

九十七年道路交通
安全與執法研討會
中華民國97年10月

臺北市幹道自由車流速率特性之初探

曾平毅¹ 張瓊文² 黃嘉承³ 林彥妤⁴

摘要

本研究主要針對臺北市之幹道進行現場調查與分析工作，以期探討都市幹道之自由車流速率特性。本研究將都市幹道（速限為50公里/小時）依中央分隔類型與車道數區分六種基本類型，並於臺北市之六條幹道以雷射測速槍在兩號誌化路口之中點，蒐集自由車流速率之現場資料。調查對象包括「禁行機車道」之小車及混合車道之小車與機車自由車流速率資料。各車道之小車與機車自由車流速率資料，經檢定發現均呈現常態分佈。進一步分析發現，中央為實體分隔型式之第一快車道小車平均自由車流速率，高於中央為標線分隔型式之第一快車道小車平均自由車流速率；在各類型幹道上小車或機車之平均自由車流速率，呈現愈向外側車道而降低之現象；不同類型幹道上平均自由車流速率受到兩號誌化路口間距之影響，且有隨著間距增加而平均自由車流速率上升之趨勢；同一混合車道上，機車的平均自由車流速率通常較小車來得高。

關鍵詞：都市幹道、自由車流速率、號誌化路口

壹、前言

都市幹道在城際交通中扮演相當重要的角色，但目前國內針對都市幹道自由車流速率（free-flow speed，以下簡稱自由速率）的研究，主要依據交通部運輸研究所（以下簡稱運研所）之「2001年臺灣地區公路容量手冊」（以下簡稱臺灣HCM）[1]，而其中有關幹道自由速率分析仍缺乏本土性之現場資料。因此，本研究乃針對臺北市之幹道進行現場調查與分析工作，以期探討都市幹道之自由速率特性。

目前為了評定不同交通設施服務品質的好壞，常利用績效指標(Measure of Effectiveness, MOE)來劃分不同交通設施之服務水準(Level of Service, LOS)，而最常見

1 中央警察大學交通學系暨交通管理研究所教授。
2 交通部運輸研究所運輸計畫組研究員。
3 臺中縣警察局交通隊分隊長，中央警察大學交通管理研究所碩士。
4 中央警察大學交通管理研究所研究生。

的劃分方法是將服務水準等級區分為六級（由A到F），A級為最佳服務水準，反之F級則為最差。因不同交通設施具有不同的交通特性，故用來劃分服務水準等級的績效指標也不盡相同[1]。例如：密度(density)及平均速率(average speed)的高低常用來劃分高速公路的服務水準等級，而延滯(delay)的高低則常用於劃分號誌化路口之服務水準等級。然就都市幹道服務水準等級的評估，則大部分使用平均旅行時間(average travel speed)來衡量。

運研所於民國90年初所發行之「2001年臺灣地區公路容量手冊」[1]，為目前臺灣地區公路容量分析之主要參考資料。其中對於都市幹道之定義，係指下列幾項性質：(1)市區號誌化街道；(2)其道路連貫性佳，常能穿越半個市區以上；(4)其號誌化交叉路口之間隔通常在3公里以內；(5)路寬在20公尺以上，且為四線快車道；(5)在各路口之轉向交通量比例通常在20%以下之都市道路，而其主要功能在擔負市區內或聯外之高流量直行車旅次。

然而目前臺灣HCM手冊第十六章有關都市幹道之容量分析模式，絕大多數是參考美國公路容量手冊之內容，但兩國之公路環境與相關設施皆不盡相同，故在適用上難免會與臺灣實際道路狀況有所差異。而其中將都市幹道依設計及功能劃分為9類，同時將各級幹道之平均速率從I-A級之65公里/小時降到III-C級之30公里/小時。如此分類方式或許過於簡化，在實際適用上對於道路劃分等級相同，但不同車道數之幹道，其平均自由旅行速率也許就有可能不同[2]。

交通部運研所目前正進行臺灣HCM第十六章都市幹道之修訂工作[2]，本研究之內容說明影響自由速率之影響因素及現場調查方法，並利用實地調查與分析臺北市之自由速率資料，以提供國內交通界之參考。

貳、自由速率之影響因素

根據2000年美國公路容量手冊（以下簡稱美國HCM）[3]對於自由速率之定義如下：

- 一、當密度為零時，也就是沒有車輛出現時，理論之車流速率，單位為公里/小時。
- 二、在低流量之情況下，車輛通過沒有號誌化路口之市區街道基本路段(segment)之平均速率。
- 三、在低流量情況下，自小客車(passenger cars)通過一基本之高速公路或多車道公路基本路段之平均速率。

Reilly等人[4]對於自由速率是指：「在不超過1,400 pcphpl之低到中等車流量下所

測得之小客車平均速率。」

而May[5]指出：「自由速率為自由車流情況(free-flow conditions)下，流量接近零時之速率。」而自由速率為基本連續車流關係圖(basic stream flow diagrams)中二個特殊速率參數之一。

自由速率之研究有其重要性，在國外有許多用以估計旅行速率、車輛延滯、車流對空氣污染及油耗量之模式，皆須利用空間平均自由速率作為輸入值[6]。美國2000HCM分析都市幹道亦以自由速率為基礎輸入參數[3]。模擬車流之電腦模式則須依據時間平均自由速率及個別自由速率之分佈，以模擬個別車輛之行為[7,8]。在公路容量分析方面，McShane等人[9]指出任何分析高速公路及多車道公路者包含該設施之合適自由速率之確定，藉以確認分析時所需使用正確之速率-流率曲線(speed-flow curve)。瑞典所發展之容量分析方法[10]亦特別考量自由速率之估計，以決定適當的流率與速率關係。美國2000HCM[3]利用空間平均自由速率以訂定在分析有阻斷性車流之公路時，應使用的代表性速率與流率關係。因為自由速率有高度之重要性，國外對自由速率特性之研究，仍陸續進行中[11,12,13]。

