig. 24 through 27 show several examples of such analyses. They reveal that minor changes in the algorithms, which are calibrated respectively for Dun-Hwa N. Road and Si-Bin Expressway, can produce rather realistic results under various conditions.

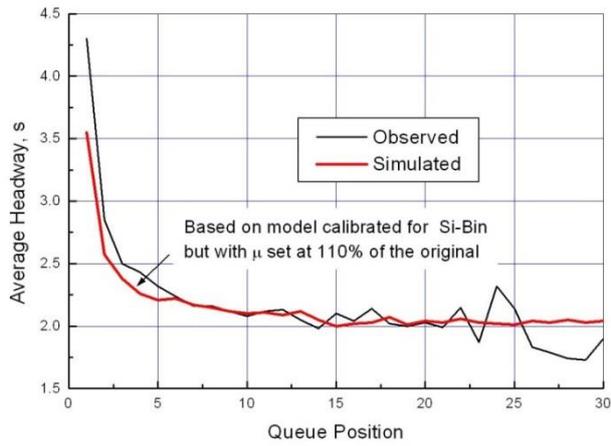


Fig. 24 Comparison of Simulated Average Headways with Those Observed on Da-Du Road

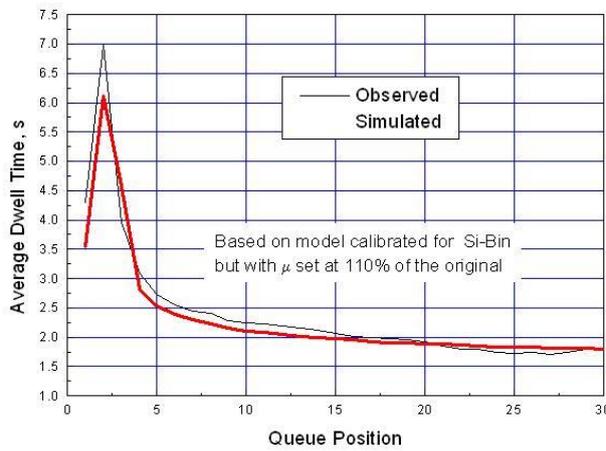


Fig. 25 Comparison of Simulated Average Dwell Times with Those Observed on Da-Du Road

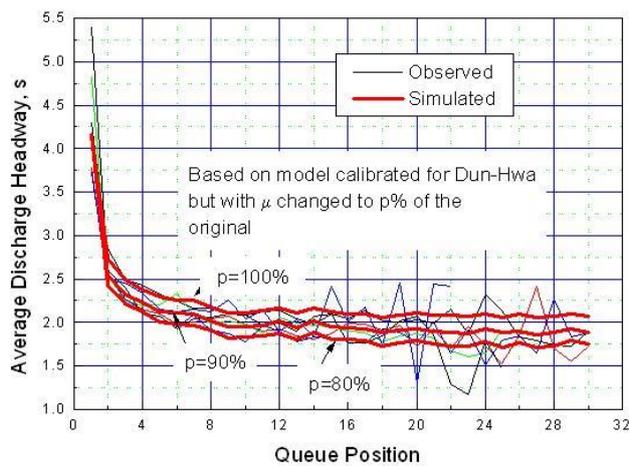


Fig. 26 Variations of Average Queue Discharge Headway with Queue Position in six straight-through lanes

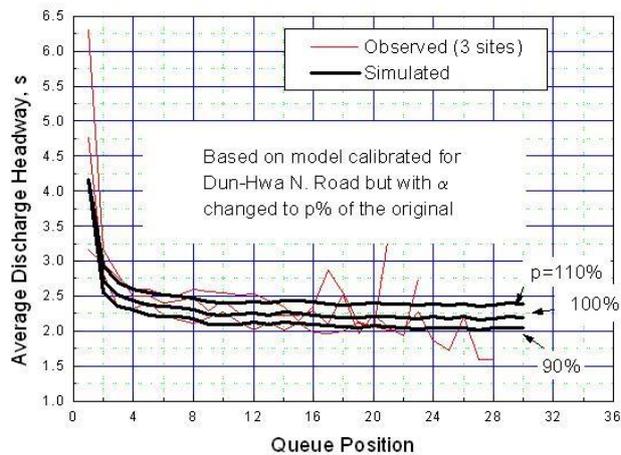


Fig. 27 Comparisons of Observed and Simulate Average Discharge Headway in Left-Turn Lanes

## REFERENCES

1. Webster, F. V., *Traffic Signal Settings*, Road Research Technical Paper No. 19, Great Britain Road Research Laboratory, London, 1958.
2. 「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。
3. 「台灣地區多車道郊區公路容量及特性研究（三）」，94-78-1221，交通部運輸研究所，民國 94 年 6 月。
4. 「機車專用道、公車設施及都市幹道容量與服務水準研究(1/3)」，97-94-1248，交通部運輸研究所，民國 97 年 7 月。
5. 「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。
6. 「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。
7. 「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。
8. 「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。
9. Lin, F. B., *Development of the 2020HTSS Model for Simulation of Urban Street Operations, Task 1: Simulation of Free-Flow Acceleration of Queuing Vehicles at Signalized Intersections*, Technical note submitted to the IOT, May 6, 2020.

# 附錄三

## **Development of the 2020HTSS Model for Simulation of Urban Street Operations-Task 3**



# Development of the 2020HTSS Model for Simulation of Urban Street Operations

## Task3: Simulation of Queue Discharge of Motorcycles at Signalized Intersections

Feng-Bor Lin  
Professor Emeritus, Clarkson University  
Version 1 Submitted to the IOT on June 30, 2020  
Version 2 Finalized on July 10, 2020

### Introduction

Many signalized intersections in Taiwan have areas designated for the motorcycles that are waiting for the green lights. These areas include waiting boxes and 2-stage left-turn boxes such as those shown in Fig. 1. Consider a motorcycle on the eastbound approach in Fig. 1. If this motorcycle intends to go straight-through but faces a red light, then it can move ahead into the waiting box unless the box is full. On the other hand, when 2-stage left-turn box is designated, a left-turn motorcycle has to move into box while the green light is displayed. This motorcycle can then complete the turn when the green light is given to the northbound approach. To accommodate large motorcycle flows, some traffic lanes may be designated as exclusive motorcycle lanes.

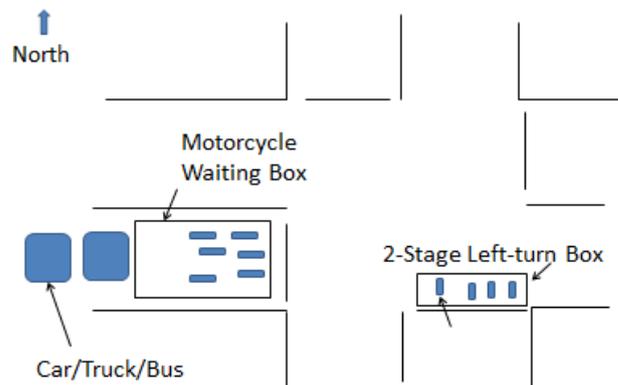


Fig. 1 Schematic of Motorcycle Waiting Box and 2-Stage Left-turn Box

The presence of motorcycles greatly complicates the task of developing a model to simulate the traffic operations in urban streets. The 2020HTSS model has algorithms to simulate motorcycle-related traffic flows in exclusive lanes and in lanes shared by different types of vehicles. The focus of this technical note is on the simulation of the motorcycle flows in exclusive lanes.

## Motorcycle Queue Discharge Characteristics

An IOT study [1] shows that, 8 s to 10 s after the green light is displayed (the green onset), the queue discharge rates of exclusive motorcycle lanes would often stabilize. The stabilized rates, however, usually last only for short periods. About 20 s ~ 25 s after the green onset, the discharge rates may surge. This phenomenon is shown in Fig. 2. In this figure,  $W_{90}$  refers to the lane width used by 90% of the motorcycles at the stop line.

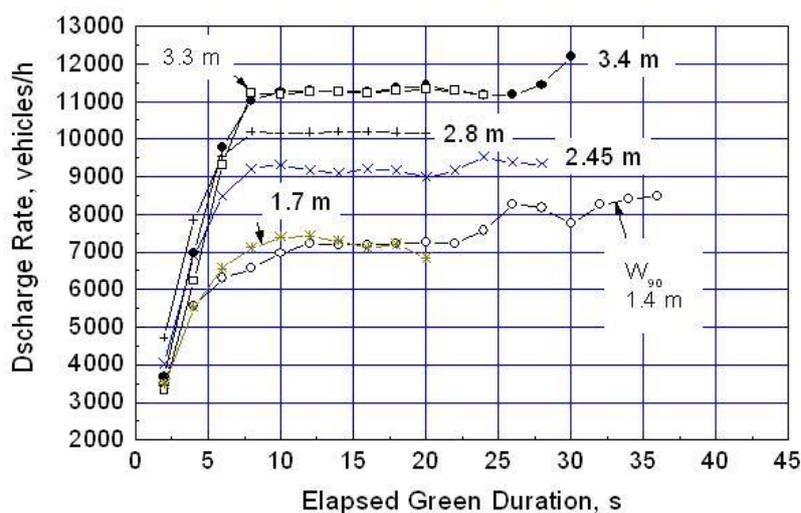


Fig. 2 Temporal variations of Average Queue Discharge Rates in Six Exclusive Motorcycle Lanes

The averages of the stabilized discharge rates shown in Fig. 2 range from about 72,00 motorcycles/h for a  $W_{90}$  of 1.4 m ~ 1.7 m to about 11,300 motorcycles for a  $W_{90}$  of 3.3 ~ 3.4 m. As shown in Fig. 3, these averages have a strong linear relationship with  $W_{90}$ . This relationship can be represented by the following equation:

$$Q_s = 4,281.5 + 2,061.7 W_{90} \quad (1)$$

where  $Q_s$  is the average stabilized discharge rate ( in motorcycle/h) and  $W_{90}$  is the lane width with 90% utilization rate (in meters).

### Algorithm for Simulating Motorcycle Queue Formation and Queue Discharge

The 2020HTSS model is a microscopic model that updates the position, the acceleration, and the speed of each simulated vehicle at regular intervals. Each of such intervals, refers to as the scanning interval, should be short to provide a high resolution in imitating real-life traffic operations. It is recommended that the length of the scanning cycle be set at 0.5 s.

In the absence of lane changes, the position and the speed of a simulated vehicle are determined as follows:

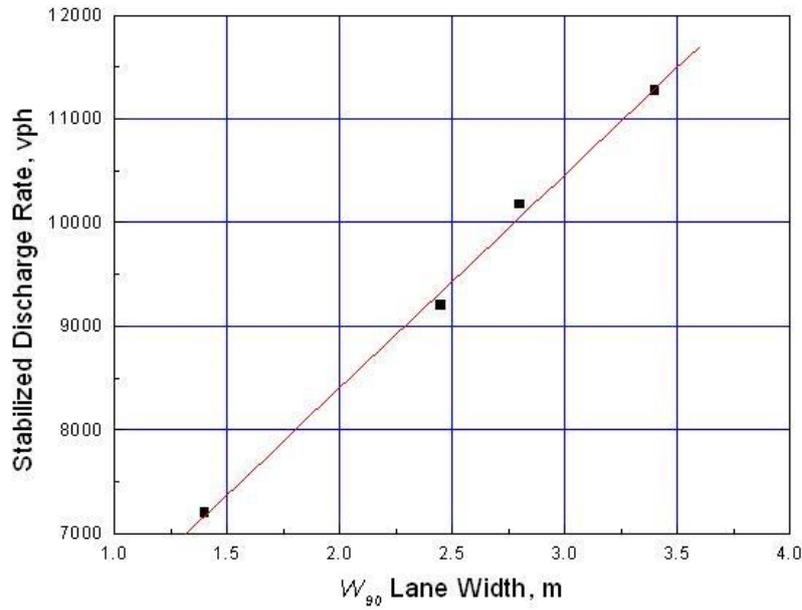


Fig. 3 Relationship between Stabilized Queue Discharge Rate of Motorcycles and  $W_{90}$

$$x(j+1) = x(j) + v(j)T + 0.5a(j)T^2 \quad (2)$$

and

$$v(j+1) = v(j) + a(j)T \quad (3)$$

where  $j$  = the  $j^{\text{th}}$  scanning interval;  $x(j)$  = the position of the vehicle at the beginning of the  $j^{\text{th}}$  scanning interval, measured as the distance between the front end of that vehicle and an upstream reference point;  $v(j)$  = the speed of the vehicle at the beginning of the  $j^{\text{th}}$  scanning interval;  $a(j)$  = a constant acceleration (or deceleration) rate during the  $j^{\text{th}}$  scanning interval that is applicable to the vehicle; and  $T$  is the length of the scanning interval.

The queue-formation and queue-discharge algorithm used in the 2020HTSS model includes the following modules:

- Specification of vehicle attributes.
- Formation of stationary queues.
- Discharge of the vehicles in a stationary queue.
- Imposition of constraints on acceleration rates.
- Update of vehicle positions and speeds.

The nature of each of these modules is described below.

## 1. Specification of Vehicle Attributes

### (1) Driver Timidity Index

The characteristics of queue formation and queue discharge are governed in part by driver behaviors. For example, all other things being equal, an aggressive driver may apply a greater acceleration rate or follow the vehicle ahead more closely than a timid driver. The 2020HTSS model randomly assigns a driver timidity index to each simulated vehicle to determine how a vehicle will behave in a traffic stream. This index is uniformly distributed between 0 and 1, with 0 represents the most aggressive (least timid) behavior.

### (2) Lengths of Motorcycles

Most of the motorcycles in Taiwan have engine displacements below 155 cc. Their lengths are mostly between 1.7 m and 2.0 m. To avoid unnecessary complications in modeling, the HTSS model ignores this small variation in lengths by assigning a length of 1.85 m for every motorcycle.

### (3) Weight-to-Horsepower Ratio

Common motorcycles used in Taiwan are likely about 110 kg in weight and having a maximum engine output of about 8 kW. Under normal conditions, only a fraction of the maximum power output would be used to carry up to two persons. The weight-to-horsepower ratio of a vehicle can affect the ability of that vehicle to accelerate on a steep grade. How the weight and horsepower are incorporated into the 2018HTSS model has been reported in detail elsewhere [2, 3, 4]. The 2020 HTSS model adopts the same process in treating the impact of weight and horsepower. For the simulation of urban street operations, the 2020HTSS model uses a weight-to-horsepower ratio of 50 kg/kW as the default average for motorcycles. Each vehicle, however, has its own weight-to-horsepower ratio.

## 2. Formation of Stationary Queues

Facing a yellow or a red light, motorcycles will either decelerate to stop or go through the intersection. When a motorcycle has to use the lateral gap between two larger stopped vehicles, such as cars, to enter a waiting box, the 2020HTSS model assumes the motorcycle will decelerate to a low speed of 3 km/h before squeezing through the gap. Some motorcycles that cannot enter a waiting box may stop alongside a car or a truck. Motorcycles that have to execute 2-stage left turns have to decelerate and move into the designated boxes when the green light is on.

Drivers' comfortable deceleration rates before stopping are determined as

$$d_i = -1.5 - 1.0(1 - \theta) \quad (4)$$

where  $d_i$  is the comfortable deceleration rate (in  $m/s^2$ ) of driver  $i$  under normal conditions and  $\theta$  is the driver timidity index.

If the lane width is sufficiently wide, several motorcycles usually can stop side-by-side as shown in Fig. 4. For a given lane width  $W$ , the nature of the stationary queue can be defined by the average lateral distance  $D$  between two side-by-side wheels, the vehicle length  $L$ , the minimum longitudinal distance  $S_{\min}$  between the motorcycles in different rows, and the distance  $S_l$  of a motorcycle in the front row to the stop line (or to the leading edge of a designated box). Similar to the vehicle length,  $S_{\min}$  (in meters) is set to a constant 0.3 m. But  $S_l$  is treated as random variable and determined as

$$S_l = 0.3\theta \quad (5)$$

where  $\theta$  is the driver timidity index ( $0 \sim 1$ ).

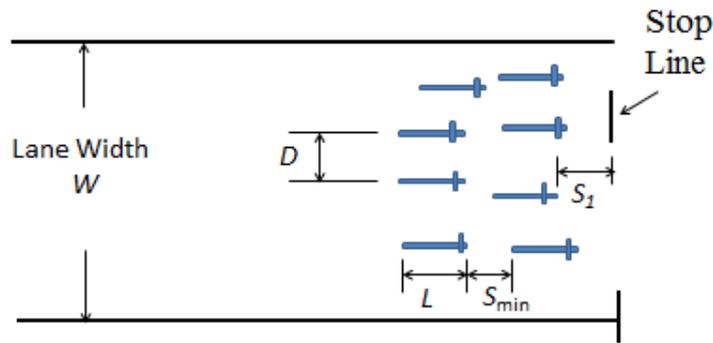


Fig. 4 Schematic of a Stationary Motorcycle Queue

The average lateral distance,  $D$  (in meters), between side-by-side wheels is assumed to be as shown in Fig. 5 and can be estimated as

$$D = 1.2501 + \frac{0.353}{1 + e^{\frac{W_{90} - 2.75873}{0.2765}}} \quad (6)$$

Based on the lateral distance  $D$ , the number of side-by-side wheel paths, denoted as  $N_w$ , that can fit into a width of  $W_{90}$  is

$$N_w = \text{Integer of } \left( \frac{W_{90}}{D} \right) + 1 \quad (7)$$

The value of  $N_w$  ranges from 2 for a  $W_{90}$  between 1.4 m to 2.95 m and 3 for a  $W_{90}$  between 3.0 m and 4.6 m. The residual lane width,  $W_{90} - N_w D$ , may also be used by some motorcycles for overtaking.

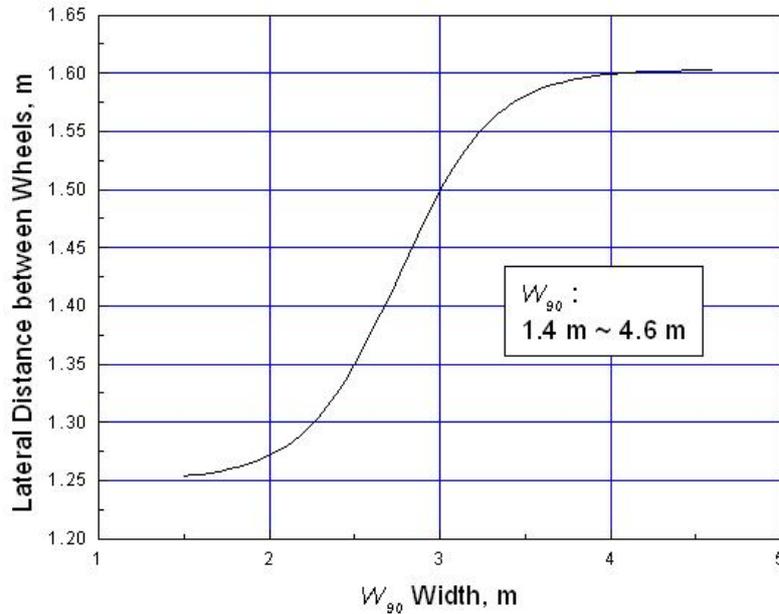


Fig. 5 Assumed Average Lateral Distance between Wheels as a Function of  $W_{90}$

### 3. Discharge of the Vehicles in a Stationary Queue

#### Start-up Reaction Times of Vehicles in the First Row

Each driver in the first row of a queue would take some time to react to the green onset before accelerating into the intersection. Occasionally a driver may accelerate across the stop line even before the green onset. To simplify data processing, the 2020HTSS model does not consider such an event.

The 2020HTSS model determines the start-up reaction times as follows:

$$T_r = 0.15 + 1.5\theta \quad (8)$$

where  $T_r$  is the start-up reaction time of a driver (in seconds); and  $\theta$  is the driver timidity index (0 ~ 1).

Eq. 8 implies that the more aggressive a driver (lower timidity index) is, the shorter the start-up reaction time would become.

Free-Flow Acceleration Rates

Once discharged, the vehicles in the front row would move at their respective desired free-flow acceleration rates unless they are interfered with by a vehicle ahead. Based on a previous analysis [5], Figs. 6 and 7 show the representative characteristics of such free-flow acceleration on level streets. The average acceleration characteristics shown in Fig. 6 for motorcycles can be determined as follows:

$$A_m = 2.4776 + \frac{0.8248}{1 + e^{-\frac{V-0.56621}{1.2765}}} \text{ for } V \leq 8 \text{ km/h} \quad (9a)$$

$$A_m = 3.4377 - \frac{3.43578}{1 + e^{-\frac{V-32.186}{7.5648}}} \text{ for } V > 8 \text{ km/h} \quad (9b)$$

where  $A_m$  is the mean acceleration rate ( $\text{m/s}^2$ ) of motorcycles moving at speed  $V$  ( $\text{km/h}$ ).

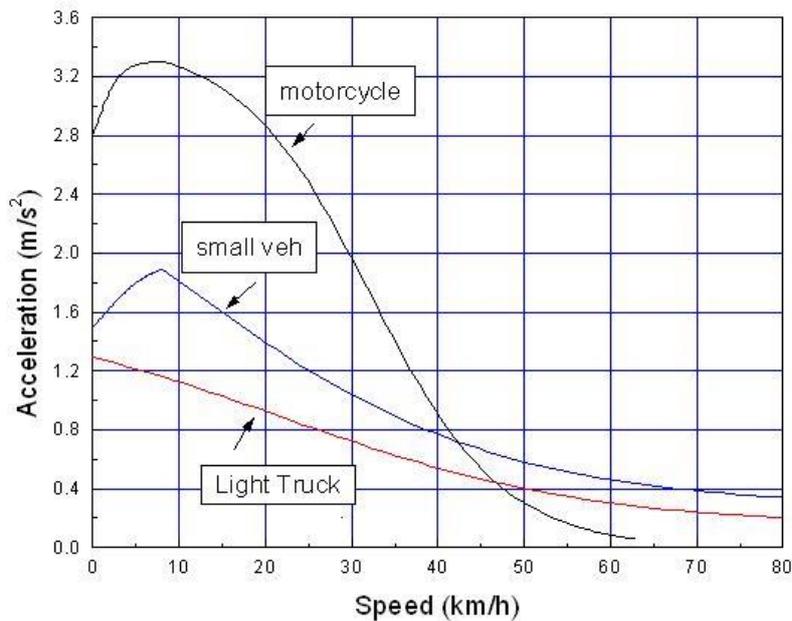


Fig. 6 Representative Speed-Acceleration relationship of Free-Flow queuing Vehicles after green onset

Fig. 7 shows that the acceleration rates of individual motorcycles at a given speed vary from about 70% to about 140% of the mean rate. This phenomenon can be represented by the following relationship:

$$\beta_m = 1.0015 - 0.097466 \left[ \ln \left( \frac{1.055127}{R_a + 0.044427} - 1 \right) \right] \quad (10)$$

where  $\beta_m$  is the ratio of an acceleration rate to mean acceleration rate and  $R_a$  is a random number uniformly distributed between 0 and 1.

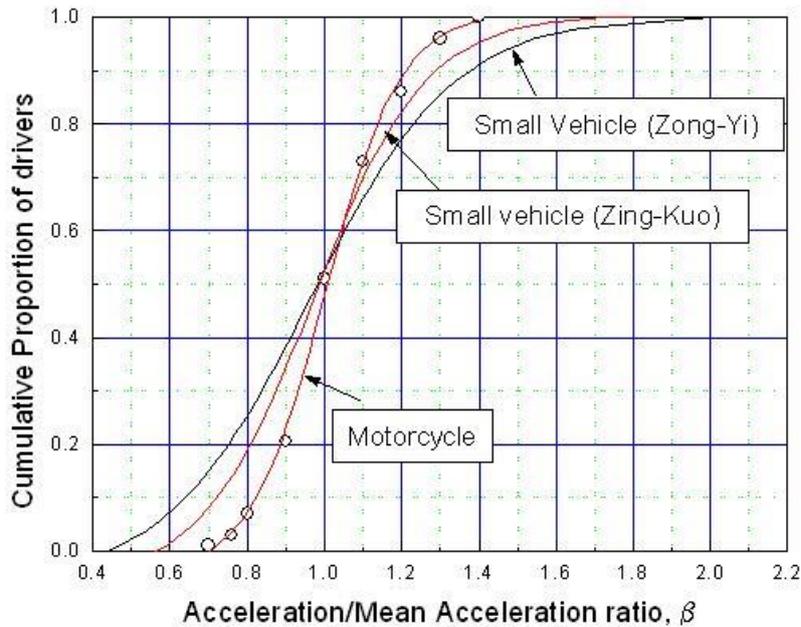


Fig. 7 Cumulative Distribution of Normalized Free-Flow Acceleration Rates of Small Vehicles

The acceleration models described above are based on the vehicle acceleration behaviors on Ming-Chen E. Road in Taipei. The motorcycles at other locations may have different acceleration characteristics. Therefore, the 2020HTSS model uses the following relationship to simulate the free-flow acceleration of a motorcycle on a level roadway:

$$a_2 = \lambda \beta_m A_m \quad (11)$$

where  $a_2$  is the probable free-flow acceleration rate of a motorcycle in scanning interval  $j$  and  $\lambda$  is a site-specific adjustment factor (default:1.0).

Under normal conditions, a discharged vehicle can only accelerate to a speed equal to its desired free-flow speed. This constraint is discussed later in this note.

#### Target Motorcycle for Car-Following

Unlike cars or other larger vehicles, motorcycles do not have to follow the same wheel path in a lane. Nevertheless, the movement of a motorcycle in a platoon is still impeded by the

motorcycles ahead. Therefore, car-following maneuvers also exist even when only motorcycles are present in lane.

For each motorcycle trailing a group of motorcycles ahead, the 2020HTSS model determines first a target vehicle to follow. This task is based on the number of side-by-side wheel paths  $N_W$  determined from Eq. 7. The 2020 HTSS model assumes a typical trailing driver will follow the  $N_W$ <sup>th</sup> vehicle ahead, but aggressive drivers will follow the  $(N_W+1)$ <sup>th</sup> vehicle instead. These two cases are depicted in Fig. 8.

