

高速公路隧道群(區)車流及行車事故特性分析

簡俊能¹ 王銘亨² 兵界力³

1. 國道公路警察局第六警察隊隊長
2. 中央警察大學交通學系助教
3. 中央警察大學交通管理研究所研究生

摘要

北部第二高速公路(國道三號公路)自八十六年八月起,配合中和至木柵間的隧道群完工通車後,成為大台北地區對外連絡的另一主要交通動脈之一,車流量亦隨之大幅成長;然由於此一路段均以穿越山區為主,因此公路隧道數量相當的多且集中,道路幾何(如匝道區位)設計限於地形的因素而更為複雜,部分的交通管制設施亦較為嚴苛,形成一特殊的公路隧道群(區)行車路段,行車事故的型態及肇事率亦此因一特殊行車路段而與一般高速公路段迥異。本文即針對高速公路隧道群(區)路段特殊的道路型態,對於車流所產生的變化及對行車安全的影響情形,進行分析與探討。

壹、前言

台灣地區中山高速公路自民國 64 年部分路段通車以來,即使民眾享受到與以往不同的駕駛之經驗,如便利性、舒適性、安全性等,至民國 67 年全線通車,成為台灣地區之交通動脈。其中,以往中山高速公路,僅以北端近基隆段部分,具有隧道路段,北上路段稱為中興隧道,南下稱為大業隧道。由於主管單位並未對此一路段隧道作特殊之管理工作及管制措施,加上此一路段臨近基隆市區,上下午尖峰及日間時段均易擁塞,故高速公路隧道路段之車流特性並未顯明。

北部第二高速公路(國道三號公路),北起基隆,南至新竹香山,目前通車路段為汐止系統交流道至香山交流道,基隆至汐止系統交流道路段長約 10 公里,目前仍在施工當中。北端汐止系統交流道及南端新竹系統交流道與中山高速公路銜接,鶯歌系統交流道連接國道二號公路,可通往中山高機場系統交流道並通往中正國際機場,另外國道三號甲線(台北聯絡道)係連繫木柵交流道至台北市區辛亥路。自民國 82 年部分路段陸續通車以來,已逐漸成為北部另一交通重要道路;86 年 8 月起,木柵至中和路段間的隧道群完成後,全線通車,由於此一路段隧道數量相當多且集中,加上道路幾何型態的變化及隧道內特有的行車管制措施,形成一特殊的公路隧道群行車路段。因此,本文擬以北部第二高速公路(汐止系統交流道至土城交流道)為例,針對現有公路隧道的分佈及鄰近道路幾何狀況進行探討,定義並劃分為數個隧道群(區)組,再依臨近隧道群(區)、隧道內的車流狀況及速率變化進行分析,了解其間車流變化的情形及差異,並蒐集近一年來(87

年 1 月~87 年 12 月)行車事故資料，分析隧道群(區)路段行車事故的型態及分佈情形，藉以了解隧道群的幾何配置及相關管制措施對車流特性化、行車事故的影響及其適用性與缺失，作為幾何配置、管制設施改善及執勤警力規劃的依據。

貳、隧道幾何特性分析及交通管制策略

為期能了解北二高隧道群路段之特性，對於隧道環境、隧道幾何及相關交通管制措施簡要說明如下：

一、隧道群地點、位置、長度之簡介

北二高隧道群位於國道三號公路 18 公里至 36 公里處，亦是在木柵至中和交流道之間路段，計有福德、木柵、景美、新店、碧潭、安坑、中和等隧道，另外台北聯絡道(國道三號甲線)，有台北 I 及台北 II 隧道，大溪路段 59 公里至 61 公里亦有埔頂隧道，係屬假性隧道。其相關位置情形，如圖 1 所示。

各隧道之起迄點里程、長度及隧道內車道數等資料彙整，如表 1 所示。

由圖 1 及表 1 所示，我們可以發現部分隧道位置，如福德、木柵、景美等三座隧道，新店、碧潭二座隧道，安坑、中和二座隧道，台北 I、台北 II 二座隧道等均非常接近，所形成之特殊行車環境，有別於一般高速公路。

表 1 國道三號高速公路隧道長度一覽表

隧道名稱	起點里程	終點里程	長度	車道數/單向
福德	18K+185M	19K+994M	1809公尺	三車道
木柵	21K+964M	23K+840M	1876公尺	三車道
景美	24K+015M	24K+592M	577公尺	三車道
新店	27K+071M	28K+328M	1257公尺	三車道
碧潭	28K+442M	29K+004M	562公尺	三車道
安坑	32K+635M	33K+108M	473公尺	三車道
中和	34K+228M	35K+095M	867公尺	三車道
台北 I	2K+008M	2K+826M	818公尺	二車道
台北 II	0K+682M	0K+897M	215公尺	二車道
大溪埔頂 I	59K+510M	60K+065M	555公尺	南向四車道、北向三車道
大溪埔頂 II	60K+300M	60K+660M	330公尺	南向四車道、北向三車道