目前國內交通界對自由速率之研究及了解非常有限。臺灣HCM[1]雖然已顯示不同自由速率之高速公路及市區高架道路有不同之流率與速率的關係，但該手冊仍沒有可靠的自由速率資料，以分析其他種類之公路。

影響自由車流速率的主要因素有道路幾何條件、車輛間交叉干擾以及交通控制等，道路幾何條件包括車道數、車道寬、設計速率、設施型態與發展環境等，車輛間交叉干擾包括車輛組成百分比、車輛轉向百分比等，而交通控制（包含號誌及標誌之管制）的主要影響在於其對車流所造成的減速或停止現象。

美國2000HCM[3]指出，影響自由速率之因素有：(1)車道寬度(lane width)，(2)橫向淨距(lateral clearance)，(3)中央分隔型態(median type)，(4)進出口(access point)，(5)平豎曲線(horizontal and vertical alignments)，(6)速率限制(posted speed limits)，(7)超速執法(speed enforcement)等。Ye等人[14]指出，一般認為最顯著之自由車流速率之影響因素為：(1)速率限制(speed limit)，(2)車道數(number of lanes)，(3)道路等級(road classification)，(4)土地使用(land use)，(5)卡車百分比(truck percentage)，(6)氣候(weather)，(7)能見度(visibility)，(8)一天中之時段(time of day)，(9)駕駛者特性(driver characteristics)等因素。

Reilly等人[4]於1989年的研究指出：(1)速限愈低時，其自由車流速率會趨於較低。(2)在曲度或坡度受到限制之公路路段上，自由車流速率會趨於較低。(3)自由

車流速率之決定為容量及服務水準分析工作之首要工作。

Harkey等人[15]於1990年的研究則發現：(1)平均自由速率比速率限制高出1至8 mph；(2)第85百分位數速率比速率限制高出6至14 mph，比平均自由速率高出4至7 mph；(3)各種速率限制等級狀況下，全天之自由速率無一致性的增加或減少；(4)觀察之大部分(70.2%)自由車流駕駛者未遵守設立之速率限制。

Agent等人[12]於1998年的研究指出：(1)大部分之各級公路之自由速率高於速率限制；(2)小車之車流速率稍微高於大車；(3)自由速率未隨速率限制之改變而大幅改變。

Ye等人[14]在2001年的研究發現：(1)同樣情境下，小車之平均自由速率高於大車者；(2)小車與大車白天之平均自由速率均高於夜間者；(3)當大車百分比增加時，所有之自由速率增加；(4)除小車夜間者無顯著影響外，較高速限者有較高之自由速率；(5)郊區之自由速率高於市區者；(6)高速公路自由速率高於非高速公路之道路設施者；(7)車道數目對於自由速率有負面之影響。

Kyte等人[11]於2000年則曾特別探討氣候相關因素（如雨、雪及霧等），對於公路容量與自由速率之影響。Panos[23]等人於2003年在底特律公路進行的研究指出，氣候相關之影響因素，除大雨(雪)會影響公路容量外及速率外，雨後潮溼的路面環境亦會影響自由車流速率。

參、幹道自由速率之調查方法

本研究針對臺北市進行幹道自由速率之調查工作，工作重點為：

一、市區幹道類型之選擇

本研究將市區幹道依中央分隔型式之不同，區分為中央標線分隔型式、中央實體分隔型式以及設有快慢分隔型式三大類，再依單向車道數來進行劃分。故本研究將都市幹道（速限為50公里/小時）依中央分隔類型與車道數區分為下列六種基本類型：(1)中央標線分隔，單向2車道；(2)中央標線分隔，單向3車道；(3)中央實體分隔，單向2車道；(4)中央實體分隔，單向3車道；(5)中央實體分隔，單向4車道；(6)中央標線分隔，有快慢實體分隔設施（分隔島左側有2快車道，右側2慢車車道）。

二、調查方式與內容

本研究以雷射測速槍(laser gun)在兩號誌化路口之中點，並選擇市區交通離

峰時間(假日或非上、下班時間)進行觀測，蒐集自由車流速率之現場資料。且本研究所欲蒐集之自由車流速率資料，其車輛應具有下列幾點行駛特性：

- (一) 不能受前後車輛之影響(如前車煞停或其它車輛變化車道駛入之減速情形等)，故同車道沒有其它車輛併行，且與前車至少有4秒以上之車距(headway)。
- (二) 不受號誌之影響而通過該路段，故不包括在上游路口停等紅燈而起步之車輛，而且該車輛通過路段時下游號誌仍為綠燈(避免受測車輛減速停等)。

三、資料分析與檢核

依計畫實際執行調查後所蒐集到之現場資料，透過系統化之整理及初步之檢核，如現場資料經檢核後，所需排除異常數值過多，使得現場資料不足時，應了解異常值過多之原因並加以排除後，再進行現場資料的補充調查，以利後續的分析。

因考量都市幹道上大車數量不多，在有限的調查時間內不易蒐集足夠可供分析的樣本數量，故本研究不將其列入後續分析處理。同時在選定路段進行調查工作時，需分別蒐集禁行機車之「快車道」上之小車自由速率樣本，以及「混合車道」上之小車及機車自由速率樣本。有關調查車道之劃分，在無快、慢車道分隔之道路上，車道從左到右分別依實際之使用情況，訂為如圖1(a)所示之車道使用情形；如該路段設有快、慢分隔，則實體分隔左側及右側之道路視同兩不同獨立道路來劃分使用情形，如圖1(b)所示。

