

## 應用 TGS-2L 模式於北宜公路服務水準分析

曾平毅<sup>1</sup>  
林佳韻<sup>2</sup>

### 摘要

省道臺 9 線 14.5K 至 70K 北宜公路為郊區雙車道公路，原為臺北來往宜蘭的重要道路，隨著國道五號通車後，車流量銳減。然而國道五號北上頭城往新店方向假日常出現壅塞情形，交通管理單位乃將北宜公路作為國道五號替代道路，期望能負擔紓解車流的任務。交通部運輸研究所（以下簡稱運研所）有鑑於進行臺灣 HCM 修訂時，沒有合適的分析工具分析不同公路之坡度路段，乃 2013 年開始展開為期 3 年的研究工作，目前已發展 TGS-2L 模式，可以來分析郊區雙車道公路運作狀況。本研究乃針對北宜公路路段之幾何特性以及交通組成狀況進行整理，並以 TGS-2L 模式進行北宜公路之服務水準分析，期能找出瓶頸路段。經以目前假日尖峰小時車流現況，假設在南向車流不變下，模擬北向車流增加時對北宜公路的服務水準狀況之影響，經分析後發現，目前北宜公路的服務水準狀況很好，部分路段若能適當改善，至少可以有效紓解國道五號約 600 輛/小時的交通量。此外，本研究建議公路總局可善用 TGS-2L 模式於臺 9 及其他郊區雙車道公路之交通模擬與改善。

**關鍵字：**模擬模式、壅塞、交通管制、替代路線、績效指標

### 一、前言

郊區雙車道公路為臺灣地區主要道路系統之一，常穿越丘陵區或山嶺區，故常有坡度路段及曲率半徑很短的平曲線，而公路坡度路段的交通作業受到幾何設計（坡度、坡長、平曲線）、交通控制（號誌、速限）、車流狀況（需求流率、車種組成、車輛爬坡性能）等因素的影響，組成及互動關係複雜，難以透過蒐集足夠的現場資料建立分析性模式進行評估服務水準的工作，因為現場資料不足以建立應用廣泛之分析性模式，許多國家使用模擬模式分析雙車道公路，或協助分析性模式的建立，目前臺灣交通界對郊區雙車道公路的交通作業特性缺乏了解。

交通部運輸研究所（以下簡稱運研所）有鑑於進行臺灣 HCM 修訂時，沒有合適的分析工具分析不同公路之坡度路段，因此在 2013 年開始展開為期 3 年的研究工作，目前運研所已經發展一套名為坡度路段車流模式（Traffic-on-Grade Simulation Model，簡稱 TGS 模式）的微觀模擬模式，其中第一年期計畫用以分析高速公路坡度路段（無上、下匝道）交通特性之變化（交通部運輸研究所，2014），第二年期的工作在於改良 TGS 模式，發展一能分析郊區雙車道公路非阻斷性（不受交叉路口影響）車流路段之容量與服務水準的微觀模擬模式，2014 年底已發展完成的模擬，模式名稱為 TGS-2L 模式。目前 TGS-2L 模式可以合理模擬平直與坡度路段之車流，能模擬無交叉路口之雙車道公路的平坦、坡度及有平曲線的路

<sup>1</sup> 中央警察大學交通學系教授（聯絡地址：桃園市龜山區樹人路 56 號，電話：03-3282321 轉 4619，E-mail：una139@mail.cpu.edu.tw）。

<sup>2</sup> 中央警察大學交通管理研究所碩士，目前服務於臺中市政府警察局。

段之交通作業（交通部運輸研究所，2015）。

省道臺9線 14.5K 至 70K 北宜公路為郊區雙車道公路，原為臺北來往宜蘭的重要道路，隨著國道五號通車後，車流量銳減。然而國道五號北上頭城往新店方向假日常出現壅塞情形，交通管理單位將北宜公路作為國道五號替代道路，預期可負擔紓解車流的任務。有鑑於此，本研究乃針對北宜公路路段之幾何特性以及交通組成狀況進行整理，並以 TGS-2L 模式進行服務水準分析，期能找出瓶頸路段，並以目前假日尖峰小時車流現況，假設在南向車流不變的前提下，模擬北向車流增加時北宜公路的服務水準狀況，探討能否有效紓解國道五號的壅塞問題，並提出具體改善建議。

## 二、以 TGS-2L 模式分析郊區雙車道公路之作業

運研所發展的 TGS-2L 模式，目前已可以模擬有坡度路段之車流特性，並合理解釋其對車流之影響。因此可直接應用 TGS-2L 模式來郊區雙車道公路，作業時只要建立模擬路網及輸入檔（檔名 TGS-2L.txt），即可進行模擬作業，並依據輸出之流率及速率等輸出值（檔名 TGS-2L.out），評估服務水準或估計容量，圖 1 為應用 TGS-2L 模式分析郊區雙車道公路服務水準之流程圖，各步驟分述如下：

### 1. 現場蒐集資料

針對欲分析之路段蒐集其交通控制情形、幾何條件、尖峰 15 分鐘之需求流率、自由速率、車種組成等資料。

### 2. 判斷是否為坡度路段

一不受交叉路口影響之郊區雙車道公路可能包含平坦路段及上、下坡路段，根據第四章模擬結果，本章將下坡路段當作平坦路段，而上坡路段若具有較陡之坡度及坡長，則車輛速率可能顯著的降低，因而影響服務水準，因此若為坡度路段，應蒐集公路基本資料，包括一路段的縱曲線或高程等。

### 3. 構建模擬路段

根據現場所蒐集資料，以 TGS-2L 模式之節點及節線構建模擬路段，並設定相關條件，如車道容量、速限、車道寬、路肩寬、路段長度、車道使用限制、坡度或或高程、平曲線坡長及曲率半徑（含超高）等。

