

多車道郊區公路機車流之觀察與模擬分析¹

Observations and Simulation on Motorcycle Flow of Multilane Rural and Suburban Highways

曾平毅 Pin-Yi Tseng²

林國顯 Kuo-Shian Lin³

張瓊文 Chiung-Wen Chang⁴

摘要

國內交通界對於機車交通行為之具體觀察研究成果並不多。本文主要針對台2省道竹園路段之混合車道進行錄影分析，以獲取多車道郊區公路機車流之各項車流特性。經估計機車之小客車當量值 (passenger car equivalent, PCE) 平均為 0.36。本文進一步利用已驗證之號誌化快速公路模擬 (Signalized Expressway Simulation, SES) 模式探討純機車流之代表性流率與速率關係。本文之成果可以作為機車交通工程設計、機車專用道規劃與慢車道服務水準分析之參考。

關鍵詞：多車道郊區公路、機車流、自由車流速率、流率與速率關係

¹ 本研究部分資料整理自交通部運輸研究所與中華民國運輸學會之合作計畫「台灣地區多車道郊區公路容量及特性研究 (一)」，惟本文觀點並不代表任何單位之意見。

² 中央警察大學交通學系暨交通管理研究所副教授 (聯絡地址：333桃園縣龜山鄉大崗村樹人路 56 號；電話：03-3282321 轉 4619；E-mail：unal39@sun4.cpu.edu.tw)。

³ 交通部運輸研究所運輸計畫組組長 (聯絡地址：台北市敦化北路 240 號 8 樓，電話：02-23496800，E-Mail：kslin@iot.gov.tw)。

⁴ 交通部運輸研究所運輸計畫組研究員暨國立交通大學交通運輸研究所博士候選人 (聯絡地址：台北市敦化北路 240 號 8 樓，電話：02-23496812，E-Mail：changcwn@iot.gov.tw)。

Abstract

There were scarce of studies focused on observation or analysis of motorcycle moving behaviors. This study aims to analysis and simulate the motorcycle flow of mixed traffic lane according by camera record from Chuwei section of Tai-2 highway. From the field data, the PCE of motorcycle was calculated as 0.36. By the way, this study built the relationship of speed and flow rate of motorcycle flow, which was used by Signalized Expressway Simulation (SES) model and it was validated by field data. Those findings could be good references for traffic engineering design, exclusive lane planning and level of service analysis of motorcycle traffic.

Key Words: *Multilane rural and suburban highway; Motorcycle flow; Free-flow speed; Flow-rate and speed relationship*

壹、前言

機車為我國民眾之重要交通工具，但國內交通界對於機車交通行為之觀察研究較為缺乏，甚至以本土資料來訂定適當的機車小客車當量（PCE）的相關研究更十分少見。目前國內對於機車之交通工程相關研究，主要有機車駕駛行為、機車運動行為特性與機車道規劃等三方面【1】。本文整理國內機車車流行為相關文獻如表1所示。這些以往之研究常將混合車流中的機車以其小客車當量（PCE）換算之方式處理，不僅無法真實反映機車之車流行為，其適合的小客車當量（PCE）如何決定，更沒有適當的交代或處理。

事實上，國內的交通狀況常有汽、機車混合情形，而機車駕駛行為相當複雜，故在分析交通車流特性時，如能詳細探討機車的運行特性，以及與其他車輛間之互動關係，不僅較能掌握機車之特性，亦能提供各項規劃設計之參考。

表1 國內機車車流行為相關文獻

文 獻 名 稱	作 者	研 究 重 點
巷道汽機車車流特性比較研究	許添本、鄭雅文【2】	分析比較巷道汽機車之行駛速度及臨近路口速度與接受間距等特性。
機車車道寬度與路口疏解型態之研究	交通部運輸研究所【3】	分析路口純機車車流之疏解型態，並確立機車疏解之飽和流量特性。
機車速率與車道寬度需求關係分析	湯儒彥【4】	針對機車道之設置寬度進行分析，提出不同的機車行車速率應有不同的機車道寬度設計。
直行機車停等專用區紓解特性之研究	許添本等【5】	就直行機車停等區車輛的起動延滯、紓解率、飽和流量等特性進行事前事後的比較分析。
號誌化交叉路口機車延滯特性之研究	邱宏華【6】	以機車「輛」為車流單位直接估算其延滯值，並將其模式化。
機車行駛空間車道化構想與車流特性初步研究	許添本等【7】	提出機車行駛空間車道化之構想，並探討在機車道內相關車流特性。
混合車流中機車駕駛行為之分析	陳世泉【8】	構建機車在混合車流中之互動行為模式之邏輯，並提出決策門檻值的概念。
混合車流狀況下市區號誌交叉路口車流疏解特性與容量參數之研究	龍天立、顏上堯【9】	將混合車流中之機車單獨抽離分析，結果認為機車具有飽和車流。
台北市天津街機車專用道之交通量及特性分析	林大煌【10】	分析機車專用道上之飽和疏解率及相關特性。

本文主要針對台2省道竹園路段之混合車道進行錄影分析，以獲取機車流之各項車流特性，並嘗試估計機車之PCE值。由於要由現場直接觀測取得機車流之流率與速率關係，有許多的困難與限制【11,12】，本文乃利用已測試及微調後可以合理模擬快慢車道車流特性之號誌化快速公路模擬（SES）模式【11,12】，用以探討機車流之代表性流率與速率關係。本文之成果可以作為國內進行機車交通工程設計、機車專用道規劃與慢車道服務水準分析之參考。

