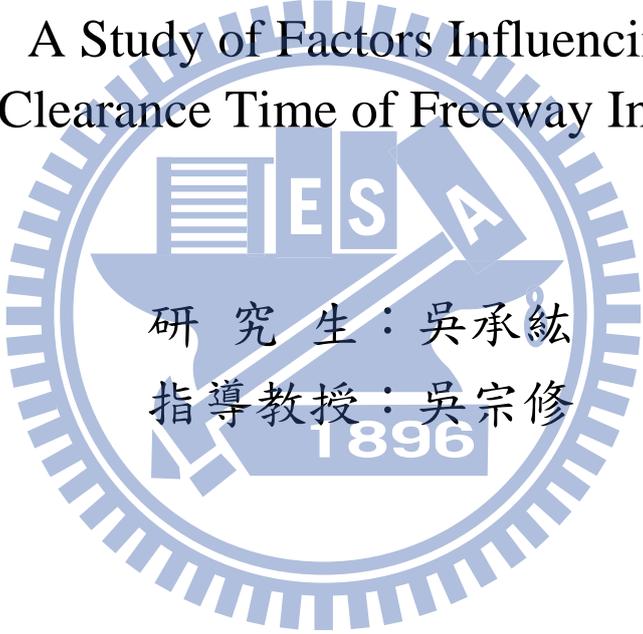


國立交通大學
運輸與物流管理學系

碩士論文

高速公路事故排除時間影響因子之研究

A Study of Factors Influencing
the Clearance Time of Freeway Incidents



研究生：吳承紘

指導教授：吳宗修

中華民國 103 年 3 月 6 日

高速公路事故排除時間影響因子之研究

A Study of Factors Influencing
the Clearance Time of Freeway Incidents

研究生：吳承紘

Student：Cheng Hung Wu

指導教授：吳宗修

Advisor：T. Hugh Woo



March 2014

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國一〇三年三月

高速公路事故排除時間影響因子之研究

學生姓名：吳承紘

指導教授：吳宗修

國立交通大學運輸科技與管理學系碩士班

摘要

在長途旅次使用高速公路比率逐年增加的情況下，縮短高速公路上事故排除時間係目前重要的課題。本研究收集 101 年 11 月至 102 年 2 月，大台中都會區國道 1 號與國道 3 號高速公路上，共 1335 件之交通事故資料：其中國道 1 號共 933 件，國道 3 號共 422 件。頻率統計發現平均事故排除時間為 19 分鐘，而事故排除時間的範圍大多落在 0 分鐘至 35 分鐘之間，占全部事故的 94%。利用存活分析法中的 Cox 等比例危險模式，找出高速公路上事故排除時間的顯著影響變數，並構建兩者之關係。結果顯示：在國道 1 號與國道 3 號上，事故後占用越多車道、涉及越多車輛以及受傷人數越多，皆與事故排除時間呈現正相關；晚上相較於白天事故排除時間也較長。是否需工務段出勤協助排除事故只在國道 1 號上呈現顯著影響，且如需工務段協勤之事故排除時間較長。協助救護之管轄消防局與事故現場間之距離則在兩條高速公路上皆顯著與事故排除時間呈現正相關，亦即救護距離會影響事故排除時間。

關鍵字：事故排除，存活分析，Cox，高速公路



A Study of Factors Influencing the Clearance Time of Freeway Incidents

Student : Cheng- Hung Wu

Advisor : T. Hugh Woo

Department of Transportation & Logistics Management
National Chiao Tung University

ABSTRACT

The proportion of long-distance trips using freeways has been increasing over the years. Thus to shorten the clearance time of freeway incidents becomes an important issue. In this research, 1335 cases in total were collected of accidents from Sun Yat-Sen Freeway and Formosa Freeway from November, 2012 to February, 2013 around the Taichung Metropolitan Area, including 933 on Sun Yat-Sen Freeway and 422 on Formosa Freeway. The average accident clearance time is 19 minutes, with the majority ranging between 0 to 35 minutes, which accounted for 94% of the sample. The Cox proportional hazard model of survival analysis was used. On both Yat-Sen Freeway and Formosa Freeway, if an accident interferes more traffic lanes, involves more vehicles, or has more numbers of injuries, the longer the clearance time of freeway incidents occurs. Moreover, it needs longer clearance time if the accident happens at night than in daytime. It shows that the need of the Public Works Section attendance is significantly correlated with the clearance time positively on Sun Yat-Sen Freeway. It also shows that the distance from a closest Fire Department for ambulance assistance is significant and positively correlated with the clearance time of freeway incidents on both of the freeways.