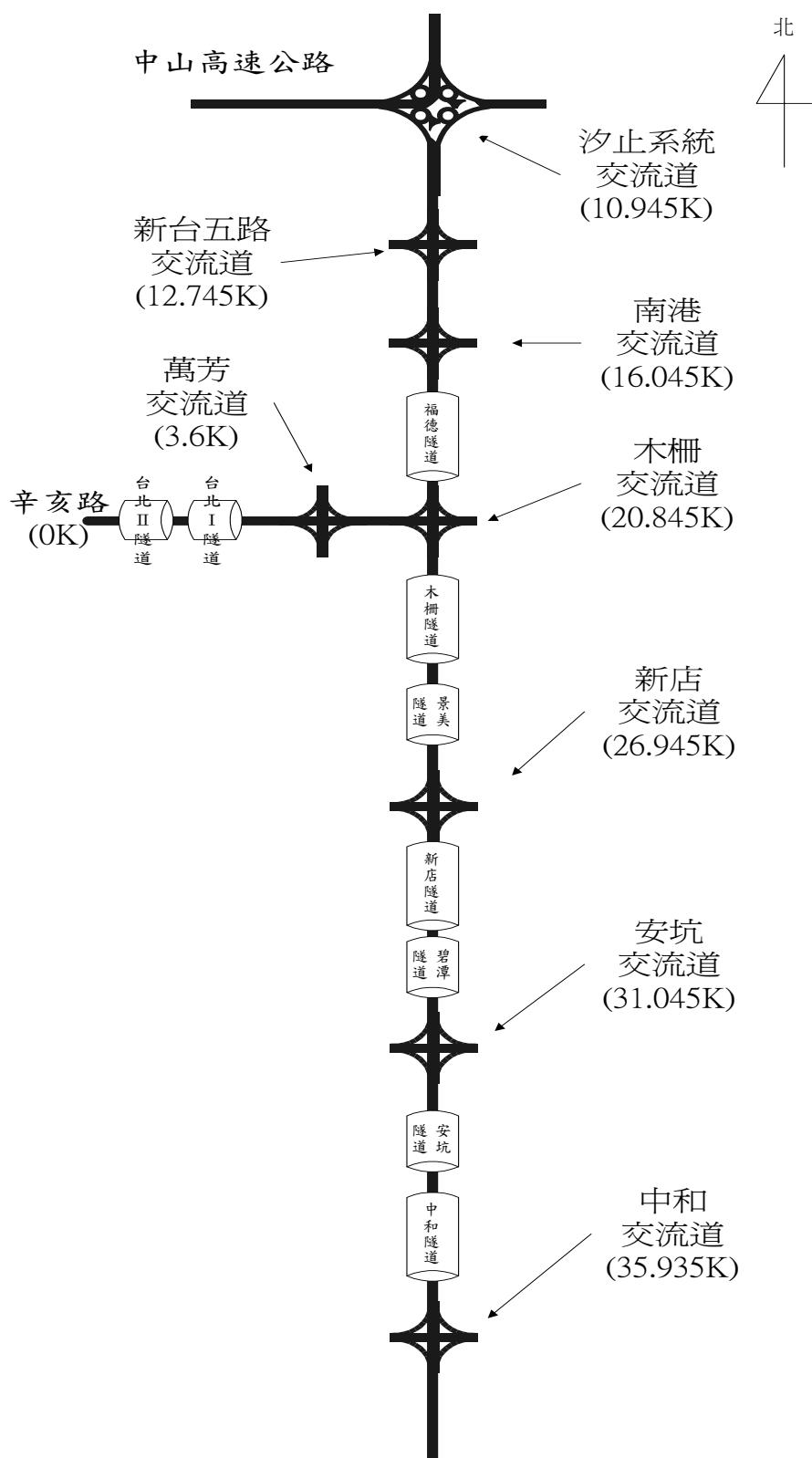


圖 1 北二高隧道群示意圖

另針對(1)南下福德隧道南口距木柵交流道出口匝道 529 公尺，(2)北上木柵隧道北口距木柵交流道出口匝道 819 公尺，(3)北上新店隧道北口距新店交流道出口匝道 302 公尺，(4)新店交流道南下入口之加速車道亦位於新店隧道內，(5)台北Ⅱ隧道西口亦緊臨辛亥路等，特殊的隧道與匝道幾何設計，影響駕駛行為及車流特性變異較大的路段，亦須做深入的探討。

二、隧道環境特性

隧道內部因其通風、照明、幾何條件等特性與一般路段有明顯差異，致駕駛行為亦有差異，因而車輛行駛於隧道內與非隧道路段之車流現象會有所不同，茲將隧道環境特性說明如下[1]：

1.幾何特性：

隧道內一般考慮興建之成本，因此其行駛空間較小，會對駕駛人造成心理之影響，同時也會影響事故處理之可及性，增加救援之困難。隧道之幾何設計與一般路段最主要之差異有側向淨寬及隧道淨高，隧道之側向淨寬扣除行人步道後亦無路肩，此除了將影響駕駛行為、道路容量外，亦將影響事故之處理相關車輛之通行；在一般路段雖有高度限制但不會影響事故時車輛翻覆之起重作業，但隧道內之高度限制則會影響事故處理之時效。此外，隧道內之單調景觀、視野使得駕駛人容易疲勞，增加肇事之機率，尤其是在長隧道。

2 照明：

隧道為一封閉空間，光線無法進入，因此須有照明設備，以維護行車安全，尤其白天車輛由輝度較高的地區進入近似黑暗的隧道內，由輝度的變化過份激烈故駕駛人的眼睛可能無法立即適應來辨識隧道內的情形，此即所謂的黑洞現象或視覺適應性發生遲延的眩光消除現象。一般隧道內之照明系統將隧道分成隧道入口區、漸變區及一般區段三區，隧道入口區照明係配合隧道外光線強弱變化予以設計，以使隧道內外之亮度差異不致太大，影響行安全；漸變區段則將亮度逐漸降低至一般區段之所需之亮度。在危險事故如火災等，則可藉由隧道照明全亮及逃生指示燈之引導進行人員疏散逃生。

3.通風：

隧道路段車輛所排放之廢氣並無法如一般路段直接擴散於大氣之中，必須藉由通風系統將污染物排出隧道外，駕駛人才能有較佳之空氣品質及視線。隧道中車輛所排放之污染物主要包括懸浮微粒、一氧化碳、二氧化碳、碳化氫、氮氧化物、鉛及二氧化硫等。其中懸浮微粒累積濃度若太高會影響駕駛人視線，而影響行車安全；而一般一氧化碳濃度超過一定值時，駕駛人吸入之一氧化碳會破壞血液中紅血球輸氧之能力，引起反應遲鈍、緊張等症狀，因此，須經由通風系統，將前述污染物之濃度降至不影響行車安全之程度。此外，隧道內事故，如擁塞、交通事故、火災等所造成污染物濃度過高或濃澀，亦須藉由通風系統之功能來降低其危險性。