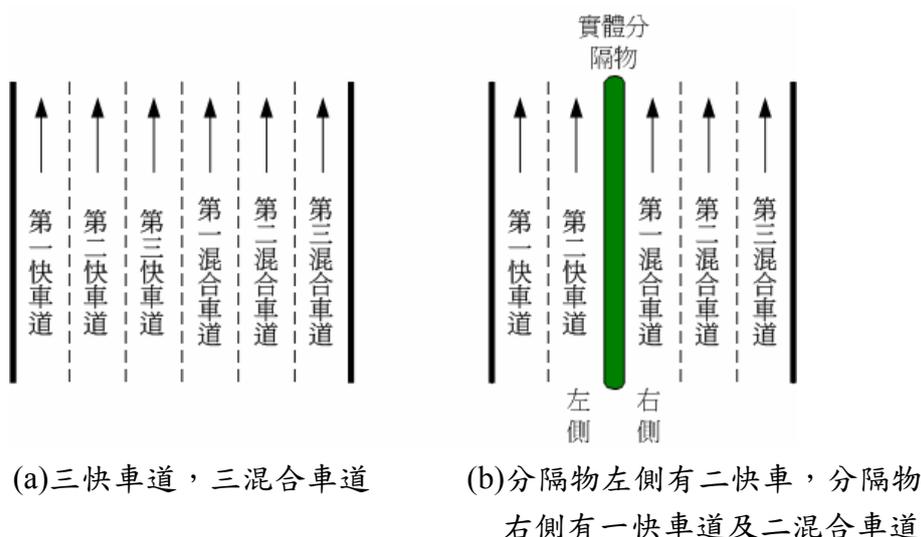


圖 1 快車道及混合車道編號示意圖

在調查現場使用雷射測速槍蒐集自由速率樣本資料時，須先確定該路段中點位置，以便尋找適合之測速位置(不影響駕駛人駕駛行為之處所)，而其調查地點示意圖如圖2所示，受觀測的車輛位置位於兩號誌化路口間之中點，簡言之，假定兩號誌化路口之間距(以上游路口停止線到下游路口停止線為測量基準)為 S ，則測速地點在圖2之 $S/2$ 處。同時為避免對行進車輛之影響，調查時以選擇固定障礙物(如分隔島上路樹、路側停車格之停等車輛後方等)，來進行調查。另外因調查時之觀測位置與被觀測車輛間需要一定的空間，如圖3之 L ，且就物理學上之觀點而言，於路側觀測行進間車輛之車速時，此距離與被觀測車輛之間之夾角(θ)會影響測速所得資料之正確性，故針對其夾角進行餘弦校正。

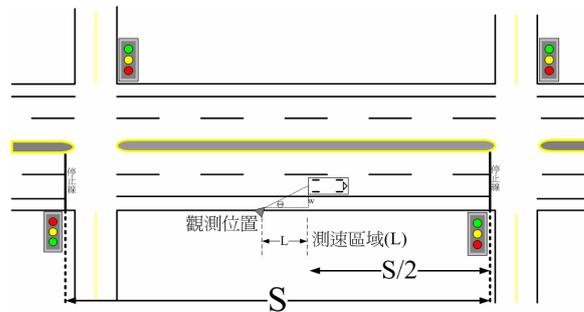


圖 2 自由車流速率調查示意圖

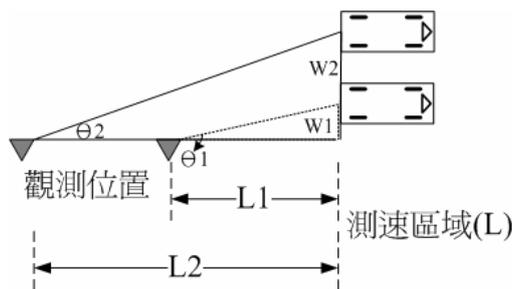


圖 3 自由車流速率調查示意圖

臺灣HCM[1]曾建議，測速方向與車行方向應控制在 15° 為原則，如此其實際速度約會低估3.4%左右；若取樣角度在 10° 以下，則低估之誤差約在1.5%左右。故本研究將夾角(θ)控制在小於 15° 左右。以圖3所示，可利用控制角度 θ 與被觀測車道之車輛距離路側之橫向距離 W (其中最右側車道為 $W1$ ，最右側第二車道為 $W2$ ，餘此類推)，以決定調查時與受觀測車輛之縱向距離 L (如最右側車道 $W1$ 之位置至少應有 $L1$ 公尺，最右側第二車道 $W2$ 之位置至少應有 $L2$ 公尺，餘

此類推之)。因此，本研究分別針對路側第1至第4車道，以目前最常見之每車道寬度3公尺估計，推算出表1之最低L值。換言之，在路側觀測自由速率時，應配合幹道之單向車道數，選取適當的縱向距離(L)，以確保夾角小於15°，以降低觀測時誤差。

表 1 不同受測車道(W)在夾角<15°下，調查時受測車輛之最低縱向距離(L)

	受測車輛之車道位置			
	路側第 1 車道 (W1=3 公尺)	路側第 2 車道 (W2=6 公尺)	路側第 3 車道 (W=9 公尺)	路側第 4 車道 (W=12 公尺)
最低 L 值	11.2 公尺	22.4 公尺	33.6 公尺	44.8 公尺