### 4. 輸入參數

將模擬次數、模擬時段、模擬時間與長度、亂數設定等，以及現場蒐集所得之資料，如需求流率、自由速率、車輛特性、車種組成、資料蒐集地點，依照 TGS-2L 模式各檔型之設定輸入以上參數並進行模擬。

若認為某些檔型 TGS-2L 模式預設值不適用，應以現場資料校估後加以調整，例如車輛的馬力及質量、車輛之自由速率。

### 5. 輸出模擬結果

TGS-2L 模式之輸出值為各節線之流率、平均速率、耗油量、車種組成，以及各節線中每一資料蒐集地點位置與車道種類及其流率、空間平均速率、時間平均速率及車種組成。因此本步驟應設定各資料蒐集地點，蒐集上述模擬結果，利用上述輸出值評估服務水準。

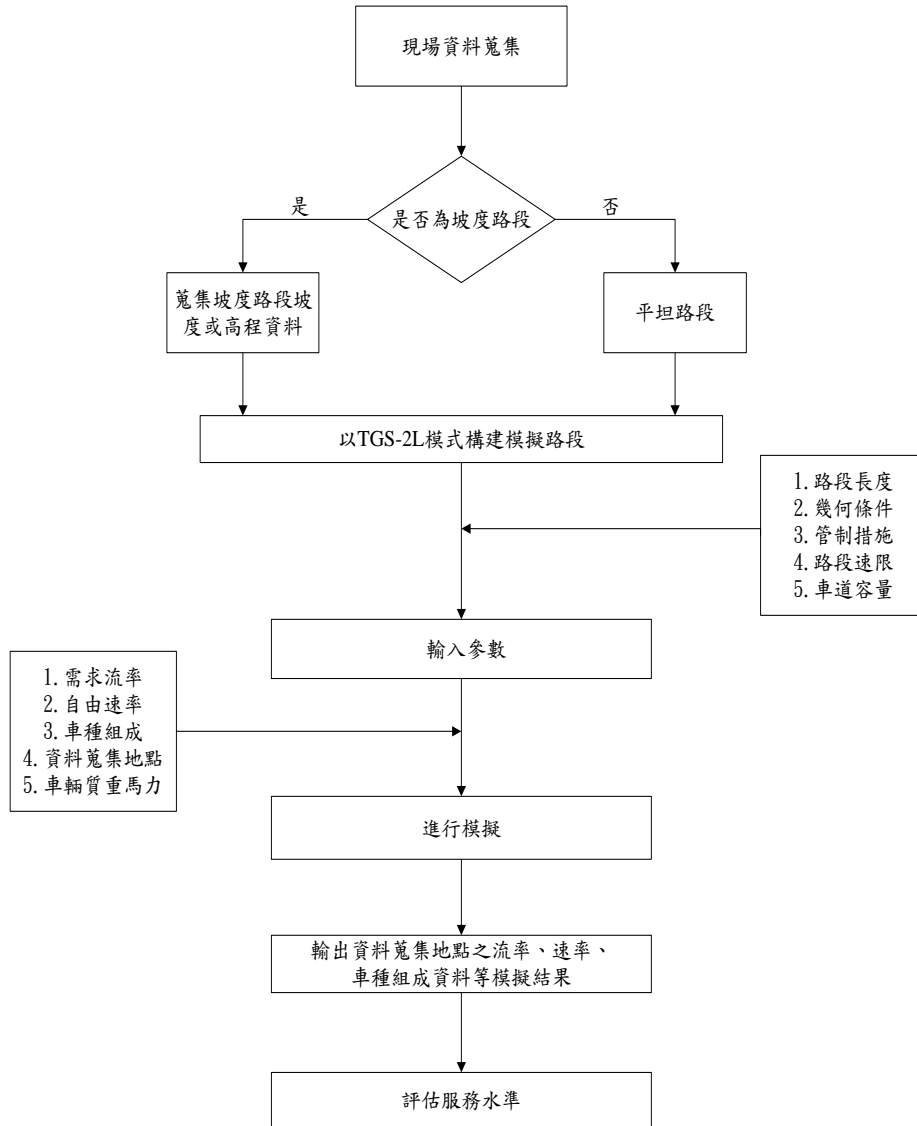


圖 1 運用 TGS-2L 模式分析郊區雙車道公路服務水準流程圖

## 6. 評估服務水準

2011 臺灣公路容量手冊建議採用表 1 及表 2 之績效指標來評估服務水準。若利用 TGS-2L 模式進行模擬分析，可利用其輸出檔之流率與平均速率，進行服務水準分析。若要估計路段容量，可將輸入之需求流率從低流率一直增加至流率超過設定之容量，即可發現需求流率超過設定之容量時，輸出之節線流率增加幅度趨緩，此時該流率即為路段之估計容量。

表 2 根據 V/C 比之服務水準等級劃分標準

V/C 比	服務水準等級
$V/C \leq 0.25$	A
$0.25 < V/C \leq 0.5$	B
$0.5 < V/C \leq 0.7$	C
$0.7 < V/C \leq 0.85$	D
$0.85 < V/C \leq 1.0$	E
$V/C > 1.0$	F

表 3 根據平均速率  $V$  及速限  $V_L$  之差距的服務水準等級劃分標準

差距 (公里/小時) $\Delta V = V_L - V$	服務水準等級
$\Delta V \leq -2$	1
$-2 < \Delta V \leq 4$	2
$4 < \Delta V \leq 6$	3
$6 < \Delta V \leq 9$	4
$9 < \Delta V \leq 12$	5
$\Delta V > 12$	6