貳、觀測與資料整理方法

2.1 觀測方法

本文以錄影方式進行車流資料調查。調查對象以不受上、下游路口號誌影響之郊區公路，並考量無路邊停車、靠站公車或商家裝卸臨停之車輛干擾，距上游路口有足夠距離以使車流在路段上穩定行駛，觀測路段不在下游路口等候線長度範圍內等。本文選擇台2公路竹園路段由淡水往台北方向為資料蒐集之地點，錄影機架設於台北縣竹園「家樂福」量販店之頂樓（可以有較寬廣之錄影範圍及避免視線受阻礙），以錄影觀測往台北方向之車流。該觀測地點之特性說明如下：

1. 該路段之台2公路為中央實體分隔路型，雙向各為三車道之劃設，因無劃設快慢車道分隔之標線，故機慢車主要行駛於最外側之車道，此亦為本文之主要觀察對象。從觀察資料中發現，有很少數的機車行駛於中間車道，雖該路段僅有最左（內）側車道禁行機車。
2. 往台北方向之車道寬分別為內車道3.5公尺、中間車道3.5公尺、最右車道4.0公尺，另外路肩有0.7公尺。路肩外有約2公尺之人行道（有路樹）。
3. 觀測地點分別距離上、下游路口各約700公尺、400公尺。
4. 路邊雖無紅色之禁止臨時停車標線，但有禁止臨時停車之標誌，故不能路邊停車或臨時停車。觀察時段內未發現因停車對車流產生干擾。
5. 錄影觀測分析時，同時利用美國 Nu-Metrics 公司發展的 NC-97 磁場偵測器，以自動偵測內側快車道上車流狀況。其空間平均速率與密度之關係如圖1所示，空間平均速率與流率關係如圖2所示。

為廣泛了解各種狀況下機車流之流率與速率等行為，錄影時段主要涵蓋昏峰與鄰近時段，乃於民國91年5月21日之16:30~18:30，於竹園「家樂福」頂樓進行觀測錄影，錄影之視界良好，並無視線受遮蔽狀況。

2.2 資料整理方法

1. 時間轉錄：利用時間轉錄器 (timer) 同步轉錄，可得0.01秒之時間精度。
2. 建立觀測時空位置：由於觀測研究之初，已於錄影觀測路段範圍內每5公尺劃定記號（直接於路段上以白色噴漆劃定），故於螢幕上可直接劃上兩條明顯之基準線，長度為15公尺。
3. 紀錄之資料：利用錄放影機停格功能，以人工紀錄調查時段內每一輛汽車或機車通過第一條與第二條基準線之時間及車種，並紀錄是否與其他車輛或車種併行。由此可計算得分析時段內之車流率與速率之關係。
4. 紀錄方式：由於錄影帶之停格功能必須視放影機之功能與準確度而定，本文乃利用較新之技術，將錄影帶加上轉錄器後之影像轉錄為電子檔案，而於電腦之播放軟體上逐格放影，可獲得較精確之資料⁵。