4.其他設施：

隧道除本體之土木建築結構外，必須輔以完善自動監測控制之隧道機電系統，除上所述照明及通風設備外，另有電力、火警偵測、消防、監控等相關機電設施。隧道內亦有橫坑連繫對向車道，以供隧道內發生緊急事件或事故時，供車輛疏散或用路人逃生。

三、交通控制及管制設施

國道三號公路次控中心設於木柵工務段內，目前在其系統內之交通控制設施計有：1.資訊可變標誌(CMS)，2.圖誌可變標誌(CGS)，3.車道管制號誌(LCS)，4.速限可變標誌(CSLs)，5.匝道儀控號誌(RMS)，6.閉路電視攝影機(CCTV)，7.車輛偵測器(VD)，8.緊急電話(ET)，9.氣候偵測器、坍方偵測器等；另外標線、標誌、號誌之設置，均依其路段特性所需設置之。

四、隧道群之管制策略

1.隧道內禁止變換車道：

由於隧道內受地形之限制，大多無路肩之設置，一旦發生行車事故，若無法立即有效排除，勢必影響主線車道之進行。一般除有行車速度之限制外，另亦限制車輛變換車道之行為，因此在隧道內均畫設禁止變換車道線(雙白實線)，以期能降低在隧道內因變換車道不當而發生之事故。另外在部分隧道出口處，由於緊臨交流道匝道，因此於該路段亦畫設允許單邊變換車道之單虛單實白線。但由於國人普遍對於標線、標誌之漠視，需藉由強力執法乃為最有效之宣導，在 87 年全年計取締在隧道內任意變換車道之違規件數高達 11,951 件[6]，可見用路人行駛隧道路段，與其他行駛一般路段之心態、習性並未做適當調整，而易忽略潛在之危險。

2.禁行載運危險物品車輛：

各國鑑於隧道內發生危險物品事故將會引起重大危害，故在研擬危險物品運送車輛行駛隧道區之管制規則時，均一致主張應予以通行之管制。一旦於隧道內發生運送危險物品之事故，而有洩漏、爆炸、火災等危害，由於隧道係一封閉空間，除緊急救援不易，對於在隧道內用路人之生命、財物造成重大損失外，另隧道本身特殊結構、硬體損壞之修復，將耗費時日甚至無法修復。為斷絕災害發生之可能性，因此以完全禁止之手段來限制載運危險物品車輛行駛隧道群路段。我國亦有相關規定，於北二高大溪以北路段(含台北聯絡道，共約五十餘公里)，禁止通行載運危險物品車輛(含空車)。民國 87 年全年計取締載運危險物品車輛行駛禁行路段共 718 件，顯示有不少業者、廠商之駕駛者，心存僥倖，為貪圖一時之便利，無視公眾通行於隧道之安全。因此，除主管機關能持續進行宣導之工作外，對於違反規定者取締告發後，並應強制載運危險物品車輛至最近交流道下匝道，以維用路人在於隧道群之行車安全。

3. 隧道內開頭燈：

由於隧道內燈光不足，特別是隧道內外光線差異較為明顯時段，駕駛人常因光線不足或眩光現象，造成駕駛人對於前後方車輛辨識不易，影響行車安全，因此，高速公路管制規則第 9 條第 1 項 13 款規定，行經隧道內應開頭燈，加以隧道內光源，便於顯示本車與前後車之相關位置，增進行車安全。然目前國內駕駛人行駛於隧道路段，尚未普遍能打開車燈之習性，加以執法環境及技術上存在問題，以致其執行成效並未有效落實。

參、隧道群(區)車流特性分析

為了解隧道群之車流特性，本文乃以各交流道作為區段，分為中和至安坑段、安坑至新店段、新店至木柵段、木柵至汐止系統段及台北聯絡道段等五個路段，依不同的時段、路段及行車速率變化，進行分析。

一、流量特性：

1. 隧道群各路段流量分析：

各區段之全年總流量、每月平均流量及每日平均流量，如表 2 所示。

表 2 隧道群流量統計表

單位:輛

		中和-安坑	安坑-新店	新店-木柵	木柵-汐止系統	台北聯絡道
全年	總合計	47,419,224	37,531,236	34,653,708	35,348,832	24,200,484
平均每月	北(東)向	1,948,731	1,588,478	1,426,080	1,448,060	1,032,260
	南(西)向	2,002,871	1,539,125	1,461,729	1,497,676	984,447
平均每日	北(東)向	64,958	52,949	47,536	48,269	34,409
	南(西)向	66,762	51,304	48,724	49,923	32,815

由表 2 發現，中和至安坑路段之車流量明顯較其他路段高，主要是因為此路段連接台北市(水源快速道)及台北縣各主要市鎮(板橋、中和、永和)和的連絡道；另藉由台北聯絡道，可直達台北市區辛亥路，此路段車流量亦較高。上表除台北聯絡道為單向二車道外，其餘均為同向三車道。