For a driver to follow the  $(N_W+1)$ <sup>th</sup> vehicle ahead, the following conditions should be met:

- (1) The number of side-by-side vehicles immediately ahead is less than  $N_w$  (the lane is not blocked).
- (2) The gap between the first and the second rows of the motorcycles ahead is at least 2 m.
- (3) The driver has the following attribute:

$$\theta \leq \theta_T \tag{12}$$

where  $\theta$  is the driver timidity index and  $\theta_T$  is a threshold value.

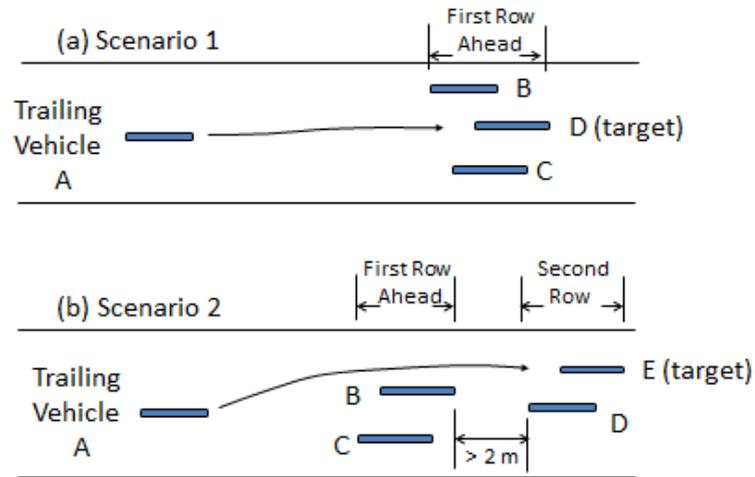


Fig. 8 Two Example Scenarios of Car Following for  $N_W = 3$

### Discharge of Trailing Vehicles

At the beginning of each scanning interval, the 2020HTSS model determines whether a stationary motorcycle, which is impeded by another motorcycle ahead, is ready to move. It is assumed that the trailing vehicle will start accelerating when the following condition is met:

$$S_x \geq S_{\min} + S_T \tag{13}$$

where  $S_x$  is the distance between the target and the trailing vehicle (in meters);  $S_{min}$  is the minimum desired distance between the stationary target and the stationary trailing vehicle (in meters); and  $S_T$  is a threshold value (in meters). Eq. 13 implies that the trailing vehicle will start accelerating when its distance to the target is  $S_T$  meters longer than its desired minimum distance.

Once a trailing vehicle is in motion, the 2020HTSS model simulates the car-following behavior of a motorcycle and that of a car or a large vehicle in similar manners. The simulated car-following behavior pertains to either of the two scenarios described below. For convenience, the target motorcycle and the trailing motorcycle are respectively referred to as the leader and the follower.

(1) Car-following Maneuvers-Scenario 1

Fig. 9 shows the components of the space headway of the follower in a car-following situation. The notations shown in the figure have the following meanings:

- $X_1, X_2$  = respective distances of the front ends of the leader and the follower from a common origin at the beginning of a scanning interval;
- $V_1, V_2$  = respective speeds of the leader and the follower at the beginning of a scanning interval;
- $L_1$  = length of the leader;
- $S_{min}$  = the minimum desired longitudinal distance between the leader and the follower when both are stationary;
- $S_a$  = actual buffer distance beyond  $S_{min}$ ; and
- $S_d$  = desired buffer distance to be calibrated based on smaller of  $V_1$  or  $V_2$ .

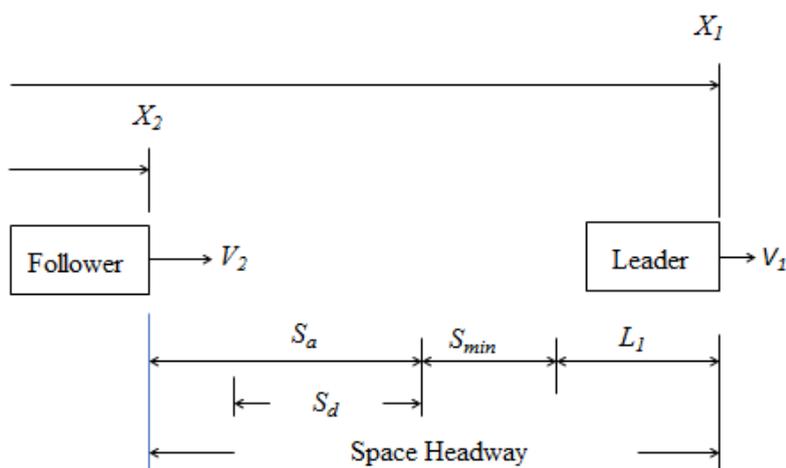


Fig. 9 Components of Vehicle Space Headway in Car-Following

Scenario 1 of the car-following maneuvers refers to the situation in which the speed of

the follower is equal to or above that of the leader (i.e.,  $V_2 \geq V_1$ ). In this case, the HTSS model determines the difference between the actual buffer distance  $S_a$  (i.e.,  $X_1 - L_1 - S_{min} - X_2$ ) with the desired buffer  $S_d$ .

If  $S_a \leq S_d$ , the follower has to decelerate immediately to a speed equal to  $V_1$ . In this case, the probable deceleration rate (negative value) is:

$$a_2 = \frac{V_1 - V_2}{T} \quad (14)$$

where  $a_2$  is a probable deceleration rate of the follower in the current scanning interval and  $T$  is the scanning interval (e.g., 0.5 s)

If  $S_a > S_d$ , the follower may accelerate, decelerate, or maintain the same speed. The 2020HTSS model first assumes that the leader would maintain the same speed  $V_1$  while the follower is reducing its speed from  $V_2$  to  $V_1$ . Under this condition, the required deceleration rate for the follower to maintain the desired buffer distance when its speed equals  $V_1$  can be estimated as

$$a_r = -\frac{(V_2 - V_1)^2}{2(S_a - S_d)} \quad (15)$$

where  $a_r$  is the required deceleration rate under the above conditions.

If  $a_r$  is smaller than or equal to  $d_i + 0.3 \text{ m/s}^2$ , then the required deceleration is close to, or worse than, the comfortable deceleration  $d_i$ . Therefore, the probable deceleration of the follower in the current scanning interval should be equal to  $a_r$ . In other words,

$$a_2 = a_r \quad (16)$$

If  $a_r$  is greater than  $d_i + 0.3 \text{ m/s}^2$ , then the follower may accelerate, decelerate, or maintain the same speed. In this case, the 2020HTSS model determines the maximum probable acceleration  $a_2$  for the follower under the following conditions:

- The follower accelerates at  $a_2$  during the current scanning interval, then decelerates at a comfortable rate  $d_2$  (determined from Eq. 4) until its speed equals  $V_1$ .
- When  $V_2$  is reduced to  $V_1$ , the actual buffer distance equals the desired buffer distance of the follower.
- The leader maintains its speed  $V_1$  when the follower changes its speed.
- The acceleration rate and the deceleration rate are constant.

The above conditions can be represented by the following relationship:

$$X_1 - L_1 - D_{min} - S_d + V_1 \left( T - \frac{V_2 - V_1}{d_2} \right) = X_2 + V_2 T + \frac{1}{2} a_2 T^2 - \frac{(V_2 + a_2 T)^2 - V_1^2}{2d_2} \quad (17)$$

Let

$$\begin{aligned} H_1 &= -\frac{T^2}{2d_2} \\ H_2 &= -\frac{V_2 T}{d_2} + \frac{T^2}{2} + \frac{V_1 T}{d_2} \\ H_3 &= -\frac{(V_2 - V_1)^2}{2d_2} + (V_2 - V_1)T - (S_a - S_b) \end{aligned}$$

Then, if  $H_2^2 - 4H_1H_3 < 0$ , Eq. 17 has no real solutions. This means the follower needs to decelerate at its comfortable deceleration rate  $d_2$ . Therefore,

$$a_2 = d_2 \quad (18)$$

If  $H_2^2 - 4H_1H_3 \geq 0$ , then

$$a_2 = \frac{-H_2 + \sqrt{H_2^2 - 4H_1H_3}}{2H_1} \quad (19)$$

## (2) Car-following Maneuvers-Scenario 2

Scenario 2 of the car-following maneuvers refers to the situation in which the speed of the follower is below that of the leader (i.e.,  $V_1 > V_2$ ). In this case, vehicles can be expected to accelerate to catch up with the ones ahead if their actual buffer distances are greater than their desired buffer distances. On the other hand, vehicles may have to either decelerate or maintain their speeds if the actual buffer distances are not sufficient.

The 2020HTSS model assumes that, at the beginning of each scanning interval, the follower will try to reach the current position occupied by a small vehicle in  $\mu$  seconds. This desired time headway, referred to herein as the catch-up headway, varies with vehicle speed and the elapse green duration. For a period equal to the catch-up headway, the distance to be covered by the follower is assumed to be:

$$D_x = X_1 - (L_1 - 1.85) - X_2 + f_v(V_1 - V_2)\mu + f_h(h - \mu)V_2 \quad (20)$$

where  $D_x$  is the distance (in meters) to be covered by the follower in  $\mu$  seconds;  $L_1$  is the vehicle length (in meters);  $X_1$  and  $X_2$  are respectively the front-end locations of the leader and the follower (in meters);  $V_1$  and  $V_2$  are respectively the speeds of the leader and the

follower;  $f_v$  and  $f_h$  are factors related respectively to speed and headway; and  $h$  (in seconds) is the current time headway estimated as:

$$h = \frac{(X_1 - L_1 + 1.85 - X_2)}{V_2 + 0.1} \quad (21)$$

In Eq. 21 the typical length of a motorcycle is assumed to be 1.85 m. The 0.1 m/s in the denominator prevents the value of  $h$  from becoming infinity for stationary followers and the subsequent failure of a simulation run.

The probable acceleration under scenario 2 is determined as:

$$a_2 = \frac{2(D - V_2\mu)}{\mu^2} \quad (22)$$

#### 4. Imposition of Constraints on $a(j)$ and $a_2$

##### (1) Constraint 1: Collision Avoidance

In a car-following situation, the 2020HTSS model assumes that the leader may suddenly decelerate to stop and, in response to this possibility, the follower will always adjust its speed and headway to avoid a collision. The maximum allowable speed to avoid a collision can be determined from the following condition:

$$X_1 - L_1 - S_{min} - \frac{V_1^2}{2d_1} = X_2 + V_{max}t_r - \frac{V_{max}^2}{2d_2} \quad (23)$$

where  $d_1$  is the probable deceleration rate (negative value) of the leader as perceived by the follower;  $d_2$  is the comfortable deceleration rate of the follower;  $V_{max}$  is the maximum allowable speed to avoid a collision;  $t_r$  is the desired reaction time of the follower before decelerating; and all other notations are as defined previously.

In Eq. 23 the probable deceleration rate  $d_1$  (in  $m/s^2$ ) of the leader and the reaction time  $t_r$  (in seconds) of the follower are respectively determined as

$$d_1 = -(0.7 + 0.6\theta) \quad (24)$$

and

$$t_r = 0.5 + 0.7\theta \quad (25)$$

where  $\theta$  is the timidity index of the follower ( $0 \sim 1$ ).

Let

$$\Delta S = X_1 - L_1 - S_{min} - \frac{V_1^2}{2d_1} - X_2 \quad (26)$$

If  $\Delta S$  is less than or equal to 0, the follower needs to decelerate to a speed below  $V_1$  to avoid a collision. In this case the 2020HTSS sets the maximum allowable speed (in m/s) to  $V_1 - 0.7$ . In general, the maximum allowable speed  $V_{max}$  (in m/s<sup>2</sup>) is determined as follows:

If  $\Delta S \leq 0$ ,

$$V_{max} = V_1 - 0.7 \geq 0 \quad (27a)$$

If  $\Delta S > 0$ ,

$$V_{max} = d_2 t_r + \sqrt{d_2^2 t_r^2 + 2d_2 \Delta S} \quad (27b)$$

At the end of the current scanning interval, the speed of the follower cannot exceed  $V_{max}$ . This means if  $V_2 + a_2 T > V_{max}$ , then the probable acceleration rate should be modified as

$$a_2 = \frac{V_{max} - V_2}{T} \quad (28)$$

## (2) Constraint 2: Speed $\leq$ Free-flow Speed

Both the free-flow acceleration  $a(j)$  and the probable acceleration  $a_2$  are limited by the free-flow speed of a vehicle. The free-flow speeds of the vehicles in a street are affected by vehicle type, speed limit, grade, the spacing between intersections, and many other factors. The distribution of normalized speeds (speeds to mean speed ratios), however, does not vary significantly with vehicle type. Fig. 10 shows the typical distribution of the normalized speeds as reported in the 2011 Taiwan Highway Capacity Manual [6]. Based on this distribution, the 2020HTSS model uses the following equation to determine the free-flow speeds of vehicles:

$$V_f = V_m (0.99266 - 0.069561 \left[ \ln\left(\frac{1.016418}{1.013418 - \theta} - 1\right) \right]) \quad (29)$$

where  $V_f$  is the free-flow speed of a vehicle belonging to a specified vehicle type (for example, small vehicles);  $V_m$  is the mean free-flow speed of the given type of vehicles; and  $\theta$  is the driver timidity index ( $0 \sim 1$ ). Given  $V_f$  is the applicable free-flow speed, the  $a(j)$  has to be revised if  $V_2 + a(j)T$  exceeds  $V_f$ . The same constraint is imposed on  $a_2$ .

## (3) Constraint 4: Speed $\geq 0$

If  $V_2 + a_2 T$  is less than 0, then the scanning interval  $T$  is replaced with  $-V_2/a_2$  for updating the speed and the location of a vehicle.

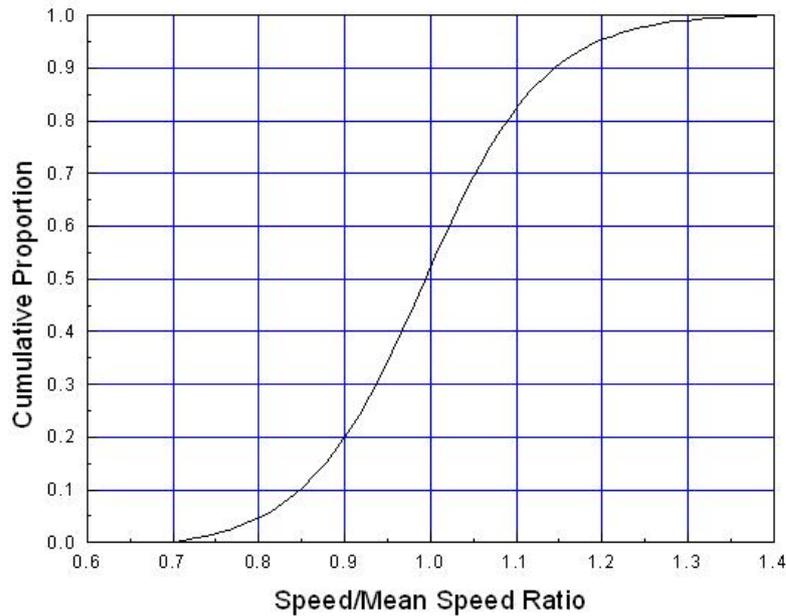


Fig. 10 Representative Cumulative Distribution of Normalized Free-Flow Speeds for Small Vehicles, Mortocycles, or Heavy Vehicles

(4) Constraint 5:  $V_1 = V_2$  for small gaps

When the gap between the rear end of the leader and the front end of the follower is less than 0.8 s of the travel time at  $V_2$ , the follower is forced in the simulation process to reduce its speed to  $V_1$ . The governing deceleration rate  $a_2$  is thus determined as  $(V_1 - V_2)/T$ .

(5) Constraint 6: Deceleration Rate  $\geq -4.0 \text{ m/s}^2$

The maximum deceleration rate of motorcycles for emergency braking depends on vehicle design, the brake used, and human factors. Several studies [7, 8, 9] have revealed that the average deceleration rates of motorcycles are in the range of 0.31g to 0.52g ( $3 \text{ m/s}^2$  to  $5 \text{ m/s}^2$ ) when only the rear brake is applied, and are between 0.44g to 0.74g ( $4.3 \text{ m/s}^2$  and  $7.3 \text{ m/s}^2$ ) when only the front brake is applied. The 2020 HTSS model assumes that the absolute values of the actual deceleration rates should not exceed  $4 \text{ m/s}^2$ .

(6) Constraint 6: Acceleration Rate  $\leq$  Acceleration Rate on Grade

The 2020HTSS model uses a tedious algorithm to determine the most likely acceleration (or deceleration) rate on a grade segment [2, 3, 4]. Both  $a(j)$  and  $a_2$  are constrained by the applicable rate on grade.

(7) Constraint: Speed  $\leq$  Turning Speed

For turning movements, the turn point is assumed to be 50% of the intersection width beyond the stop line for left-turn vehicles and 3 m beyond the stop line for right-turn

vehicles. If the vehicle approach speed is greater than the desired turning speed, then the vehicle has to decelerate at its comfortable deceleration rate when it's near the turn point.

The turning speeds is governed in part by the turning radius, which can vary from one lane to another. The 2020HTSS model determines the turning speed of a vehicle,  $V_t$  in km/h, as follows:

$$V_t = \bar{V}_t [0.6 + 0.7(1 - \theta)] \quad (30)$$

where  $\bar{V}_t$  is the average turning speed (defaults: 22 km/h for left turn and 15 km/h for right turns).

## 5. Update of Vehicle Location and Speed

The finalized  $a_2$  is used as  $a(j)$  in Eqs. 2 and 3 to update the location and the speed of a vehicle at the end of the current scanning interval.

## Model Calibration

The major challenge in calibrating the 2020HTSS model for simulating the queue discharge of motorcycles is to find a combination of functional relationships that would realistically reproduce the queue discharge characteristics shown in Fig. 2. These functional relationships can be identified through trial and error. The findings are summarized below.

### 1. Threshold Driver Timidity Index $\theta_T$ (Eq. 12)

This threshold governs the proportion of drivers that will target the  $(N_w + 1)^{\text{th}}$  vehicle ahead for following. It is primarily a function of  $W_{90}$ . The HTSS model sets the threshold as follows:

$$\theta_T = \theta_{base} + \delta \quad (31)$$

where  $\theta_{base}$  is the threshold when the queue discharge rate is expected to stabilize about 10 s after the green onset and  $\delta$  is the adjustment to  $\theta_{base}$  if a surge in the discharge rate is expected. As shown in Fig. 2, the stabilized discharge rate may not last and the discharge rate can surge about 22 s to 25 s after the green onset. Therefore,  $\delta$  is applied shortly before a surge appears.

The HTSS model is calibrated with the queue discharge characteristics shown in Fig. 2 and the expected discharge rates determined from Eq. 1. The calibrated values of  $\theta_{base}$  are shown in Figs. 11 and 12. These values are used to derive equations that relate  $\theta_{base}$  to  $W_{90}$  for general application of the 2020HTSS model. These equations are shown in Table 1.

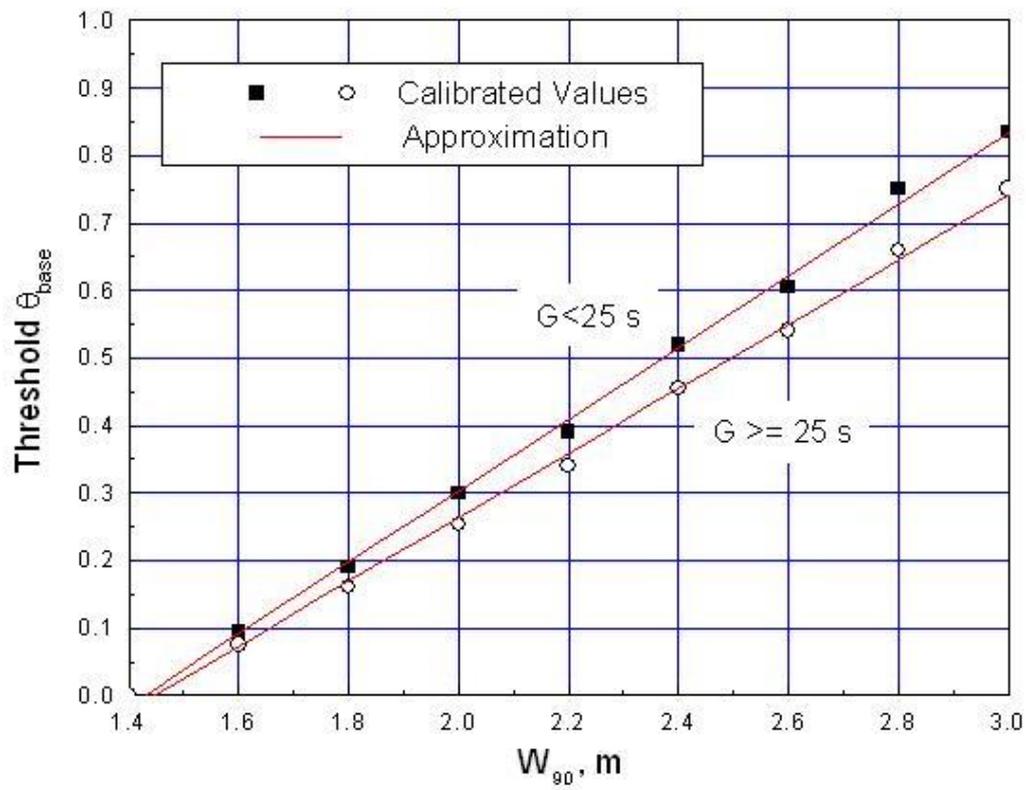


Fig. 11 Threshold  $\theta_{base}$  for  $W_{90}$  between 1.4 m and 2.95 m

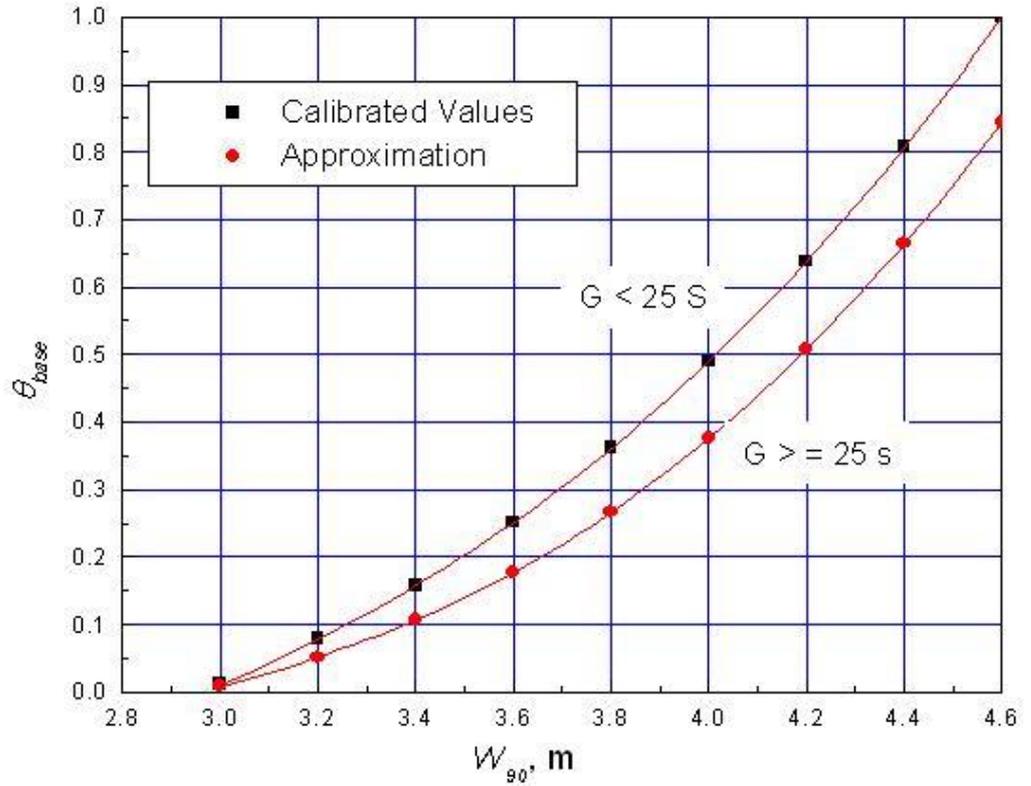


Fig. 12 Calibrated Values of Threshold  $\theta_{base}$  for  $W_{90}$  between 3.0 m and 4.6 m

Table 1 Values of  $\theta_{base}$  and  $\delta$  for Simulation Applications

$W_{90}$	$N_w$	$\theta_{base}$
1.4 m ~ 2.9 m	2	For $G < 25$ s $-0.75564 + 0.52958 W_{90}$ For $G \geq 25$ s: $-0.68889 + 0.47642 W_{90}$
3.0 m ~ 4.6 m	3	For $G < 25$ s $-0.31728 + \frac{6.04608}{1 + e^{\frac{W_{90} - 5.897}{1.0142}}}$

		For $G \geq 25$ s $-0.12744 + \frac{2.97634}{1 + e^{-\frac{W_{90} - 5.1016}{0.69186}}}$
--	--	--

## 2. Threshold $S_T$ (Eq. 13)

The threshold  $S_T$  governs how soon a stationary vehicle starts accelerating after the vehicle in front has started moving. A larger  $S_T$  means a longer distance between the two vehicles needs to be present before the trailing vehicle would accelerate. Thus  $S_T$  affects simulated queue discharge rates.  $S_T$  (in meters) is determined as follows:

For  $W_{90}$  between 1.4 m and 2.95 m,

$$S_T = 0.19 - 0.0915 (W_{90} - 1.4) + 0.2\theta \quad (32a)$$

For  $W_{90}$  between 3.0 m and 4.6 m,

$$S_T = S_{base}(0.343 - 0.16375 (W_{90} - 3.0) + 0.2\theta) \quad (32b)$$

As shown in Table 2,  $S_{base}$  in Eq. 32b is treated as a step function of the distance between a stopped vehicle and the stop line.

Table 2 Calibrated Values of  $S_{base}$

Distance to Stop Line (m)	Value of $S_{base}$ (m)	Distance to Stop Line (m)	Value of $S_{base}$ (m)
0 ~ 2.3	1.83	18.6 ~ 20.9	0.198
2.4 ~ 4.6	1.46	21.0 ~ 23.2	0.204
4.7 ~ 7.1	0.30	23.3 ~ 25.5	0.206
7.2 ~ 9.3	0.15	25.6 ~ 27.8	0.207
9.4 ~ 11.7	0.15	27.9 ~ 30.1	0.210
11.8 ~ 14.0	0.18	30.2 ~ 32.4	0.213

14.1 ~ 16.4	0.19	32.5 ~ 34.8	0.213
16.5 ~ 18.5	0.195	>34.8	0.213

### 3. Desired Buffer Distance $S_d$ (Eq. 15)

Theoretically, the desired buffer distance is the distance traveled during the desired catch-up time minus the sum of the motorcycle length and  $S_{min}$ . At speeds below 10 km/h, this may result in what appears to be rather long distance. Therefore, the 2020HTSS model adjusts the desired buffer distance at low speeds downward to the distance traveled in 30% of the catch-up time.