資料來源：交通部運輸研究所(2015)。

### 三、北宜公路之基本資料

本研究整理省道臺 9 線北宜公路公路基本資料，表 4 為其路面寬度、車道佈設等幾何設計資料，表 5 為省道里程樁號每 500 公尺之高程資料，表 6 為沿線及彎道長度及半徑，圖 2 為高程變化圖。圖 3 為臺 9 線北宜公路段路程圖，本研究先選取 20 個可能為瓶頸路段的地點，再以 TGS-2L 模式分析各地點的流率與速率關係，找出瓶頸地點。

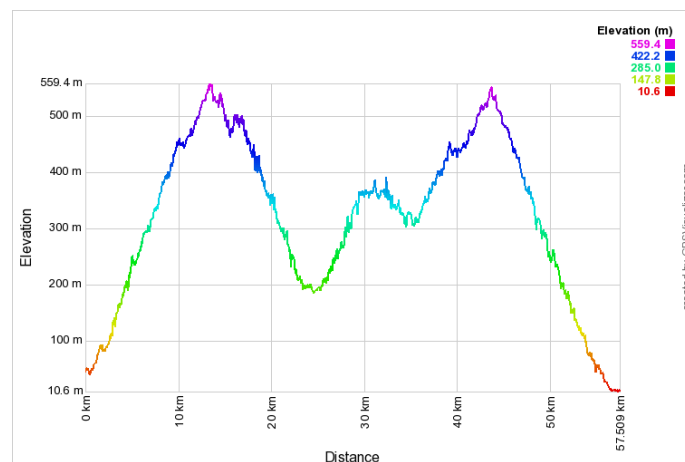


圖 2 省道臺 9 線北宜公路高程變化圖

國道五號於民國 95 年 6 月通車，運研所(2005)針對國道五號通車前後，進行三階段的週界交通量調查，分別為國道五號未通車前，平常日上午或下午尖峰交通量約 400~560 輛/小時，假日則有 750~1,100 輛/小時。國道五號雪山隧道通車後，北宜公路段交通量呈現大幅下滑現象，平均約降低 46.82% 左右（交通部運輸研究所，2005），主要減少的車種為小型車，減少幅度高達六至七成。本研究進一步整理民國 103 年交通部公路總局公路調查統計省道臺 9 線交通量資料，各類車種車輛數、車輛比例、尖峰小時、方向係數等資料如表 7，其中北宜公路段臺 9 線 56K+661 至 69K+100 路段未設置交通量調查站點，因此無統計資料，另 69K+100 至 69K+600 路段為雙向四車道且具有中央分隔島，因此本研究主要以表中三個路段所統計的交通量進行初始的分析。

表 4 省道臺 9 線北宜公路公路基本資料

起迄地名	起迄樁號	地形	里程 (公里)	路面 寬度 (公尺)	方向 (往)	車道佈設		
						快車道 寬度 (公尺)	機慢車 道寬度 (公尺)	路肩 寬度 (公尺)
青潭~銀河洞	12K+028~ 14K+520	平原區	2.5	14.4	北	3.5	0.0	4.0
					南	3.5	0.0	3.2
銀河洞~坪林	14K+520~ 37K+874	丘陵區	23.4	7.6	北	3.5	0.0	0.2
					南	3.5	0.0	0.4
坪林~里程碑	37K+874~ 43K+000	丘陵區	5.1	13.2	北	3.9	0.0	2.1
					南	3.9	0.0	2.1
里程碑~宜蘭縣 縣市界	43K+000~ 56K+661	丘陵區	13.7	8.9	北	3.3	0.0	1.1
					南	3.9	0.0	0.4
金面里~猴洞橋	69K+100~6 9K+600	平原區	0.5	15.6	北	3.5,3.8	0.0	0.5
					南	3.5, 3.8	0.0	0.5

資料來源：交通部公路總局(2015)。

表 5 省道臺 9 線北宜公路段高程及坡度整理資料

里程樁號	高程(m)	里程樁號	高程(m)	里程樁號	高程(m)	里程樁號	高程(m)
14K+500	81	29K+000	474	43K+000	362	57K+000	533
15K+000	85	29K+500	493	43K+500	361	57K+500	508
15K+500	107	30K+000	495	44K+000	372	58K+000	485
16K+000	124	30K+500	467	44K+500	364	58K+500	472
16K+500	156	31K+000	432	45K+000	360	59K+000	437
17K+000	192	31K+500	421	45K+500	353	59K+500	425
17K+500	212	32K+000	378	46K+000	343	60K+000	392
18K+000	236	32K+500	363	46K+500	333	60K+500	368
18K+500	259	33K+000	351	47K+000	318	61K+000	355
19K+000	282	33K+500	312	47K+500	331	61K+500	311
19K+500	297	34K+000	299	48K+000	308	62K+000	302
20K+000	317	34K+500	293	48K+500	320	62K+500	290
20K+500	341	35K+000	246	49K+000	306	63K+000	244
21K+000	372	35K+500	221	49K+500	349	63K+500	236
21K+500	392	36K+000	206	50K+000	367	64K+000	206
22K+000	416	36K+500	195	50K+500	388	64K+500	185
22K+500	440	37K+000	199	51K+000	404	65K+000	176
23K+000	452	37K+500	189	51K+500	421	65K+500	151
23K+500	446	38K+000	195	52K+000	453	66K+000	123
24K+000	468	38K+500	209	52K+500	437	66K+500	108
24K+500	480	39K+000	219	53K+000	444	67K+000	78
25K+000	500	39K+500	242	53K+500	451	67K+500	67
25K+500	529	40K+000	250	54K+000	455	68K+000	52
26K+000	546	40K+500	269	54K+500	476	68K+500	25
26K+500	547	41K+000	311	55K+000	500	69K+000	27
27K+000	524	41K+500	323	55K+500	515	69K+500	14
28K+000	535	42K+000	326	56K+000	522	70K+000	13
28K+500	493	42K+500	360	56K+500	549		