註：每一車道寬度以 3 公尺計算，基於保守起見，均以車輛在車道左側被觀測。

經由現場調查之六條臺北市幹道之基本資料（包括平面幾何配置、路側道路使用情形等），詳如表2所示。

表 2 臺北市幹道自由速率調查對象之性質

編號	起點	迄點	長度 (m)	車道寬度(m)				備註
				第1	第2	第3	第4	
型 I 幹道：臺北市八德路往西（中央標線分隔，單向二車道，往西）								
I-1	遼寧街	安東路	90	3.0(混)	3.3(混)	-	-	無停車格
I-2	龍江路	二段210巷	150	3.1(混)	3.4(混)	-	-	無停車格
I-3	復興南路	遼寧街	200	3.0(混)	3.2(混)	-	-	無停車格
I-4	四段91巷	監理處	250	3.0(混)	3.4(混)	-	-	無停車格
I-5	北寧路	敦化北路	340	3.0(混)	4.2(混)	-	-	無停車格
I-6	基隆路	四段295巷	385	3.0(混)	4.4(混)	-	-	停車格2.1m
型 II 幹道：臺北市八德路往東（中央標線分隔，單向三車道，往東）								
II-1	二段174巷	二段210巷	100	3.0(快)	3.0(混)	3.2(混)	-	停車格2.0m
II-2	二段210巷	龍江路	150	3.0(快)	3.0(混)	3.2(混)	-	停車格2.1m
II-3	遼寧街	復興北路	160	3.0(快)	3.0(混)	5.0(混)	-	公車停靠區2.5m
II-4	四段106巷	東寧路	185	3.0(快)	3.0(混)	3.6(混)	-	無路旁停車
II-5	復興北路	二段366巷	215	3.0(快)	3.0(混)	3.4(混)	-	停車格2.1m
型 III 幹道：臺北市敦化南北路(中央標線2快車道，快慢分隔混合車道，往北)								
III-1	長春路	敦北199巷	160	2.9(快)	2.8(快)	3.1(混)	-	
III-2	敦北199巷	民生東路	210	2.8(快)	2.7(快)	3.1(混)	-	
III-3	南京東路	長春路	300	2.8(快)	2.8(快)	3.0(混)	-	
III-4	八德路	南京東路	390	2.9(快)	2.8(快)	3.0(混)	-	
III-5	民生東路	民權東路	440	2.8(快)	2.7(快)	3.0(混)	-	
型 IV 幹道：臺北市興隆路（中央實體分隔，單向二車道，往北）								
IV-1	一段83巷	萬盛街	85	3.0(快)	3.1(混)	-	-	停車格2.0m
IV-2	景明街	一段83巷	160	3.0(快)	3.1(混)	-	-	停車格2.0m
IV-3	興順街	景明街	190	3.0(快)	3.1(混)	-	-	停車格2.0m
IV-4	辛亥路	二段220巷	200	3.0(快)	3.6(混)	-	-	路側停車2.2m
IV-5	忠順街	木新路	260	3.0(快)	3.3(混)	-	-	停車格2.0m
型 V 幹道：臺北市復興南路往北（中央實體分隔，單向三車道，往北）								
V-1	瑞安街	瑞安街23巷	130	3.0(快)	3.0(混)	3.0(混)	-	停車格2.1m
V-2	二段151巷	瑞安街	170	3.0(快)	3.0(混)	3.0(混)	-	無停車格
V-3	仁愛路	一段116巷	190	3.0(快)	3.0(混)	3.1(混)	-	停車格2.4m
V-4	二段193巷	二段151巷	210	3.0(快)	3.0(混)	3.0(混)	-	無停車格
V-5	瑞安街23巷	信義路	230	3.0(快)	3.0(混)	3.0(混)	-	無停車格
V-6	信義路	東豐街	310	3.0(快)	3.0(混)	3.0(混)	-	公車停等區2.4m
型 VI 幹道：臺北市忠孝東路（中央實體分隔，單向四車道，往東）								
VI-1	四段216巷	延吉街	155	3.0(快)	3.0(快)	3.0(混)	3.9(混)	無停車格
VI-2	紹興南路	杭州南路	180	3.0(快)	3.0(快)	3.0(混)	5.0(混)	公車停靠區2.5m
VI-3	三段217巷	三段257巷	195	3.0(快)	3.0(快)	3.0(混)	3.6(混)	無停車格
VI-4	復興南路	大安路	250	3.0(快)	3.0(快)	3.0(混)	3.2(混)	無停車格
VI-5	延吉街	光復南路	310	3.0(快)	3.0(快)	3.0(混)	3.7(混)	無停車格
VI-6	光復南路	逸仙路	400	3.0(快)	3.0(快)	3.0(混)	3.9(混)	無停車格