Keywords: Clearance Time of Incidents, Survival Analysis, Cox , Freeway

誌謝

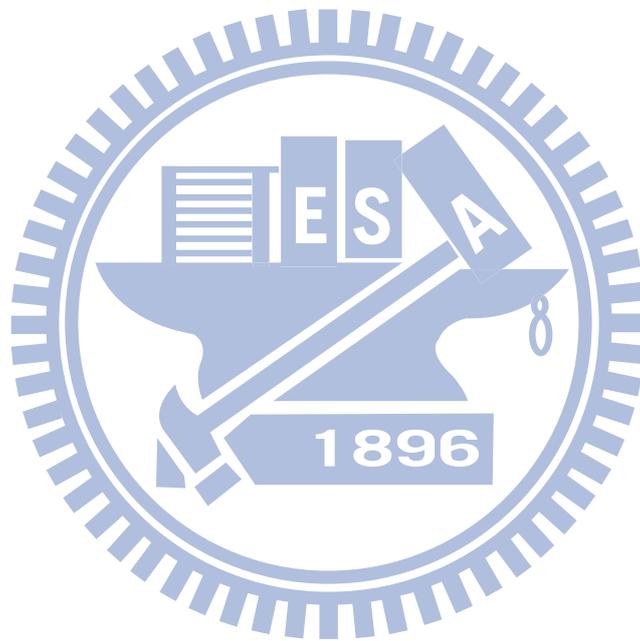
本論文可以順利完成，最主要的是感謝恩師 吳宗修教授的認真指導，在我求學的兩年多來給我莫大的幫助，不僅是學業方面在為人處事方面也很認真地教導我。

最後感謝我的家人以及女友還有許多朋友們對我的支持與鼓勵，謹將此成果與榮耀獻給所有我愛的人們。

吳承紘 謹致

中華民國 103 年 3 月

於交大



目錄

第一章 緒論	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目的	3
1.3 研究範圍與對象	4
1.4 研究方法	4
1.5 研究步驟與流程	4
第二章 文獻回顧	7
2.1 事故排除時間定義	7
2.1.1 影響事故排除時間因子	9
2.1.2 事故排除時間研究方法	10
2.2 高速公路相關文獻	12
2.3 存活分析法相關之研究	14
2.4 小結	15
第三章 研究方法	17
3.1 存活分析	17
3.2 存活理論	17
3.3 Cox 等比率危險模式	18
第四章 資料收集	21
4.1 資料蒐集	21
4.2 影響變數	25
第五章 資料分析	28
5.1 敘述性統計分析	28
第六章 結論與建議	51
6.1 結論	51
6.2 建議	52
參考文獻	53
附錄 1 影響變數整理表	56
附錄 2 台中市各消防分隊地址一覽表	58
附錄 3 彰化縣各消防分隊地址一覽表	60
附錄 4 南投縣各消防分局地址一覽表	61