For  $V_2 < 10$  km/h ,

$$S_d = 0.3\mu(V_2/3.6) \quad (33)$$

For  $V_2 \geq 10$  km/h,

$$S_d = \mu(V_2/3.6) - 1.85 - S_{min} \quad (34)$$

In the two equations above,  $\mu$  is the catch-up headway used in Eq. 21.

### 4. $f_v$ and $f_h$ of Eq. 20

The two coefficients  $f_v$  and  $f_h$  affect the simulated acceleration rate of a motorcycle. Using larger values for these coefficients would lead to a higher acceleration rate and thus a higher discharge rate. The values used in the HTSS model are determined as

$$f_v = f_h = 0.24 - 0.024 V_2 \geq 0 \quad (35)$$

### 5. Catch-up Headway $\mu$ (Eq. 21)

The catch-up headway is determined as

$$\mu = \beta\mu_m \quad (36)$$

where  $\beta$  is the ratio of the catch-up time of a trailing vehicle to the mean catch-up time  $\mu_m$ ; and  $\mu_m$  the average catch-up headway (in seconds) at a specified speed  $V_2$  (in km/h).

The  $\mu_m$  and  $\beta$  in Eq. 36, as illustrated in Figs. 13 and 14, are respectively represented by the following relationships:

If  $V_2 \leq 38.4$  km/h,

$$\mu_m = 0.8888 + 1.31751 e^{-\frac{V_2}{8.0049}} \quad (37a)$$

If  $V_2 > 38.4$  km/h,

$$\mu_m = 0.88491 + 0.03876 e^{\frac{V_2 - 31.643}{7.27422}} \quad (37b)$$

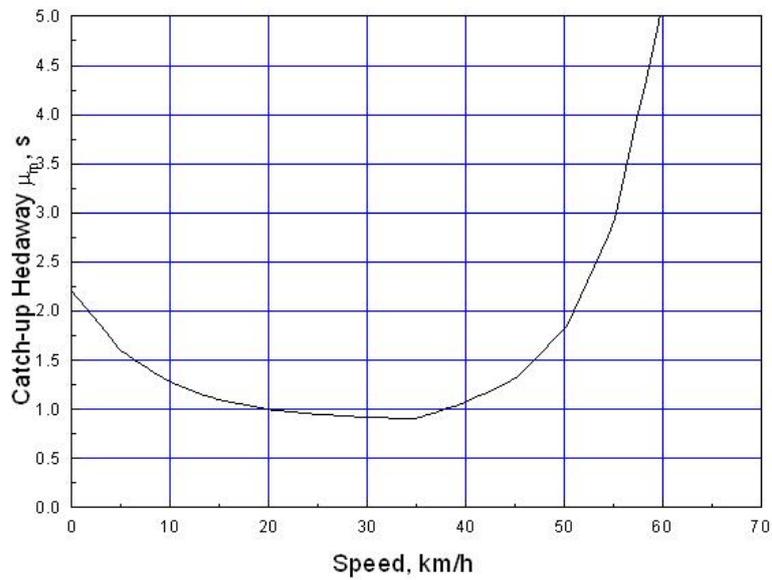


Fig. 13 Average Catch-up Headway as a Function of Speed

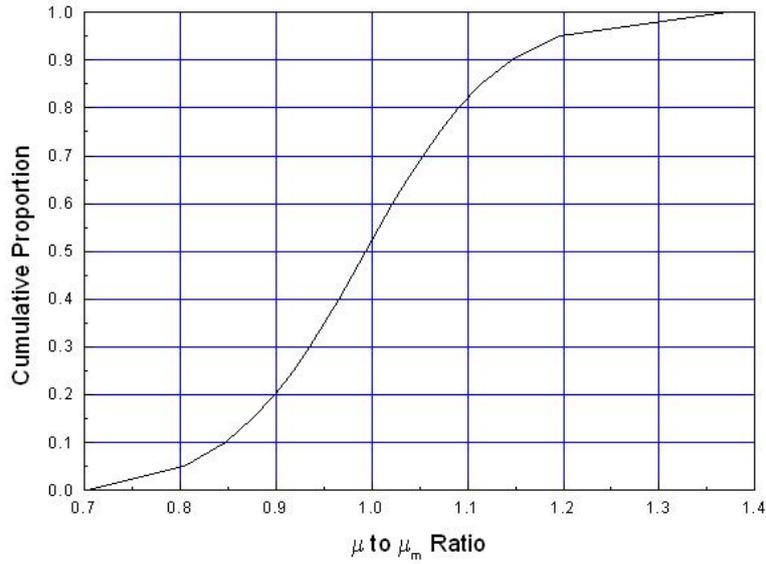


Fig. 14 Cumulative Distribution of Normalized Catch-up Headway

### Comparisons of Simulated Discharge Rates with Observed/Expected Rates

When the aforementioned algorithm is calibrated for individual sites, the simulated queue discharge characteristics can march the observed ones very closely. Using the general calibrated functions described above, larger differences between the observed and the simulated characteristics can be expected. Based on the general calibrated function, Figs. 17 ~ 20 compare simulated queue discharge characteristics with the observed ones for four levels of  $W_{90}$ . These figures show the simulation algorithm is still capable of producing realistic queue discharge characteristics. They also show the values of  $\delta$  in Eq. 31 for simulating the surges in queue discharge rates can vary substantially.

As mentioned previously, the queue discharge rates often stabilize for a short period about 10 s after the green onset. In addition, the expected stabilized rates can be estimated from Eq. 1. Table 2 compares the simulated discharge rates with either the observed rates or the expected rates estimated from Eq. 1. The deviations of the simulated rates from the observed or the expected rates are negligibly small.

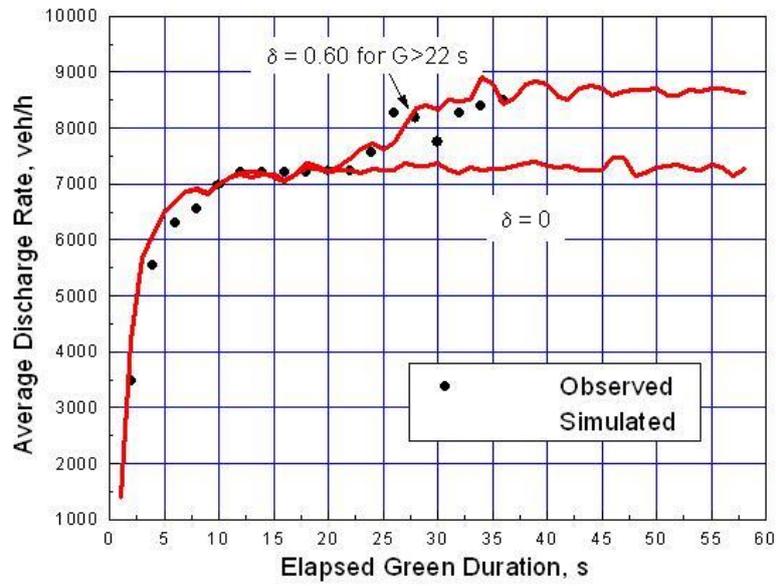


Fig. 15 Comparison of Observed and Simulated Stable Discharge Rates for  $W_{90} = 1.4$  m

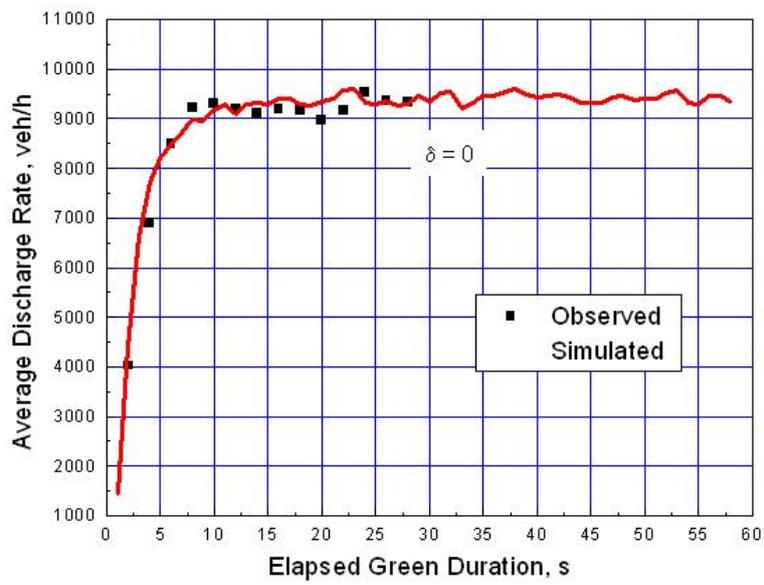


Fig. 16 Comparison of Observed and Simulated Stable Discharge Rates for  $W_{90} = 2.45$  m

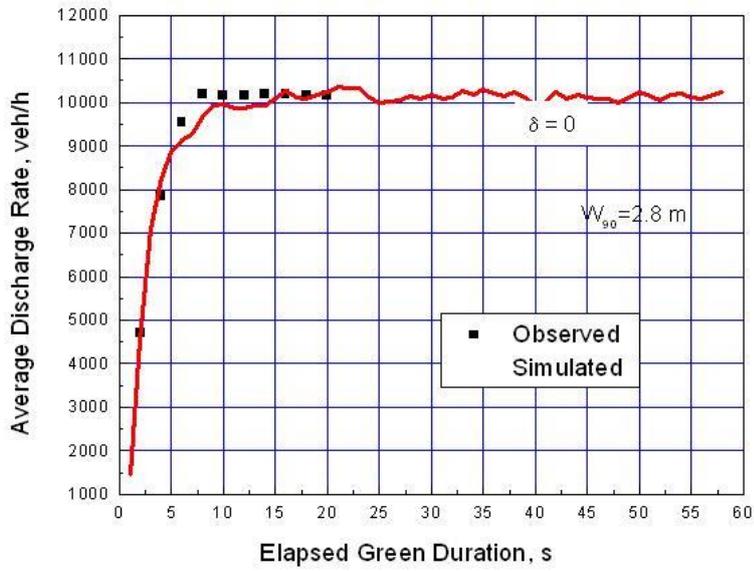


Fig. 17 Comparison of Observed and Simulated Stable Discharge Rates for  $W_{90} = 2.8$  m

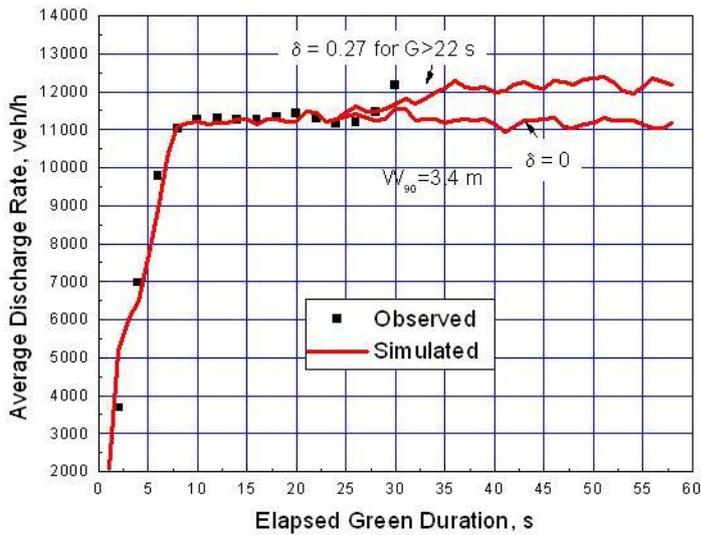


Fig. 18 Comparison of Observed and Simulated Stable Discharge Rates for  $W_{90} = 3.4$  m

Table 2 Comparisons of Simulated Discharge Rates with Observed and Expected Rates (Elapsed Green Duration: from 10 s to 25 s)

$W_{90}$ , m	Stabilized Discharge Rate, vph		
	Estimates from Eq. 1	Field Data	Simulation Data (Deviation)
1.4	7,168		7,211 (+43)

1.4		7,194	7,211 (+17)
1.6	7,580		7,553 (-27)
1.8	7,993		8,008 (+15)
2.0	8,405		8,433 (+28)
2.2	8,817		8,834 (+17)
2.45	9,332		9,310 (-22)
2.45		9,202	9,310 (+108)
2.6	9,642		9,576 (-66)
2.8	10,054		10,172 (+118)
2.8		10,174	10,172 (-2)
3.0	10,467		10,486 (+19)
3.2	10,879		10,882 (+3)
3.4	11,291		11,275 (-16)
3.4		11,276	11,275 (-1)
3.6	11,704		11,686 (-18)
3.8	12,116		12,130 (+14)
4.0	12,528		12,584 (+56)
4.2	12,941		13,004 (+63)
4.4	13353		13,384 (+31)
4.6	13,765		13,707 (-59)

## REFERENCES

1. 「機車專用道、公車設施及都市幹道容量與服務水準研究(1/3)」，97-94-1248，交通部運輸研究所，民國 97 年 7 月。
2. 「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。
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. Lin, F. B., *Development of the 2020HTSS Model for Simulation of Urban Street Operations, Task 1: Simulation of Free-Flow Acceleration of Queuing Vehicles at Signalized Intersections*, Technical note submitted to the IOT, May 6, 2020.
6. 「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。
7. Fries, T.R., Smith, J.R., Cronrath, K.M., “Stopping Characteristics for

Motorcycles in Accident Situations,” *SAE Technical Paper 890734*, 1989.

8. Hunter, John E., “The Application of the G-Analyst to Motorcycle Acceleration and Deceleration,” *SAE Technical Paper 901525*, 1990.
9. Bartlett, Wade, Baxter, Al, Robar, Neil, “Motorcycle Braking Tests: IPTM Data Through 2006,” *Accident Reconstruction Journal*, July/August 2007.

# 附錄四

**Development of the 2020HTSS Model for Simulation  
of Urban Street Operations-Task 4**



# **Development of the 2020HTSS Model for Simulation of Urban Street Operations**

## **Task 4: Testing of Simulated Queue Discharge Characteristics**

**Feng-Bor Lin**  
**Professor Emeritus, Clarkson University**  
**Submitted to the IOT on August 7, 2020**

### **Introduction**

The algorithms described in previous technical notes TN 2000 B [1] and TN 2000C [2] (referred to as the TN algorithms) have been integrated into the 2020HTSS model. The integration process involves the modification of several existing subroutines of the HTSS model and the conversion of the TN algorithms into new HTSS subroutines.

After the TN algorithms were developed in June 2020, further tests of these algorithms revealed that they could be simplified to enhance its simulation efficiency. In addition, there are differences in the data management structures used respectively in the TN algorithms and the HTSS model. For example, the TN algorithms determines when a stationary vehicle will begin to accelerate by comparing the gap between that vehicle and the vehicle ahead at the same instant, whereas the HTSS model makes a determination by comparing the gap after the vehicle ahead has accelerated for one scanning interval of 0.5 s. This requires a recalibration of the TN algorithms when they are integrated into the HTSS model.

For general applications, the HTSS model simulates a set of default queue discharge characteristics and provides the users of the model with a mechanism to alter the simulated characteristics. The current technical note describes the ability of the HTSS model to simulate the default queue discharge characteristics and the means of changing the simulated characteristics.

### **Default Queue Discharge Characteristics**

This technical note concerns only the queue discharge from either an exclusive motorcycle lane or a lane used by small vehicles. There are no field data that can be used to calibrate the HTSS model for simulating the queue discharge of mixed-vehicle flows.

The simulation of the queue discharge of motorcycles is based on the observed characteristics shown in Fig. 1. In this figure,  $W_{90}$  is the lane width used by 90% of the motorcycles when the wheel cross the stop line. Instead of trying to duplicate the surges in the discharge rate that often occur 20 s ~ 25 s after the green light is turned on (the green onset), the default characteristics shown in Fig. 2 assume that the more or less stable discharge rates that exist 10 s after the green onset will continue indefinitely. The discharge rates shown in Fig. 2 can be converted to Fig. 3

to show the relationships between the numbers of the discharged motorcycles as a function of the elapsed green interval in a traffic signal cycle.

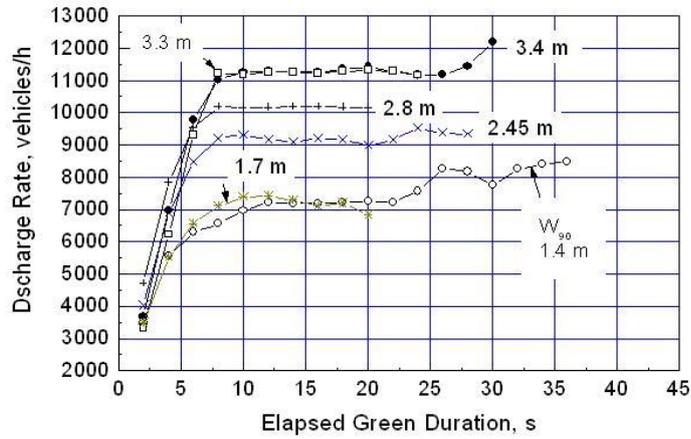


Fig. 1 Temporal variations of Average Queue Discharge Rates in Six Exclusive Motorcycle Lanes

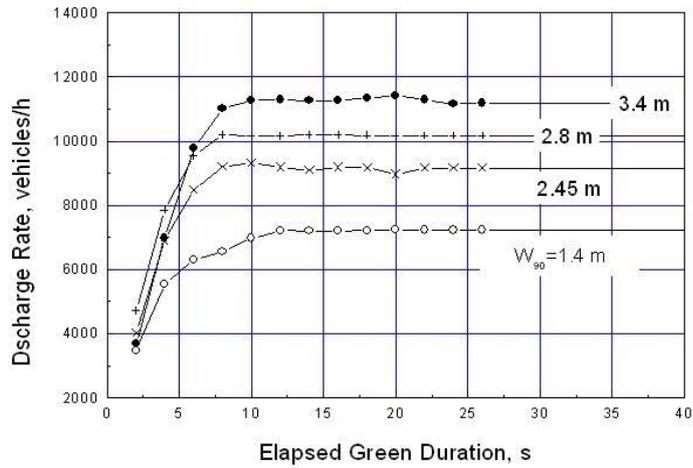


Fig. 2 Default Average Queue Discharge Rates in Exclusive Motorcycle Lanes

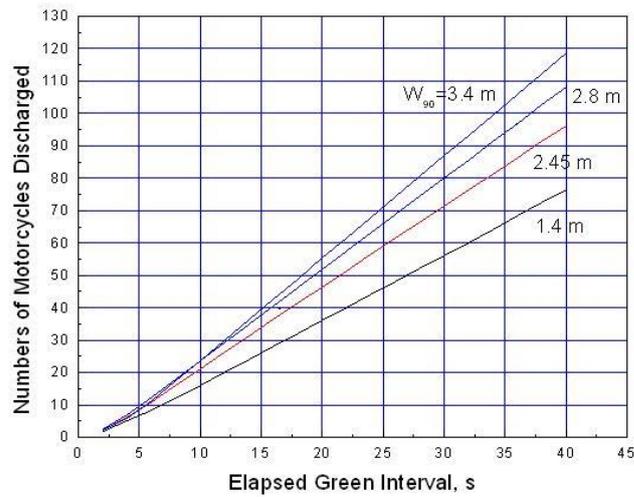


Fig. 3 Average Queue Discharge Rates of Exclusive Motorcycle Lanes  
Derived from Fig. 2

Fig. 4 shows observed queue discharge headways of straight-through small vehicles. This figure can also be converted into Fig. 5, which reveals two distinct groups of queue discharge patterns. The first group, which has higher discharge rates, is associated with intersection approaches where 80% of the queue lengths ( $L_{80}$ ) during peak 1.5 hours contain at least 20 vehicles. For this group, the average numbers of discharged vehicles as a function of the elapsed green are represented by Line A in Fig. 6. The discharge rates represented by this line are the default discharge rates simulated by the HTSS model.

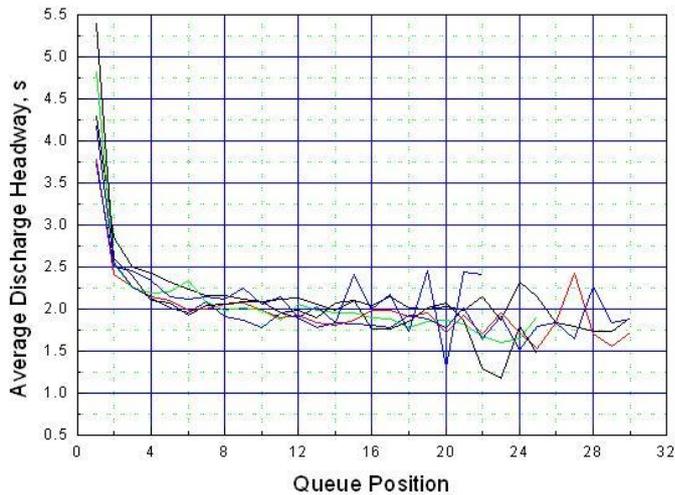


Fig. 4 Variations of Average Queue Discharge Headway with Queue Position  
in six straight-through lanes

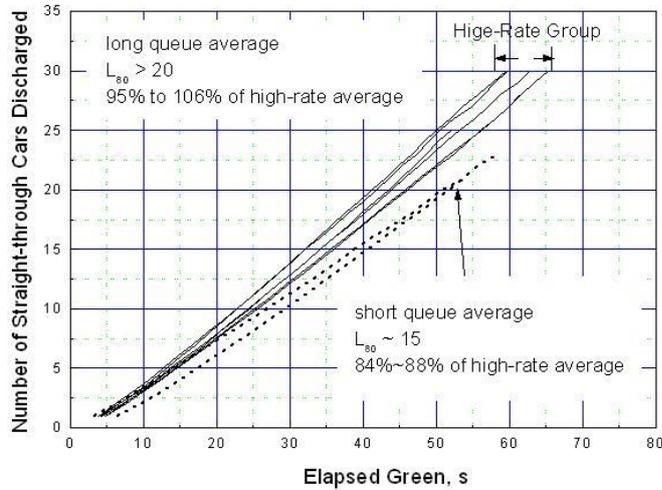


Fig. 5 Discharge Rates Derived from Fig. 4

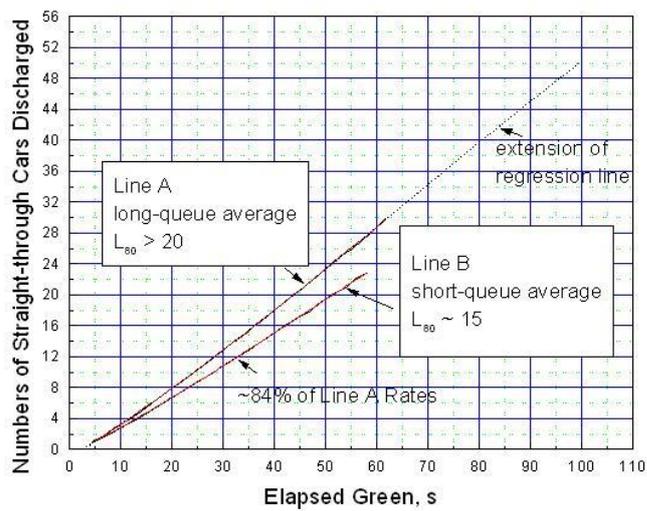


Fig. 6 Average Queue Discharge Rates of Small Vehicles Derived from Fig. 5

Another group of queue discharges shown in Fig. 5 is related to intersection approaches where 80% of peak-period queue lengths contain about 15 vehicles. The discharge rates of this group are about 84% to 88% of the default rates. The discharge rates at rural intersections where 80% of peak-period queue lengths are less than 7 vehicles are only about 75% to 80% of the default discharge rates.

## Comparisons of Simulated and Default Discharge Rates

An intersection controlled with a pretimed signal was used to test the queue discharge rates of the flows simulated by the HTSS model against the default rates described previously. The cycle lengths used for the test ranged from 80 s to 150 s, and the green intervals varied from 14 s to 84 s. The effective green, which is the sum of the displayed green interval and the portion of the subsequent yellow interval that is treated essentially as an extension of the green interval by the drivers, is approximately equal to the green interval plus 2 s. Figs. 7 and 8 compare simulated queue discharge rates and the default discharge rates. The discrepancies between these rates are mostly less than 2%. To produce the simulated discharge rate shown along Line B of Fig. 8 requires the users of the HTSS model to apply an adjustment factor through an input file.

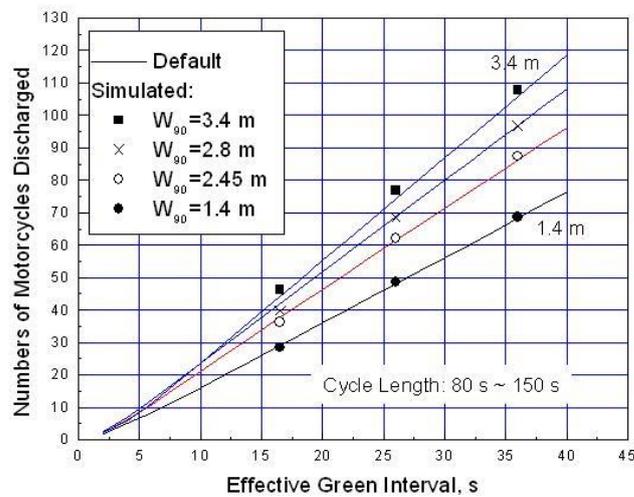


Fig. 7 Comparison of Default and Simulated Queue Discharge Rates of Exclusive Motorcycle Lanes

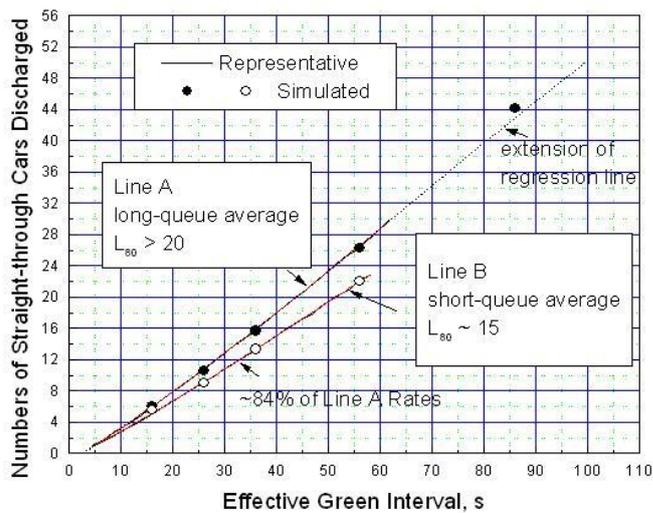


Fig. 8 Comparisons of Representative and Simulated Average Queue Discharge Rates of Small Vehicles

## Threshold Adjustment Factor for General Applications of the HTSS Model

The HTSS model uses a threshold gap to determine when a stationary vehicle would start moving in response to the acceleration of the vehicle immediately ahead. For simulating the default discharge characteristics of small vehicles, this threshold gap is determined as

$$S_T = 0.8374 + 0.762(1 - \theta) + 1.394e^{-\frac{D}{72.894}} \quad (1)$$

where  $S_T$  is the threshold gap (in meters);  $\theta$  is the driver timidity index (0 ~ 1); and  $D$  is the distance between a stationary vehicle and the stop line (in meters).