2. 隧道內各時段南北向流量分析：

為了解每日各時段之流量分佈，抽選 22 公里木柵隧道南北向車流量分析，如圖 2。

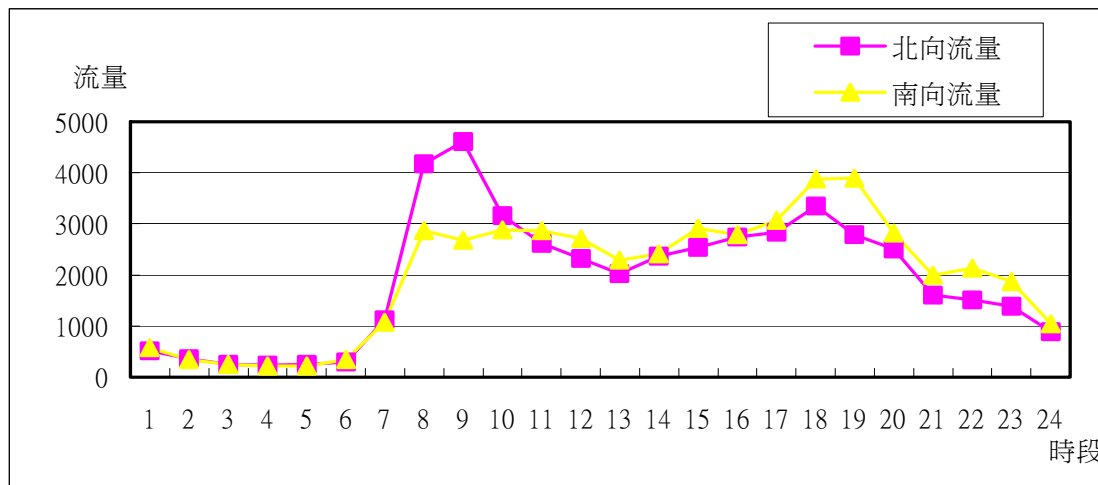


圖 2 木柵隧道內各時段南北向流量分佈圖

由 2 圖可知，上下午尖峰時段車流量明顯增多，上午尖峰時段北向流量比南向流量大，下午尖峰時段則南向車流量多於北向，深夜 0-6 時南北向流量均降至 500 輛/小時以下。隧道群各時段之平均流量整理表 3。

表 3 各時段平均流量表

時段	平均流量
上午尖峰	3581
下午尖峰	3476
一般日間	2657
夜間時段	1553
深夜時段	321

單位: (3車道-輛/小時)

3. 隧道內各車道佔有率分析

為了解隧道內各車道大小型車分佈情形，統計新店隧道內車流量平均數，如表 4 所示。

表 4 新店隧道內各車道佔有率分析表

	內側車道		中間車道		外側車道		合計	
	大型車	小型車	大型車	小型車	大型車	小型車	大型車	小型車
尖峰時段	63	1274	67	953	113	1094	243	3321
百分比	26%	38%	28%	28%	46%	34%	100%	100%
非尖峰時段	56	1088	172	891	96	390	324	2369
百分比	17%	46%	53%	37%	30%	17%	100%	100%

單位:輛/小時

由表 4 所示，小型車在尖峰時段行駛隧道，以內側車道最多，次為中間及外側車道，在非尖峰時段，小車行駛外側車道比例明顯減少至 17%；至於大型車部分，以行駛在外側及中間車道為主，然在尖峰及非尖峰時段仍有 26%及 17%之大型車行駛內側車道，顯示大型車違規行駛情形相當嚴重(同向三車道，大型車禁行內側車道)，加之隧道內禁止變換車道限制，將造成各車道速差變大，而嚴重會影響到車輛行駛速率及行車安全。