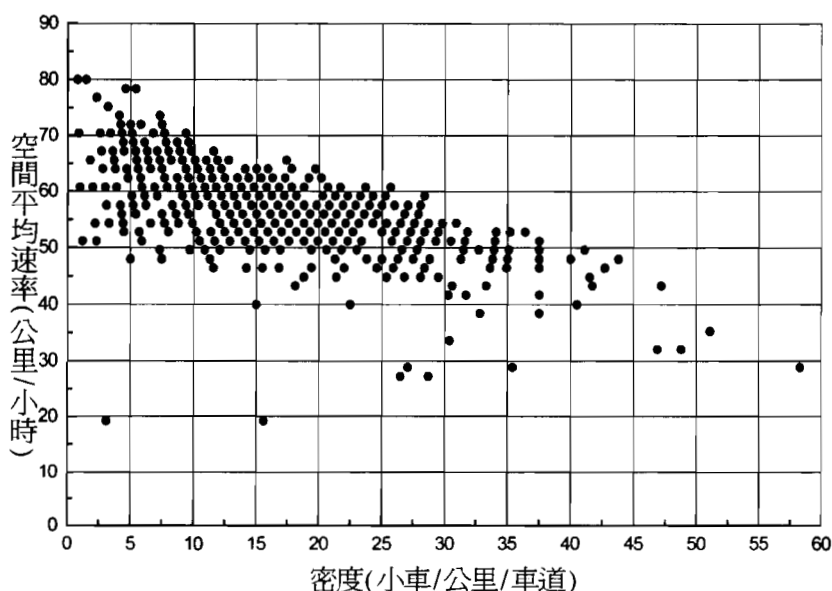


圖1 竹園台2南下1K+700內側快車道平均速率與密度關係

⁵ 根據目前最新之錄影器材顯示，部分廠牌之數位錄影機已具有直接於錄影時紀錄0.01秒時間之功能，預期將十分有助於交通資料之蒐集與整理。

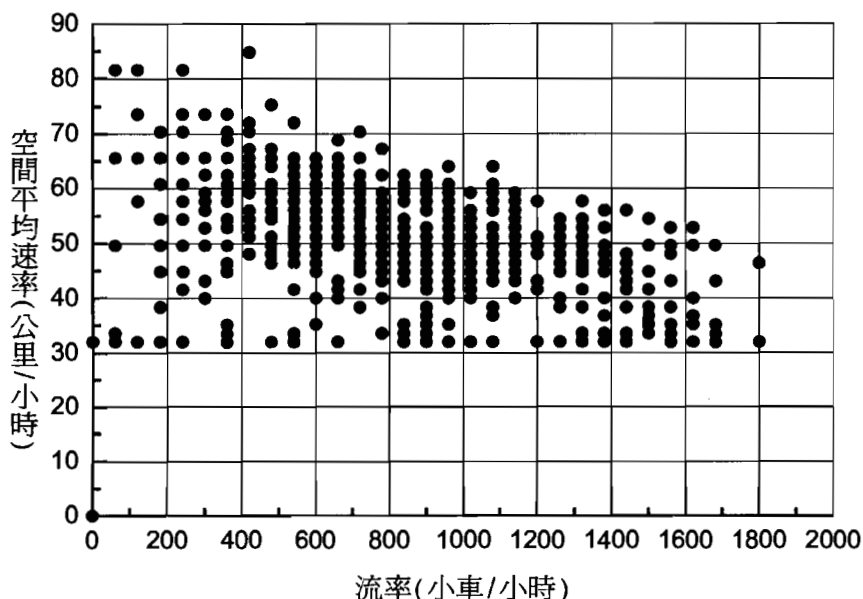


圖 2 竹園台 2 南下 1K+700 內側快車道平均速率與流率關係

參、機車小客車當量值之推計

事實上，多車道郊區公路之慢車道流率甚低，除非是像本文觀測之對象（台 2 竹園路段）接近都市地區，而才有較多樣化之車流行為。本文基於觀察分析之觀點，乃利用台北縣竹園台 2 省道南下外車道之車流特性，以了解多車道郊區公路慢車道可能之車流特性。

竹園台 2 南下調查地點有三車道，在調查時段之 2 小時中，平均流率為 2,539 輛/小時，其中機車占 79.5%，大車只占 1.3%。因可用之車道與路肩相當寬，有不少的機車與小車或大車併行，這些併行之機車流率為 208 機車/小時，占總流率之 8.2%。如不包括併行之機車，並將每輛大車當作 2.0 小車，圖 3 示每分鐘之流率可高達將近 5,000 輛/小時。這些每分鐘流率及相關之資料，可用以估計機車之小車當量（PCE）。其估計手續如下：

- （一）將受號誌影響而速率明顯的在下降中之資料摒棄。換言之，只使用穩定車流狀況下的資料。

(二) 與小車或大車併行之機車不包括在每分鐘之流率中。

(三) 每分鐘之資料依據速率範圍分類，可以估計不同速率時之平均流率及機車之比例。

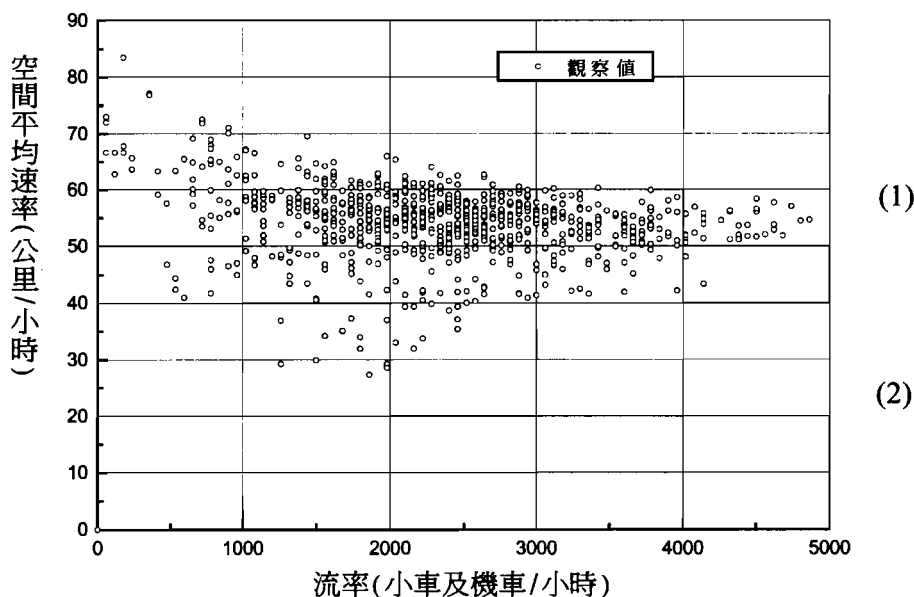


圖3 竹園台2南下慢車道流率與空間平均速率之關係

(四) 如圖4示，如兩車流有相同的平均空間速率，但一車流中之機車比例為 P_1 ，流率為 Q_1 ，另一車流中之機車比例為 P_2 ，流率為 Q_2 ，則 Q_1 與 Q_2 中所有車輛都轉換成小車後之流率應相等。換言之，