The simulated discharge rates are sensitive to this threshold gap. By using a longer or a shorter threshold gap, the HTSS model can produce a lower or a higher discharge rate. For example, the simulated discharge rates along Line B of Fig. 8 are generated by using a threshold gap equal to  $1.56S_T$ . Therefore, The HTSS model applies an adjustment factor to  $S_T$  as follows so that users of the model can use an input data file to modify simulated discharge rates:

$$S_T = \beta S_T \quad (2)$$

To choose an adjustment factor, users of the HTSS model may consult Fig. 9, which shows how the adjustment factor would affect the simulated discharge rate. This figure shows, for example, using an adjustment of 0.8 will result in a queue discharge rate that is about 107% of the corresponding default rate. It also reveals the ranges of the adjustment factors that should be used for simulating flows with various discharge rates based on peak-period queue length  $L_{80}$ .

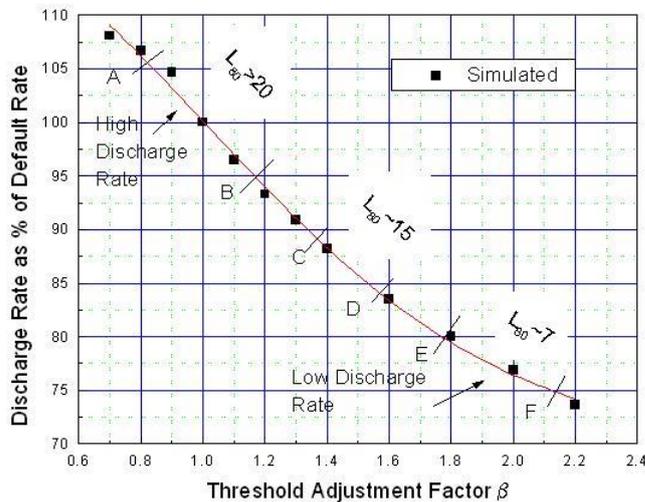


Fig. 9 Relationship between Threshold Adjustment Factor and Simulated Discharge Rates relative to Default Rates

If it is necessary to simulate the surges in motorcycle discharge rate as those shown in Fig. 1, users of the HTSS model can also use an input data file to specify when a surge will begin and the magnitude of the surge. The User Manual of the 2020HTSS model, which is expected to be available in 2021, will explain how this can be done.

## References

1. Lin, F. B., *Development of the 2020HTSS Model for Simulation of Urban Street Operations. Task2: Simulation of Queue Discharge at Signalized Intersections*, TN 2020 6-12.pdf, submitted to the IOT, June 2020.
2. Lin, F. B., *Development of the 2020HTSS Model for Simulation of Urban Street Operations. Task3: Simulation of Queue Discharge of Motorcycles at Signalized Intersections*, TN 2020 6-30.pdf, submitted to the IOT, June 2020.



# 附錄五

新版公路容量手冊非阻斷性車流路段  
及幹道績效指標與服務水準等級劃分  
標準座談會簡報



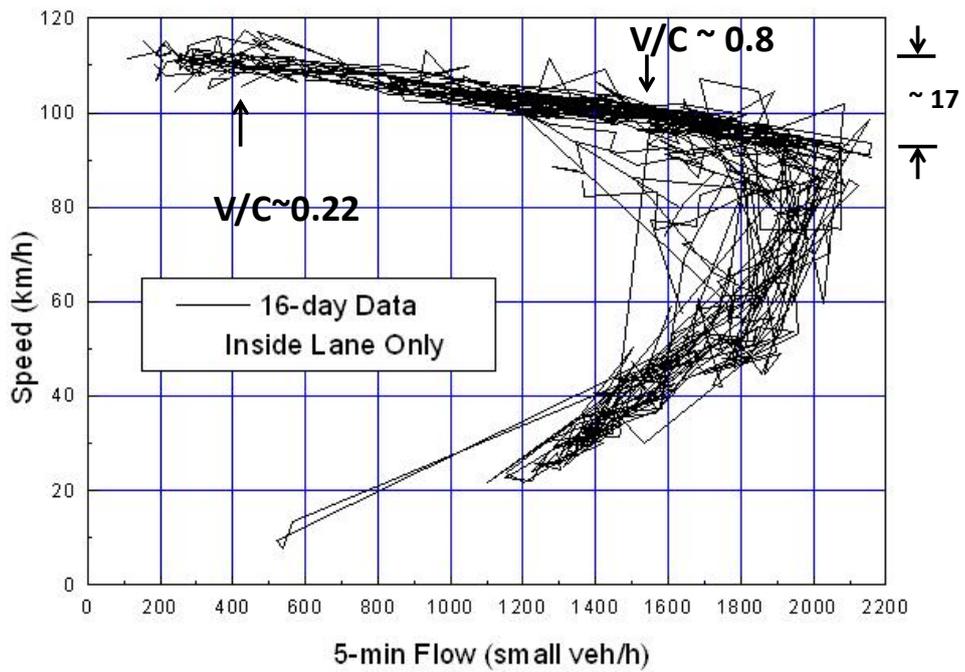
# Classification of Levels of Service of Arterials and Uninterrupted Flow Facilities

July 29, 2020

1

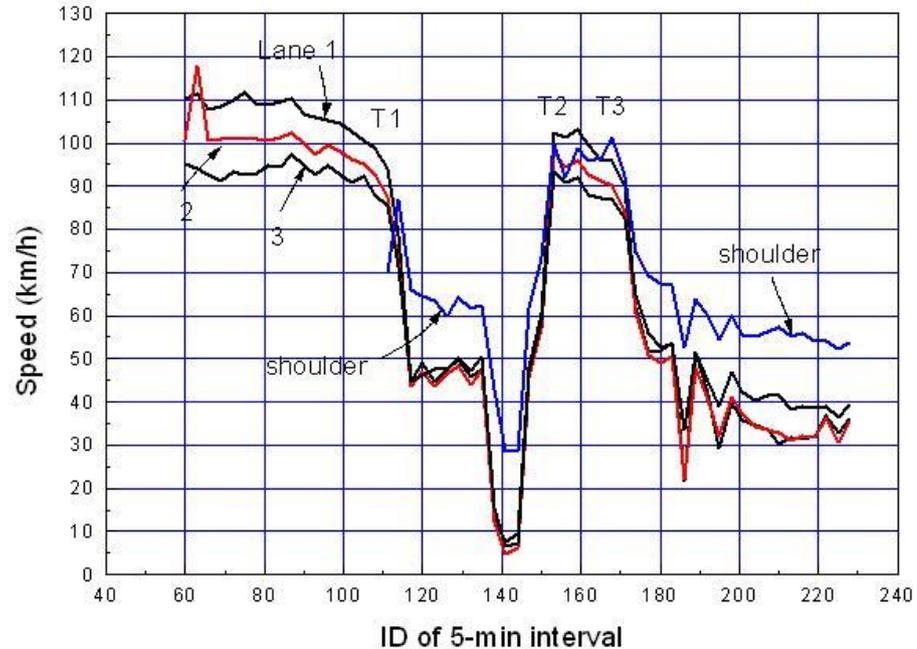
## Principles in Classifying Levels of Service

- 1. Must satisfy planning and design needs.**
  - (1) Based on observed flow characteristics , operating efficiency, and safety considerations to establish critical thresholds between levels.**
  - (2) Be able to reveal spatial and temporal changes in quality of service.**
2. Need at least V/C and speed-related measures of effectiveness for evaluating uninterrupted flows and the flows in arterials with traffic signals.
3. To promote design/operating consistency, use as few sets of criteria as possible for evaluating various types of facilities



2

Fig.1 Inside Lane Speed-Flow Relationship on NH 1, Northbound at 92.900K



3

Fig.2 Temporal Variations of Average Speed on NH 1, Northbound at 92.900K

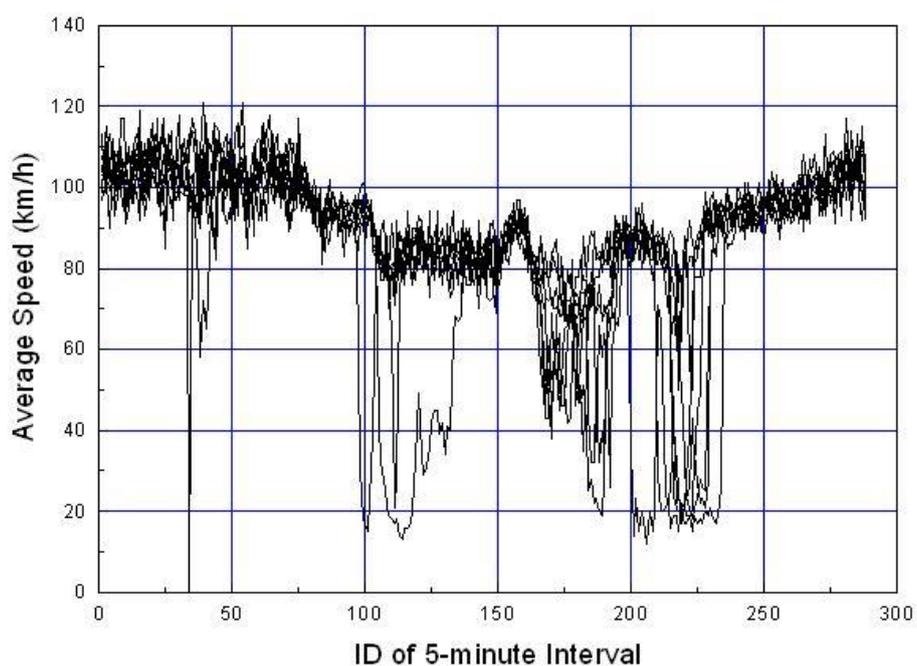
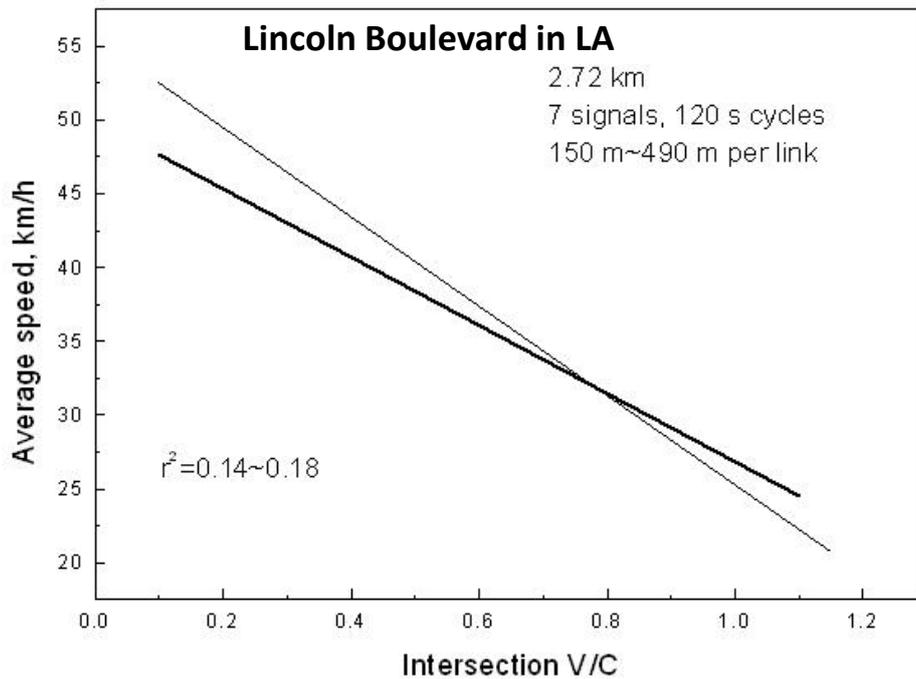


Fig. 3 Southbound 5-min Speed Variations at 21.390K on NH1 between Nehu and YenSan (8 days in 2018)

### Typical Characteristics of Uninterrupted Flows

- 1. Even at a very low V/C of about 0.25, a slight increase in flow rate would cause an obvious drop in speed. So the range of V/C for level-of-service A should be narrow.**
- 2. Once the V/C exceeds about 0.8, the traffic flow starts to break down frequently.**
- 3. When the average speed drops by about 10~20 km/h, traffic flow has a very high probability of breaking down.**



Arterial Speed Study by Dowling Associates, Inc., 2005

## Principles in Classifying Levels of Service

1. Must satisfy planning and design needs.  
Based on observed flow characteristics , operating efficiency, and safety considerations to establish critical thresholds between levels.
2. **Need at least V/C and speed-related measures of effectiveness for evaluating uninterrupted flows**
3. To promote design/operating consistency, use as few sets of criteria as possible for evaluating various types of facilities

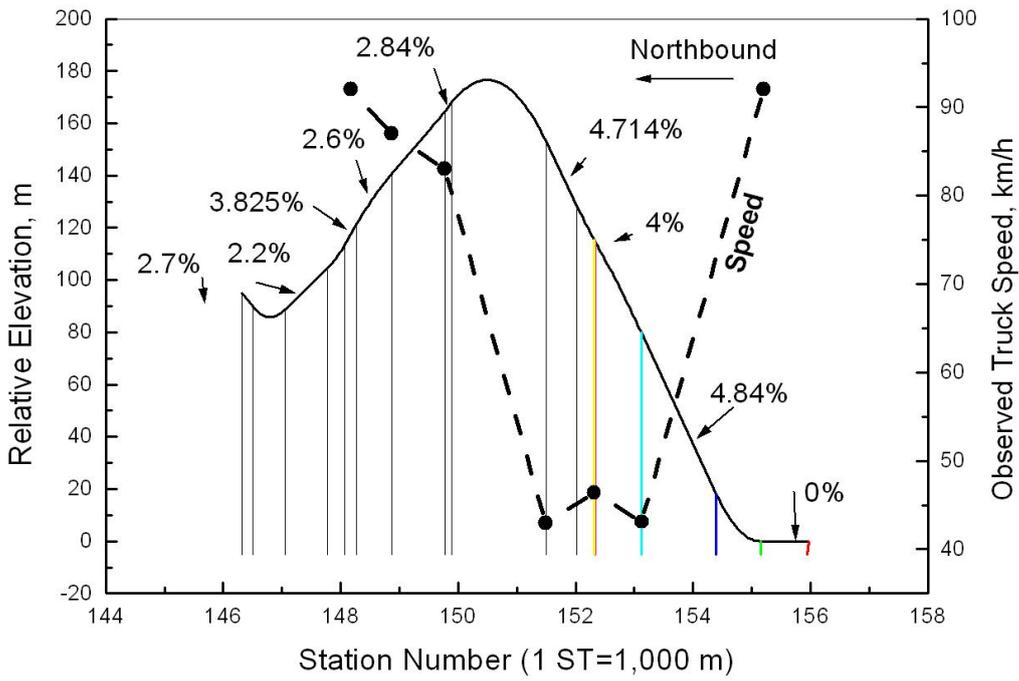


Fig. 4 Average Observed Northbound Truck Free-Flow Speeds on San-Yi Grade

**V/C : Vary Low**  
**High quality of service**

**Speed: Very low**  
**Very poor quality of service**

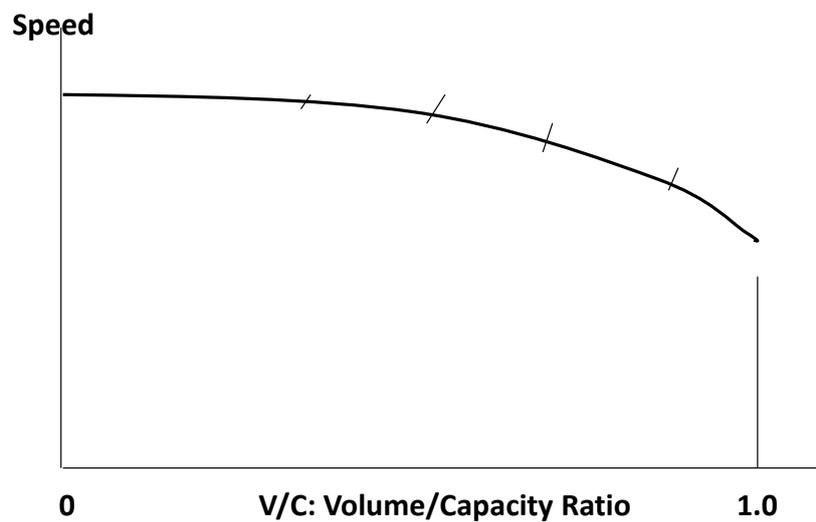
## Principles in Classifying Levels of Service

10

1. Must satisfy planning and design needs.  
Based on observed flow characteristics , operating efficiency, and safety considerations to establish critical thresholds between levels.
2. Need at least V/C and speed-related measures of effectiveness for evaluating uninterrupted flows and the flows in arterials with traffic signals.

**3. To promote design/operating consistency  
Use as few sets of criteria as possible.**

11



# 附錄六 高速公路隧道分析軟體技術報告



# 附錄六 高速公路隧道分析軟體技術報告

## 一、函式架構圖

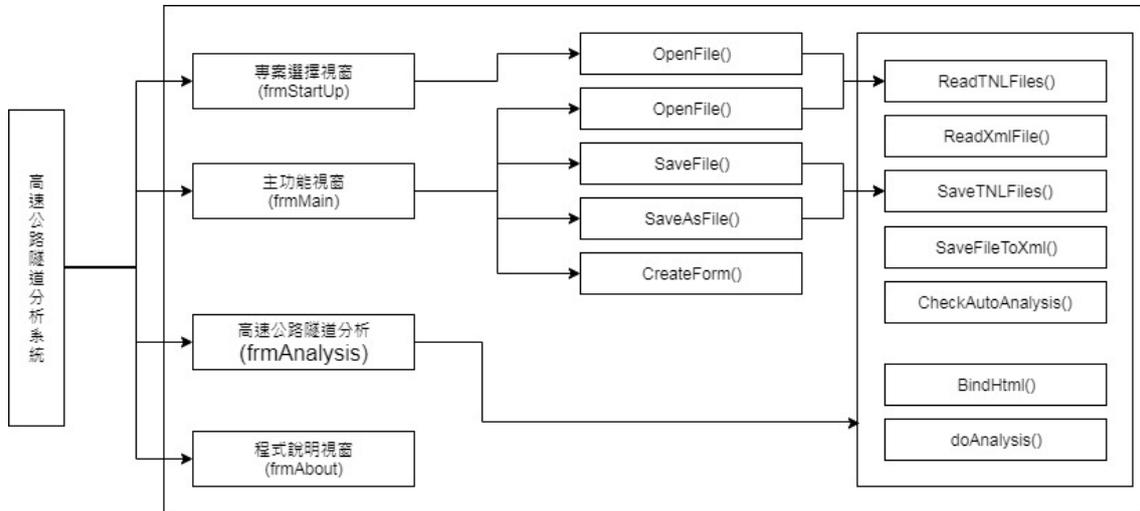


圖 1 高速公路隧道分析函式架構圖

## 二、細部設計

### 高速公路隧道分析軟體設計

分析軟體名稱	高速公路隧道分析軟體
說明	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 此系統主要提供評估高速公路隧道交通狀況，並且以表格方式顯示評估結果。</li> <li>2. 操作人員可將目前執行中檔案儲存到電腦硬碟或將符合格式已存檔案開啟編輯，以及列印報表功能。</li> </ol>
畫面設計	專案選擇視窗(frmStartUp) 主功能視窗(frmMain) 公路隧道分析視窗(FrmAnalysis)
輸入	滑鼠、鍵盤
輸出	畫面、報表
類別模組	frmStartUp：專案選擇視窗 frmMain：主功能視窗 FrmAnalysis：公路隧道分析視窗 frmAbout：程式說明視窗
自訂函式模組	frmStartUp： frmStartUp::OpenFile()：處理開啟檔案動作 frmMain： frmMain::OpenFile()：處理開啟檔案動作 frmMain::CreateForm()：新開專案 frmMain::SaveFile()：儲存專案資料 frmMain::SaveAsFile()：另存專案資料 FrmAnalysis： FrmAnalysis::ReadTNLFiles()：讀取分析記錄檔案 FrmAnalysis::SaveTNLFiles()：儲存分析記錄檔案 FrmAnalysis::ReadXmlFile()：讀取分析記錄檔案資料內容 FrmAnalysis::SaveFileToXml()：儲存分析記錄為 Xml 格式檔案 FrmAnalysis::CheckAutoAnalysis()：判斷是否為自動計算模式 FrmAnalysis::doAnalysis()：開始分析車道資料 FrmAnalysis::bindHtml()：顯示分析結果至表單

### 三、演算流程

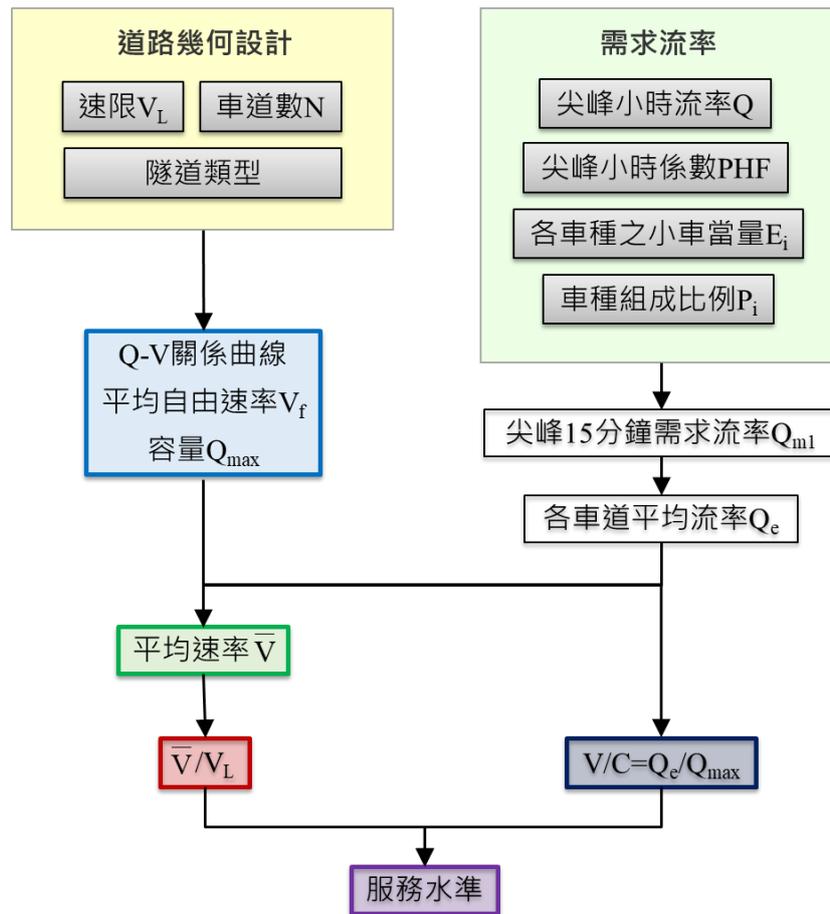


圖 2 高速公路隧道分析流程示意圖-1

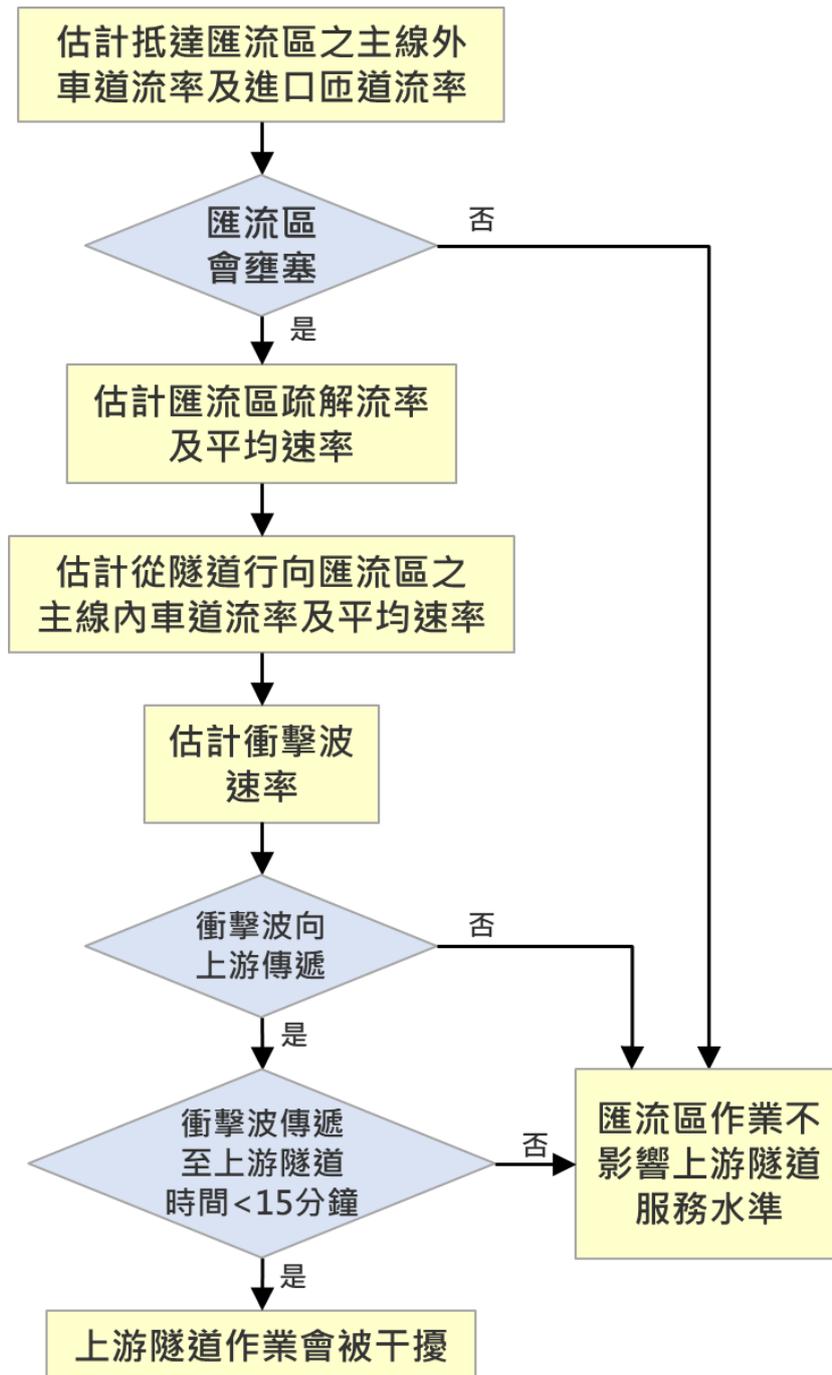


圖 3 高速公路隧道分析流程示意圖-2

附錄七 高速公路隧道分析軟體測試報告



## 附錄七 高速公路隧道分析軟體測試報告

### 一、單元測試

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體		軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果：		OK
所屬模組：FrmAnalysis		模組編號：TUNNEL_109_M_01		分析工作		
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作	測試結果
分析工作	radioButton1	RadioButton	預設值	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 運轉分析已被選取</li> <li>● 規劃及設計分析未被選取</li> </ul>	開啟畫面時，自動顯示預設運轉分析已被選取	OK
	radioButton2		執行動作	游標選擇規劃及設計分析	規劃及設計分析顯示已被選取，運轉分析顯示取消選取。	OK
			測試日期		測試人員	吳宜萱