二、速率特性：

1. 隧道及非隧道區速率分佈

為研究隧道區及非隧道區行駛環境不同，而對行車速率產生何種影響及變化，抽選一日(非例假日)所得流量分佈資料，如圖 3 所示。

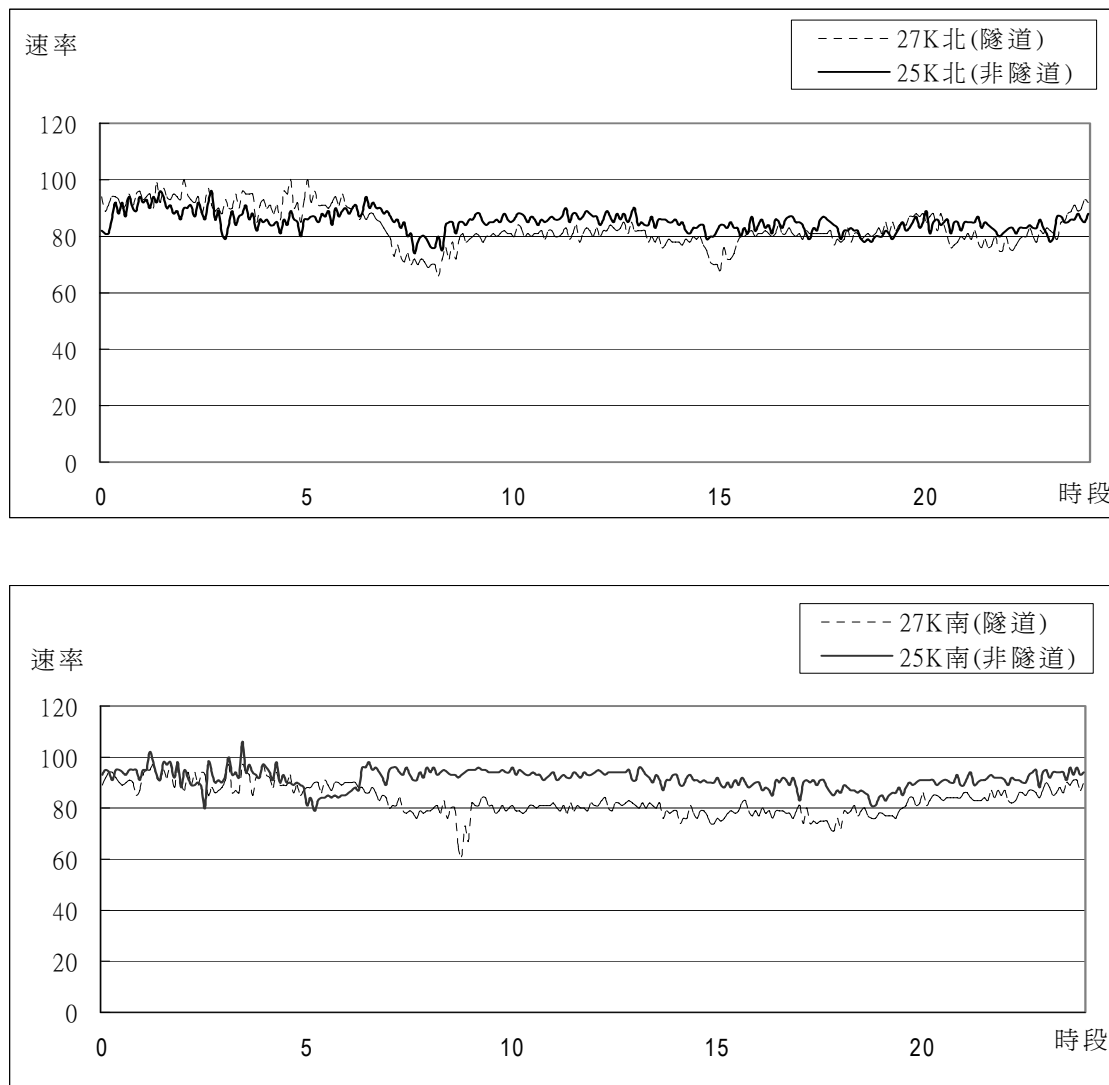


圖 3 隧道區與非隧道區各時段速率分佈圖

圖 3 所示，在深夜時段於北向車道，車輛行駛於隧道內之速度大於非隧道路段，其餘時段及南向時段，非隧道路段之車速均略大於隧道路段。深夜時段，由於車流量小，隧道內照明充足，行駛速率較隧道外路段高，其他時段，則速率較隧道外路段低，甚至在上、下午尖峰時段，在隧道路段內因流量大 到達擁擠程度後，車速明顯降低許多，顯示一封閉性之隧道環境，在行車速率上除深夜時段，通常都較非隧道低。

2. 隧道及非隧道區各時段速率分析

為了解車流在隧道路段及非隧道路段之變化，在尖峰時段、一般日間時段、夜間時段及深夜時段，將兩路段車流速率，進行比較分析，如表 4 所示。

表 4 隧道區與非隧道區各時段速率分析表

	非隧道(25KN)			隧道(27KN)		
	平均速率	第85%速率	標準差	平均速率	第85%速率	標準差
上午尖峰時段	82	85	3.83	74	78.5	3.85
下午尖峰時段	82	84.5	2.56	80	81.5	1.5
一般日間時段	87	88.5	1.55	82	83.5	1.77
夜間時段	82	84.5	2.56	79	81.5	2.84
深夜時段	90	93.5	3.39	93	96.1	3.04

由表 4 可知，一般日間時段。行駛於隧道及非隧道路段，速率變化較小(標準差為 1.55 及 1.77)；隧道內的行車速率均較非隧道區為低，主要是受隧道幾何環境的影響；另隧道內行車速率的差異，在下午尖峰時段，隧道內、外行車速率差異明顯，主要由於車輛受禁止變換車道之管制影響，深夜時段則因車流量少，因此速率變化較大。

三、小結：

由上述對於隧道內及隧道外車流特性分析，可以得知：

1. 隧道群(區)各區段之車流量，受到臨近市鎮地理位置及臨接要道之影響而有所不同，以中和至安坑路段、台北聯絡道等兩路段為最多。
2. 隧道群(區)各時段流量狀況，以上、下午尖峰時段流量明顯增高，可見該路段在上下、午尖峰有其需要性，另在深夜時段車流量明顯降低甚多。
3. 隧道內各車種車道分布情形，仍有近二成之大型車違規行駛內側車道，對隧道內整體行駛速率，必有其衝擊及影響。
4. 在行車速率方面，隧道內行駛速率明顯比隧道外低，但於北向 27 公里(新店)隧道發現，在深夜時段隧道內車速大於道外，除可能受到外在環境因素的影響，應再蒐集其他隧道之相關資料，做進一步研究。
5. 各時段速率分析比較所得，一般日間時段在隧道內、外，行車速率差異小，在深夜及上午尖峰時段，隧道內、外差異大。

肆、隧道群(區)行車事故分析

為了解隧道群(區)所發生交通事故之特性，本研究蒐集了 87 年 1 月至 12 月交通事故資料，蒐集範圍自指標 10 公里(汐止系統交流道)至指標 40 公里(含台北聯絡道)，並對本研究定義及事故分析做一說明。

一、定義：

1. 事故嚴重性：對於事故地點之分析，基本上考量其肇事嚴重程度，交通部運輸研究所對於國內肇事嚴重性做了定義，其公式為：

$$ETAN=(9.5 \times F)+3.5 \times J)+TAN$$

其中

ETAN: 為肇事當次數

F:為肇事死亡次數

J:為肇事受傷人數

TAN:為肇事總次數

本研究所定義之肇事當量即引用上述之概念。

2. 隧道路段事故：係指在隧道內發生之事故
3. 臨近隧道路段事故：係指在隧道出(入)口向外延伸 300 公尺之路段所發生之事故。在日間及夜間時段，由於隧道內、外光線輝度分布不均勻，行車通過隧道的出入口路段時，駕駛人的視覺組織對明暗的適應性較為遲緩，以至於無法維持機能的平衡狀態[1]，此一路段，駕駛人受到視覺影響而產生駕駛行為的不同，更甚而發生交通事故，因此，以駕駛人生理及心理受到影響至完全恢復假設約須 12 秒，以行速 90 公里/小時計算，約行駛 300 公尺，因此定義該路段為隧道臨近路段。另外由於木柵隧道南口至景美隧道北口過近，新店隧道南口至碧潭隧道北口、安坑隧道南口至中和隧道北口及台北 II 隧道至辛亥路起點均過於接近，因此上述路段亦定義為隧道臨近路段。
3. 一般路段事故：一般路段事故，則是非隧道路段及非臨近隧道路段所發生之事故。