$$Q_1(1 - P_1) + Q_1 P_1 E = Q_2(1 - P_2) + Q_2 P_2 E$$

此式中， E 為機車之小客車當量，其值為

$$E = \frac{Q_1(1 - P_1) - Q_2(1 - P_2)}{Q_2 P_2 - Q_1 P_1}$$

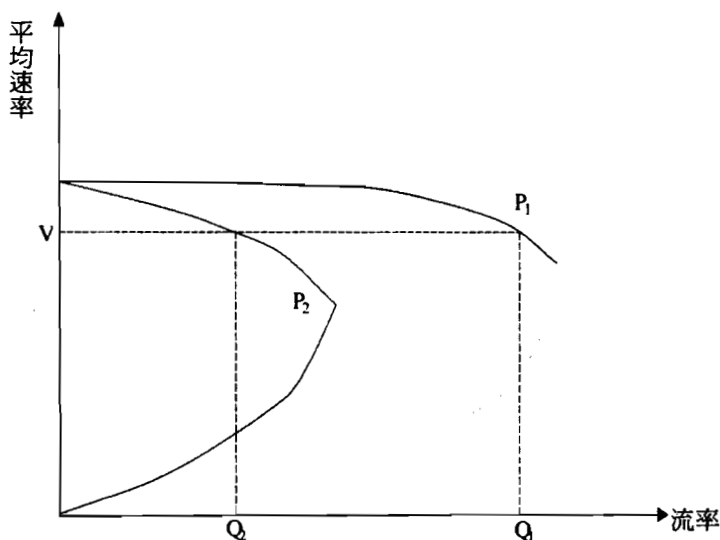


圖 4 對等車流狀況示意圖

從竹園之現場資料可得不同 Q_1 、 Q_2 、 P_1 及 P_2 組合之狀況。每一組合之相關機車當量可利用式 2 估計，結果如表 2 所示，平均當量為 0.36。如包括併行之機車，則平均之當量大約等於 0.33。這些當量值是機車比例將近 0.8（觀測到之機車比例約在 0.52~0.92 之間）之適用值。機車比例增高時，其小客車當量預期會減少。機車比例減少而且少有併行機車時之當量值會增高。未來如能繼續觀測更廣泛之機車組成，則可以進行更多之討論。本文之重點在於利用實際之觀測資料，利用一合理的估計方法以決定一適當的 PCE 值；其數值並無法也不可能適用於所有的混合車流狀況。

如將竹園台 2 南下調查地點之機車利用 0.36 當量轉換成小車，所得之流率與速率關係近似同一地點內側快車道（車道寬 3.5 公尺）上流率與速率之關係，如圖 5 所示。

表 2 機車之小車當量估計值

Q ₁ 流率 (輛/小時)	P ₁ 機車比例 (%)	Q ₂ 流率 (輛/小時)	P ₂ 機車比例 (%)	V 平均速率 (公里/小時)	小客車 當量 (PCE)
2116	52.9	2747	77.3	51.7	0.37
2116	52.9	3131	91.8	52.4	0.42
2747	77.3	3131	91.8	53.1	0.49
1767	52.6	2402	77.4	54.4	0.32
1767	52.6	2898	92.2	55.3	0.35
2402	77.4	2898	92.2	55.4	0.39
1951	77.6	2606	92.4	57.5	0.27
2261	57.4	3390	87.7	52.1	0.33
2035	57.6	2953	87.5	54.4	0.35
2366	67.8	2953	87.5	54.8	0.40
1542	57.9	2439	87.4	58.0	0.28
1857	67.6	2439	87.4	58.1	0.34
2261	57.4	2433	62.8	51.1	0.25
2261	57.4	2589	68.0	51.6	0.29
2589	68.0	2747	77.3	52.2	0.56
2589	68.0	2907	82.3	52.2	0.50
2526	72.5	3390	87.7	52.7	0.24
2526	72.5	2907	82.3	52.2	0.32
2035	57.6	2366	67.8	53.7	0.23
2035	57.6	2366	67.8	53.8	0.23
2035	57.6	2272	72.5	54.1	0.50
2138	62.9	2402	77.4	54.0	0.49
2138	62.9	2953	87.5	54.4	0.34
1857	67.6	1951	77.6	58.3	0.64
1857	67.6	2271	82.5	58.3	0.33
2020	72.4	2271	82.5	58.3	0.39
2020	72.4	2439	87.4	57.6	0.37
1951	77.6	2439	87.4	57.9	0.21
平均 PCE = 0.36					