資料來源：交通部公路總局(2016)。

表 6 省道臺 9 線北宜公路段彎道與曲率半徑整理資料

彎道起點	彎道終點	半徑	彎道長度	彎道起點	彎道終點	半徑	彎道長度
20K+000	20K+083	72.5	83	40K+600	40K+685	32.5	85
20K+300	20K+398	170	98	41K+000	41K+090	20	90
20K+600	20K+687	108	87	41K+200	41K+430	100	230
21K+443	21K+561	22	118	42K+750	42K+950	68	200
21K+717	21K+846	47	129	43K+300	43K+430	81	130
22K+733	22K+863	50	130	43K+750	43K+965	40	215
24K+150	24K+235	85	85	43K+850	44+000	42	150
24K+640	24K+732	85	92	44K+200	44K+380	31	180
24K+900	24K+973	50	73	48K+200	48K+310	32.5	110
26 K+950	27K+066	80.5	116	48K+900	49K+.005	42	105
27 K+300	27K+352	31.5	52	49K+300	49K+380	66	80
27K+400	27K+461	28	61	49K+900	49K+996	32.5	96
27K+560	27K+622	55.5	62	53K+900	53K+997	427	97
28K+050	28K+135	54	85	54K+100	54K+230	48	130
29K+300	29 K+42	67	120	54K+600	54 K+741	50	141
29K+600	29K+705	31	105	54K+655	54 K+779	27	124
30K+200	30K+277	45	77	57K+669	57 K+82	50	151
30K+850	30K+941	35	91	59K+443	59 K+541	43	98
31K+100	31K+268	53	168	60K+097	60 K+152	35	55
31K+200	31K+305	58	105	61K+024	61K+090	20	66
31K+400	31K+538	31.3	138	61K+389	61K+.517	33	128
31K+650	31K+790	32	140	62K+012	62 K+094	22	82
31K+950	32 K+08	38	130	62K+728	62K+.802	29	74
34K+250	34 K+43	25	180	62K+872	62K+923	14	51
35K+200	35K+577	98	377	63K+017	63K+084	31	67
36 K+800	37K+225	50	425	64K+085	64K+157	19	72
37K+500	37K+753	91	253	64K+874	64K+937	34	63
39K+600	39K+.663	72.5	63	65K+208	65K+254	13	46
39K+700	39K+.825	40	125	66K+288	66K+353	17	65
39K+900	40K+003	51	103	67K+479	67K+530	14	51
40K+200	40K+330	57	130	67K+844	67K+957	43	113

資料來源：交通部公路總局(2016)。

表 7 103 年北宜公路交通量統計表

調查站地點樁號	起迄樁號	總計		各車種比例 (日)						尖峰小時		方向係數
		流量(PCU)	合計	小型車	大客車	大貨車	全聯結車	半聯結車	機車	交通量(PCU)	時段	
雲海 24K+300	14K+520~3	2,677	2,351	0.46	0.01	0.14	0.00	0.01	0.38	775	07-08	0.50
	7K+874	2,610	2,380	0.48	0.00	0.13	0.00	0.01	0.38			
坪林橋 38K+050	37K+874~4	2,328	2,156	0.55	0.00	0.12	0.00	0.00	0.33	615	10-11	0.51
	3K+000	2,306	2,082	0.54	0.02	0.12	0.00	0.00	0.32			
碧湖 44K+300	43K+000~5	2,110	1,828	0.53	0.00	0.15	0.00	0.00	0.32	1005	12-13	0.55
	6K+661	1,725	1,512	0.43	0.00	0.17	0.00	0.00	0.40			

資料來源：交通部公路總局(2016)。

## 四、模擬情境之設定

根據前述蒐集的北宜公路的幾設計條件、交通管制狀況（包括速限及禁止超車路段等）、交通量現況等，本研究著手建立 TGS-2L 模式之輸入檔，詳細說明的說明可參考林佳韻(2016)之論文。比較重要的檔型輸入值，分述如下：

### 檔型 0

係用以設定模擬次數及模擬時段。本例中模擬次數為 2 次；模擬時段數為 2 次(包含一熱機時段)；熱機時間必須至少為車輛走完全程的時間，本例中設定車輛進入節線的時速 40 公里/小時，節線長度為 55.5 公里，走完全程的時間為  $55.5/50=1.3875$  小時 (4995 秒)，因此設定熱機時間為 5000 秒；模擬時段長度設為 8000 秒；每一模擬單位時間長度為 0.5 秒；資料蒐集開始時間為 5200 秒，結束時間為 8000 秒；亂數種子此例設定為 250987。

### 檔型 1

係用以設定模擬路段之交通控制及幾何條件，且僅有在進入及離開模擬路段之節點代號可設定在 600 到 620 之範圍內，在其之間的節點代號須在 600 以下。本例中節線 1 設定為頭城往新店方向，節線 2 設定為新店往頭城方向，如圖 3 所示，節線 1 上游端點設為 610，下游端點設為 1；節線 2 上游節點設為 1，下游端點設為 610。

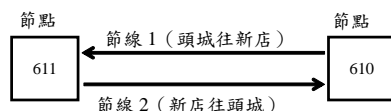


圖 3 北宜公路模擬路段示意圖

模擬路段為郊區雙車道公路，雙向各 1 車道；快車道寬設定為 3.5 公尺；機慢車道寬依實際道路狀況設為 0 公尺，外(右)側路肩寬 1.2 公尺；內(左)側路肩寬 0 公尺；節線 1、2 均為 55.5 公里。