二、隧道群(區)事故分析

1. 彙總分析：

統計 87 全年度隧道群(區)交通事故案件，如表 5，在隧道路段及臨近隧道路段之肇事率分別為 23.4 及 25.8(件/公里)，明顯較一般路段肇事率 18.8(件/公里)高出 4.6 及 7(件/公里)；在隧道臨近路段之肇事死亡率高出一般路段 0.1(人/公里)，隧道路段之肇事受傷率高於一般路段 0.4(人/公里)，可見隧道路段及隧道臨近路段之肇事嚴重性均較一般路段為高。

表 5 87 年隧道群(區)事故統計表

	路段長度 (公里)	件數 (件)	肇事率 (件數/公	死亡 (人)	死亡率 (人/公里)	受傷 (人)	受傷率 (人/公里)
隧道路段	8.545	200	23.4	2	0.2	31	3.6
臨近隧道路段	5.391	139	25.8	2	0.4	17	3.2
一般路段	20.81	391	18.8	7	0.3	66	3.2
合計	34.746	730	21	11	0.3	114	3.3

2. 肇事地點嚴重性分析：

依各路段肇事嚴重性分析，如圖 4 所示，南向路段依其嚴重性排序說明：
 1. 南向 20 公里處福德隧道出口至木柵交流道段之肇事最高(當量和 48)；
 2. 南向 36 公里處，中和交流道當量和 40 次高；
 3. 南向 26 及 27 公里處，新店隧道內及新店交流道附近，當量和分別為 37 及 34；其次在南向 35 公里中和隧道處、南向 33 公里安坑隧道至中和隧道間，當量和均為 30。

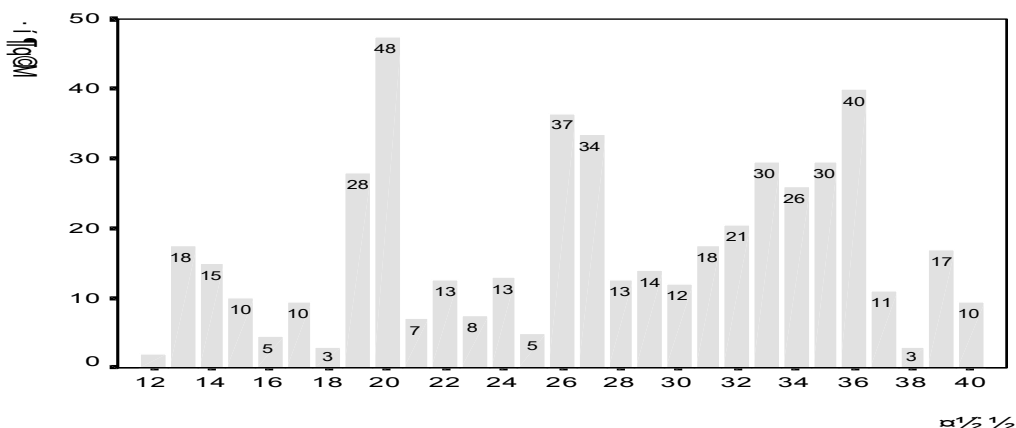


圖 4 南向路段肇事嚴重性

圖 5 表示為北向路段肇事嚴重性情形，依其排序情形說明：1.北向 20 公里處木柵隧道出口至木柵交流道處，當量和為 50；2.北向 35 公里中和隧道出口至中和交流道當量和為 49 次高；3.北向 29 公里碧潭隧道出口路段及北向 38 公里路段當量和為 39；4.北向 11、12 公里為北二高北端近汐止系統交流道，其當量和分別為 37 及 33。