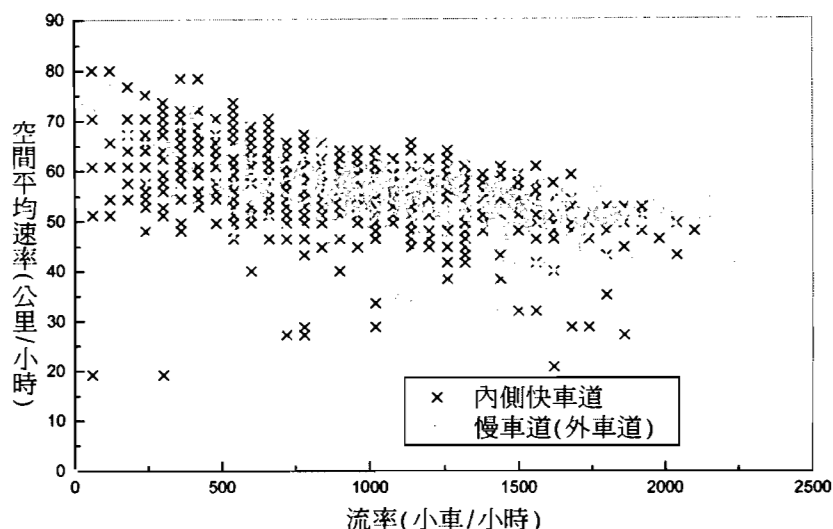


圖 5 竹圍台 2 南下內側快車道及慢車道流率與空間平均速率關係之比較

肆、模擬分析工具

受限於時間與經費，要直接在現場觀測到機車流由不壅塞到壅塞之廣泛車流行為並不容易，且有實質上的困難。但為了進一步了解多車道郊區公路之慢車道機車流之特性關係，本文乃嘗試利用模擬分析 (simulation analysis) 方法來進行分析。本文所使用之工具為交通部運輸研究所 (以下簡稱運研所) 開發之號誌化快速道路模擬 (SES) 模式⁶【11,12】。SES 模式之前身為市區交通系統模擬模式 (Urban Traffic Systems Simulation model, or UTSS model) (亦由運研所開發)【13】，這兩個模擬模式之主要差別在於 SES 模式可模擬較複雜的號誌控制。在使用模擬模式之前，必須先進行測試，以驗證 (validate) 模擬模式能真實反應實際車流行為。經運研所之報告顯示，SES 模式可以合理模擬快慢車道車流特性之號誌化快速公路模擬 (SES) 模式【11,12】，故本文採用以探討機車流之代表性流率與速率關係。

車流模擬模式除必須確實模擬路段中之車流行為外，其是否能有效模擬實境

⁶ 原先 UTSS 模式之相關參數係以市區道路資料建立，而 SES 則已利用郊區公路 (主要是西濱快速公路【11】、其他郊區多車道公路【12】) 決定其相關參數。

之最大關鍵因素，在於是否能確實模擬車流在號誌化路口之車流行爲。在運研所最近的報告【12】指出，SES模式已經驗證能合理的模擬停等車在號誌化路口疏解時之車流特性及在路口之間流率與速率之關係。模擬號誌化路口時之驗證項目至少包括：

1. 模擬之停等車疏解車距 (queue discharge headway) 與停等位置 (queue position) 的關係必須合理，其相關個別車輛疏解車距之分布 (distribution) 也必須合理。
2. 綠燈開始後，停等車抵達在停止線上游一定點 (如上游15公尺處) 之平均到達車距 (arrival headway) 與停等車位置的關係必須合理，其相關個別車輛到達車距的分佈也必須合理。
3. 綠燈開始後，停等車在停止線上游一小路段 (如從停止線開始到上游15公尺處) 上之平均滯留時間 (dwell time) 與停等位置的關係必須合理，其個別車輛滯留時間之分布也必須合理。
4. 號誌化路口之間之流率與速率關係必須合理模擬。

關於目前SES模式處理汽車與機車之互動關係，在快慢車道無實體分隔時之處理方式，分述如下【11】：

1. 讓部分機車使用快車道 (因而有互動關係)。
2. 因紅燈而停等時，機車可繼續超前。
3. 汽車之間，機車可以單獨行車或併行，視交通狀況而定。
4. 快慢之間的摩擦利用快慢車道之自由速率以反應。

汽機車併行的情況目前SES不能模擬。這不是技術上的困難，只要是模擬時記憶體要求 (memory requirements) 之限制【12】。

此外，運研所亦進一步利用「2001年台灣地區公路容量手冊」【13】中有關機車專用道疏解特性的資料，以測試SES模式。根據該手冊之資料，1.8公尺、3.0公尺及4.5公尺寬之機車專用道的飽和疏解率 (saturation discharge rate) 各為2,948、7,596及8,906機車/有效綠燈小時。SES模式之模擬值與上述值之差異在5%之內，具有相當的可靠度。

模擬疏解特性時，SES模式中駕駛員之敏感性的分布及綠燈亮後車輛啓動加速之駕駛員反應時間須隨地點而變。例如西濱快速公路上第一停等車駕駛員之平

均啓動反應時間爲1.5秒，上游其他車輛駕駛員之平均啓動反應時間則爲1.2秒【11】。台北市敦化北路調查路口第一部停等車駕駛員之反應時間則較長，其原因在於該路口之週期長度甚長（215秒），第一部停等車駕駛員有時在綠燈亮後6秒鐘，仍不知道燈號已轉換。至於駕駛員之敏感性，SES模式利用小車正常化的停等車疏解車距（亦即個別疏解車距與平均疏解車距之比值）的分佈，代表敏感性的分佈【11】。經比較模擬與現場停等車疏解之狀況。模擬之平均疏解車距、滯留時間及到達車距之誤差在3%之內，車距及滯留時間的分布也相當合理。

伍、無號誌影響路段慢車道機車流率與速率之關係

任何多車道公路可根據鄰近號誌化路口之位置劃分成如圖6所示之路段。每路段從上游路口停止線起到下游路口停止線爲止【12】。當路段相當長時，路段中點附近的車流可能不受上、下游號誌的影響。目前國內、外容量分析手冊將此不受號誌影響的區段稱爲非號誌影響路段（uninterrupted-flow section），或稱爲無號誌影響區。如這些區域的長度太短，則實質上並沒有額外分析之必要。所以多車道公路之車流特性或容量研究工作之一，在於建立一估計無號誌影響區（即不受號誌影響路段）之長度。無號誌影響區之訂定通常可根據以下兩因素：（1）平均自由速率不受號誌的影響，（2）車流行進不受下游停等或疏解中車輛之影響。