### 檔型 4

係指各節線車道離開節線時行車方向代號，雙車道公路節線只有一主線車道，節線 1 中，設定離開節線 1 進入節線 2 後，仍為一主線車道，節線 2 進入節線 3 亦同；代號 5 代表行車方向為直行。

### 檔型 12

係指各模擬時段內之流率及車種比例。本例中，模擬時段 1 及 2 之需求流率及各車種比例小車將分別於續進行模擬。

### 檔型 15

係指速限區距離節線起點之里程及個別車種之速限，每一節線之第 1 速限區從節線的起點(0.0 公里)開始。本例中臺 9 線 14.5K 至 56.5K 速限為 40 公里/小時，56.5K 至 70K 設定模擬路段速限為 50 公里/小時，節線 1 之第 1 速限區起點里程為 0 公里，終點 14 公里，速限 50 公里/小時，節線 1 第 2 速限區起點里程 14 公里，終點 55.5 公里，速限 40 公里/小時；節線 2 之第 1 速限區起點里程為 0 公里，終點 42 公里，速限 40 公里/小時，節線 2 之第 2 速限區起點里程為 42 公里，終點 55.5 公里，速限 50 公里/小時。

### 檔型 17

係指速限區個別車種之平均自由速率，有平曲線或坡度時，TGS-2L 模式會自動估計自由速率，如有現場觀察值，則應用觀察值，而 TGS-2L 模式根據檔型 15 之速限估計之平均自由速率如下：小車為速限加 6 公里/小時；機車為速限加 3 公里/小時；大車為速限加 3 公里/小時。本例中設定模擬路段速限為 40 公里/小時或 50 公里/小時，節線中各車種速限相同。節線 1、2、3 中各車種之平均自由速率參考運研所在省道台 7 線之調查，小車為 72 公里/小時；機車之平均自由速率為 57 公里/小時；大車之平均自由速率為 60 公里/小時。

### 檔型 18

係指速限區為平直時之小車容量，本例中參考運研所在省道臺 7 線之調查，將節線 1、2 之容量設定為 1,500 小車/小時。

### 檔型 19

係指小車、機車及大車從節點進入路網時之平均自由速率。本例中模擬路段之起點其節點代號為 610，車輛從節點進入路網時之平均自由速率參考運研所在省道台 7 線之調查，小車為 72 公里/小時；機車之平均自由速率為 57 公里/小時；大車之平均自由速率為 60 公里/小時。

### 檔型 31

係指模擬路段中節線中定點之高程，本例中輸入表 5 中北宜公路的每 500 公尺里程所對應高程資料。

### 檔型 32

係指模擬路段平曲線起點與終點距離節線起點之距離及其曲率半徑和超高率，輸入表 6 北宜公路的里程對應彎道半徑資料。

### 檔型 35

係指模擬路段之節線，從上游到下游偵測站與結線起點之距離，每節線上最多設置 10 個車輛偵測器，本例中設定節線 1 及 2 所選取 20 個地點為資料蒐集地點，輸出檔會有偵測器之流率及速率等資料。

### 檔型 41

係指代表性車輛之質量及馬力，如不使用 TGS-2L 模式之代表值，則使用檔型 41 資料更改設定值。TGS-2L 模式將各車種的質重、馬力及牽引力傳輸效率設定如表 8 所示，本例中採用預設值。

表 8 代表性質重、馬力及牽引力傳輸效率

車種	質重(kg)	馬力(kW)	動力傳輸效率
小車	2,000	35	0.90
機車	200	5	0.90
大客車	18,000	200	0.85
大貨車	10,500	165	0.85
半聯結車	20,000*	220	0.85
全聯結車	20,000*	220	0.85



檔型 42

係指代表性車輛之後拉係數及正向面積，如不使用 TGS-2L 模式之代表值，則使用檔型 42 更改設定值，TGS-2L 模式將各車種的質重、馬力及牽引力傳輸效率設定如表 9 所示，本例中採用預設值。

表 9 代表性後拉係數及正向面積

車種	後拉係數	正向面積(m <sup>2</sup> )
小車	0.3	2.0
機車	1.8	0.8
大客車	0.7	7.0
大貨車	0.7	10.7
半聯結車	0.7	10.7
全聯結車	0.7	10.7

至於模擬分析的流率狀況，本研究針對臺 9 線北宜公路進行 3 種不同流率情境的模擬，蒐集 20 處地點的流率與平均自由速率，結果整理如表 10，分別為：

1. 雙向平均自由速率 (將雙向需求流率設定為 10 輛/小時)。
2. 公路總局所調查 103 年臺 9 線 44K+300 處平均每日交通量 (取 3 處調查地點中最高交通量)，年度尖峰小時為 1,005 PCU，並以方向係數 0.55 假設北向為 553 PCU，南向為 452 PCU。
3. 將雙向需求流率設定為 1,500 輛/小時，分別假設車流中為純小客車進行模擬，

觀察所選取 20 個路段的流率與速率變化，由南往北方向在臺 9 線 61 K+000 至 58 K+500 路段，偵測站的流率由 1476 輛/小時降低為 1390 輛/小時，平均速率由 37.3 公里/小時降低至 19.1 公里/小時。此外，在臺 9 線 55 K+000 至 53K+000、53K+000 至 51K+400、51K+400 至 50K+600、50K+600 至 50K+100、26K+600 至 21K+900 等 5 個路段，由低流率 10 輛/小時、中流率至接近容量之高流率，平均速率顯著下降，以上情形顯示該路段可能瓶頸路段，可作為優先改善的目標。