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體		軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果：		OK
所屬模組：FrmAnalysis		模組編號：TUNNEL_109_M_02		隧道類型		
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作	測試結果
隧道類型	rdoWorking	RadioButton	預設值	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 單向3或4車道工作性車流隧道已被選取</li> <li>● 單向2車道休閒性車流隧道未被選取</li> </ul>	開啟畫面時，自動顯示預設單向3或4車道工作性車流隧道已被選取	OK
	rdoLeisure					

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體		軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果：		OK	
所屬模組：FrmAnalysis		模組編號：TUNNEL_109_M_02		隧道類型			
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作	測試結果	
			執行動作	游標選擇單向 2 車道休閒性車流隧道	單向 2 車道休閒性車流隧道顯示已被選取，單向 3 或 4 車道工作性車流隧道顯示取消選取。	OK	
		測試日期	109.10.21		測試人員	吳宜萱	

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體		軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果：		OK	
所屬模組：FrmAnalysis		模組編號：TUNNEL_109_M_03		幾何設定 (運轉分析、單向 3 或 4 車道工作性車流隧道)			
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作	測試結果	
隧道長度	nudTLength	NumericUpDown	值域、格式 預設值	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0.5~20.0(浮點數)</li> <li>● 輸入值超出值域，採值域內最接近的數值</li> </ul>	輸入 3，接受 輸入 25，跳至 20 輸入-1，跳至 0.5	OK	
			與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	開啟畫面時，自動顯示預設 2	OK	
					輸入 3，再按 Up，跳至 4	OK	

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體		軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果：		OK	
所屬模組：FrmAnalysis		模組編號：TUNNEL_109_M_03		幾何設定 (運轉分析、單向3或4車道工作性車流隧道)		測試結果	
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作	測試結果	
單向車道數	cmbLaneNo	ComboBox	預設值	3	開啟畫面時，自動顯示預設 3	OK	
			執行動作	游標移至下拉選單，選擇 4	游標移至下拉選單，選擇 4	OK	
隧道行車速度	cmbTuSpeedLimit	ComboBox	預設值	90	開啟畫面時，自動顯示預設 90	OK	
			執行動作	游標移至下拉選單，選擇 110	游標移至下拉選單，選擇 110	OK	
自由速率	cmbDis100	ComboBox	預設值	95	開啟畫面時，自動顯示預設 95	OK	
			執行動作	游標移至下拉選單，選擇 100	游標移至下拉選單，選擇 100	OK	
平均速率	nudSpeed	NumericUpDown	值域、格式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0.0~120.0(浮點數)</li> <li>● 輸入值超出值域，採值域內最接近的數值</li> </ul>	輸入 85，接受	OK	
					輸入 150，跳至 120.0	OK	
					輸入-2，跳至 0.0	OK	
			預設值	80.0	開啟畫面時，自動顯示預設 80.0	OK	

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體		軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果：		OK
所屬模組：FrmAnalysis		模組編號：TUNNEL_109_M_03		幾何設定 (運轉分析、單向 3 或 4 車道工作性車流隧道)		
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作	測試結果
			與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	輸入 85.0，再按 Up，跳至 85.1	OK
測試日期			109.10.21		測試人員	
吳宜萱						

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體		軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果：		OK
所屬模組：FrmAnalysis		模組編號：TUNNEL_109_M_04		需求流率 (運轉分析、單向 3 或 4 車道工作性車流隧道/單向 2 車道休閒車流隧道)		
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作	測試結果
尖峰小時流率	nudQ60	NumericUpDown	值域、格式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0~10000(整數)</li> <li>● 輸入值超出值域，採值域內最接近的數值</li> </ul>	輸入 800，接受	OK
			預設值	2000	輸入 11000，跳至 10000	OK
			與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	輸入-100，跳至 0	OK
					開啟畫面時，自動顯示預設 2000	OK
					輸入 300，再按 Up，跳至 301	OK

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體		軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果： 需求流率（運轉分析、單向3或4車道工作性車流隧道/單向2車道休閒車流隧道）		OK
所屬模組：FrmAnalysis		模組編號：TUNNEL_109_M_04				
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作	測試結果
尖峰小時係數	nudPHF	NumericUpDown	值域、格式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0~1.00(浮點數)</li> <li>● 輸入值超出值域，採值域內最接近的數值</li> </ul>	輸入 0.62，接受	OK
			預設值		0.90	輸入 8，跳至 1.00
主線大車比例	nudP	NumericUpDown	與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	輸入 -2，跳至 0.00	OK
			值域、格式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0~100(整數)</li> <li>● 輸入值超出值域，採值域內最接近的數值</li> </ul>	開啟畫面時，自動顯示預設 0.90	OK
大車之小客車當量	nudE	NumericUpDown	與 UpDown 同步		與 UpDown 一致	輸入 0.5，再按 Up，跳至 0.51
			預設值	5	輸入 62，接受	OK
大車之小客車當量	nudE	NumericUpDown	與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	輸入 110，跳至 100	OK
			值域、格式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1.0~2.8(浮點數)</li> <li>● 輸入值超出值域，採值域內最接近的數值</li> </ul>	輸入 -2，跳至 0	OK
大車之小客車當量	nudE	NumericUpDown	預設值		1.4	開啟畫面時，自動顯示預設 5
			與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	輸入 7，再按 Up，跳至 8	OK
大車之小客車當量	nudE	NumericUpDown	值域、格式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1.0~2.8(浮點數)</li> <li>● 輸入值超出值域，採值域內最接近的數值</li> </ul>	輸入 1.5，接受	OK
			預設值		1.4	輸入 5，跳至 2.8
大車之小客車當量	nudE	NumericUpDown	與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	輸入 -2，跳至 1.0	OK
			預設值	1.4	開啟畫面時，自動顯示預設	OK

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體		軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果： OK	
所屬模組：FrmAnalysis		模組編號：TUNNEL_109_M_04		需求流率 (運轉分析、單向3或4車道工作性車流隧道/單向2車道休閒車流隧道)	
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作
					設 1.4
			與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	輸入 1.8，再按 Up，跳至 1.9
		測試日期		109.10.21	
測試人員					
吳宜萱					

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體		軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果： OK	
所屬模組：FrmAnalysis		模組編號：TUNNEL_109_M_05		幾何設定 (運轉分析、單向2車道休閒車流隧道)	
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作
隧道長度	nudTLength	NumericUpDown	值域、格式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0.5~20.0(浮點數)</li> <li>● 輸入值超出值域，採值域內最接近的數值</li> </ul>	輸入 3，接受
			預設值	2	輸入 25，跳至 20
					輸入-1，跳至 0.5
					開啟畫面時，自動顯示預設 2
OK					

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體			軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果：	
所屬模組：FrmAnalysis			模組編號：TUNNEL_109_M_05		幾何設定 (運轉分析、單向 2 車道休閒車流隧道)	
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作	測試結果
			與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	輸入 3，再按 Up，跳至 4	OK
單向車道數	cmbLaneNo	ComboBox	預設值	2	開啟畫面時，自動顯示預設 2	OK
隧道行車速度限	cmbTuSpeedLimit	ComboBox	執行動作	游標移至下拉選單，選擇 2	游標移至下拉選單，選擇 2	OK
			預設值	80	開啟畫面時，自動顯示預設 80	OK
			執行動作	游標移至下拉選單，選擇 90	游標移至下拉選單，選擇 90	OK
休閒性車流隧道類型	cmbType	ComboBox	預設值	1	開啟畫面時，自動顯示預設 1	OK
			執行動作	游標移至下拉選單，選擇 3	游標移至下拉選單，選擇 3	OK
自由速率	cmbDis100	ComboBox	預設值	90	開啟畫面時，自動顯示預設 90	OK
			執行動作	游標移至下拉選單，選擇 85	游標移至下拉選單，選擇 85	OK
平均速率	nudSpeed	NumericUpDown	值域、格式	● 0.0~120.0(浮點數)	輸入 85，接受	OK

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體		軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果：		OK	
所屬模組：FrmAnalysis		模組編號：TUNNEL_109_M_05		幾何設定 (運轉分析、單向 2 車道休閒車流隧道)			
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作	測試結果	
				● 輸入值超出值域，採值域內最接近的數值	輸入 150，跳至 120.0		
			預設值	80.0	輸入-2，跳至 0.0		
			與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	開啟畫面時，自動顯示預設 80.0	OK	
					輸入 85.0，再按 Up，跳至 85.1	OK	
		測試日期		109.10.21		測試人員	
						吳宜萱	

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體		軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果：		OK	
所屬模組：FrmAnalysis		模組編號：TUNNEL_109_M_06		幾何設定 (規劃及設計分析、單向 3 或 4 車道工作性車流隧道)			
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作	測試結果	
隧道長度	nudTLLength	NumericUpDown	值域、格式	● 0.5~20.0(浮點數) ● 輸入值超出值域，採值域內最接近的數	輸入 3，接受		
					輸入 25，跳至 20	OK	

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體			軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果：		OK	
所屬模組：FrmAnalysis			模組編號：TUNNEL_109_M_06		幾何設定 (規劃及設計分析、單向3或4車道工作性車流隧道)			
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作	測試結果		
			預設值	值	輸入-1, 跳至 0.5			
			與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	開啟畫面時, 自動顯示預設 2	OK		
單向車道數	cmbLaneNo	ComboBox	預設值	3	開啟畫面時, 自動顯示預設 3	OK		
下游設置出口匝道	chkDnOutRamp	CheckBox	執行動作	游標移至下拉選單, 選擇 4	游標移至下拉選單, 選擇 4	OK		
			執行動作	勾選開啟下游設置出口匝道, 啟動距離設定	勾選, 啟動距離設定	OK		
			值域、格式	● 0.1~99.0(浮點數) ● 輸入值超出值域, 採值域內最接近的數值	輸入 85.0, 接受	OK		
			預設值	4.0	輸入 110, 跳至 99.0	OK		
下游設置出口匝道距離	mudDnOutDis	NumericUpDown	預設值	與 UpDown 一致	輸入-2, 跳至 0.1	OK		
			與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	開啟畫面時, 自動顯示預設 4.0	OK		
			與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	輸入 85.0, 再按 Up, 跳至 85.1	OK		

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體		軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果：		
所屬模組：FrmAnalysis		模組編號：TUNNEL_109_M_06		幾何設定 (規劃及設計分析、單向 3 或 4 車道工作性車流隧道)		
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作	測試結果
下游設置進口 匝道	chkDnInRamp	CheckBox	執行動作	勾選開啟下游設置進口匝道，啟動距離設定	勾選，啟動距離設定	OK
下游設置進口 匝道距離	nudDnInDis	NumericUpDown	值域、格式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0.1~99.0(浮點數)</li> <li>● 輸入值超出值域，採值域內最接近的數值</li> </ul>	輸入 85.0，接受	OK
			預設值	5.0	輸入 110.0，跳至 99.0	
			與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	輸入-2，跳至 0.1	
隧道行車速限	cmbTuSpeedLimit	ComboBox	預設值	90	開啟畫面時，自動顯示預設 90	OK
自由速率	cmbDis100	ComboBox	執行動作	游標移至下拉選單，選擇 110	游標移至下拉選單，選擇 110	OK
			預設值	95	開啟畫面時，自動顯示預設 95	OK
			執行動作	游標移至下拉選單，選擇 100	游標移至下拉選單，選擇 100	OK

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體		軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果： OK	
所屬模組：FrmAnalysis		模組編號：TUNNEL_109_M_06		幾何設定 (規劃及設計分析、單向 3 或 4 車道工作性車流隧道)	
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作
				109.10.21	測試人員 吳宜壹
測試日期					

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體		軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果： OK	
所屬模組：FrmAnalysis		模組編號：TUNNEL_109_M_07		需求速率 (運轉分析、單向 3 或 4 車道工作性車流隧道)	
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作
尖峰小時速率	nudQ60	NumericUpDown	值域、格式  預設值  與 UpDown 同步	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0~10000(整數)</li> <li>● 輸入值超出值域,採值域內最接近的數值</li> </ul> 2000  與 UpDown 一致	輸入 800, 接受 輸入 11000, 跳至 10000 輸入-100, 跳至 0 開啟畫面時, 自動顯示預設 2000 輸入 300, 再按 Up, 跳至 301 輸入 0.62, 接受 輸入 8, 跳至 1.00 輸入-2, 跳至 0.00
尖峰小時係數	nudPHF	NumericUpDown	值域、格式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0~1.00(浮點數)</li> <li>● 輸入值超出值域,採值域內最接近的數值</li> </ul>	OK OK OK OK OK OK OK

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體			軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果：		OK	
所屬模組：FrmAnalysis			模組編號：TUNNEL_109_M_07		需求速率(運轉分析、單向3或4車道工作性車流隧道)		測試結果	
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作	測試結果		
			預設值	0.90	開啟畫面時，自動顯示預設 0.90	OK		
			與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	輸入 0.5，再按 Up，跳至 0.51	OK		
下游出口匝道之流率	nudQr1	NumericUpDown	值域、格式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0~10000(整數)</li> <li>● 輸入值超出值域，採值域內最接近的數值</li> </ul>	輸入 600，接受	OK		
			預設值	200	輸入 11000，跳至 10000 輸入 -2，跳至 0	OK		
下游進口匝道之流率	nudQr2	NumericUpDown	與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	開啟畫面時，自動顯示預設 200	OK		
			值域、格式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0~10000(整數)</li> <li>● 輸入值超出值域，採值域內最接近的數值</li> </ul>	輸入 250，再按 Up，跳至 251	OK		
			預設值	200	輸入 600，接受	OK		
			與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	輸入 11000，跳至 10000 輸入 -2，跳至 0	OK		
			預設值	200	開啟畫面時，自動顯示預設 200	OK		
			與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	輸入 250，再按 Up，跳至 251	OK		

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體		軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果： 需求速率(運轉分析、單向3或4車道工作性車流隧道)		OK	
所屬模組：FrmAnalysis		模組編號：TUNNEL_109_M_07		測試準則		測試結果	
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作	測試結果	
主線大車比例	nudP	NumericUpDown	值域、格式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0~100(整數)</li> <li>● 輸入值超出值域,採值域內最接近的數值</li> </ul>	輸入 62, 接受	OK	
			預設值		5	輸入 110, 跳至 100	OK
			與 UpDown 同步		與 UpDown 一致	輸入 -2, 跳至 0	OK
下游進口匝道大車比例	nudPr2	NumericUpDown	值域、格式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0~100(整數)</li> <li>● 輸入值超出值域,採值域內最接近的數值</li> </ul>	開啟畫面時, 自動顯示預設 5	OK	
			預設值		5	輸入 7, 再按 Up, 跳至 8	OK
			與 UpDown 同步		與 UpDown 一致	輸入 62, 接受	OK
大車之小客車當量	nudE	NumericUpDown	值域、格式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1.0~2.8(浮點數)</li> <li>● 輸入值超出值域,採值域內最接近的數值</li> </ul>	輸入 110, 跳至 100	OK	
			預設值		5	輸入 -2, 跳至 0	OK
			與 UpDown 同步		與 UpDown 一致	開啟畫面時, 自動顯示預設 5	OK
			與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	輸入 7, 再按 Up, 跳至 8	OK	
			值域、格式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1.0~2.8(浮點數)</li> <li>● 輸入值超出值域,採值域內最接近的數值</li> </ul>	輸入 1.5, 接受	OK	
		預設值	1.4		輸入 5, 跳至 2.8	OK	
		與 UpDown 同步	與 UpDown 一致		輸入 -2, 跳至 1.0	OK	
			預設值	1.4	開啟畫面時, 自動顯示預設 1.4	OK	

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體		軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果：		OK
所屬模組：FrmAnalysis		模組編號：TUNNEL_109_M_07		需求流率（運轉分析、單向3或4車道工作性車流隧道）		
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作	測試結果
			與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	輸入 1.8，再按 Up，跳至 1.9	OK
		測試日期		109.10.21		測試人員
						吳宜萱

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體		軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果：		OK
所屬模組：FrmAnalysis		模組編號：TUNNEL_109_M_08		幾何設定（規劃及設計分析、單向2車道休閒性車流隧道）		
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作	測試結果
隧道長度	nudTLength	NumericUpDown	值域、格式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0.5~20.0(浮點數)</li> <li>● 輸入值超出值域，採值域內最接近的數值</li> </ul>	輸入 3，接受	OK
			預設值	2	輸入 25，跳至 20	
			與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	輸入 -1，跳至 0.5	
單向車道數	cmbLaneNo	ComboBox	預設值	3	開啟畫面時，自動顯示預設 2	OK
					輸入 3，再按 Up，跳至 4	OK
					開啟畫面時，自動顯示預設	OK

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體		軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果：		OK	
所屬模組：FrmAnalysis		模組編號：TUNNEL_109_M_08		幾何設定 (規劃及設計分析、單向 2 車道休閒性車流隧道)		測試結果	
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作	測試結果	
					設 3		
			執行動作	游標移至下拉選單，選擇 4	游標移至下拉選單，選擇 4		OK
下游設置出口匝道	chkDnOutRamp	CheckBox	執行動作	勾選開放下游設置出口匝道，啟動距離設定	勾選，啟動距離設定		OK
下游設置出口匝道距離	nudDnOutDis	NumericUpDown	值域、格式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0.1~99.0(浮點數)</li> <li>● 輸入值超出值域，採值域內最接近的數值</li> </ul>	輸入 85.0，接受		OK
					輸入 110，跳至 99.0		
					輸入 -2，跳至 0.1		
			預設值	4.0	開啟畫面時，自動顯示預設 4.0		OK
			與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	輸入 85.0，再按 Up，跳至 85.1		OK
下游設置進口匝道	chkDnInRamp	CheckBox	執行動作	勾選開放下游設置進口匝道，啟動距離設定	勾選，啟動距離設定		OK
下游設置進口匝道距離	nudDnInDis	NumericUpDown	值域、格式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0.1~99.0(浮點數)</li> <li>● 輸入值超出值域，採值域內最接近的數值</li> </ul>	輸入 85.0，接受		OK
					輸入 110.0，跳至 99.0		

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體		軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果： OK		
所屬模組：FrmAnalysis		模組編號：TUNNEL_109_M_08		幾何設定（規劃及設計分析、單向 2 車道休閒性車流隧道）		
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作	測試結果
			預設值	值	輸入-2，跳至 0.1	
			預設值	5.0	開啟畫面時，自動顯示預設 5.0	OK
			與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	輸入 85.0，再按 Up，跳至 85.1	OK
隧道行車速限	cmbTuSpeedLimit	ComboBox	預設值	80	開啟畫面時，自動顯示預設 80	OK
休閒性車流隧道類型	cmbType	ComboBox	執行動作	游標移至下拉選單，選擇 90	游標移至下拉選單，選擇 90	OK
			預設值	1	開啟畫面時，自動顯示預設 1	OK
			執行動作	游標移至下拉選單，選擇 3	游標移至下拉選單，選擇 3	OK
			預設值	90	開啟畫面時，自動顯示預設 90	OK
自由速率	cmbDis100	ComboBox	執行動作	游標移至下拉選單，選擇 85	游標移至下拉選單，選擇 85	OK
		測試日期	109.10.21		測試人員	吳宜萱

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體			軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果：		OK	
所屬模組：FrmAnalysis			模組編號：TUNNEL_109_M_07		需求流率 (設計規劃分析、單向 2 車道休閒性車流隧道)			
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作	測試結果		
尖峰小時流率	nudQ60	NumericUpDown	值域、格式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0~10000(整數)</li> <li>● 輸入值超出值域,採值域內最接近的數值</li> </ul>	輸入 800, 接受	OK		
			預設值	2000	開啟畫面時,自動顯示預設 2000	OK		
尖峰小時係數	nudPHF	NumericUpDown	與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	輸入 300, 再按 Up, 跳至 301	OK		
			值域、格式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0~1.00(浮點數)</li> <li>● 輸入值超出值域,採值域內最接近的數值</li> </ul>	輸入 0.62, 接受	OK		
			預設值	0.90	開啟畫面時,自動顯示預設 0.90	OK		
			與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	輸入 0.5, 再按 Up, 跳至 0.51	OK		
下游出口匝道之流率	nudQr1	NumericUpDown	值域、格式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0~10000(整數)</li> <li>● 輸入值超出值域,採值域內最接近的數值</li> </ul>	輸入 600, 接受	OK		
			預設值	2000	開啟畫面時,自動顯示預設 2000	OK		

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體			軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果：		OK	
所屬模組：FrmAnalysis			模組編號：TUNNEL_109_M_07		需求流率 (設計規劃分析、單向 2 車道休閒性車流隧道)		測試結果	
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作	測試結果		
			預設值	200	開啟畫面時，自動顯示預設 200	OK		
			與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	輸入 250，再按 Up，跳至 251	OK		
下游進口匝道之流率	nudQr2	NumericUpDown	值域、格式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0~10000(整數)</li> <li>● 輸入值超出值域，採值域內最接近的數值</li> </ul>	輸入 600，接受	OK		
			預設值	200	輸入 11000，跳至 10000 輸入-2，跳至 0	OK		
主線大車比例	nudP	NumericUpDown	與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	開啟畫面時，自動顯示預設 200	OK		
			值域、格式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0~100(整數)</li> <li>● 輸入值超出值域，採值域內最接近的數值</li> </ul>	輸入 250，再按 Up，跳至 251	OK		
			預設值	5	輸入 62，接受 輸入 110，跳至 100 輸入-2，跳至 0	OK		
2 車道隧道大	nudf	NumericUpDown	與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	開啟畫面時，自動顯示預設 5	OK		
			值域、格式	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 0~100(整數)</li> </ul>	輸入 7，再按 Up，跳至 8 輸入 62，接受	OK		

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體		軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果：		OK
所屬模組：FrmAnalysis		模組編號：TUNNEL_109_M_07		需求流率 (設計規劃分析、單向 2 車道休閒性車流隧道)		
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作	測試結果
車使用外車道比例				● 輸入值超出值域，採值域內最接近的數值	輸入 110，跳至 100	OK
			預設值	100	開啟畫面時，自動顯示預設 0	輸入 -2，跳至 0
下游進口匝道大車比例	nudPr2	NumericUpDown	與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	輸入 7，再按 Up，跳至 8	OK
			值域、格式	● 0~100(整數) ● 輸入值超出值域，採值域內最接近的數值	輸入 62，接受	OK
			預設值	5	輸入 110，跳至 100	OK
			與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	輸入 -2，跳至 0	OK
大車之小客車當量	nudE	NumericUpDown	與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	開啟畫面時，自動顯示預設 5	OK
			值域、格式	● 1.0~2.8(浮點數) ● 輸入值超出值域，採值域內最接近的數值	輸入 7，再按 Up，跳至 8	OK
			預設值	1.4	輸入 1.5，接受	OK
			與 UpDown 同步	與 UpDown 一致	輸入 5，跳至 2.8	OK
					輸入 -2，跳至 1.0	OK
					開啟畫面時，自動顯示預設 1.4	OK
					輸入 1.8，再按 Up，跳至 1.9	OK

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體		軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果：		OK
所屬模組：FrmAnalysis		模組編號：TUNNEL_109_M_07		需求流率 (設計規劃分析、單向 2 車道休閒性車流隧道)		
元件顯示名稱	元件名稱	元件型態	測試項目	測試準則	測試動作	測試結果
測試日期			109.10.21		測試人員 吳宜萱	

## 二、模組測試

軟體名稱：高速公路隧道分析軟體		軟體編號：TUNNEL_109		總測試結果：		OK
所屬模組：FrmAnalysis		模組編號：TUNNEL_109_M_01				
元件顯示名稱	元件名稱	直接影響參數		測試準則	測試動作	測試結果
分析工作	radioButton1 radioButton2	切換幾何設計及需求流率面板		選擇規劃及設計分析	選擇規劃及設計分析，則幾何設計及需求流率面板	OK
隧道類型	rdoWorking rdoLeisure	切換幾何設計及需求流率面板		選擇單向 2 車道休閒性車流隧道	選擇單向 2 車道休閒性車流隧道，則幾何設計及需求流率面板	OK
測試日期		109.10.21		測試人員		吳宜萱