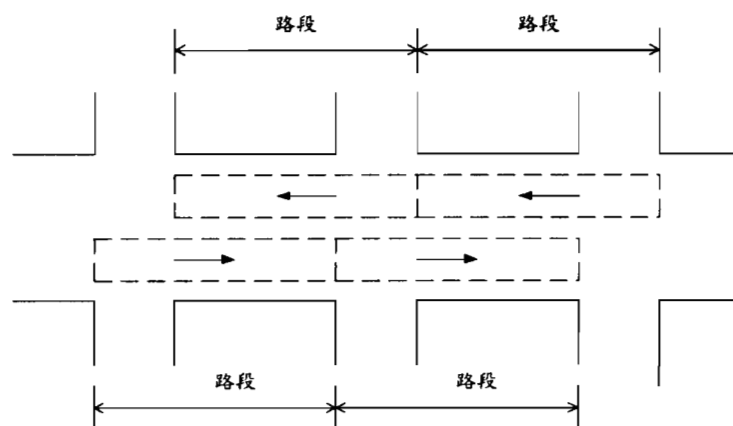


圖6 號誌化路口之間路段示意圖

如圖7所示，L代表在兩號誌路口中間不受號誌影響之路段長度，及代表受號誌影響之路段長度。及受流率及號誌控制策略之影響，並非固定值。如果L太短，則將其相關之路段當成非阻斷性車流路段分析，並無規劃及設計之應用價值。例如路口間距只有3公里，則可能兩個路口間的路段都受號誌之影響。在這種情形之下，將該路段視為非阻斷性車流路段來分析並不合理。原則上，除非L有數公里，兩號誌化路口間之路段不應劃分成阻斷性或非阻斷性路段來分析。

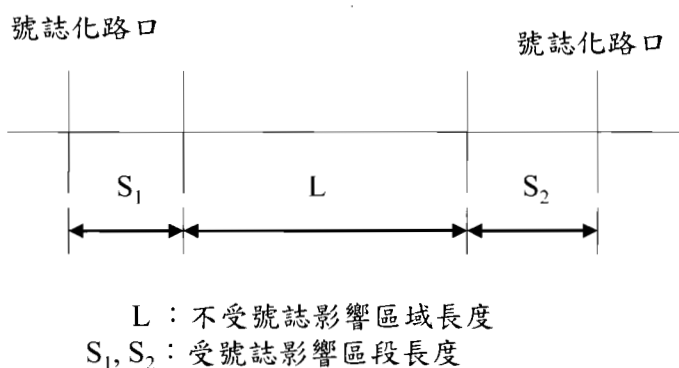


圖 7 路段受號誌及不受號誌影響區域長度示意圖

根據運研所之分析【11】，西部濱海快速公路之號誌化路口間距（inter-section space）在大約2.5公里以下時，平均自由速率深受號誌化路口間距之影響。這現象表示除非號誌化路口間距甚長於2.5公里，則沒有必要分析無號誌影響區。無號誌影響區可假設位於兩鄰近號誌化路口之中點區。如號誌化路口之間距在2.5公里以下，則無號誌影響區不存在。如間距長於2.5公里則有無號誌影響區段，但如該區長度太短則也沒有分析的價值，因為幾乎整個旅程的服務水準及容量都受制於號誌化路口。所以容量分析的工作必須先估計無號誌影響區的長度，以決定是否有必要個別分析無號誌影響區。運研所最近的研究【12】建議除非無號誌影響區超過2.0公里，則不必評估該區之容量及服務水準；經考量2.0公里加上尖峰期間停等車隊之影響區，最後建議採用5.0公里之號誌化路口間距，作為分析及不分析無號誌影響區之門檻值。

圖 8 之現場及模擬資料顯示慢車道流率從 0 增加到大約 1,500 機車/小時之過程中，平均速率顯著的下陷，在較高的流率狀況下，平均速率漸趨穩定。此圖

中之流率不夠高，未能顯示穩定車流狀況及壅塞狀況之界面及相關之容量。「2001年台灣地區公路容量手冊」【13】指出車道寬為1.8、3.0及4.5公尺之慢車道在號誌化路口疏解時之飽和流率分別為2,948、7,596及8,906機車/小時，疏解車輛向下游行進時，如不能變換車道，則疏解車隊有擴散之可能。換言之，慢車道在路口下游的容量可能低於其在路口之飽和流率，但目前沒有可靠的現場資料以確定這種現象是否存在。

根據圖9之模擬結果，圖10顯示1.8公尺、3.0公尺及4.5公尺寬之慢車道上流率與平均速率之可能關係。寬為1.8公尺而且空間平均自由速率能維持大約在50公里/小時之慢車道的流率，從0增加到約2,800機車/小時之後，模擬車流從穩定進入壅塞狀況，其對應容量大約為2,800機車/小時。寬為3.0公尺而且平均自由速率大約為40公里/小時之慢車道的容量則大約為7,000機車/小時。寬為4.5公尺而且平均自由速率為62公里/小時左右之慢車道容量預期可超過8,000機車/小時。