圖目錄

圖 1-1 研究流程圖.....	6
圖 2-1 事故排除處理時間流程圖(a).....	7
圖 2-2 事故排除處理時間流程圖(b).....	8
圖 2-3 事故排除時間定義.....	15
圖 4-1 國道 1 號資料蒐集範圍示意圖.....	22
圖 4-2 國道 3 號資料蒐集範圍示意圖.....	23
圖 5-1 國道 1 號事故次數圖(分時).....	30
圖 5-2 國道 3 號事故次數圖(分時).....	31
圖 5-3 國道 1 號事故排除時間分布圖.....	32
圖 5-4 國道 3 號事故排除時間分布圖.....	33
圖 5-5 國道 1 號事故排除資料型態與 Weibull 分配之比較.....	34
圖 5-6 國道 1 號事故排除資料型態與 Gamma 分配之比較.....	34
圖 5-7 國道 1 號事故排除資料型態與 Beta 分配之比較.....	34
圖 5-8 國道 1 號事故排除資料型態與 Erlang 分配之比較.....	35
圖 5-9 國道 1 號事故排除資料型態與 Exponential 分配之比較.....	35
圖 5-10 國道 1 號事故排除資料型態與 Lognormal 分配之比較.....	35
圖 5-11 國道 1 號事故排除資料型態與 Normal 分配之比較.....	35
圖 5-12 國道 1 號事故排除資料型態與 Triangular 分配之比較.....	36
圖 5-13 國道 1 號事故排除資料型態與 Uniform 分配之比較.....	36
圖 5-14 國道 3 號事故排除資料型態與 Weibull 分配之比較.....	37
圖 5-15 國道 3 號事故排除資料型態與 Gamma 分配之比較.....	37
圖 5-16 國道 3 號事故排除資料型態與 Beta 分配之比較.....	37
圖 5-17 國道 3 號事故排除資料型態與 Erlang 分配之比較.....	37
圖 5-18 國道 3 號事故排除資料型態與 Exponential 分配之比較.....	38
圖 5-19 國道 3 號事故排除資料型態與 Lognormal 分配之比較.....	38
圖 5-20 國道 3 號事故排除資料型態與 Normal 分配之比較.....	38
圖 5-21 國道 3 號事故排除資料型態與 Triangular 分配之比較.....	38
圖 5-22 國道 3 號事故排除資料型態與 Uniform 分配之比較.....	39
圖 5-23 國道 1 號事故排除時間分布圖.....	40
圖 5-24 國道 3 號事故排除時間分布圖.....	40

表目錄

表 1-1 高速公路歷年交通量.....	1
表 1-2 高速公路 98~100 年交通事故統計比較表.....	2
表 2-1 事故排除相關參數列表.....	9
表 4-1 國道 1 號資料範圍表.....	22
表 4-2 國道 3 號資料範圍表.....	23
表 4-3 國道 1 號 消防分局負責分配表.....	24
表 4-4 國道 3 號 消防分局負責分配表.....	24
表 4-5 模式參數對發生事故排除完成危險率之預期方向性.....	27
表 5-1 事故資料依事故類型分.....	28
表 5-2 事故資料依南北向分.....	28
表 5-3 事故資料依日期分.....	29
表 5-4 國道 1 號事故排除時間分布表.....	32
表 5-5 國道 3 號事故排除時間分布表.....	33
表 5-6 存活模式解釋變數及其定義.....	41
表 5-7 國道 1 號 變數值次數頻率表.....	42
表 5-8 國道 3 號 變數值次數頻率表.....	43
表 5-9 Cox 等比例危險模式參數校估結果-國道 1 號.....	44
表 5-10 Cox 迴歸模式參數逐步校估結果-國道 1 號.....	45
表 5-11 Cox 等比例危險模式參數校估結果-國道 3 號.....	47
表 5-12 Cox 迴歸模式參數逐步校估結果-國道 3 號.....	47
表 5-13 變數之預期相關性以及校估結果.....	49
表 5-14 國道 1 號與國道 3 號顯著變因比較表.....	49
表 5-15 國 1 消防局離事故現場距離與事故排除時間之相關分析.....	50
表 5-16 國 3 消防局離事故現場距離與事故排除時間之相關分析.....	50

1896

第一章 緒論

1.1 研究背景

國道高速公路自67年10月國道1號全線通車迄今，已運作了30餘年，通車長度隨著後續建置之國道路線逐步增加。目前路網計有國道1號、國道2號、國道3號、國道4號、國道5號、國道6號、國道8號及國道10號，路網總長度為1,014.6公里，其中國道1號及3號是臺灣西部走廊最重要之南北交通幹道，國道2、4、6、8及10號則是國道整體路網運作之橫向重要輸運幹道，國道5號則是聯絡臺灣東、西部之重要聯絡公路。國道整體路網共計有167處交流道，23處收費站，收費站目前採主線柵欄式收費，11處於國道1號、11處於國道3號、1處於國道5號，平均間距約為38公里(國道1號及3號主線路段總長/站數)。高速公路全線共有14處服務區及3處休息站服務行旅，國道1號計有中壢、湖口、泰安、西螺、新營、仁德等6處服務區，除中壢服務區為單邊設置外，其餘均為雙邊設置；國道3號計有關西、西湖、清水、南投、古坑、東山、關廟等7處服務區及木柵、寶山、新化等3處休息站，除西湖、關廟服務區為雙邊設置外，其餘均為單邊設置。另國道5號僅石碇1處服務區，為單邊設置。