### 三、子軟體流程測試

程序編號：TUNNEL_109_P_01 程序名稱：測試開啟表單步驟過程					
測試步驟	測試準則	實際輸出	測試結果	備註	
1.選擇建立新專案	開啟分析介面。	開啟分析介面	正常	OK	
2.選擇開啟舊專案，確定開啟瀏覽檔案列表	開啟瀏覽檔案列表，可選擇格式相符檔案開啟。	格式相符檔案開啟供點選畫面，點選後舊檔開啟	正常	OK	
3.選擇「功能表」→「說明」→「關於」，可開啟說明表單	該子軟體說明表單顯示	顯示說明表單	正常	OK	
測試日期		108.10.21	測試人員	吳宜萱	



附錄八  
期中審查會議意見與回覆表



**108-109 年臺灣公路容量分析軟體(THCS)與專區網站更新維運服務(109 年度)  
期中審查會議意見與回覆表**

編號	委員意見	回覆內容	主辦單位 審查意見
<b>一、中央警察大學曾平毅教授</b>			
1	目前「公路隧道」內容主要用於分析高速公路設施，建議該章節及 THCS 適當處特別標明。另公路總局已有一些新的公路隧道(如蘇花改、南迴之隧道)，建議開始蒐集連假期間之交通量資料，以利未來分析應用。	敬悉。	同意
2	表 3.1-1 整理 HTSS 模式各檔型之設定內容，對使用者應有直接助益，今年也整理一些已完成的範例檔，如能包含各類公路設施的不同範例，對使用者的學習將更有幫助。	敬悉。	同意
3	THCS 軟體及網頁維護、更新工作，辦理成果良好。	敬悉。	同意
4	109 年的教育訓練預計與北區及中區運輸中心合作，建議儘量多招募研究生或從業人員參與。	感謝委員寶貴意見，後續辦理教育訓練前將請合作單位知會該區地方政府及大專院校，以推廣 THCS 軟體使用。	同意
5	建議公路總局的例行性交通量調查資料，可提供原始的分車道及分時資料，以利了解各車道之車流量分布及車種組成特性。	敬悉。	同意
<b>二、國立交通大學黃家耀教授</b>			
1	期中報告 P.2-3 之表 2.1.3 請說明「自動行車距離限制」之定義。	感謝委員寶貴意見，本處係為筆誤，應修正為「有自動科技執法」。	同意
2	期中報告 P.2-32 之圖 2.2-11，依圖內所輸入之參數，對照出之類型非類型 1 請說明該圖是否僅做為欄位說明範例。	期中報告 P.2-32 之圖 2.2-11 僅作為欄位說明使用，而為避免使用者誤解，已將圖修正為最為相近之類型 4。	同意
3	請說明軟體是否會依使用者輸入之參數自動判斷隧道類型。而類型 1~類型 4 最適用狀況之一為無最小行車間距之限制，請說明軟體內是否有該選項。	因考量相關參數可能未完全符合隧道類型參數，造成軟體無法判斷其適用之類型，故須由使用者自行判斷最適用之類型。	同意

編號	委員意見	回覆內容	主辦單位 審查意見
4	類型 5 及類型 6 之差異為下游匝道與隧道之距離，兩類型所指應皆為雪山隧道，而該路段上僅有一隧道，請說明何種情況下會分別使用類型 5 及類型 6。	類型 5 及類型 6 係根據雪山隧道南下及北上不同車流特性分為兩種隧道類型。	同意
5	容量手冊過去發展概念為不同設施評估容量是各自獨立的，而類型 5 及類型 6 為長隧道容量較低，其適用條件為後方有一匝道，請說明是否因為下游匝道而導致容量較低。	由於公路隧道之交通運作受幾何設計、交通控制及車流狀況之影響，目前尚未有足夠之資料衡量個別狀況對容量之影響。	同意
6	期中報告 P.2-28 軟體畫面顯示之上下游進、出口匝道皆為 5 公里，請說明若為先出後進是否出口匝道欄位之數值較小，而若匝道距離較遠或是僅有一進口匝道，出口匝道距離欄位可否填 0。	若匝道為先出後進，則以出口匝道距離隧道之數值較進口匝道小，而若匝道距離較遠或僅有一進口匝道，使用者可於「下游設置出口匝道」處取消勾選，即可分析此情境。	同意
7	期中報告 P. 2-29 之圖 2.2-8 參考資料頁籤中，類型 6 字體較小，請將字體修正為大小一致。	感謝委員寶貴意見，已將軟體參考資料頁籤內容字體大小修正一致。	同意
8	公路容量手冊公路隧道章節例題三中提及「其上游一公里處有一進口匝道」，上游的定義宜在例題中詳細說明，以避免誤解。	感謝委員提醒，本團隊已回饋相關問題予方法論研究團隊。	同意
9	公路容量手冊公路隧道 8.6 節針對下游隧道交通運作對分析對象隧道影響進行概念說明請說明此部分是否納入軟體計算。	考量隧道下游有另一隧道時，若下游隧道發生壅塞，回堵至上游隧道機率高，建議將兩隧道獨立分析其服務水準較為單純，故未將連續兩隧道之交通運轉分析納入軟體中。	同意
<b>三、交通部路政司劉孟翰簡任技正</b>			
1	本研究之「公路隧道」章節似僅針對國 5 及國 3 之隧道進行分析，未來是否考慮針對台 76 線快速公路八卦山隧道近 5 公里及台 9 線省道觀音隧道近 8 公里進一步進行研究容量分析工作。	感謝委員提醒，本團隊已回饋相關建議予方法論研究團隊。	同意
2	公路壅塞評估指標之訂定，從單向	考量非阻斷性車流路段包含不同速	同意

編號	委員意見	回覆內容	主辦單位 審查意見
	評估尺度如 V/C 界定服務水準 (LOS)A~F 等級，轉為以雙碼進行評估。其中「平均速率」與「速限」亦從「差距」改為「比值」，請說明其中主要原因為何又服務水準分成 1~5 等級，超過 3 級含以上即不理想，其等級係如何劃分？	限，若使用同一級距標準衡量不同速限之路段服務水準，可能產生標準不一之情形。而改用比值可使不同速限之非阻斷性車流路段有一致之準則。經 7 月 29 日「新版公路容量手冊非阻斷性車流路段及幹道績效指標與服務水準等級劃分標準修訂座談會」討論，因各等級對於駕駛人感受不同，故刪除中文等級之說明。	
3	有關隧道車流之分類，細分成工作性車流及休閒性車流，其中工作性車流係指通勤或有含商務出差的旅次目的，其實商務出差旅次回程並不一定趕時間，反倒較像休閒旅次目的，請說明如何區隔劃分不同旅次目的。	因國道 3 號路段緊鄰臺北都會區之東南區，主要服務工作性旅次，而國道 5 號車流有大量的休閒車輛，故容量手冊公路隧道章節將國道 3 號及國道 5 號之分別定義為工作性車流及休閒性車流，因此藉由車輛所行駛之路段即可選擇分析隧道的類型。	同意
4	有關程式架構方面分成「規劃設計」及「運轉分析」兩種，在「運轉分析」方面是否可以做到即時車流資訊的揭露(如藉由高公局 1968 或公路總局 App)，供用路人做為選擇替代道路之參考依據。	感謝委員提供寶貴意見，因 THCS 係根據公路容量手冊方法論所建置之容量分析軟體，主要為供規劃設計人員分析道路現況或未來年之服務水準，故目前無法以即時資訊型式提供用路人參考。	同意
5	在 2001 年版公路容量手冊係以 pcu 為車流率單位，而在 2011 年版改為「車輛數」為流率單位，請說明其理由。	2001 年版及 2011 年版公路容量手冊輸入之需求流率雖皆為車輛數，然分析過程仍會直接轉換為對等小車當量 (pcu)，以減少使用者查圖或查表計算小車當量之過程。	同意
6	本研究的專區網站更新維運工作，於本期工作結束後，請說明是否係由原始研究團隊進行保固，另保固期限屆滿後是由交由運研所繼續維運或有其他備案。	感謝委員提供寶貴意見，THCS 軟體及專區網站將配合公路容量研究成果，持續維運與更新。	同意
<b>四、交通部高速公路局陳宏仁副總工程司</b>			
1	研究單位依工作排程，完成新增新版公路隧道子系統等期中階段成果，惟部分內容前後不一致。例如：	感謝委員寶貴意見，已將圖與公式之編號、報告出版日期修正。	同意

編號	委員意見	回覆內容	主辦單位 審查意見
	(1)P.2-2 利用表 2.1-12 之式 2.1 及 2.2 計算，惟表中為式 3.1 及 3.2；(2)圖 3.1-2~3.1-6 應修正為圖 3.2-2~3.2-6；(3)「公路交通系統模擬模式調校與新版容量手冊研訂 (3/3)」P.1-5 頁出版日期與 P.3-1 不同。		
2	新版公路隧道容量分析有很多公式，運算較複雜，THCS 有助使用者分析，值得肯定。	敬悉。	同意
3	運研所以往約每 10 年出版臺灣公路容量手冊，近兩年是否有出版計畫？	感謝委員寶貴意見，依目前時程安排，運研所預計於 2020 年出版新版臺灣公路容量手冊。	同意
4	圖 1.4-2、表 1.4-2 內容相同，但第 14 項出版日期不一致，建議可整合保留一圖表或出版日期修正一致。	感謝委員寶貴意見，已將圖表之出版日期修正一致。	同意
5	P.1-8~P.1-16 內容與前段似未連結，建議補充說明。另部分項目第 6、11 項出版日期與表 1.4 2 不一致。	感謝委員寶貴意見，已於前段補充 P.1-8~P.1-16 內容為針對該小節之公路容量及公路容量分析軟體發展歷程說明；內容與表格之出版日期已修正為一致。	同意
6	P.2-2 公路隧道服務水準第二碼為何採速率與速限之比值，而非速差？	考量非阻斷性車流路段包含不同速限，若使用同一級距標準衡量不同速限之路段服務水準，可能產生標準不一之情形。而改用比值可使不同速限之非阻斷性車流路段有一致之準則。	同意
7	P.2-23 第一行「高速公路基本路段」子系統應修正為「公路隧道」。	感謝委員寶貴意見，已修正為「高速公路隧道」。	同意
8	表 3.2-1、3.2-2 係配合 P.3-4 第一段說明，建議移至該段下方。另 P.3-12 最後一項修改內容建議加註公路隧道。	感謝委員寶貴意見，已配合修改及加註內容於報告書中。	同意
9	附錄與報告之關係建議於 P.3-16 頁補充說明。	本計畫延聘專家學者(美國克拉森大學林豐博教授)提供運研所容量分析之技術與諮詢服務，不限於本年度之公路隧道容量內容，並視需求彈性調整。已於報告 P.3-16 頁說明本年度期	同意

編號	委員意見	回覆內容	主辦單位 審查意見
		中階段所提供之研究及諮詢成果。	
<b>五、內政部營建署張之明組長</b>			
1	THCS 之開發對於後續道路規劃方向有相當助益，尤其預期運用於都市計畫、區域計畫及基地開發之道路衝擊評估值得期待。	敬悉。	同意
2	公路隧道目前主要研究對象為國道 3 號及國道 5 號，並將隧道類型分為工作性隧道及休閒性隧道，未來本章節若適用於一般公路或市區隧道，建議將類型之定義重新檢討。	感謝委員提醒，本團隊已回饋相關建議予方法論研究團隊。	同意
3	本次期中報告章節重點似為高快速公路隧道系統建立，對於一般公路或市區道路隧道部分，是否另有規劃增訂或更新？	感謝委員寶貴意見，因受限於目前蒐集隧道壅塞之調查資料緣故，故尚未將一般公路隧道納入研究範圍內。而市區短隧道與下游號誌化路口距離很短，因此運作特性受號誌化路口容量影響，故市區短隧道需利用號誌化路口章節分析。	同意
4	目前公路容量分析在於公路工程與管理方面，以車流為主，對於都會區內的人流及自行車等綠色運具，未來是否納入研究分析對象？	人流服務水準評估方式可參考公路容量手冊第 19 章「行人設施」，而運研所近期將討論後續容量研究方向，人行設施、自行車均納入討論對象。	同意
5	報告書 P.3-3 表 3.1-2 七月排定修正行人設施之軟體使用手冊，惟容量手冊修訂內容為「無修訂」，此章節是否已修訂完成？另市區地下道路及市區號誌化路口章節已分別於四月及五月修訂完成，但在報告書未看到修訂成果，此部分規劃為何？	因預計出版之新版臺灣公路容量手冊針對行人設施、市區地下道及市區號誌化路口等章節之方法論內容無修訂，故軟體使用手冊僅配合容量手冊修正部分文字內容。	同意
<b>六、交通部公路總局陳敬明組長(書面意見)</b>			
1	由於公路隧道受限於本土化資料之蒐集有適用範圍與值域之限制，建議無論在手冊內容修訂或公路隧道子系統之建置，均應開宗明義界定清楚隧道分析適用範圍。	感謝委員提供寶貴意見，已回饋相關建議予方法論研究團隊。	同意
2	由於目前公路隧道僅蒐集國道 3	感謝委員提供寶貴意見，第八章名稱	同意

編號	委員意見	回覆內容	主辦單位 審查意見
	<p>號基隆桃園路段及國道5號長0.5公里以上隧道資料進行分析及手冊內容修訂，以致國內許多公路隧道(尤以省道以降公路隧道)實際上僅能以郊區雙車道/多車道特性進行分析。建議後續應加強以下層面之研究，以增進公路隧道手冊內容及 THCS 公路隧道子系統之全面適用性：</p> <p>(1)隧道長度：建議可優先界定公路隧道分析對象，應為「高速公路及快速公路交通管制規則」第十六條之四提及長度4公里以上或經管理機關公告之隧道，或如目前手冊第八章表8.1提及長度超過0.5公里之隧道。(省道隧道計有330座，約97公里)</p> <p>(2)公路等級與速限：目前分析對象均屬國道等級，是否適用省道(非快速公路)以降等級公路隧道(省道以降公路隧道前後有號誌化路口問題，且最高速限多在每小時70公里以下)，有待商榷。建議應蒐集其他省道以降等級，特定長度以上隧道之交通特性資料進行分析。</p> <p>(3)車種限制與車流特性：目前分析國道5號有車種限制(僅能通行小型車與大客車)，國道3號基隆-桃園路段因北北基桃生活圈特性，因此大車比例及相關屬性是否適用於其他縣市不得而知；另國內已有部分長隧道開放機慢車通行(如蘇花改仁水隧道)，此部分隧道特應無法以國道甚至限制通行車種之隧道形式進行分析。由於公路隧道相關分析和公路速限、車種組成均有所關連，建議應依據不同公路等級與隧道特性(包</p>	<p>調整為「高速公路隧道」並加強說明分析對象，運研所近期亦將討論後續容量研究方向。</p>	

編號	委員意見	回覆內容	主辦單位 審查意見
	括車種組成特性)分類。		
<b>七、交通部高速公路局</b>			
1	期中報告 P.2-2，是否考慮隧道上游進口匝道的影響，如雪山隧道北口上游 300 公尺處即為坪林交流道。	因進入隧道之流率受到上游路段幾何設計、交通控制及車流狀況影響，因此公路隧道分析方法假設欲進入隧道之需求流率已知或可合理的估計，在此情況下，隧道之分析只需考慮隧道本身及下游路段的設施，故未將上游設施納入考量。	同意
2	期中報告表 2.1-11，單向 2 車道隧道類型中，類型 6 距離下游匝道約 1 公里，惟雪山隧道北口上游 300 公尺即為坪林交流道，請再檢視匝道距離正確性。	感謝委員提醒，因公路隧道分析架構只考慮隧道本身及下游進出口匝道，故不將上游匝道納入分析中。	同意
3	期中報告 P.2-23，程式架構說明章節，建議補充運轉分析及規劃及設計分析的差別與適用情境。	感謝委員提供寶貴意見，已於報告中補充說明。	同意
4	期中報告圖 2.2-6，規劃及設計分析中，單向 3 或 4 車道工作性車流隧道類型，分析匯流區上游主線僅算出內外車道流率，而非所有車道流率，請說明原因。	匯流區上游主線內車道之流率及速率皆比外車道高，因此匯流區壅塞之後對內車道影響較為快速，且因判別匯流區壅塞與否需參考匯流區主線外車道流率，故於軟體中顯示此兩車道流率分析結果。	同意
5	期中報告圖 2.2-6 及 2.2-7，幾何設計中，隧道下游勾選是否設置進出口匝道有無建議之距離上限?如某隧道下游 6 公里有出口匝道，應視為研究範圍內無出口匝道或距離較遠之出口匝道?	根據公路隧道方法論建議進出口匝道位於隧道下游 5 公里內，應分析匯流區隊上游隧道的影響，故軟體將上限值設定為 5 公里，若使用者輸入大於 5 之數值，軟體即判斷與顯示無須針對匯流區進行分析之提示。	同意
6	期中報告圖 2.2-8，單向 2 車道隧道類型與最適用狀況說明表中，隧道類型受隧道長度與下游匝道距離影響，是否在規劃及設計分析頁面輸入隧道長度與進出口匝道距離變數即可自動判斷隧道類型，以省略人工判斷隧道類型之步驟。	因考量相關參數可能未完全符合隧道類型參數，造成軟體無法判斷其適用之類型，故須由使用者自行判斷最適用之類型。	同意

編號	委員意見	回覆內容	主辦單位 審查意見
<b>八、交通部公路總局</b>			
1	<p>本計畫辦理目的係因「臺灣公路容量手冊」圖表甚多，透過本計畫提出之整合性軟體幫助使用者快速上手，因此針對本局業務部分，提出以下幾點建議：</p> <p>(1)建議設計各子系統之使用流程，逐步說明每個步驟如何設定系統參數(附註參考手冊位置)及其考量因素，讓使用者快速上手。</p> <p>(2)建議增加範例影片，示範分析省道公路常見斷面之容量，並能就分隔型式、混合車道、慢車道、機車道等不同配置，在參數的設定上的差異說明，俾利本局同仁學習使用。</p>	<p>感謝委員提供寶貴意見，針對軟體之使用說明，本團隊於期末階段將針對容量手冊例題及設計之範例錄製操作示範影片及撰寫軟體使用手冊，且將上傳至臺灣公路容量分析專區之下載專區，供使用者觀看及參考。</p>	同意
2	<p>專區網站內容豐富、頁面清楚、操作順暢，對於公路容量有興趣或需要的同仁，是很好的學習管道，因此希望能妥善維護本網站，未來在系統使用上的問題諮詢服務能繼續，並且能將意見回饋納入常見問題彙整區。</p>	<p>感謝委員提供寶貴意見，本團隊將持續彙整意見納入常見問題集供使用者參考。</p>	同意
<b>九、本所運輸資訊組(書面意見)</b>			
1	<p>因臺灣公路容量分析軟體採視窗模式使用，非網頁型式，本組每季進行之資安弱點掃描檢測僅針對網頁及主機，建議承商若有提供新版程式時，進行資安檢測。</p>	<p>感謝委員寶貴意見，本計畫將於期末階段完成 THCS 建置後進行資安檢測，以符合軟體安全性需求。</p>	同意
<b>十、本所運輸計畫組(書面意見)</b>			
1	<p>承辦單位與本組已逐月辦理本案工作會議，以追蹤工作進度並討論及確認工作內容，經檢視期中報告工作成果滿足契約要求。</p>	<p>敬悉。</p>	同意
2	<p>報告第 1-2 頁第 1 段及 1.3 節計畫內容與工作項目，請依本年度需求說</p>	<p>感謝委員寶貴意見，已依本年度工作說明書內容撰寫</p>	同意

編號	委員意見	回覆內容	主辦單位 審查意見
	明書所要求之工作內容撰寫。		
3	報告 2-22 頁 2.2 小節啟動分析程式部分，因公路隧道為容量手冊新的章節，不會產生新舊子系統混淆之情形，可直接於 THCS 軟體主畫面點選。	感謝委員寶貴意見，已將公路隧道子系統呈現於 THCS 軟體主畫面供使用者點選。	同意
4	報告 2-31 頁，輸入欄位/道路幾何設計群組中： (1)第 3 項「下游是否設置進、出口匝道，以及進口匝道與隧道之距離，單位為公里。」係於規劃及設計分析工作才需勾選，請補充說明。 (2)第 7 項「自由速率」為自行調查或查表取得，請補充說明。查表資料請補充於「參考資料」頁籤。	感謝委員提供寶貴意見，已於報告書中補充相關說明，並於軟體「參考資料」頁籤中補充自由速率對照表。	同意
5	報告 2-32 頁，輸入欄位/需求流率群組中，「4.下游出口匝道之流率」、「5. 下游進口匝道之流率」、「7.二車道隧道大車使用外車道比例」、「8. 下游進口匝道大車比例」係於規劃及設計分析工作已勾選下游設置進或出口匝道，或隧道類型點選單向 2 車道休閒性車流隧道，才需輸入相關數值，請補充說明。	感謝委員提供寶貴意見，已於報告書中補充相關說明。	同意
6	報告 2-33 頁，第一階段輸出欄位「4. 平均行車速率」，請確認使用者可自行填入現場調查值或為系統利用流率-速率代表性關係自動計算代入。	於運轉分析模式中，使用者需輸入現場調查值方能進行分析，而在規劃及設計分析模式中，平均行車速率係根據流率與速率關係模式計算而得，已於報告書中補充說明。	同意
7	報告 2-34 頁，第一階段輸出欄位「6. 平均速率與速限之比值」，請確認是隧道或隧道上、下游哪一路段之速限。	感謝委員提供寶貴意見，第一階段輸出欄位「6. 平均速率與速限之比值」之說明已修正為隧道之速限。	同意
8	報告 2-34 頁，第二階段分析結果之輸出，請補充說明於規劃及設計分析工作才呈現匯流區分析結果。另	感謝委員提供寶貴意見，已於報告書中補充相關說明，並於軟體中調整呈現畫面。	同意

編號	委員意見	回覆內容	主辦單位 審查意見
	運轉分析工作，分析結果畫面能否不顯示匯流區分析。		
9	報告 2-34 頁，第二階段輸出欄位「7. 衝擊波影響隧道時間」，建議補充說明衝擊波抵達上游隧道所需之時間越短，衝擊波對隧道交通運作之負面影響越大。T 值若小於評估之時段(如 15 分鐘或 1 小時)，上游隧道不能維持第一階段工作所估計的服務水準。並建議於報告 2-35 頁，圖 2.2-14 增加備註。	感謝委員提供寶貴意見，已於報告書中補充相關說明，並於軟體內增加備註。	同意
10	本所訂於 7/29 召開「新版公路容量手冊非阻斷性車流路段及幹道績效指標與服務水準等級劃分標準修訂座談會」，屆時請配合調整軟體之服務水準劃分標準。	遵照辦理，待非阻斷性車流路段及幹道績效指標與服務水準等級劃分標準確認後，軟體將配合修正。	同意
11	本年度教育訓練仍需與區域運輸中心合辦，後續請洽詢合辦單位，並請合辦單位聯繫該區地方政府踴躍報名參加。	遵照辦理，後續將於 8 月份與北區、中區區域運輸中心聯繫教育訓練安排事宜，並請合辦單位協助發文。	同意
<b>十一、結論</b>			
1	請依委員意見思考教育訓練擴大辦理之方式，教育訓練前請與主辦單位確認新版 THCS 軟體、訓練內容等相關事項。	遵照辦理。	同意
2	有關與會委員及各單位提供之意見，請工作團隊審慎檢討，並製表整理回應處理情形，送交主辦單位審閱同意後，做為後續研提期末報告之依據。	遵照辦理。	同意
3	本計畫期中報告審查通過，後續請依契約規定辦理相關事宜。	遵照辦理。	同意

附錄九 期末審查會議意見與回覆表



**108-109 年臺灣公路容量分析軟體(THCS)與專區網站更新維運服務(109 年度)  
期末審查會議意見與回覆表**

編號	委員意見	回覆內容	主辦單位 審查意見
<b>一、中央警察大學曾平毅教授</b>			
1	本計畫已完成 109 年度預定之工作項目，內容符合要求。	敬悉。	同意
2	本案建議公路容量分析軟體配合 Windows 作業系統生命週期更新，每五年檢視一次是否符合作業系統需求，以及將各子軟體拆分維護，分別統計下載次數等，均相當務實。	敬悉。	同意
3	有關軟體教育訓練及推廣，建議可納入公務人員訓練時數、交通工程技師學習時數，結合運輸學會年會活動等方式推廣。	感謝委員提供寶貴意見，本計畫之教育訓練已申請公務人員時數及技師學習時數，後續運研所將與交通相關大學系所合作，辦理公路容量分析軟體之課程，以推廣軟體之使用。	同意
4	新版公路容量手冊及公路容量分析軟體之及時更新宜密切配合。	感謝委員提供寶貴意見，本計畫已配合新版臺灣公路容量手冊修改各子軟體，後續亦將配合公路容量研究成果，各年度持續軟體之維運與更新。	同意
5	建議將已完成的 HTSS 輸入檔範例，以及範例之內容概況摘要說明。	感謝委員提供寶貴意見，於軟體使用手冊第 19 章公路交通系統模擬模式表 19.2-2 中，已將範例之摘要說明彙整供使用者參閱。	同意
6	簡報第 14 頁之左流程圖「道路容量」，建議改為「容量」。	感謝委員提供寶貴意見，已配合修改流程圖之文字內容。	同意
7	建議於高速公路隧道軟體子系統內，對於工作性車流隧道及休閒性車流隧道補充說明分別為國道 3 號及國道 5 號之隧道。	感謝委員提供寶貴意見，已於高速公路隧道軟體子系統之「參考頁籤」內補充工作性車流隧道及休閒性車流隧道之基本定義。	同意
<b>二、交通部路政司劉孟翰簡任技正</b>			
1	本計畫 109 年度主要工作項目及預期成果，原則上大致均有完成，建議後續可與國內大學交通運輸科系課程合作，增加學生的教育訓練；另軟體示範影片及使用手冊(光碟)是否係免費提供，建議如為教學研究用	感謝委員提供寶貴意見，運研所近期將與交通相關大學系所合作，辦理公路容量分析軟體之課程，以推廣軟體之使用。臺灣公路容量分析專區之「下載專區」內，提供使用者免費下載軟體、教學影片、軟體使用手冊等資料。	同意