肆、臺北市幹道之自由車流速率特性分析

前述在表2臺北市所蒐集之現場自由速率資料，經整理如表3所示。這些地點之資料經K-S檢定，均服從常態分布(normal distribution)。

表3 現場自由速率調查資料整理

編號	路口間距 (公尺)	車道	車種	樣本 數	平均值 (公里/小時)	標準差 (公里/小時)	估計誤差 (公里/小時)
I-1	90	1	小車	54	42.4	5.0	1.3
			機車	50	47.3	5.6	1.6
		2	小車	33	35.6	3.4	1.1
			機車	41	38.4	5.0	1.5
I-2	150	1	小車	57	46.5	5.9	1.5
			機車	51	46.6	6.0	1.6
		2	小車	38	39.2	2.6	0.8
			機車	50	39.2	5.9	1.6
I-3	200	1	小車	48	44.8	4.5	1.3
			機車	51	47.3	4.8	1.3
		2	小車	40	39.1	2.7	0.9
			機車	48	39.9	3.8	1.1
I-4	250	1	小車	57	45.0	4.4	1.2
			機車	52	46.2	4.6	1.3
		2	小車	57	40.0	3.8	1.0
			機車	54	39.6	5.5	1.5
I-5	340	1	小車	50	50.2	4.7	1.3
			機車	52	51.3	6.0	1.6
		2	小車	53	45.4	3.5	0.9
			機車	52	44.2	4.7	1.3
I-5	385	1	小車	46	48.8	5.2	1.5
			機車	48	53.9	6.7	1.9
		2	小車	43	42.2	4.3	1.3
			機車	53	42.2	5.1	1.4
II-1	100	1	小車	54	48.9	4.3	1.2
			機車	58	45.3	4.1	1.1
		2	小車	51	49.4	5.2	1.4
			機車	30	40.8	2.1	0.7
II-2	150	1	小車	30	40.1	3.4	1.2
			機車	51	50.2	5.9	1.6
		2	小車	50	46.9	4.4	1.2
			機車	52	49.2	5.2	1.4
II-3	160	3	小車	50	42.6	3.9	1.1
			機車	50	42.6	3.9	1.1
		1	小車	53	48.0	5.0	1.3
			機車	52	43.8	4.3	1.2
II-4	185	2	小車	50	48.2	6.0	1.7
			機車	50	48.2	6.0	1.7
		3	小車	30	39.9	2.3	0.8
			機車	30	43.1	3.2	1.2
II-4	185	1	小車	51	50.6	5.6	1.5
			機車	53	44.7	5.0	1.4
		2	小車	52	47.7	5.2	1.4
			機車	52	47.7	5.2	1.4
3	小車	34	40.2	3.2	1.1		
	機車	45	40.1	3.4	1.0		

表 3 現場自由速率調查資料整理 (續 1)

編號	路口間距 (公尺)	車道	車種	樣本 數	平均值 (公里/小時)	標準差 (公里/小時)	估計誤差 (公里/小時)		
II-5	215	1	小車	54	48.9	5.2	1.4		
			機車	53	45.7	4.8	1.3		
		2	小車	55	47.7	4.8	1.3		
			機車	41	39.3	3.8	1.2		
		3	小車	45	41.3	4.4	1.3		
			機車						
III-1	160	1	小車	52	54.8	5.6	1.5		
			機車	52	55.4	5.6	1.5		
		2	小車	38	52.7	6.3	2.0		
			機車	40	53.5	6.6	2.0		
		3	小車	36	45.9	4.9	1.6		
			機車	47	48.5	6.9	2.0		
		III-2	210	1	小車	52	54.8	5.6	1.5
					機車	52	55.4	5.6	1.5
2	小車			38	52.7	6.3	2.0		
	機車			40	53.5	6.6	2.0		
3	小車			34	49.5	4.5	1.5		
	機車			41	51.8	6.6	2.0		
III-3	300			1	小車	100	54.3	7.5	1.5
					機車	82	57.1	8.1	1.7
		2	小車	43	50.1	6.1	1.8		
			機車	32	53.6	5.3	1.8		
		3	小車	36	47.3	4.9	1.6		
			機車	40	50.1	7.0	2.2		
		III-4	390	1	小車	52	55.9	6.0	1.6
					機車	59	53.1	5.5	1.4
2	小車			43	53.0	6.2	1.9		
	機車			30	57.3	7.8	2.8		
3	小車			40	50.1	5.2	1.6		
	機車			38	50.8	5.3	1.7		
III-5	440			1	小車	100	55.9	8.6	1.7
					機車	83	56.0	8.4	1.8
		2	小車	36	51.2	4.4	1.4		
			機車	31	56.8	5.7	2.0		
		3	小車	42	51.3	6.5	2.0		
			機車	42	52.6	7.2	2.2		
		IV-1	85	1	小車	67	43.3	6.0	1.4
					機車	52	40.8	5.1	1.4
2	小車			63	43.2	7.1	1.7		
	機車								
IV-2	160	1	小車	61	47.9	6.5	1.6		
			機車	51	43.2	6.1	1.7		
		2	小車	58	44.4	6.8	1.7		
			機車						
IV-3	190	1	小車	72	50.6	6.4	1.5		
			機車	49	44.0	6.2	1.7		
		2	小車	62	46.1	7.6	1.9		
			機車						
IV-4	200	1	小車	57	47.8	5.4	1.4		
			機車	50	41.8	4.3	1.2		
		2	小車	60	42.4	6.9	1.8		
			機車						
IV-5	260	1	小車	71	50.1	6.2	1.4		
			機車	55	46.1	6.5	1.7		
		2	小車	63	44.9	7.1	1.8		
			機車						

表 3 現場自由速率調查資料整理 (續 2)