表 10 模擬 20 個路段在不同流率情境下流率與速率變化情形

需求流率 瓶頸地點	方向 往	北：10 輛小時 南：10 輛小時		北：553 輛小時 南：452 輛小時		北：1500 輛小時 南：1500 輛小時	
		流率 (輛/小時)	自由速率 (公里/小時)	流率 (輛/小時)	自由速率 (公里/小時)	流率 (輛/小時)	自由速率 (公里/小時)
19K+400	北	12	67.7	551	64.3	1359	59.8
	南	10	71.0	452	63.5	1420	41
21K+900	北	13	65.3	560	55.8	1360	50
	南	10	50.8	451	50	1421	50.6
26K+600	北	15	68.8	540	62.7	1374	60.5
	南	13	72.0	447	63.5	1360	33.5
32K+200	北	13	69.5	563	61.7	1366	59.9
	南	13	71.6	458	64.9	1360	63.3
34K+400	北	14	63.9	554	56.2	1367	56.5
	南	15	68.1	453	62.2	1358	56.2
38K+100	北	13	68.5	558	64.8	1368	65.4
	南	18	70.5	455	64.1	1361	63.9

表 10 模擬 20 個路段在不同流率情境下流率與速率變化情形(續)

需求 流率 瓶頸地點	方向 往	北：10 輛小時 南：10 輛小時		北：553 輛小時 南：452 輛小時		北：1500 輛小時 南：1500 輛小時	
		流率 (輛/小時)	自由速率 (公里/小時)	流率 (輛/小時)	自由速率 (公里/小時)	流率 (輛/小時)	自由速率 (公里/小時)
42K+700	北	12.	67.7	562	62.1	1365	59
	南	16	70.4	455	63.9	1357	62.1
44K+100	北	12.	67.8	553	64.2	1365	63.2
	南	15	69.8	462	64	1355	62.9
46K+000	北	13	68.0	557	64.1	1366	63.4
	南	14	69.7	456	62.3	1362	59.9
48K+200	北	11	67.4	580	64.6	1365	64.5
	南	14	69.7	467	63.8	1361	63.7
50K+100	北	12.	68.3	563	63.3	1362	52.3
	南	14	61.2	445	55.4	1354	58.1
50K+600	北	12.	68.8	567	64	1362	52.8
	南	14	68.8	446	59.5	1357	59.4
51K+400	北	12.	67.4	572	62.3	1362	48
	南	13	67.0	444	59.6	1357	58.3
53K+000	北	12.	69.0	566	64.9	1379	55.6
	南	13	69.6	469	63.1	1354	60.6
55 K+000	北	13	68.4	554	58.6	1381	41.4
	南	13	56.1	478	55.4	1358	56
58 K+500	北	14	64.9	561	58.4	1390	19.1
	南	12	41.3	469	39.3	1366	39.6
61 K+000	北	6	38.3	558	37.4	1476	37.3
	南	13	41.4	452	36.8	1365	36.6
64 K+100	北	7	34.7	563	34.7	1473	34.7
	南	13	40.3	459	38.2	1372	38.3
67 K+500	北	5	32.6	563	32.4	1484	32.4
	南	11	39.4	482	39.2	1378	39.3

## 五、模擬分析與討論

北宜公路係丘陵區郊區雙車道公路，禁止超車區依實際狀況接近 100%，以年度尖峰小時交通量北向：553PCU、南向 452 PCU，分別考慮車流中各車種比例對車流所造成的影響以及純小客車的情境，車種比例以年平均每日各車種比例：北向，小客車 53%、大貨車 15%、機車 32%；南向，小客車 43%、大貨車 17%、機車 40%為輸入值，進行模擬。

### 5.1 車種組成對車流運作之影響

本研究模擬分析北宜公路 20 個路段地點在年尖峰小時的運作狀況，並依據表 2 及表 3 年運研所建議的績效指標來劃分服務水準等級。TGS-2L 模擬分析時係將需求流率假設為 1,500 輛/小時，但偵測站的輸出流率約在 1,300 輛/小時至 1,400 輛/小時之間即不再增加，故以雙向流率和估計容量值。此外本研究主要係模擬北宜公路北向車流狀況，因此行駛速率僅考慮北向。車流中有小客車、大貨車及機車，以及僅有純小客車的模擬結果分別如表 11 及表 12。

觀察表 11 及表 12 可得知，在大貨車及機車的影響下，各個路段的行駛速率均較純小客車車流為低，隱含著若管制尖峰時段禁行大車會對於車流行進效率有直接助益。

以 103 年北宜公路在年度度尖峰小時為例，所選擇的 20 個路段，在車流中有小車、大車、機車或純小客車車流情況下，V/C 值差異不大，前者大約在 0.35 至 0.38 之間平均值為 0.369，後者大約在 0.36 至 0.38 之間，平均值為 0.365，但是平均速率受到地形起伏、彎道曲率半徑小以及大車爬坡性能影響下，兩者具有相當明顯的落差，平均速率差異在 10 公里小時至 20 公里小時之間，然而單純以 2011 年臺灣 HCM 的服務水準劃分標準（交通部運輸研究所，2011），兩者服務水準卻是相同的，難以反映駕駛人所感受行車速率上的差異，若以運研所建議值，可反映行駛速率和速限之間的差異，較能準確反映駕駛人在 V/C 及速率所感受的服務水準。