編號	委員意見	回覆內容	主辦單位 審查意見
	途，可儘量以「免費」方式供下載使用。		
2	在簡報內所提「工作性隧道」及「休閒性隧道」之定義應明確，以免使用者混淆。	感謝委員提供寶貴意見，已修正簡報內高速公路隧道類型之用詞。	同意
3	有關本次研究增訂綜合服務水準等級(A~F、1~6)，如評估 LOS 為 D5 或 E2 兩個等級，請說明哪個道路服務水準較佳。	評估時使用者應注意評估路段為坡度路段或平坦路段。若坡度路段之需求流率較低，而坡度及坡長已造成車速下降，則其服務水準評估結果有可能為 A5，則建議使用者可針對坡度及坡長之影響針對評估結果進行說明。而評估平坦路段服務水準為 A5 等級時，可能因路段已壅塞，無法調查到需求流率，僅為通過交通量，實際上 V/C 已達 F 級。	同意
4	在「運轉分析」範例，請說明「自由速率」低於「速限」之原因。	根據公路容量手冊高速公路隧道中表 8.11，於「休閒性車流隧道」類型，且有行車間距限制及自動科技執法情況下，平均自由速率為等於或小於速限，因此平均自由速率低於速限受相關行車控制所影響。	同意
5	公路容量手冊未來是否有機會加入「自行車專用道」的章節？而目前部分高快速公路已開放大型重機行駛，如何評估其對道路服務水準及容量之影響？	目前運研所刻正討論後續未來容量研究方向，自行車亦為討論對象。而因目前大型重機於高快速公路之車流占比極低，故建議將大型重型機車以小型車進行評估，較為保守。	同意
6	建議未來在專區網站可增列「常見問題(Q&A)」，將歷次會議各與會委員意見及回覆列入，方便使用者參考。	感謝委員提供寶貴意見，本計畫依使用者來電、來信或教育訓練上常發問之問題納入常見問題集中；歷次審查會議委員意見亦已納入報告附錄中，提供使用者參閱。	同意
<b>三、內政部營建署張之明組長</b>			
1	本計畫網站更新及操作介面淺顯易懂，操作方便性高，已利於使用，應予肯定。	敬悉。	同意

編號	委員意見	回覆內容	主辦單位 審查意見
2	網站的通案性問題或是後續的維管營運及操作人員的即時意見反映回覆，這部分是否有考慮或訂有保固年期?	使用者使用網站及軟體若有相關問題時，可利用專區網頁下方之「聯絡人員」之電子信箱或聯或電話與本團隊聯繫並獲得協助。	同意
3	市區短隧道以號誌化路口章節分析，是否意謂就市區道路的特性，目前全數路段(隧道、地下道、橋梁等)均可以「號誌化路口」來分析。	因考量市區號誌間距較短，車流主要受號誌控制影響，故建議市區地下道以號誌化路口分析；而若位於號誌間距距離較長之郊區，則主要是道路幾何設計影響車流運作，惟目前尚無相關資料可作為分析依據。	同意
4	期待後續能將人流及自行車流量納入研究對象。	人流服務水準評估方式可參考公路容量手冊第 19 章「行人設施」，而運研所近期將討論後續容量研究方向，人行設施、自行車均納入討論對象。	同意
<b>四、國立交通大學黃家耀教授(書面意見)</b>			
1	團隊多年協助更新 THCS 軟體及舉辦教育訓練，對於容量手冊的推廣有很大助益，值得肯定。	敬悉。	同意
2	新版容量手冊，將休閒性車流隧道分為 6 類，因國內的隧道數量不多(表 8.1 已列舉國內主要隧道清單)，是否能將這些隧道以目前情況列出應採用的分析類型，以便使用者可快速的使用?如都不符合這些類型的最適用狀況，又該如何處理?本項工作或許已超出本計畫的範圍，建議可與委辦單位再討論是否有需要補充。	因高速公路隧道可用於容量發展之資料有限，故方法論目前主要僅針對國道 3 號(基隆~埔頂 I)及國道 5 號(石碇~雪山)之隧道進行探討，若使用者欲分析其他隧道，則建議仍以最相似的類型評估，並檢視分析結果適當調整分析結果。	同意
3	軟體內「隧道行車速限」選單為 90、110，是否應為 90、100?	因新版臺灣公路容量手冊高速公路隧道表 8.11 平均自由速率與速限之可能關係中，單向 3 或 4 車道工作性車流隧道之速限為 90 公里/小時及 110 公里/小時，故軟體之隧道行車速限選單為 90、110 公里/小時。	同意
4	流量示意圖較模糊，建議採用不同的電腦設備檢視是否有類似的情	感謝委員提醒，軟體之流量示意圖已調整為解析度較高之圖。	同意

編號	委員意見	回覆內容	主辦單位 審查意見
	況。(容量手冊之原圖有模糊情況)		
5	軟體試用發現，工作性車流之下游匝道衝擊波分析，結果並未隨下游出口、進口匝道之流率而改變。翻查第八章公路隧道對於下游匝道衝擊波的分析方法，是對外側車道之車流進行壅塞可能性的評估，再以內車道進行衝擊波對上游隧道影響的分析對象。亦即 $Q_{r2}$ 只會用於判斷是否要進行衝擊波分析，但並不會影響衝擊波的速率，感覺上跟直覺不符。這應是分析方法中假設匯流區上游之疏解速率 $S_d$ 為 25 公里/小時，疏解流率 $Q_d$ 為 1300 小車/小時/車道(速限 80-90 公里/小時)~1427 小車/小時/車道(速限 100-110 公里/小時)有關。請問分析方法上 $S_d = 25$ 是固定數值，還是可讓使用者自行調整？	因公路容量手冊高速公路隧道章節內說明，匯流區壅塞後一般以 45 公里/小時以下的平均速率疏解，持續較久的疏解流率常在 20~30 公里/小時間，目前尚無方法可預測準確的疏解流率，故軟體採用容量手冊內 25 公里/小時之建議值，作為疏解速率。	同意
6	在下游出口匝道流率較大的情況下，衝擊波速率可以為正值(往前)，回傳至隧道的時間為負，代表不會發生問題。建議可改為不顯示，或增加註解說明，以免使用者誤會。	感謝委員提供寶貴意見，已於軟體內新增衝擊波正值與負值之相關說明，以利使用者判別結果。	同意
7	以主線大車占比高之情境(例如 40%)測試軟體，會得出速率為負的結果。建議檢查手冊中的運算方程式中是否有適用範圍。	感謝委員提供寶貴意見，目前公路容量手冊內針對主線大車比例並無上限之建議，並考量評估大型車輛較多之高速公路路段(如：國道 1 號近高雄港路段)，仍可保有輸入之彈性。而因分析匯流區主要計算衝擊波影響隧道的時間，並檢視隧道是否能維持所評估之服務水準，若匯流區速率為負值，代表車輛已無法流動，隧道本身可能亦已壅塞，故建議使用者於此情況下再次檢視隧道之服務水準。	同意
<b>五、交通部高速公路局陳宏仁副總工程司(書面意見)</b>			
1	期中報告審查意見均已修正或說	敬悉。	同意

編號	委員意見	回覆內容	主辦單位 審查意見
	明。		
2	表 1.4-1 第 14、22、36 項建議比照圖 1.4-1 方式強調。	感謝委員提供寶貴意見，已將表 1.4-1 第 14、22、36 項以粗體字強調。	同意
3	第 3-9 頁「方法論相關問題」第一項之解答似未針對問題回答，建議修改或刪除該項。	感謝委員提供寶貴意見，因高速公路出口匝道分析結果針對第一車道及最內車道各有依服務水準，故建議使用者可保守觀測，取較差之評估結果作為後續規劃之基礎。	同意
4	第 3-9 頁「方法論相關問題」第三項之建議修改內容，建議補充說明 2011 年及 2020 年服務水準衡量標準及修改原因。	感謝委員提供寶貴意見，已補充相關說明於該題解答中。	同意
5	建議報告補充教育訓練意見調查問卷。	感謝委員提供寶貴意見，已將教育訓練問卷調查表補充於報告書附錄十。	同意
6	第 3-20 頁展示海報「計畫目的」倒數第二行似應修正為本年度主要針對「高速公路隧道容量」進行軟體增訂。	感謝委員提醒，已修正成果海報之文字說明。	同意
<b>六、交通部高速公路局</b>			
1	容量手冊第 8 章表 8.1 國道隧道基本資料，高公局網站近期有更正，請修正。	感謝委員提供寶貴意見，本團隊已回饋相關建議予方法論研究團隊。	同意
2	因目前國道北區全路段平、假日之使用率均高，即無法明確劃分為工作性或休閒性路段，以此模式建置，對於路段分析之適用性程度是否合適？或是有其他的可行調整方式？	感謝委員提供寶貴意見，目前運研所已請交通系所教授協助檢視新版臺灣公路容量手冊之文字，並與研究團隊溝通相關用詞，後續如需修正，將配合調整手冊及報告文字。	同意
3	國道部分隧道內部可單方向變換車道(即非完全不可變換車道)，請問是否影響模式建置？	因目前高速公路隧道方法論中未將變換車道之影響納入容量研究中，故不影響模式之建置。	同意
4	高速公路隧道章節，報告內已敘明隧道內車道數、內外側車道之流率、速率有所不同(第 8-11 頁)，而服務水準分析分別以流容比、平均速率/速限比進行評估，以國道 3 號南向臨大溪交流道之埔頂 I、II 隧道為例，尖	感謝委員提供寶貴意見，因評估下游匯流區主要計算衝擊波影響隧道的時間，並檢視隧道是否能維持所評估之服務水準。針對進、出口匝道之內、外車道之分析，須以「高速公路進出口匝道路段」分析方為正確。	同意

編號	委員意見	回覆內容	主辦單位 審查意見
	峰時段外側車道受出口匝道影響服務績效不甚理想，而內側車道則維持良好交通狀況，其服務水準評估倘以平均值探討，是否有失真之情形，而本計畫是否針對上述車道數及內外側車道之相異處進行探討。		
5	第 2-36 頁例題 2 期末報告書例題內容與第八章公路隧道不同(兩主線車道總流率、自由速率)，建議一致。	感謝委員提醒，因容量手冊高速公路隧道章節例題 2 之總流率已由 2,400 輛/小時調整為 2,500 輛/小時，故期末報告第 2-36 頁例題 2 之說明配合調整；另軟體內由使用者輸入之自由速率 90 公里/小時係指分析路段之自由速率，為利用例題描述之隧道車道數及速限所得，與例題匯流區上游主線內車道自由速率 85 公里/小時有所不同，其已於軟體內完成判斷並代入對應公式中計算匯流區疏解流率與疏解速率。	同意
<b>七、交通部公路總局</b>			
1	「隧道類型」之選項係依「臺灣公路容量手冊-第八章高速公路隧道」設定為「單向 3 或 4 車道工作性車流隧道」及「單向 2 車道休閒性車流隧道」，惟在使用上比較關注的應該是車道數，是否有考慮用比較直觀的呈現方式設計此一選項？	感謝委員提供寶貴意見，本團隊已回饋相關建議予方法論研究團隊。	同意
2	點選「※分析隧道如非手冊表 8.3～表 8.10 適用範圍，請自行選擇較相似類型」可移動至參考資料頁面，然而參考資料頁面僅列出 4 個服務水準對照表，並無表 8.3～表 8.10 相關文字註明，需翻找「臺灣公路容量手冊-第八章高速公路隧道」對照，建議能夠調整以更直接、更清楚的方式呈現。另目前尋無可下載最新版的「臺灣公路容量手冊」資料，分析	感謝委員提供寶貴意見，原軟體之「操作頁籤」中已提供休閒性車流隧道各類型最適用狀況說明表，為增進使用者對照之便利性，已增加表格名稱於對照表之上。 而目前臺灣公路容量分析專區所提供最新之臺灣公路容量手冊為 2011 年版，本年度增訂高速公路隧道係根據新版版臺灣公路容量手冊內容開發，故軟體內之對照表無法與 2011 年版容	同意

編號	委員意見	回覆內容	主辦單位 審查意見
	軟體的應用常需查詢該手冊相關內容，建議可置於專區網站供使用者下載使用。	量手冊吻合，後續本計畫亦將配合新版臺灣公路容量手冊之出版上傳手冊檔案至專區網站中，提供使用者下載參閱。	
3	下游設置出口與進口匝道之距離是否應有限制(如出口匝道距離≠進口匝道距離)?建議可設定上下限等防呆機制。	感謝委員提供寶貴意見，已新增軟體進、出口匝道與隧道距離之輸入不能相等之限制。	同意
4	無論在運轉分析或是規劃及設計分析，若一開始選定「單向2車道休閒性車流隧道」，再在休閒性車流隧道類型選擇非第1類型(2~6項任一類型均可)，此時若改選「單向3或4車道工作性車流隧道」，自由速率欄位之選項會無法更新為「單向3或4車道工作性車流隧道」之選擇項目。	感謝委員提供寶貴意見，已修正軟體切換至「單向3或4車道工作性車流隧道」分析模式之自由速率選項。	同意
<b>八、本所運輸計畫組(書面意見)</b>			
<b>(一)期末報告部分</b>			
1	請補中英文摘要表。	遵照辦理。	同意
2	報告3-20頁之計畫成果海報，標題請修改為「109年臺灣公路容量分析軟體(THCS)與專區網站更新維運服務」，並請提供海報電子檔。	遵照辦理。	同意
3	報告4-3頁第4.2節第一(三)項將各子軟體拆分之建議說明，著重於方便不同子軟體之下載統計，而對於「便於後續維護作業」之緣由，請再加強說明。	感謝委員提供寶貴意見，已於報告書內補充相關說明。	同意
4	報告4-4頁第(三)項請補充座談會之完整名稱。另容量之定義及容量值之隨機性，於公路規劃設計或交通管理控制應用層面不同，於後續教育訓練說明時亦需留意。	敬悉。	同意
5	報告4-4頁第三項，若只有1項建	感謝委員提供寶貴意見，已於報告書	同意

編號	委員意見	回覆內容	主辦單位 審查意見
	議，建議 2 段文字整併說明。	內調整文字說明。	
6	附錄五之圖 1，有關「公路隧道分析」請調整為「高速公路隧道分析」。	感謝委員提供寶貴意見，已修正文字說明。	同意
7	附錄 5-2 頁，分析系統名稱「高速公路隧道析系統」及說明內容「…提供評估公路隧道…」漏字，請修正。	感謝委員提供寶貴意見，已修正附錄 5-2 頁之文字說明。	同意
8	附錄六之單元測試與模組測試中，各表格內之「系統名稱：高速公路隧道析系」漏字，請修正。	感謝委員提供寶貴意見，已修正附錄六之文字說明。	同意
9	其他報告文字修正意見標註於報告書中，於會後提供。	敬悉。	同意
<b>(二)軟體使用手冊部分</b>			
1	請補中英文摘要表。	遵照辦理。	同意
2	各章節名稱請統一，第三、六、九、十一章名請刪除「新版」、「子系統」等文字。	感謝委員提供寶貴意見，已修正軟體手冊之章節名稱。	同意
3	第一章圖 1.2-1，市區高架快速道路之評估指標亦有調整。模擬模式部分，請刪除重車爬坡模擬模式，僅保留 2018 年版公路交通系統模擬模式及公路交通系統模擬模式第三版，並調整對應之公路設施。	感謝委員提供寶貴意見，已修正圖 1.2-1 評估指標章節之標示，以及調整模擬模式對應之公路設施。	同意
4	第 7-8 頁倒數第 2 行，應為評估「指標」已進行調整，請修正文字。涉及評估指標調整須加註相關文字之章節，如第四、十九章等，請配合檢視修正。	感謝委員提供寶貴意見，已修正第 7-8 頁文字說明，並檢視軟體使用手冊第四章、第七章及第十九章等評估指標調整章節之文字加註。	同意
<b>十一、結論</b>			
1	台灣世曦工程顧問股份有限公司已依契約規定完成本計畫之工作項目，爰本期末報告審查通過，有關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 11 月 26 日前提送修正定稿，俾利辦理後續相關作業及請款事宜。	遵照辦理。	同意

附錄十  
期末簡報



 交通部運輸研究所

108-109年臺灣公路容量分析軟體(THCS)

與專區網站更新維運服務(109年度)

期末報告審查

簡報人 吳宜萱

民國109年11月12日

CECI  台灣世曦工程顧問股份有限公司

## 簡報內容

計畫背景

增訂高速公路  
隧道軟體子系統

相關服務

結語



# 簡報內容

計畫背景

增訂高速公路  
隧道軟體子系統

相關服務

結語

## 計畫背景

## 緣起目的

### 計畫緣起

- 臺灣公路容量手冊(2001、2011)是國內交通分析之工具書，惟公式圖表甚多，加上近年發展之模擬程式，宜有一**整合性軟體**幫助使用者快速上手，並獲得精確數值。
- 配合容量手冊內容，發展**臺灣公路容量分析軟體**(最新版本為THCS2019)，期進一步增進介面親和性，提高使用意願。

### 計畫目的

- 配合高速公路隧道容量研究之成果，修訂THCS子系統。
- 提升THCS介面功能，並進行軟體維護。

計畫內容

計畫期程為兩年期(108~109年)，本期為第二年

全期(108~109年)	本期(109年)
THCS軟體功能擴充及修正作業	✓ 配合容量手冊修訂成果，增訂高速公路隧道分析功能
配合新版手冊進行軟體及使用手冊編修	✓ 確認及調整各子系統與新版手冊一致 ✓ 編修THCS使用手冊
THCS軟體及網頁維護與更新	✓ 重新檢視THCS網頁之下載專區與常見問題 ✓ 依據運研所及使用者意見，修正或處理軟體內容及網頁 ✓ 更新使用手冊、技術報告與教學影片檔
辦理教育訓練課程	✓ 辦理2場教育訓練
延聘公路容量分析專長之學者專家	✓ 提供容量分析方法改善及技術諮詢服務
製作可供展示之海報或影片	✓ 針對重要成果或執行過程，製作展示海報電子檔

4

審查意見	辦理情形
1.請說明軟體是否會依使用者輸入之參數自動判斷隧道類型。而類型1~類型4最適用狀況之一為無最小行車間距之限制，請說明軟體內是否有該選項。	因考量相關參數可能未完全符合隧道類型參數，造成軟體無法判斷其適用之類型，故須由使用者自行判斷最適用之類型。
2.類型5及類型6之差異為下游匝道與隧道之距離，兩類型所指應皆為雪山隧道，而該路段上僅有一隧道，請說明何種情況下會分別使用類型5及類型6。	類型5及類型6係根據雪山隧道南下及北上不同車流特性分為兩種隧道類型。
3.期中報告P.2-28軟體畫面顯示之上下游進出口匝道皆為5公里，請說明若為先出後進是否出口匝道欄位之數值較小，而若匝道距離較遠或是僅有一進口匝道，出口匝道距離欄位可否填0。	若匝道為先出後進，則以出口匝道距離隧道之數值較進口匝道小，而若匝道距離較遠或僅有一進口匝道，使用者可於「下游設置出口匝道」處取消勾選，即可分析此情境。
4.公路容量手冊公路隧道8.6節針對下游隧道交通運作對分析對象隧道影響進行概念說明請說明此部分是否納入軟體計算。	考量隧道下游有另一隧道時，若下游隧道發生壅塞，回堵至上游隧道機率高，建議將兩隧道獨立分析其服務水準較為單純，故無將連續兩隧道之交通運做分析納入軟體中。

5

審查意見	辦理情形
5.有關程式架構方面分成「規劃設計」及「運轉分析」兩種，在「運轉分析」方面是否可以做到即時車流資訊的揭露(如藉由高公局1968或公路總局App)，供用路人做為選擇替代道路之參考依據。	感謝委員提供寶貴意見，因THCS係根據公路容量手冊方法論所建置之容量分析軟體，主要為供規劃設計人員分析道路現況或未來年之服務水準，故目前無法以即時資訊型式提供用路人參考。
6.期中報告圖2.2-6，規劃及設計分析中，單向3或4車道工作性車流隧道類型，分析匯流區上游主線僅算出內外車道流率，而非所有車道流率，請說明原因。	匯流區上游主線內車道之流率及速率皆比外車道高，因此匯流區壅塞之後對內車道影響較為快速，且因判別匯流區壅塞與否需參考匯流區主線外車道流率，故於軟體中顯示此兩車道流率分析結果
7.有關隧道車流之分類，細分成工作性車流及休閒性車流，其中工作性車流係指通勤或有含商務出差的旅次目的，其實商務出差旅次回程並不一定趕時間，反倒較像休閒旅次目的，請說明如何區隔劃分不同旅次目的。	因國道3號路段緊鄰臺北都會區之東南區主要服務工作性旅次，而國道5號車流有大量的休閒車輛，故容量手冊高速公路隧道章節將國道3號及國道5號之分別定義為工作性車流及休閒性車流，因此藉由車輛所行駛之路段即可選擇分析隧道的類型。

6

審查意見	辦理情形
8.期中報告P.2-32之圖2.2-11，依圖內所輸入之參數，對照出之類型非類型1請說明該圖是否僅做為欄位說明範例。	期中報告P.2-32之圖2.2-11僅作為欄位說明使用，而為避免使用者誤解，已將圖修正為最為相近之類型4。
9.報告2-33頁，第一階段輸出欄位「4.平均行車速率」，請確認使用者可自行填入現場調查值或為系統利用流率-速率代表性關係自動計算代入。	於運轉分析模式中，使用者需輸入現場調查值方能進行分析，而在規劃及設計分析模式中，平均行車速率係根據流率與速率關係模式計算而得，已於報告書中補充說明。
10.報告2-34頁，第一階段輸出欄位「6.平均速率與速限之比值」，請確認是隧道或隧道上、下游哪一路段之速限。	感謝委員提供寶貴意見，第一階段輸出欄位「6.平均速率與速限之比值」之說明已修正為隧道之速限。
11.本所訂於7/29召開「新版公路容量手冊非阻斷性車流路段及幹道績效指標與服務水準等級劃分標準修訂座談會」，屆時請配合調整軟體之服務水準劃分標準。	遵照辦理，待非阻斷性車流路段及幹道績效指標與服務水準等級劃分標準確認後，軟體將配合修正。

7

審查意見	辦理情形
12.報告書P.3-3表3.1-2七月排定修正行人設施之軟體使用手冊，惟容量手冊修訂內容為「無修訂」，此章節是否已修訂完成？另市區地下道路及市區號誌化路口章節已分別於四月及五月修訂完成，但在報告書未看到修訂成果，此部分規劃為何？	因2020年臺灣公路容量手冊針對行人設施、市區地下道及市區號誌化路口等章節之方法論內容無修訂，故軟體使用手冊僅配合容量手冊修正部分文字內容。
13.P.1-8~P.1-16內容與前段似未連結，建議補充說明。另部分項目第6、11項出版日期與表1.4-2不一致。	感謝委員寶貴意見，已於前段補充P.1-8~P.1-16內容為針對該小節之公路容量及公路容量分析軟體發展歷程說明；內容與表格之出版日期已修正為一致。
14.附錄與報告之關係建議於P.3-16頁補充說明。	本計畫延聘專家學者(美國克拉森大學林豐博教授)提供運研所容量分析之技術與諮詢服務，不限於本年度之公路隧道容量內容，並視需求彈性調整。已於報告P.3-16頁說明本年度期中階段所提供之研究及諮詢成果。

8

審查意見	辦理情形
15.109年的教育訓練預計與北區及中區運輸中心合作，建議儘量多招募研究生或從業人員參與。	感謝委員寶貴意見，後續辦理教育訓練前將請合作單位知會該區地方政府及大專院校，以推廣THCS軟體之使用。
16.本研究的專區網站更新維運工作，於本期工作結束後，請說明是否係由原始研究團隊進行保固，另保固期限屆滿後是由交由運研所繼續維運或有其他備案。	感謝委員提供寶貴意見，THCS軟體將配合公路容量研究成果，各年度持續軟體之維運與更新。
17.本計畫辦理目的係因「臺灣公路容量手冊圖表甚多，透過本計畫提出之整合性軟體幫助使用者快速上手，因此針對本局業務部分提出以下幾點建議： (1)建議設計各子系統之使用流程，逐步說明每個步驟如何設定系統參數(附註參考手冊位置)及其考量因素，讓使用者快速上手。 (2)建議增加範例影片，示範分析省道公路常見斷面之容量，並能就分隔型式、混合車道慢車道、機車道等不同配置，在參數的設定上的差異說明，俾利本局同仁學習使用。	感謝委員提供寶貴意見，針對軟體之使用說明，本團隊於期末階段將針對容量手冊例題及設計之範例錄製操作示範影片及軟體使用手冊，並且上傳至臺灣公路容量分析專區之下載專區，供使用者觀看及參考。

9



# 簡報內容

計畫背景

增訂高速公路  
隧道軟體子系統

相關服務

結語

## 增訂高速公路隧道軟體子系統

## 評估與分析方法

### 隧道類型與流率速率關係



### 單車道綜合流率與速率關係

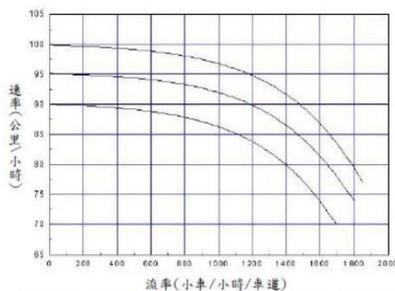
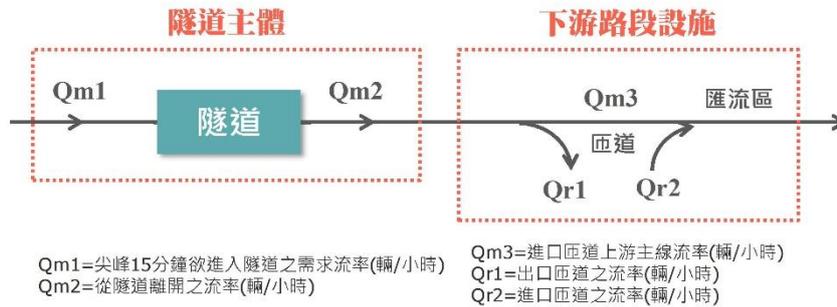