編號	路口間距 (公尺)	車道	車種	樣本 數	平均值 (公里/小時)	標準差 (里/小時)	估計誤差 (公里/小時)
V-1	130	1	小車	57	53.5	7.0	1.8
			機車	61	50.0	5.8	1.5
		2	小車	59	50.7	6.9	1.8
			機車	60	43.8	5.9	1.5
		3	小車	71	44.0	6.2	1.5
			機車				
V-2	170	1	小車	56	56.9	6.0	1.6
			機車	62	52.1	6.7	1.7
		2	小車	56	53.9	6.8	1.8
			機車	53	43.3	5.8	1.6
		3	小車	59	44.0	6.9	1.8
			機車				
V-3	190	1	小車	52	50.3	4.6	1.2
			機車	51	47.4	4.6	1.3
		2	小車	52	46.8	6.9	1.9
			機車	36	39.9	5.1	1.7
		3	小車	53	42.3	5.5	1.5
			機車				
V-4	210	1	小車	63	52.6	7.2	1.8
			機車	64	48.2	5.9	1.4
		2	小車	56	51.3	6.3	1.5
			機車	50	41.2	5.7	1.7
		3	小車	56	39.8	6.7	1.7
			機車				
V-5	230	1	小車	50	52.4	6.5	1.8
			機車	55	49.5	5.3	1.4
		2	小車	56	50.6	5.7	1.5
			機車	48	42.8	6.1	1.7
		3	小車	53	43.1	6.4	1.7
			機車				
V-6	310	1	小車	43	51.3	5.0	1.5
			機車	38	47.9	5.2	1.7
		2	小車	50	51.9	6.8	1.9
			機車	50	38.0	5.4	1.5
		3	小車	62	38.4	6.7	1.7
			機車				
VI-1	155	1	小車	50	52.2	4.9	1.4
			機車	51	46.6	4.9	1.3
		2	小車	52	44.4	5.5	1.5
			機車	51	42.1	5.4	1.5
		3	小車	34	38.5	6.1	1.1
			機車	50	38.5	6.1	1.7
VI-2	180	1	小車	50	54.2	5.7	1.6
			機車	50	53.3	5.4	1.5
		2	小車	52	49.8	5.2	1.4
			機車	51	50.0	5.6	1.5
		3	小車	27	42.7	3.6	1.4
			機車	50	41.3	4.7	1.3
VI-3	195	1	小車	48	53.4	5.8	1.6
			機車	44	48.8	5.2	1.5
		2	小車	44	43.9	4.5	1.3
			機車	46	50.1	6.6	1.9
		3	小車	37	38.8	3.6	1.2
			機車	43	40.7	4.5	1.4

表 3 現場自由速率調查資料整理 (續 3)

編號	路口間距 (公尺)	車道	車種	樣本 數	平均值 (公里/小時)	標準差 (公里/小時)	估計誤差 (公里/小時)
VI-4	250	1	小車	52	53.9	6.3	1.7
			機車	46	49.0	4.9	1.4
		3	小車	39	41.8	6.0	1.9
			機車	49	44.9	6.1	1.7
		4	小車	32	37.2	3.1	1.1
			機車	50	39.7	5.8	1.6
VI-5	310	1	小車	52	54.9	5.7	1.6
			機車	51	51.5	6.7	1.9
		3	小車	54	44.5	5.7	1.5
			機車	52	49.5	6.3	1.7
		4	小車	30	40.6	3.3	1.2
			機車	51	40.2	5.3	1.4
VI-6	400	1	小車	50	56.1	6.9	1.9
			機車	57	51.8	5.5	1.4
		3	小車	51	50.9	6.1	1.7
			機車	56	49.9	6.4	1.7
		4	小車	40	45.1	5.7	1.8
			機車	50	43.8	5.5	1.5

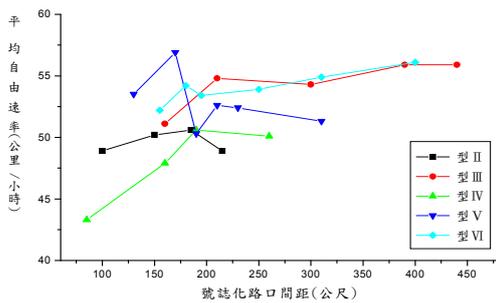
註：估計誤差為 $Z_{\alpha/2}S/\sqrt{n}$ ，其中 \bar{x} 及 S 為自由速率之平均值及標準差， n 為樣本數，；本研究採顯著水準為 0.05，亦即 $Z_{\alpha/2}=1.96$ 。

表3之資料顯示，各路段平均自由速率之標準差在2.1~8.6公里/小時之間，平均為5.5公里/小時。如考量顯著水準0.05及樣本數，則對於各路段平均自由速率之估計誤差在0.7~2.8公里/小時之間，平均為1.5公里/小時。本研究經以無母數統計方法之Kolmogorov-Smirnov法檢定各路段之常態性發現，各路段之自由速率資料均無法推翻其為常態分配(normal distribution)之虛無假設。本研究進一步探討以下因素對於路段平均自由速率之影響狀況：

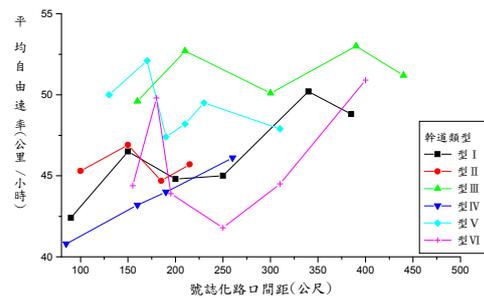
一、號誌化路口間距之影響

如圖4所示，各類型幹道之號誌化路口間距對於其路段中點之平均自由速率之關係並不是很明顯，但大致上平均自由速率隨著號誌化路口間距增加而平緩增加之趨勢。圖4(a)第一快車道小車之平均自由速率在類型III、類型IV以及類型VI幹道上，有隨著號誌化路口間距增加，而逐漸平緩增加之趨勢。由圖4(b)可發現，第一混合車道小車之平均自由速率在類型VI幹道上，呈現出隨著路口間距增加而平穩加增之趨勢，而類型VI幹道上則是在路口間距超過250公尺後，其平均自由速率呈現平穩增加之趨勢。而由圖4(c)亦發現，第一混合車道機車之平均自由速率在除類型II及類型IV幹道外，在其餘各類型幹道上均呈現隨著號誌化路口間距而增加之趨勢。