表 11 各車種比例影響下服務水準分析

需求 流率 瓶頸 地點	方向 往	北：553 輛小時 南：452 輛小時		容量	V/C	速率	服務 水準 等級
		流率	速率				
19K+400	北	577	43.1	2779	0.37	43.1	B1
	南	441	54.0				
21K+900	北	562	43.9	2781	0.36	43.9	B1
	南	438	38.8				
26K+600	北	562	49.2	2734	0.37	49.2	B1
	南	437	54.4				
32K+200	北	584	49.5	2726	0.38	49.5	B1
	南	454	49.4				
34K+400	北	553	49.6	2725	0.36	49.6	B1
	南	441	45.9				
38K+100	北	556	47.9	2729	0.36	47.9	B1
	南	437	52.4				
39K+600	北	567	45.1	2725	0.38	45.1	B1
	南	458	52.4				
42K+700	北	542	43.9	2722	0.36	43.9	B1
	南	449	52.4				
44K+100	北	564	49.8	2720	0.37	49.8	B1
	南	444	52.4				
46K+000	北	537	49.8	2728	0.36	49.8	B1
	南	449	47.8				
48K+200	北	542	50.5	2726	0.37	50.5	B1
	南	476	52.3				
50K+100	北	544	43.1	2716	0.37	43.1	B1
	南	457	52.6				
50K+600	北	546	44.6	2719	0.37	44.6	B1
	南	454	52.3				
51K+400	北	538	43.4	2719	0.37	43.4	B1
	南	463	52.1				
53K+000	北	547	50.5	2733	0.37	50.5	B1
	南	459	52.2				
55 K+000	北	541	44.2	2739	0.37	44.2	B1
	南	462	49.1				
58 K+500	北	538	56.2	2756	0.36	56.2	B1
	南	453	32.1				
61 K+000	北	540	27.5	2841	0.35	27.5	B6
	南	466	29.7				
64 K+100	北	546	13.5	2845	0.36	13.5	B6
	南	464	30.9				

表 12 純小客車車流下服務水準分析

需求流率 瓶頸 地點	方向 往	北：553 輛小時 南：452 輛小時		容量	V/C	速率	服務 水準 等級
		流率	速率				
19K+400	北	551	64.3	2779	0.36	64.3	B1
	南	452	63.5				
21K+900	北	560	55.8	2781	0.36	55.8	B1
	南	451	50.0				
26K+600	北	540	62.7	2734	0.36	62.7	B1
	南	447	63.5				
32K+200	北	563	61.7	2726	0.37	61.7	B1
	南	458	64.9				
34K+400	北	554	56.2	2725	0.37	56.2	B1
	南	453	62.2				
38K+100	北	558	64.8	2729	0.37	64.8	B1
	南	455	64.1				
39K+600	北	552	64.4	2725	0.37	64.4	B1
	南	455	64.1				
42K+700	北	562	62.1	2722	0.37	62.1	B1
	南	455	63.9				
44K+100	北	553	64.2	2720	0.37	64.2	B1
	南	462	64				
46K+000	北	557	64.1	2728	0.37	64.1	B1
	南	456	62.3				
48K+200	北	580	64.6	2726	0.38	64.6	B1
	南	467	63.8				
50K+100	北	563	63.3	2716	0.37	63.3	B1
	南	445	55.4				
50K+600	北	567	64	2719	0.37	64	B1
	南	446	59.5				
51K+400	北	572	62.3	2719	0.37	62.3	B1
	南	444	59.6				
53K+000	北	566	64.9	2733	0.38	64.9	B1
	南	469	63.1				
55 K+000	北	554	58.6	2739	0.38	58.6	B1
	南	478	55.4				
58 K+500	北	561	58.4	2756	0.37	58.4	B1
	南	469	39.3				
61 K+000	北	558	37.4	2841	0.36	37.4	B6
	南	452	36.8				
64 K+100	北	563	34.7	2845	0.36	34.7	B6
	南	459	38.2				

## 5.2 增加北向純小汽車需求流率之影響

假設在收假日北上車流的尖峰時段，以北宜公路作為紓解國道五號頭城往新店車流的替代道路，實施管制措施，在禁止小客車以外車種行駛前提下，能夠承擔多少車流以維持相當的服務水準，由前述公路總局交通量調查資料，在尖峰小時情況下，本研究分別討論將需求流率設定增加 200 輛/小時、400 輛/小時的流率與平均速率情形，亦即北向：753PCU、南向 452 PCU 及 953PCU、南向 452 PCU，模擬分析結果如表 13 及表 14

表 13 小客車 100%，北向流率增加 200 輛/小時之服務水準分析

瓶頸地點	需求流率 方向往	北：753 輛小時 南：452 輛小時		容量	V/C	速率	服務水準等級
		流率	速率				
19K+400	北	733	64.1	2779	0.42	64.1	B1
	南	440	64.0				
21K+900	北	743	55.5	2781	0.42	55.5	B1
	南	437	49.8				
26K+600	北	747	62.3	2734	0.43	62.3	B1
	南	436	64.4				
32K+200	北	737	60.7	2726	0.43	60.7	B1
	南	442	65.2				
34K+400	北	765	55.3	2725	0.45	55.3	B1
	南	448	62.6				
38K+100	北	756	64.4	2729	0.44	64.4	B1
	南	448	64.4				
39K+600	北	753	64.0	2725	0.44	64.0	B1
	南	450	64.3				
42K+700	北	764	60.9	2722	0.44	60.9	B1
	南	441	64.2				
44K+100	北	777	63.6	2720	0.45	63.6	B1
	南	449	64.3				
46K+000	北	761	63.7	2728	0.44	63.7	B1
	南	449	62.9				
48K+200	北	770	64.6	2726	0.44	64.6	B1
	南	439	64.3				
50K+100	北	767	62.7	2716	0.45	62.7	B1
	南	449	56.1				
50K+600	北	758	63.6	2719	0.45	63.6	B1
	南	452	60.7				
51K+400	北	757	61.5	2719	0.45	61.5	B1
	南	456	60.3				
53K+000	北	768	64.6	2733	0.45	64.6	B1
	南	450	63.8				
55 K+000	北	763	54.8	2739	0.45	54.8	B1
	南	475	55.4				
58 K+500	北	774	57.4	2756	0.45	57.4	B1
	南	465	39.4				
61 K+000	北	757	37.3	2841	0.43	37.3	B6
	南	460	36.9				
64 K+100	北	765	34.7	2845	0.43	34.7	B6
	南	456	38.4				
67 K+500	北	765	32.4	2862	0.43	32.4	B6
	南	463	39.2				