圖 8.12 工作性車流隧道，單向3車道之流率與速率關係

表 8.3 工作性車流隧道，單向3車道流率與速率關係模式及容量

平均自由速率 (公里/小時)	模式	容量 (小車/小時/車道)
100	$V = 100.2 - \frac{479.745}{1 + e^{-\frac{Q-31447}{43483}}}$	1,850
95	$V = 95.4 - \frac{147.514}{1 + e^{-\frac{Q-25199}{40738}}}$	1,800
90	$V = 90.4 - \frac{250.229}{1 + e^{-\frac{Q-21083}{4179}}}$	1,700

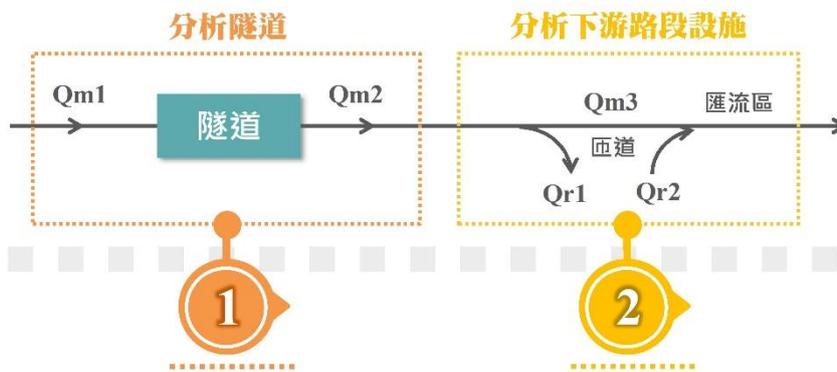
註：V = 平均速率(公里/小時)  
Q = 流率(小車/小時/車道)  
最適用狀況：隧道長 ≤ 2 公里



▶ 服務水準劃分標準

服務水準	V/C
A	$V/C \leq 0.25$
B	$0.25 < V/C \leq 0.50$
C	$0.5 < V/C \leq 0.80$
D	$0.80 < V/C \leq 0.90$
E	$0.90 < V/C \leq 1.00$
F	$V/C > 1.00$

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

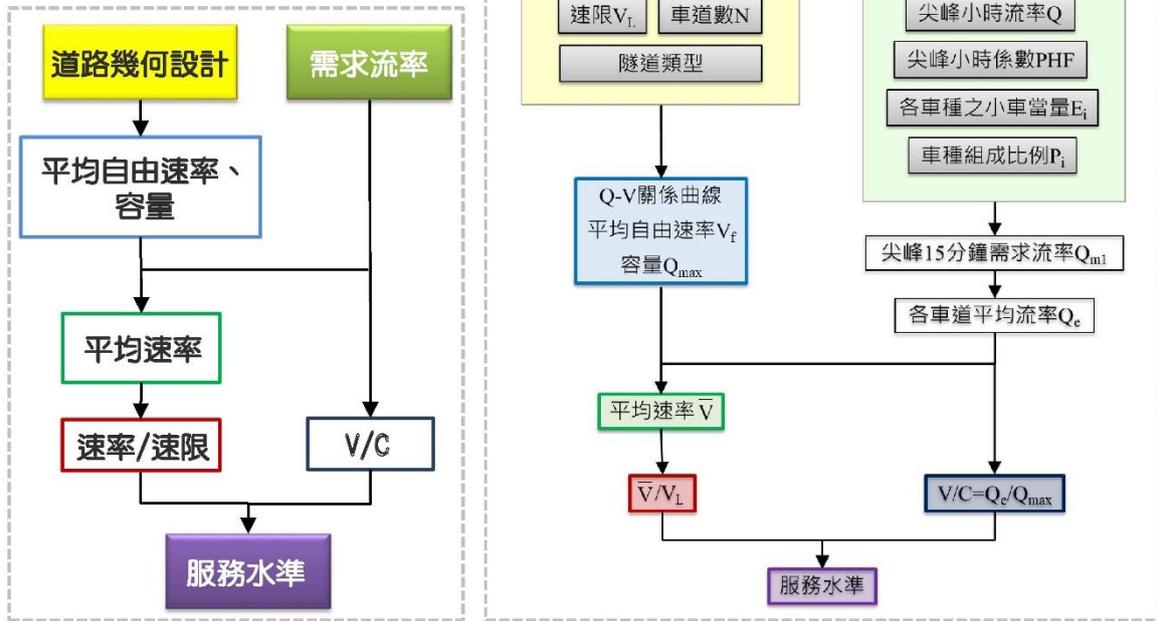


- 評估隧道在未受到下游影響時之服務水準
- 不考慮下游主線與進口匝道匯流區運作之影響
- 考慮主線與進口匝道匯流區之影響
- 探討匯流區壅塞之可能性
- 僅適用於規劃及設計參考

應分析下游匯流區之情況：

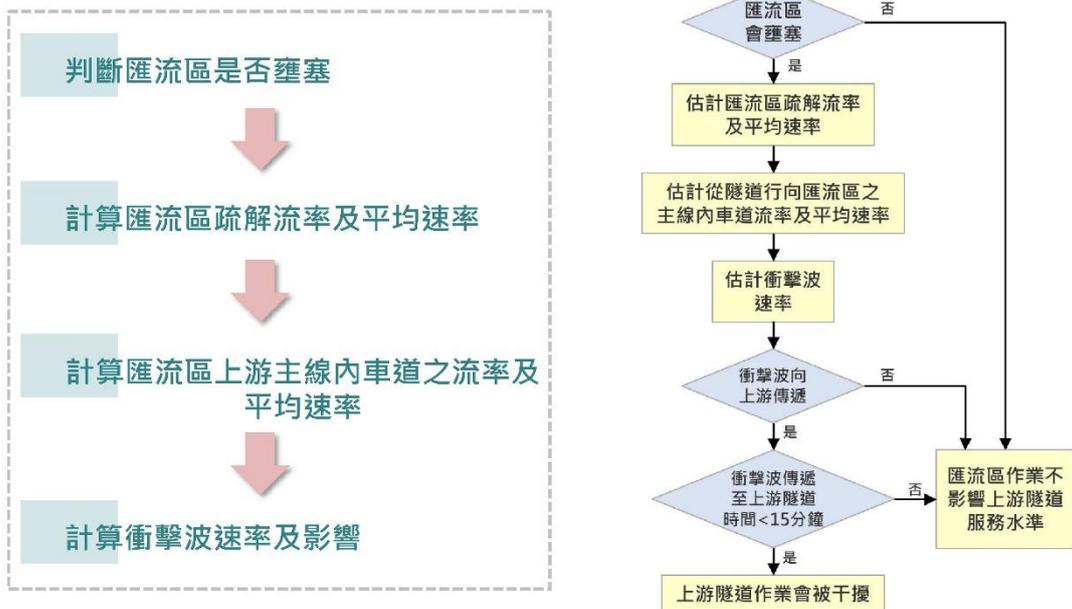
- 下游進口匝道位於隧道**5公里內**
- 匯流區主線外車道+進口匝道流率 **>1,550 pcu/h**

第一階段-分析隧道



14

第二階段-分析下游主線及匝道匯流區



15

運轉分析程式架構

規劃及設計分析程式架構

01 軟體使用手冊範例 1 (運轉分析)

國道五號雪山隧道長**12.9公里**，配置**單向2車道**，隧道內之速限為**90公里/小時**，並有行車間距及自動科技執法。假日尖峰進入隧道的流率為**2,517輛/小時**，平均行駛速率為**70公里/小時**，尖峰小時係數為**0.98**，大車約佔流率的**3%**，並且下游**1.5公里**處設有匝道。請根據以上調查資料，試分析雪山隧道南下方向之假日尖峰服務水準。

The screenshot shows the software interface for tunnel analysis. It includes sections for '基本資料' (Basic Information), '分析工作' (Analysis Work), '流量示意圖' (Flow Diagram), '需求流率' (Demand Flow Rate), and '分析結果' (Analysis Results).

**基本資料:**  
 隧道類型:  單向2車道休閒性車流隧道  
 規格設計:  
 隧道長度: 12.9 公里  
 單向車道數: 2  
 隧道行車速限(VL): 90 公里/小時  
 休閒性車流隧道類型: 5  
 自由速率(Vf): 85 公里/小時  
 平均速率(Vs): 70.0 公里/小時

**需求流率:**  
 欲進入隧道之尖峰小時流率(Q60): 2517 輛/小時  
 尖峰小時係數(PHF): 0.98  
 欲進入隧道之需求流率(Qd1): 2569 輛/小時  
 主線大車比例(P): 3 %  
 大車之小車當量(B): 1.4

**分析結果:**  
 每車道平均對等小車流率(Qe): 1299 小車/小時/車道  
 容量(Qmax): 1350 小車/小時/車道  
 V/C(Qe/Qmax): 0.96  
 服務水準(Los): E3 級  
 平均自由速率(Vf): 85 公里/小時  
 平均行車速率(Vs): 70 公里/小時  
 平均速率係數(√V/VL): 0.78

參數輸入

- 分析工作：運轉分析
- 隧道類型：單向2車道休閒性車流隧道
- 隧道長12.9公里
- 速限：90 kph
- 隧道類型5
- 自由速率：85 kph
- 平均速率：70 kph
- 尖峰小時流率：2,517vph
- PHF：0.98
- 主線大車比例3%

分析結果

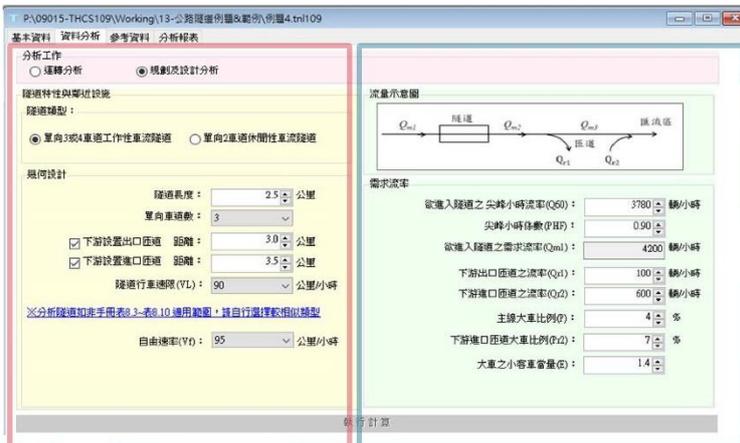
對等小車流率=1,299 pcphpl  
 容量=1,350 pcphpl  
 速率=70 kph  
 V/C=0.96  
 $\bar{V}/V_L=0.78$   
 服務水準=E3級

02 容量手冊例題 4 (規劃及設計分析)

一工作性公路平坦路段上有一長**2.5公里**，單向有**3車道**的隧道，隧道下游**3公里**處有一出口匝道，下游**3.5公里**處有一進口匝道。

隧道內外及其他路段速限皆為**90公里/小時**，尖峰**15分鐘**欲進入隧道之流率為**4,200輛/小時**，從出口匝道離開之流率為**100輛/小時**，從進口匝道進入主線之流率為**600輛/小時**。

主線及出口匝道車輛中有**4%之大車**，進口匝道車輛中大車比例為**7%**，試評估上述隧道之服務水準。



需求流率

- 尖峰小時流率：3,780 vph
- PHF：0.90
- 下游出口匝道流率100 vph
- 下游進口匝道流率600 vph
- 主線大車比例4%
- 下游進口匝道大車比例7%

幾何設計

- 分析工作：規劃及設計分析
- 隧道類型：單向3或4車道工作性車流隧道
- 隧道長2.5公里
- 單向3車道數
- 下游出口匝道距離3.0公里
- 下游進口匝道距離3.5公里
- 速限：90 kph
- 自由速率：95 kph

# 01 分析 隧道

# 02 分析 匯流區

執行計算					
分析結果					
隧道分析結果：					
每車道平均對等小車流率 (Q <sub>e</sub> )：	1422	小車小時/車道	平均自由速率 (V <sub>f</sub> )：	95	公里小時
容量 (Q <sub>max</sub> )：	1800	小車小時/車道	平均行車速率 (V <sub>a</sub> )：	86.1	公里小時
V/C (Q <sub>e</sub> /Q <sub>max</sub> )：	0.79		平均速率/飽和 (V <sub>a</sub> /V <sub>L</sub> )：	0.96	
服務水準 (L <sub>os</sub> )：	C1	級			
下游主線與匝道匯流區分析結果：					
匯流區上游主線外車道流率(Q <sub>m3</sub> )外：	1124	小車小時	匯流區疏解流率(Q <sub>3</sub> )：	1300	小車小時
匯流區上游主線內車道流率(Q <sub>m3</sub> )內：	1632	小車小時	衝擊波速率(S <sub>w</sub> )：	-10.05	公里小時
進口匝道流率(Q <sub>2</sub> )：	617	小車小時	衝擊波影響隧道時間(T)：	20.9	分鐘
匯流區上游主線內車道平均速率(S <sub>m</sub> )：	86.1	公里小時			
※ T值若小於評估之時段 (如15分鐘或1小時)，上游隧道不能維持第一階段工作所估計的服務水準。					

## 01 分析隧道

對等需求流率=1,422 pcphpl  
 容量=1,800 pcphpl  
 速率=86.1 kph  
 V/C=0.79  
 $\bar{V}/V_L=0.96$   
 服務水準=C1級

## 02 分析匯流區

匯流區上游主線外車道流率=1,124 pcu/hr  
 匯流區上游主線內車道流率=1,632 pcu/hr  
 進口匝道流率=617 pcu/hr  
 匯流區上游主線內車道平均速率=86.1 kph  
 匯流區疏解流率=1,300 pcu/hr  
 衝擊波速率= -10.05 kph  
 衝擊波影響隧道時間=20.9分鐘



# 簡報內容

計畫背景

增訂高速公路  
隧道軟體子系統

相關服務

結語

公路容量章節	軟體使用手冊及子系統	本年度軟體修訂狀況
第四章 高速公路基本路段	CH3 高速公路基本路段分析	109年修訂
第五章 高速公路進口匝道路段	CH4 高速公路匝道路段分析	設置評估準則提示視窗
第六章 高速公路出口匝道路段		設置評估準則提示視窗
第七章 高速公路交織區段	CH5 高速公路交織路段分析	-
第八章 高速公路隧道	CH6 高速公路隧道分析	109年增訂
第九章 市區高架快速道路基本路段	CH7 市區高架快速道路服務分析	設置評估準則提示視窗
第十章 市區地下道路號誌化路口	CH8 市區地下道路號誌化路口分析	103年改版、107年修訂
第十一章 郊區多車道公路	CH9 郊區多車道公路分析	109年修訂
	CH10 郊區多車道公路號誌化路口分析	
第十二章 郊區雙車道公路	CH11 郊區雙車道公路分析	109年修訂
第十三章 市區號誌化路口	CH12 號誌化路口分析	-
	CH19 公路交通系統模擬模式	
第十四章 非號誌化交叉路口	CH13 非號誌化交叉路口分析	-
第十五章 圓環	CH14 圓環服務水準分析	-
第十六章 市區幹道	CH15 市區幹道	設置評估準則提示視窗
	CH19 公路交通系統模擬模式	
第十七章 市區公車設施	CH16 市區公車設施	-
第十八章 機車專用道	CH17 機車專用道服務分析	-
第十九章 行人設施	CH18 行人設施服務分析	-



設置提示視窗



臺灣公路容量分析軟體 (THCS)  
軟體使用手冊

目 錄

	頁次
第一章 計畫背景與軟體開發內容架構	1-1
第二章 系統使用快速索引	2-1
第三章 高速公路基本路段子系統	3-1
第四章 高速公路進出口匝道路段	4-1
第五章 高速公路交織路段	5-1
第六章 高速公路隧道子系統	6-1
第七章 市區高架快速道路基本路段	7-1
第八章 市區地下道號誌化路口	8-1
第九章 新版郊區多車道公路子系統	9-1
第十章 郊區多車道公路號誌化路口	10-1
第十一章 新版郊區雙車道公路子系統	11-1
第十二章 號誌化交叉路口	12-1
第十三章 非號誌化交叉路口	13-1
第十四章 圓環容量分析	14-1
第十五章 市區幹道	15-1
第十六章 市區公車設施	16-1
第十七章 機車專用道	17-1
第十八章 行人交通設施	18-1
第十九章 公路交通系統模擬模式	19-1

常見問題修改內容

原問題	原解答	建議修改內容及說明
高速公路基本路段子系統中關於「使用內側車道之大車比例」似乎與實務上部分內側車道限制大車使用之狀況不符？	軟體中對於使用內側車道之大小車比例係以容量手冊第4章表4.2為預設值，其係以有限資料之假設比例未來視需求狀況發表模式以估計大車及小車之各車道分布比例。	<b>修改說明：</b> 新版高速公路基本路段章節之服務水準係改以考量平均每車道之容量整體小車、大車比例進行評估，無內車道及外車道之區分，故建議將此題刪除。
2011年臺灣公路容量手冊之高速公路與後續之公路隧道均以兩碼的代號來表示服務水準，和過往的使用習慣不同，請問改變服務水準方式之原因為何？	一般公路使用者所關心的服務品質可分成壅塞程度及平均速率，原2001年手冊係以密度反映壅塞程度但應用上沒有V/C值方便。因此2011年手冊採用V/C值來衡量壅塞程度，同時採用速限與平均速率的差距，由不同的角度來評估服務水準。	<b>修改內容：</b> 一般公路使用者所關心的服務品質可分成壅塞程度及平均速率，原2001年手冊係以密度反映壅塞程度但應用上沒有V/C值方便。因此2020年手冊高速公路基本路段、高速公路隧道、郊區多車道、郊區雙車道等非阻斷性車流路段採用V/C值來衡量壅塞程度，同時採用平均速率與速限的比值，由不同的角度來評估服務水準。 <b>修改說明：</b> 修改為新版公路容量手冊年份，並將服務水準第二碼計算說明調整為速率與速限之比值。

常見問題修改內容

原問題	原解答	建議修改內容及說明
郊區多車道公路子系統之流率單位是車輛數還是pcu？	郊區多車道公路評估方法之流率單位為車輛數，詳見2011年臺灣公路容量手冊第11章。	<b>修改內容：</b> 郊區多車道公路評估方法之流率單位為車輛數，詳見2020年臺灣公路容量手冊第11章。 <b>修改說明：</b> 修改為新版公路容量手冊年份。
郊區多車道公路小客車當量要從何處查？	郊區多車道公路評估方法以「小車及大車」混合車流為基礎，僅有機車係以一當量數折算為小車，手冊建議值為0.36。	<b>修改內容：</b> 郊區多車道公路類型I車道各車種之小車當量手冊建議值為：大客車1.2、大貨車1.25、聯結車1.5，機車可參照圖11.10，而若採簡化方式，則大型車輛之建議值統一為1.4，類型II大型車之小車當量建議值亦為1.4，機車建議值為0.33。 <b>修改說明：</b> 根據新版郊區多車道章節修正各車種之小車當量建議值。
郊區多車道分析結果中，快車道與混合車道是分開評估其服務水準，如需該方向的整體服務水準該如何因應？	因郊區多車道係以V/C評估服務水準，可將快車道與混合車道之交通量與容量分別加總後計算整體的V/C，再進行評估服務水準。	<b>修改說明：</b> 因新版郊區多車道章節已可針對快車道及混合車道之整體服務水準進行評估，故建議將此題刪除。

常見問題新增內容

問題	解答
公路交通系統模擬模式(HTSS)輸入參數較多，是否有預設值可提供參考？	因公路交通系統模擬模式之輸入檔需輸入較多參數，故建議使用者可由C:\Program Files (x86)\THCS\samples選取已建立完成之範例檔，直接將範例檔修改為所需之個案，可減少輸入錯誤的情況發生。
使用公路交通系統模擬模式時，於號誌化路口時相設定中，由於早開遲閉時相轉換並無黃燈與全紅時間，若於輸入檔中將黃燈與全紅時間設定為0秒，則無法進行模擬，其時相該如何設定？	由於目前HTSS版本中號誌化路口模擬模式的限制，尚無法完全考慮早開遲閉的情況，建議可以利用趨近現況的方式將黃燈時間設定為最短的黃燈時間(2秒)，全紅時間0秒，以模擬早開遲閉的情況。

網頁安全維護

- 配合政府網域名稱服務設定之規定，檢視網頁相關設定
- 重新申請伺服器應用軟體憑證(https)





**諮詢顧問 林豐博教授**

現任：美國Clarkson University 退休名譽教授



專業領域：公路容量分析、車流理論、交通控制

**技術諮詢**

- 回覆HTSS模擬相關問題
- 新版公路容量手冊非阻斷性車流路段及幹道績效指標與服務水準等級劃分標準修訂
- 新版公路容量手冊非阻斷性車流路段及幹道績效指標與服務水準等級劃分標準修訂-7月29日線上座談會
- 新版臺灣公路容量手冊各章節校閱與編輯

**方法改善**

- HTSS 號誌化路口車流疏解模擬邏輯及模式調校結果報告-附錄一~三(Task 1、Task 2、Task 3)

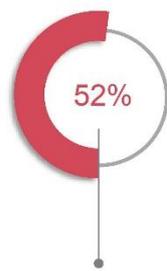
**教育訓練課程架構與要點**

項目	要點說明
公路容量研究歷程及軟體綜合說明	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 新增/修改之公路容量章節內容</li> <li>■ THCS軟體之發展緣由、架構、應用層面</li> <li>■ THCS專區網頁之內涵、資訊及下載方法</li> </ul>
新版高速公路隧道方法介紹	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 新版分析軟體介面及操作方式</li> <li>■ 加入相對應的容量手冊方法論說明，並選擇一例題讓使用者嘗試手動運算及軟體運算</li> </ul>
號誌化交叉路口方法介紹	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 「公路交通系統模擬模式(HTSS)」子系統說明</li> <li>■ 介紹如何利用手冊提供之基本路口.sim檔修改為自身需求的路網檔</li> </ul>
實機操作	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 提供例題操作步驟手冊，使用者可一面聽講解一面學習依序操作，建立日後參考使用手冊自學之習慣</li> </ul>

地點	日期	人數	課程安排
國立臺北教育大學 (與北區區運輸發展中心合作)	109/10/12(一)	46人	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 報到、軟體安裝</li> <li>■ 公路容量手冊及分析軟體簡介</li> <li>■ 新版高速公路隧道：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-評估方法簡介及操作</li> <li>-案例操作與軟體實機演練</li> </ul> </li> <li>■ 號誌化交叉路口：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-評估方法簡介及操作</li> <li>-案例操作與軟體實機演練</li> </ul> </li> <li>■ 綜合討論、意見調查</li> </ul>
逢甲大學 (與中區區運輸發展中心合作)	109/10/16(五)	16人	

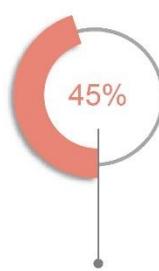


臺北場及臺中場共62人參加



公務體系32人

交通部高速公路局  
交通部公路總局  
地方政府



一般公司28人

顧問公司  
技師事務所



學生2人

國立海洋大學  
逢甲大學

01 計畫目的

02 臺灣公路容量分析軟體發展歷程

03 臺灣公路容量分析專區網站

04 教育訓練推廣成果

05 新版高速公路隧道子系統介面

06 新版高速公路隧道分析流程

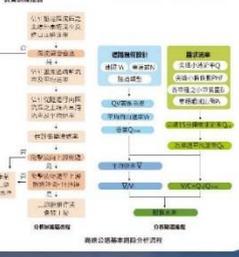
108-109年  
臺灣公路容量分析軟體(THCS)與  
專區網站更新維運服務(109年度)

計畫目的

為改善容量分析作業效率，配合手冊分析方法之更新，本所開發「臺灣公路容量分析軟體(THCS)」並每年辦理教育訓練，協助分析人員熟知軟體內層軟體操作程序，降低容量分析門檻，減少原本分析性模式對操作內容、公式、圖表，逐項逐項計算之耗時，及節省輸入數據時間，並以電腦運算方式獲得準確數據結果，本年度主要針對高速公路基本路段進行軟體擴充。

臺灣公路容量分析軟體發展歷程

- 97-98年 交通部公路局委託本所研議公路容量分析
- 97-100年 臺灣公路容量分析軟體開發與測試計畫
- 101年 臺灣公路容量分析軟體推廣計畫
- 102年 臺灣公路容量分析軟體推廣計畫
- 103-104年 臺灣公路容量分析軟體THCS推廣計畫
- 105年 104年度公路容量分析軟體THCS優化與推廣
- 106年 105年度公路容量分析軟體THCS優化與推廣
- 107年 106年度公路容量分析軟體THCS優化與推廣
- 108年 107年度公路容量分析軟體THCS優化與推廣
- 109年 108年度公路容量分析軟體THCS與專網網站更新維運服務



# 簡報內容

計畫背景

增訂高速公路  
隧道軟體子系統

相關服務

結語

### 新增高速公路 隧道分析功能

- 新增高速公路隧道分析子系統程式
- 完成軟體技術報告、測試報告、使用手冊

### 軟體及使用手冊 編修作業

- 軟體更新及修正與新版公路容量手冊一致
- 配合公路容量手冊修訂軟體使用手冊各章節

### THCS及專區網頁 維護與更新

- 檢視專區網頁常見問題及下載專區頁籤
- 軟體完成後，提供THCS 2020、軟體使用手冊、影片教學檔
- 使用者軟體問題處理
- 申請網頁伺服器應用軟體憑證、修訂及更新網頁

### 其他工作

- 辦理臺北場、臺中場教育訓練，2場次共62人參加
- 延聘林豐博教授，提供容量分析方法及相關技術諮詢服務
- 針對本年度新版高速公路隧道子軟體及教育訓練等成果，製作成果海報電子檔

36



#### THCS軟體

- 配合手冊修訂結果持續更新軟體，並修訂使用手冊等文件
- 各子系統應隨Windows作業系統生命週期更新，建議每五年檢討一次，後續可針對**非號誌化路口、圓環、市區公車、行人設施**進行軟體修訂，以符合作業系統需求
- 建議後續將軟體各子系統拆分維護，以利維護及後續方法論或軟體修訂順序之參考



#### 教育訓練

- 持續開放機關申請教育訓練，增進溝通深度
- 帶領學員瀏覽軟體使用手冊，以利學員操作軟體有任何問題時可參考使用，增加使用軟體之意願
- 深化容量具隨機性之觀念



#### 需求建議

- HTSS模擬模式使用手冊可將相關限制詳細描述

37



簡報完畢  
敬請指教

CECI  台灣世曦工程顧問股份有限公司