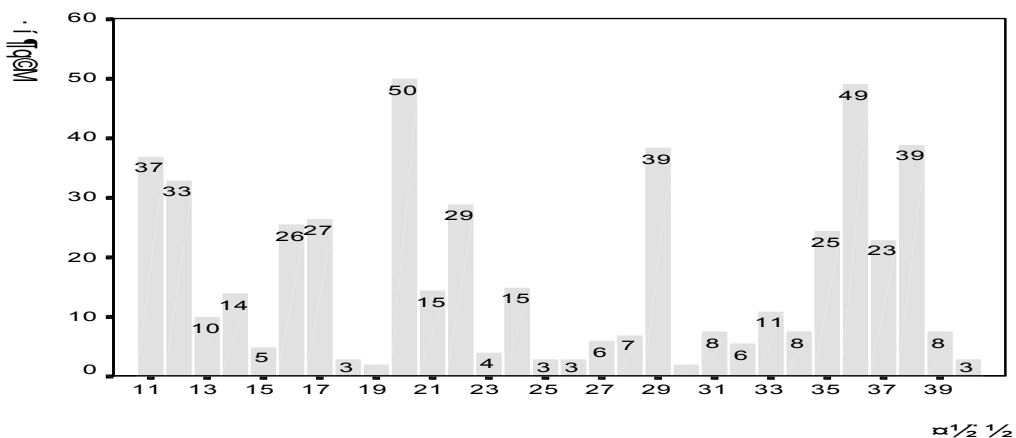


圖 5 北向路段肇事嚴重性

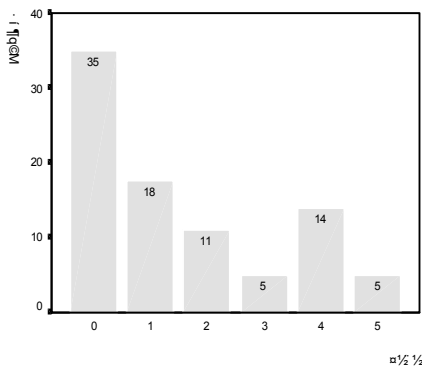


圖 7 台北聯絡道西向肇事嚴重性

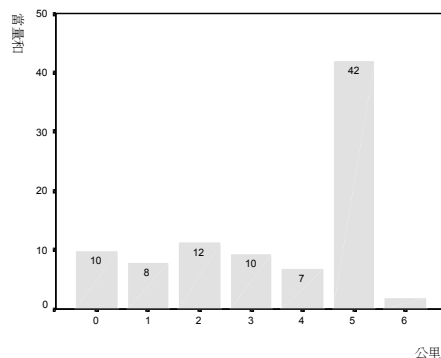


圖 8 台北聯絡道東向肇事嚴重性

圖 6 表示台北聯絡道西向肇事嚴重情形，以西向 0 公里處，亦為台北 II 隧道至辛亥路口，當量和為 36；圖 7 表示台北聯絡道東向肇事嚴重情，以東向

5 公里，連接木柵交流道，該亦有號誌管制主線匝道及聯絡道之車流。

綜合上述分析：1.木柵交流道之肇事嚴重性最高，該處為福德隧道南下、木柵交流道北上及台北聯絡道交會之處，上、下午尖峰時段車流回堵至主線車道，且隧道出口又緊臨匝道，因此容易發生事故；2.中和隧道至中和交流道類似木柵交流道情形，上、下午尖峰時段南下路段均回堵至中和隧道內，亦對行車有所影響；3.台北Ⅱ隧道西向出口緊臨台北聯絡道西端辛亥路出口，上、下午時段及平日流量稍大，即會回堵至隧道內。4.台北聯絡道東向 5 公里處，即木柵交流道處，上、下午尖峰時段車流量大，又台北聯絡道於該路段有號誌設計，車輛因受號誌管制停等，及進出匝道因流量大而產生之追撞事故。5.北向 29 公里碧潭隧道出口路段，該隧道及出隧道路段係屬彎路，亦因受視覺及路段設計之影響；6.北向汐止系統交流道出口因受中山高匝道儀控及地形之影響，車流量大時亦容易在匝道產生追撞事故。

3. 肇事時段分析：

圖 9 所示，在隧道群(區)一般路段，肇事件數以下午 19-20 時為最高，其次在上午尖峰 8-9 時及下午尖峰 17-18 時；在隧道路段以上午尖峰 8-9 時及下午尖峰 16-18 時為最多；在臨近隧道路段，以上午尖峰 8-9 時及 19-20 時段發生件數為最多，可見隧道群路段仍以上、下午尖峰時段仍是高肇事時段。

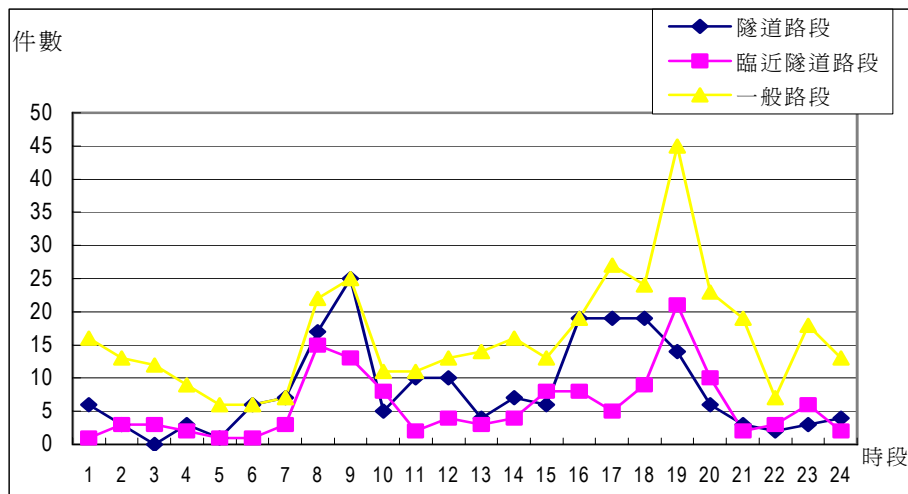


圖 9 肇事時段分析

4. 肇事原因分析

隧道群肇事原因統計如表 6 所示，並對於隧道內及臨近隧道路段進行分析，如圖 10、11。隧道群路段肇因均以未保持安全距離為最高，其次為超速。從隧道內及臨近隧道路段比較分析所得，隧道內雖禁止變換車道，但因變換車道不當而肇事佔有 8%；隧道臨近路段因變換車道不當亦有 12%，在前述曾提及隧道臨近路段，因光線變化而使視覺機能易受影響，加以駕駛人輕率變換車道，則容易發生事故；因超速而肇事者佔有 14%及 10%。

表 6 肇事原因統計表

	超速	未保持安全距離	變換車道不當	酒醉駕駛	其他	小計
隧道路段	27	111	16	15	31	200
臨近隧道路段	14	76	16	12	21	139
一般路段	82	163	46	42	58	339
合計	123	350	78	69	110	730