表 14 小客車 100%，北向流率增加 400 輛/小時之服務水準分析

瓶頸地點	需求流率	方向往	北：953 輛小時， 南：452 輛小時		容量	V/C	速率	服務水準等級
			流率	速率				
19K+400		北	974	63.9	2779	0.51	63.9	C1
		南	440	64.0				
21K+900		北	945	54.9	2781	0.50	54.9	C1
		南	437	49.8				
26K+600		北	963	61.8	2734	0.51	61.8	C1
		南	436	64.4				
32K+200		北	944	60.2	2726	0.51	60.2	C1
		南	442	65.2				
34K+400		北	949	55.6	2725	0.51	55.6	C1
		南	448	62.6				
38K+100		北	967	64.7	2729	0.52	64.7	C1
		南	448	64.4				
39K+600		北	976	63.9	2725	0.52	63.9	C1
		南	450	64.3				
42K+700		北	967	60.1	2722	0.52	60.1	C1
		南	441	64.2				
44K+100		北	962	63.4	2720	0.52	63.4	C1
		南	449	64.3				
46K+000		北	968	63.7	2728	0.52	63.7	C1
		南	449	62.9				
48K+200		北	961	64.8	2726	0.51	64.8	C1
		南	439	64.3				
50K+100		北	960	62.0	2716	0.52	62.0	C1
		南	449	56.2				
50K+600		北	957	63.3	2719	0.52	63.3	C1
		南	452	60.8				
51K+400		北	965	60.9	2719	0.52	60.9	C1
		南	456	60.4				
53K+000		北	967	64.8	2733	0.52	64.8	C1
		南	450	63.8				
55 K+000		北	958	52.7	2739	0.52	52.7	C1
		南	475	55.5				
58 K+500		北	980	57.0	2756	0.52	57.0	C1
		南	465	39.5				
61 K+000		北	961	37.3	2841	0.50	37.3	C6
		南	460	37.0				
64 K+100		北	960	34.7	2845	0.50	34.7	C6
		南	456	38.3				
67 K+500		北	956	32.4	2862	0.50	32.4	C6
		南	463	39.2				

在北向需求流率分別增加 200 輛/小時、400 輛/小時情形下，前者 V/C 值大約在 0.42 至 0.45 之間，平均值為 0.44，後者 V/C 值大約在 0.50 至 0.52 之間，平均值為 0.513。顯示北宜公路若能配合相關的管制措施，應該還是有相當大的交通承載能力，可以適當轉移國道五號之假日末期北上車潮。若以運研所之新的服務水準劃分標準（表 2 及表 3），服務水準分別為 B6（部分路段為 B1）及 C6（部分路段為 C1）。本研究建議可將此資訊提供收假日國道五號駕駛人改道參考。

本研究建議交通主管機關可善用 TGS-2L 模式作為分析工具，來進行北宜公路之各項改善作為。例如於瓶頸路段適當拓寬路幅、增設爬坡車道或超車車道、提高視線受限地點的通視能力等。這當然可能透過傳統公路工程的手段，更可以透過科技設備的協助、交通執法科技化、交通安全全民教育化等手段來達成。

## 六、結 語

1. 本研究以 103 年公路總局所公佈之現場調查資料設定車流中各車種比例，當車流中有大貨車及機車情況下，較純小客車車流在各偵測站速率均降低，在收假日下午若能實施若干管制措施，例如禁止大貨車或機車通行，將可提高北宜公路行車速率提升服務水準，吸引國道五號北上車流轉而行駛北宜公路，紓解道五號車流。
2. 2011 臺灣 HCM 所採用以延滯時間百分比、平均行駛速率、V/C 比做為郊區雙車道公路服務水準績效指標，在坡度路段可能有低 V/C 比但是車速亦低，建議採取運研所建議之績效指標服務水準劃分標準，以 V/C 比及行駛速率與速限差劃分，以確實表達駕駛人在車流中所關切的速率變化及壅塞程度。
3. 本研究建議分析郊區雙車道公路分析容量或服務水準時，可利用 TGS-2L 模式，並根據圖 1 之模擬流程進行模擬以評估容量或服務水準。
4. 本研究根據 TGS-2L 模式模擬分析之結果，認同交通部運輸研究所採用 V/C 值及平均速率與速限之差距兩個績效指標，來劃分郊區雙車道公路之服務水準。相較於 2011 臺灣 HCM 採用延滯時間百分比、V/C 值及平均速率之服務水準績效指標值有較具有代表性及合理性，故建議以此作為評估服務水準之績效指標。
5. 受限於有限的資源，本研究對於臺 9 線的交通改善之探討相當淺薄，但目前交通部運研所已經發展 TGS-2L 模式，可以提供公路總局進行各項工程改善（改善彎道、增加雙向車道長度、增設爬坡車道等）之分析工具。

## 參考文獻

- 交通部運輸研究所(2001)，2001 年臺灣公路容量手冊，90-16-1183。
- 交通部運輸研究所(2011)，2011 年臺灣公路容量手冊，100-132-1299。
- 交通部運輸研究所(2014)，公路坡度路段模擬模式之發展及應用(1/3)。
- 交通部運輸研究所(2015)，公路坡度路段模擬模式之發展及應用(2/3)。
- 交通部(2011)，公路路線設計規範。
- Transportation Research Board (2010), *Highway Capacity Manual*, National Research Council, Washington, D. C.