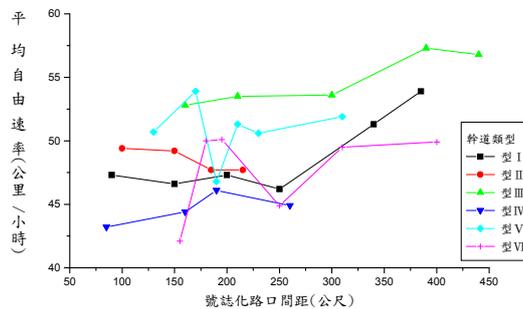
本研究將各類型幹道上小車平均自由速率作為依變數，以號誌化路口間距為自變數，則各類型幹道之簡單迴歸(simple regression)關係顯示，在顯著水準為0.05的情況下，小車之平均自由速率不論是在快車道或混合車道，僅在類型II幹道上其顯著值未達顯著水準，其餘類型幹道上小車之平均自由速率均顯著受到其號誌化路口間距之影響。相同地，機車平均自由速率之簡單迴歸分析顯示，在類型II及類型IV幹道未達顯著水準外，其餘幹道上則均顯示出機車之平均自由速率顯著受到該類型幹道號誌化路口間距的影響。



(a)第一快車道上小車



(b)第一混合車道上小車



(c)第一混合車道上機車

圖 4 平均自由速率與號誌化路口間距之關係

二、不同車道位置之影響

如圖5所示，類型VI幹道上小車之平均自由速率有從內側車道往外側車道降低的現象。表4亦顯示同一條幹道上不同車道位置小車及機車之平均自由速率。大致上，小車平均自由速率有愈往外側車道，平均自由速率愈低之現象；機車部分，第一混合車道之機車平均自由速率亦高於第二混合車道。

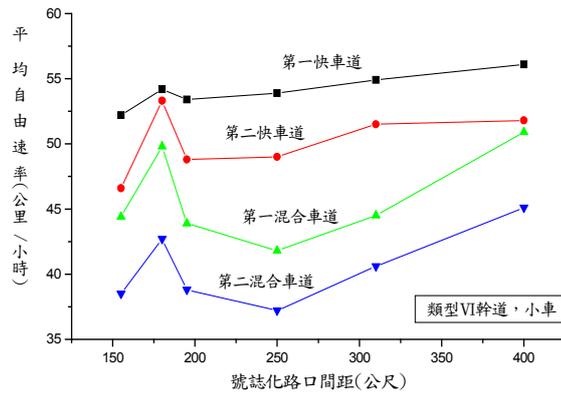


圖 5 型VI幹道 (單向 4 車道) 小車之平均自由速率隨車道之變化

表 4 小車平均自由速率與車道位置之關係

幹道 類型	小車平均自由速率(公里/小時)				機車平均自由速率(公里/小時)	
	第一快車道	第二快車道	第一混合車道	第二混合車道	第一混合車道	第二混合車道
I	--	--	46.2	39.5	48.8	40.7
II	49.6	--	44.5	40.7	48.5	41.1
III	54.4	54.0	51.3	48.9	54.6	50.7
IV	47.8	--	43.5	--	44.2	--
V	52.5	--	49.6	41.7	50.9	42.0
VI	54.1	50.3	46.1	40.4	47.8	40.7

三、中央分隔型式之影響

本研究利用表5分別探討單向二車道及三車道狀況下，分別在號誌化路口間距低於200公尺及高於200公尺狀況下，小車平均自由速率是否因中央分隔型式（標線分隔或實體分隔）之影響。表5顯示，中央分隔型式對於第一車道之小車平均自由速率有顯著之差異，中央實體分隔之小車平均自由速率明顯高於中央標線分隔之狀況。

表 5 小車平均自由速率在不同分隔型式之比較

中央分隔型式	單向二車道路型				單向三車道路型			
	標線	實體	標線	實體	標線	實體	標線	實體
路口間距	< 200 公尺		≥ 200 公尺		< 200 公尺		≥ 200 公尺	
樣本數	159	200	153	71	156	165	54	93
平均自由速率 (公里/小時)	44.59	47.30	47.82	50.09	49.88	53.66	48.94	51.90
標準差	5.4	7.0	5.3	6.2	5.3	6.5	5.2	5.9
t 值(顯著值)	-4.13(0.000)		-2.83(0.000)		-4.13(0.000)		-2.83(0.000)	

本研究採用相同的方法，以表6探討單向二車道及三車道的路型之最外側機車平均自由速率是否與中央分隔型式有關係，結果顯示中央分隔型式造成中央實體分隔之機車平均自由速率之顯著高於中央標線分隔之狀況。

表 6 機車平均自由速率在不同分隔型式之比較

中央分隔型式	單向二車道路型				單向三車道路型			
	標線	實體	標線	實體	標線	實體	標線	實體
路口間距	< 200 公尺		≥ 200 公尺		< 200 公尺		≥ 200 公尺	
樣本數	139	183	159	63	125	167	45	462
平均自由速率 (公里/小時)	39.20	44.57	41.96	44.86	41.08	50.55	41.29	51.23
標準差	5.0	7.2	5.4	7.1	3.8	7.4	4.4	6.3
t 值(顯著值)	-7.874(0.000)		-2.911(0.005)		-14.231(0.000)		-12.044(0.000)	

四、不同車種之影響

小車及機車兩者的機械特性及行駛特性均不相同，故其自由速率特性並不相同，而由表7可知，在顯著水準0.05下，第一混合車道上小車和機車之平均自由速率，除在類型IV幹道上並無明顯差異存在外，在其餘類型幹道則皆達顯著水準；大致而言，混合車道上機車之平均自由速率稍大於小車之平均自由速率。此外，第二混合車道上小車和機車之平均自由速率，除類型III幹道上小車與機車之平均自由速率兩者顯著不同外，在其餘類型均未達顯著水準。