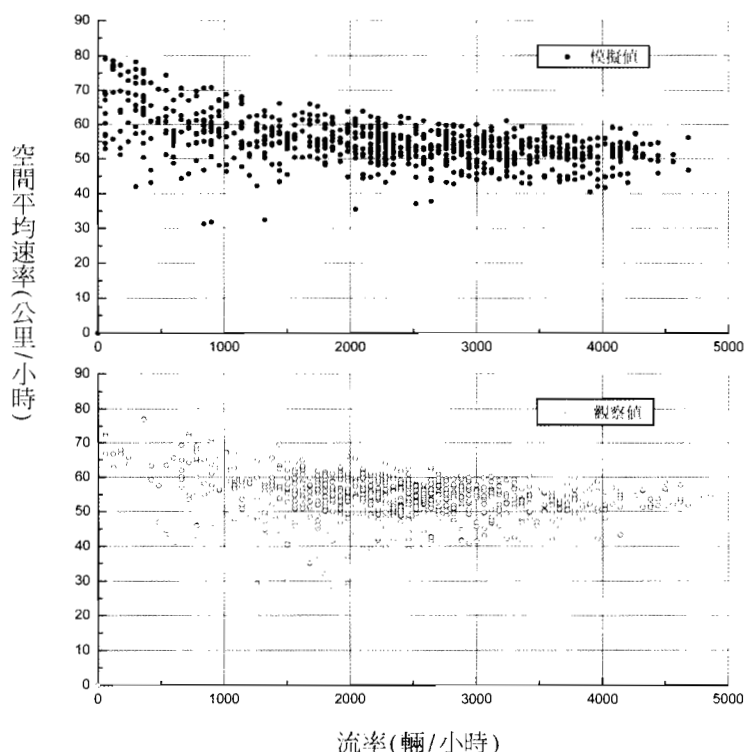


圖8 竹圍台2南下慢車道模擬及現場流率與速率關係之比較

車道寬相同但平均自由速率不同之慢車道，很可能跟快車道一樣有不同之流率與速率關係，其對應容量亦不相同。根據模擬之結果，圖 10 顯示，車道寬在 1.8 與 4.5 公尺之間，平均自由速率在 40 與 65 公里/小時之間的情況下，慢車道車流之流率與平均速率之關係。以寬為 3.0 公尺之慢車道為例，如其平均自由速率可達 65 公里/小時，則其流率從 0 增加到大約為 7,500 機車/小時之後，車流從穩定狀況進入壅塞狀況，其對應容量大約為 7,500 機車/小時。如車道寬（3.0 公尺）不變，平均自由速率只有 40 公里/小時，則容量降低，只有 7,000 機車/小時左右。

根據圖 10，在各種車道寬及平均自由速率之情況下的模擬容量（請見表 3）可用以協助評估服務水準。

表 3 平直慢車道在不同平均自由速率之容量

車道寬 (公尺)	平均自由速率 (公里/小時)					
	40		55		65	
	容量 (機車/小時)	臨界速率 (公里/小時)	容量 (機車/小時)	臨界速率 (公里/小時)	容量 (機車/小時)	臨界速率 (公里/小時)
1.8	2,700	33.7	2,800	45.5	2,820	53.2
2.5	5,030	31.0	5,320	41.3	5,400	48.2
3.0	6,980	29.7	7,370	39.8	7,600	46.9
4.5	7,270	29.5	8,070	39.4	8,600	46.7

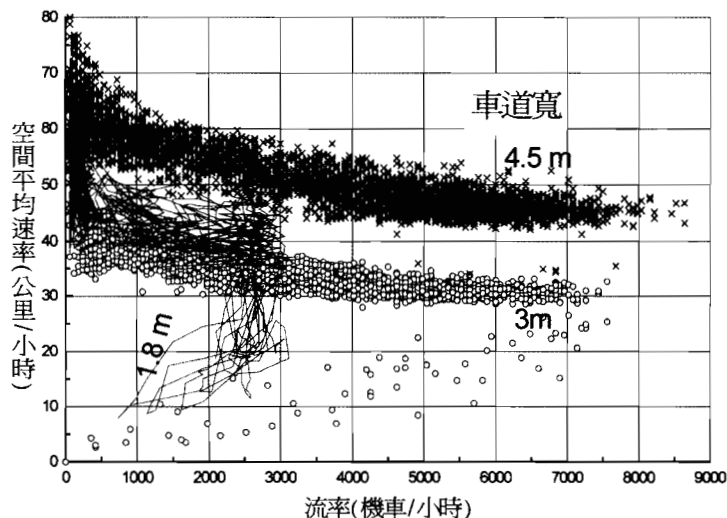


圖 9 慢車道流率與空間平均速率之模擬關係（1 分鐘資料）

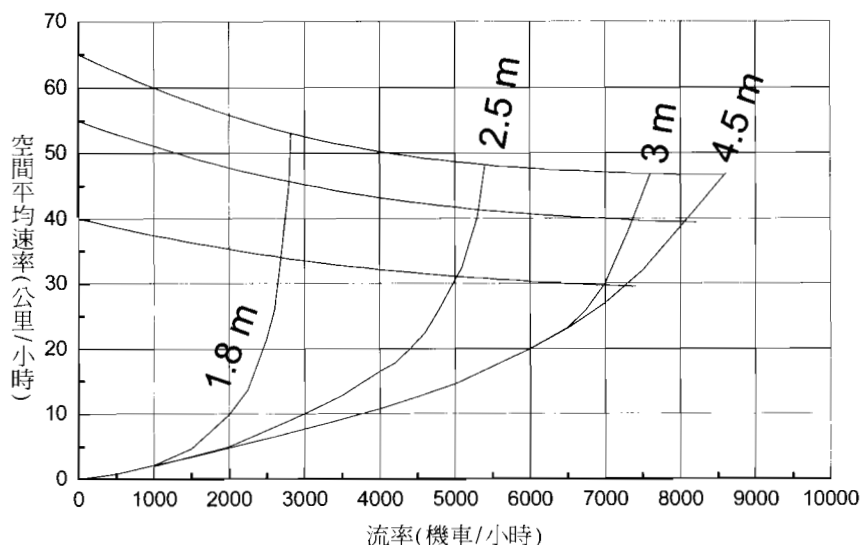


圖 10 慢車道流率與空間平均速率模擬之代表性關係

根據模擬資料，圖 10 可用以估計慢車道機車流率與空間平均速率在不同車道寬及空間平均速率狀況下的可能關係。依此，如要分析慢車道時，所有車輛須轉換成機車，其相關之車種調整因素如下：