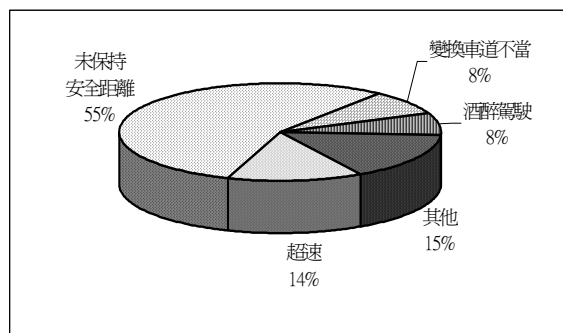


圖 10 隧道路段肇事原因分析

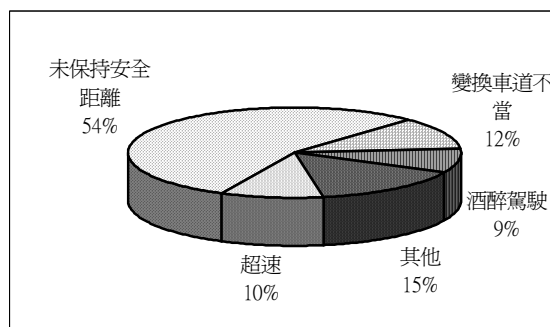


圖 11 臨近隧道路段肇事原因分析

5. 肇事型態分析

隧道群(區)路段之肇事型態，是以追撞、擦撞及撞護欄(單方肇事)為主，而追撞型態經統計最主要肇因為未保持安全距離，擦撞型態最主要肇因為變換車道不當。肇事型態在隧道路段及一般路段所佔之比例差異並不顯著，但臨近隧道路段在追撞型態方面有 63%，比其他兩路段均高。另由於隧道內禁止變換車道，部分車輛可能行駛出隧道後，即於臨近路段變換車道，因而產生擦撞事故，亦須做個別分析。

表 7 肇事型態統計

	追撞	擦撞	撞護欄	其他	小計
隧道路段	106(53%)	48(24%)	45(22.5%)	1(0.5%)	200
臨近隧道路段	88(63%)	30(22%)	20(14%)	1(1%)	139
一般路段	202(52%)	96(25%)	91(22%)	2(1%)	391
小計	396(54%)	174(24%)	156(21%)	4(1%)	730

件(百分比)

6. 肇事天候分析

隧道群路段肇事天候平均晴天佔有 56%，雨天佔 44%，而在隧道路段在雨天肇事卻 51%，隧道路段內不會受因天雨影響，僅有隧道出入口區及地面會有溼滑情形，而臨近隧道路段，僅佔 33%，是否為天雨情形而駛駕駛人更加小心，使肇事率較其他路段為低，有待深入研究。

表 8 肇事天候統計

	晴天	雨天
隧道路段	98(49%)	102(51%)
臨近隧道路段	94(67%)	45(33%)
一般路段	218(56%)	173(44%)
合計	410(56%)	320(44%)

件(百分比)

7. 肇事車種分析：

肇事車種統計，詳如表 9 所示。一般路段及臨近隧道路段與隧道群合計之差異值不大，反而於隧道路段，大型車佔有及小貨車各佔有 22%，比其他路段高。在隧道內大型車發生肇事，翻覆或無法自行移動，或整體貨物(如貨櫃)掉落於車道上，由於受隧道高度的限制，大型吊車無法作業，除增長事故處理時間，因而延滯後續車流之行進，有極大之影響。

表 9 肇事車種統計表

	大型車	小客車	小貨車	其他	合計
隧道路段	44(22%)	114(56%)	42(22%)	0	200
臨近隧道路段	14(12%)	100(72%)	21(14%)	3(2%)	139
一般路段	53(14%)	265(68%)	69(17%)	4(1%)	391
合計	111(15%)	497(66%)	132(18%)	7(1%)	730

件(百分比)

8. 小結

對於上述隧道事故資料之分析，可以得知：

1. 隧道路段及臨近隧道路段，經過事故資料統計，肇事率有明顯偏高，係受隧道路段封閉之特性及臨近隧道路段光線變化，而影響視覺機能，產生對駕駛行為之改變，以及駕駛人預期隧道內並無警車停駐執法，而表現出超速、任意變換車道等危險駕駛行為。
2. 易肇事地點、時段、原因、型態分析，以隧道出口臨近交流道路段，在上下午尖峰時段，車流量多甚至回堵至主線或隧道內，易因未保持安全距離或未注意前方動態而發生追撞事故。
3. 隧道內雖禁止變換車道，仍因變換車道不當而至生事故，可見駕駛人對於標線之設置仍然漠視，駕駛行為及觀念有待改進。
4. 在天候型態分析方面，臨近隧道路段因光線變化及雨天之關係，對駕駛者有極大影響，而在事故發生所佔比例卻不高，亦值得深入探討。

伍、結論與建議

經由隧道群車流特性及行車事故分析，可得下列數點結論：

1. 高速公路隧道群之設計，目前以北部第二高速公路為首見，經由探討車流及行車事分析，對日後隧道群之管理、處理事故及執法重點，提供相關之依據，亦對日後北宜高速公路(亦為隧道群之公路)通車後，有相當多的助益。
2. 對於隧道及交流道相關位置之設計，尤以交流道之容量不足，且連接之市鎮地發交通量大，在上下午尖峰時段易回堵至主線車道，甚至是隧道內，影響隧道行車安全。
3. 隧道內之內側車道雖亦禁行大型車，以及隧道內禁止變換車道，亦有不少用路人違規，更甚因而發生事故，在執法取締方面，仍應持續，以維行車之安全。
4. 隧道內大型車之翻覆、貨櫃掉落，因受隧道高度之限制，且目前並無有效立即排除之作業處理及機具，一旦發生，勢必延長處理事故時間，則影響續進之車流，增加行旅時間。
5. 對於隧道群車流特性及行車事故分析，可再繼續依據現有資料，對不同隧道進行車流及事故做交叉分析比較，以求對隧道行車特性能有更深入之研究及了解，以供管理及執法依據。

參考文獻

1. 國道高速公路局，隧道管理標準作業之研究，民國 84 年 5 月。
2. 王文麟，交通工程學-理論與實用(修正版)，民國 87 年 9 月。
3. 陳高村，道路交通事故處理與鑑定，民國 86 年 5 月。
4. 徐國鈞，建構專家系統行車公路事件管理標準作業程序之評估研究，成功大學交通管理科學研究所碩士論文，84 年 6 月。
5. 謝東岳，隧道照明影響駕駛人因素與行車安全之研究，成功大學交通管理科學研究所碩士論文，83 年 6 月。
6. 國道公路警察局第六警察隊 87 年年報資料，民國 88 年 1 月。