表 7 各類型幹道不同車種在相同車道上平均自由速率之檢定

幹道類型	第一混合車道平均自由速率(公里/小時)		t 值 (顯著值)	第一混合車道平均自由速率(公里/小時)		t 值 (顯著值)
	小車	機車		小車	機車	
I	小車	機車	-5.345 (0.000)	小車	機車	-0.073 (0.942)
	46.18	48.75		40.64	40.67	
II	小車	機車	-6.013 (0.000)	小車	機車	-1.529 (0.125)
	45.62	48.47		40.70	41.14	
III	小車	機車	-4.452 (0.000)	小車	機車	-2.869 (0.004)
	51.32	54.28		48.92	50.70	
IV	小車	機車	-1.751 (0.081)	--	--	--
	43.54	44.64		--	--	
V	小車	機車	-2.522 (0.012)	小車	機車	-0.591 (0.555)
	49.57	50.88		41.77	41.97	
VI	小車	機車	-3.095 (0.000)	小車	機車	-0.282 (0.778)
	46.11	47.78		40.55	40.68	

伍、結 語

本研究透過現場資料蒐集以及後續資料整理分析，對於臺北市幹道自由車流速率之特性分析，獲得以下結論與建議事項，可供交通界參考：

- 一、在各類型幹道混合車道上行駛之小車或機車，除在設有快、慢分隔路型之幹道外，其平均自由速率均低於規定速限值，這可能與其道路上的干擾較快車道上來的多有關。
- 二、經由現場調查所得各類型幹道上不同車道之自由車流速率資料，經統計檢定後發現，不論小車或機車其自由速率資料均為常態分佈。
- 三、各類型幹道上小車或機車之平均自由速率，經統計分析均發現有愈向外側車道降低之趨勢。但其中，類型Ⅲ幹道(快慢分隔路型)，其快車道上的平均自由速率並沒有上述向外遞減之趨勢，和其它類型幹道相較明顯不同，這可能與其為快慢實體分隔設計之路型有關。
- 四、經檢定發現各類型幹道上最外側混合車道上不同車種間的速率差異並不明顯，但類型Ⅲ幹道混合車道上小車與機車之平均自由速卻明顯不同，這可能與其為快、慢分隔路型設計有關。
- 五、在僅考量間距對速率的簡單迴歸分析中發現，幹道上之平均自由速率幾乎均受到其號誌化路口間距之影響，且原則上均呈現其速率隨間距增加而平穩上升之趨勢。但其中類型Ⅴ幹道上之自由速率反而隨著間距增加而有降低之趨勢。此外，類型Ⅱ幹道經分析其自由速率受到間距之影響並不顯著，這可能與調查路口間距不長(間距最長為215公尺)且道路沿線設有停車格位有關。
- 六、經統計分析發現，小車在單向二車道及單向三車道上之幹道，其內側第一車道上之平均自由速率會因中央分隔型的不同，而有明顯的差異存在，此外，中央實體分隔路型之速率相對於中央標分隔路型皆來得高。

參考文獻

1. 交通部運輸研究所，「2001年台灣地區公路容量手冊」，90-16-1183，民國90年3月。
2. 交通部運輸研究所，「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)--期末報告」，民國96年11月。
3. Transportation Research Board, *Highway Capacity Manual*, National Research Council,

Washington, D.C., 2000.

4. Reilly, W. et al., *Capacity and LOS Procedures for Rural and Urban Multilane Highways*, NCHRP Project 3-33, Final Report, JHK & Associates, Tucson, Arizona, 1989.
5. May, A. D., *Traffic Flow Fundamentals*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J., 1990.
6. Dowling, R., Kittelson, W., Zegeer, J., and Skabardonis, A., *Planning Techniques to Estimate Speeds and Service Volumes for Planning Applications*, NCHRP Report 387, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D. C., 1997.
7. Federal Highway Administration, *Traffic Software Integrated System (TSIS)*, Version 5.1 User's Guide, U.S. DOT, Washington, D.C., 2003.
8. Federal Highway Administration, *Traffic Software Integrated System*, Version 4.2, User's Guide, 1998.
9. McShane, W. R., Roess, R. P., and Prassas, E. S., *Traffic Engineering*, Second Edition, Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, N. J., 1998.
10. Carlsson, A., and Cedersund, H.-A., "A Macro Speed-Flow Model for Multi-Lane Roads," Proceedings, *Third International Symposium on Highway Capacity*, Copenhagen, Denmark, PP.297-319, 1998.
11. Kyte, M., Khatib, Z., Shannon, P. and Kitchener, F., "Effect of Environmental Factors on Free-Flow Speed," *Transportation Research Circular E-C018: 4th International Symposium on Highway Capacity*, 2000.
12. Agent, K. R., Pigman, J. G., and Weber, J. M., "Evaluation of Speed Limits in Kentucky," *Transportation Research Record No. 1640*, Transportation Research Board, Washington, D. C., pp.57-64, 1998.
13. Dixon, K. K., Wu, C. H., Sarasua, W., and Daniel, J., "Posted and Free-Flow Speeds for Rural Multilane Highways in Georgia," *ASCE Journal of Transportation Engineering*, Vol.125, No.6, 1999.
14. Ye, Q., TarKo, A., and Sinha, K. C., "Model of Free-Flow Speed for Indiana Arterial Roads," *Transportation Research Record No.1776*, Transportation Research Board, Washington, D.C., pp.189-193, 2001.
15. Harkey, D. L., Robertson, H. D., and Davis, S. E., "Assessment of Current Speed Zoning

Criteria," Transportation Research Record No.1281, Transportation Research Board, Washington, D. C., pp.40-50, 1990.

16. Panos, D. and Piyalerg, K., "Synthesis of Effects of Wet Conditions on Highway Speed and Capacity", Honolulu, Hawaii, July 21, pp1-3, 2003.