$$f = \frac{1}{P_{s2}E_{s2} + P_{t2}E_{t2} + P_{m2}} \quad (3)$$

此式中

P_{s2} = 小車在慢車道上之比例；

P_{t2} = 大車在慢車道上之比例；

P_{m2} = 機車在慢車道上之比例；

E_{s2} = 小車之機車當量（建議值：3）；

E_{t2} = 大車之機車當量（建議值：6）。

陸、討 論

根據密度為績效指標之服務水準劃分方法，應適用郊區公路之快車道車流，但很難用於評估慢車道在不同幾何設計（如車道寬）狀況下的服務水準。這問題

主要原因是慢車道之車道寬對機車車流有相當複雜之影響。如圖8所示，1.8公尺寬空間平均自由速率55公里/小時的慢車道容量大約為2,800機車/小時，其相關密度大約為61機車/公里/車道（33.9機車/公里/公尺寬度）。車道寬增加到3公尺時，容量增為7,100機車/小時，其相關密度大約為178機車/公里/車道（59.3機車/公里/公尺寬度）。如車道寬再增為4.5公尺時，容量則只有小額增加，達7,950機車/小時左右，其相關密度大約為201機車/公里/車道（44.7機車/公里/公尺寬度）。在這情形之下，每公尺車道寬度內密度相同之車流特性隨車道寬而有很大的變化。所以固定的密度標準不適合用以劃分慢車道之服務水準。

利用速率以劃分慢車道之服務水準也有困擾。如圖8所示，從自由旅行狀況到進入壅塞狀況之範圍內，空間平均自由速率的變化大約只有15公里/小時。如將這速率的變化分成五個等級的服務水準，則平均每級之間只有3公里/小時之差異。目前容量分析時用以估計平均速率之方法的誤差，很可能超過3公里/小時。

在這情形之下，本文初步建議利用需求流率與容量之比值，以劃分郊區公路慢車道之服務水準，如表4所示。表4中所指的需求流率代表尖峰15分鐘內欲通過一路段之流率。規劃分析時之需求流率為預測值。作業分析時之需求流率可能是觀測值或假設之流率。如一路段有嚴重的壅塞車流狀況，現場調查以估計尖峰15分鐘之需求流率須依據在壅塞地點上游的流率。

表4 郊區公路慢車道服務水準劃分標準

需求流率/容量比	服務水準等級
0~0.20	A
0.21~0.40	B
0.41~0.60	C
0.61~0.80	D
0.81~1.00	E
>1.00	F

柒、結語

機車為國內之主要交通工具之一，而機車混流情形為一特殊交通特性。雖然國內曾投入許多研究於混合車流行為，但對於機車之基本交通參數（包括流率、速率與密度關係）的探討仍十分欠缺。本文的初步研究成果係屬於一小型基礎研究，未來仍有必要再深入廣泛之探討。

本文所應用之SES模式，已驗證顯示可合理的模擬快慢車道之車流特性。後續之相關研究應可以利用此一工具，作其他相關課之研究。

文中最後提出之機車道流率與速率關係，以及以需求流率與容量比作為評估慢車道服務水準之建議，可以提供交通界之討論基礎，因為服務水準的劃分並沒有絕對的客觀標準，仍必須在符合作業需求下，尋求各界之共識。

參考文獻

1. 藍武王、張瓊文，快慢分隔道路機車行進行為之觀測，中華民國第三屆機車研討會論文集，民國90年4月。
2. 許添本、鄭雅文，「巷道汽機車車流特性比較研究」，運輸學刊，第十一卷第四期，第1-18頁，民國88年12月。
3. 交通部運輸研究所，機車車道寬度與路口疏解型態之研究，民國88年。
4. 湯儒彥，機車速率與車道寬度需求關係分析，中華民國第二屆機車交通安全研討會學術論文集，第95-103頁，民國87年。
5. 許添本、簡正詮、王義川，直行機車停等專用區紓解特性之研究，中華民國第二屆機車交通安全研討會學術論文集，第155-164頁，民國87年。
6. 邱宏華，號誌化交叉路口機車延滯特性之研究，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國84年6月。
7. 許添本、游政霖、彭玉好，「機車行駛空間車道化構想與車流特性初步研究」，運輸，第二十八期，第19-36頁，民國84年。
8. 陳世泉，混合車流中機車駕駛行為之分析，國立台灣大學土木工程研究所碩士論文，民國82年6月。

9. 龍天立、顏上堯，混合車流狀況下市區號誌交叉路口車流疏解特性與容量參數之研究，中華民國第二屆運輸學會年會學術研討論文集，第95-103頁，民國76年12月。
10. 林大煜，「台北市天津街機車專用道之交通量及特性分析」，運輸計劃季刊，第八卷，第二期，第231-244頁，民國68年6月。
11. 交通部運輸研究所，台灣地區城際快速公路容量及特性研究-西部濱海快速公路部分，民國91年6月。
12. 交通部運輸研究所，台灣地區多車道郊區公路容量及特性研究（一），民國92年4月。
13. 交通部運輸研究所，2001年台灣地區公路容量手冊，民國90年3月。

（92/04/08 收稿，92/11/10 第一次修改，92/11/14 定稿）