自從民國67年國道高速公路通車以來，不僅使台灣地區南北交通運輸更為便利、省時、通暢，更促使人流物流活動頻繁與經濟繁榮發展之重要地位，儼然成為台灣西部走廊的主要動脈。另依據高速公路統計之歷年交通量資料看來(表1-1)，交通增加量每年幾近以4%~5%的速度成長，但近年來，高速公路交通量成長有減緩趨向，但並不全是需求降低所致，而是現有交通量已趨近高速公路之最大服務容量。

表 1-1 高速公路歷年交通量

年份	小型車	客貨車	聯結車	合計	年成長率	百萬車公里
64年~68年	88.0	35.7	171	140.9		5,509.2
69年~73年	347.8	117.6	77.6	543.0		21,025.7
74年~78年	689.0	148.1	133.6	970.7		38,789.8
79年	218.3	34.8	32.5	285.7		11,539.0
80年	226.2	35.9	33.6	295.6	3.48%	11,891.9
81年	230.0	49.1	23.2	302.3	2.26	12,236.3
82年	245.6	49.4	27.2	322.1	6.55	12,685.0
83年	269.8	50.0	30.9	350.7	8.87	13,730.9
84年	287.1	50.1	31.0	368.2	4.98	14,450.0
85年	298.5	51.9	30.5	380.9	3.46	14,829.9
86年	313.5	50.1	32.7	396.3	4.05	15,343.8
87年	331.6	50.1	32.6	414.2	4.52	15,703.4
88年	346.8	53.0	34.2	434.0	4.76	16,371.7
89年	365.3	54.3	34.2	453.8	4.57	19,973.4

90年	375.8	55.3	33.6	464.7	2.40	21,571.7
91年	395.7	55.8	34.4	485.9	4.56	22,670.8
92年	435.6	54.1	35.0	524.7	7.99	23,872.7
93年	467.9	57.3	38.0	563.2	7.33	25,678.6
94年	479.1	56.5	38.2	573.8	1.89	26,050.9
95年	480.6	55.2	38.9	574.7	0.16	26,235.3
96年	475.5	54.3	39.8	569.6	-0.88	25,950.0
97年	453.9	50.3	39.3	543.5	-4.58	24,649.9
98年	457.1	48.6	33.9	539.6	-0.73	26,488.0
99年	464.8	51.8	38.4	555.1	0.0287	27,580.5
100年	487.0	53.4	38.5	579.9	0.0447	28,526.2
合計	9,20.7	1,422.8	979.7	11,633.1		50,354.3

雖交通公共建設持續推動將路網擴充，使得部分交通量移轉至其他替代公路，但路網擴充結果反而導致使用需求提高，交通量不減反增，供需結果互相抵銷。在高速公路上每年發生事故件數逐漸增加(表 1-2)，事故所產生的負面效應也隨著增長造成社會成本上升。目前高速公路發生事故時，交通控制中心尚無法可靠的掌握事故發生之影響時間之長短，且無法明確提供重要資訊供用路人參考，使得事故發生後，用路人持續地進入發生事故之路段，不僅使救援難度增加也延長事故排除時間，所以若能知曉事故發生後持續時間之因素，即可快速正確的下達指令，以降低事故發生之影響層面。美國研究[27]顯示，非經常性的交通壅塞佔了美國高速公路上交通雍塞的 40%~60%，其中交通事故是最大的非經常性壅塞，共佔了全美高速公路的 25%。所以目前如何縮短事故排除時間，成為了一個世界各國都必須重視的課題。

表 1-2 高速公路 98~100 年交通事故統計比較表

類別	名稱	98年	99年	100年
A1	件數	164	67	62
	死亡	82	74	72
	受傷	102	75	47
A2	件數	777	938	1,062
	受傷	1,188	1,450	1,702
A3	件數	8,520	13,671	17,249
百萬車公里(MVK)		26,488	27,581	28,835
過站交通量(百萬輛)		539.6	555.1	571.2
A1	肇事率(件/MVK)	0.0024	0.0024	0.0022
	死亡率(人/MVK)	0.0031	0.0027	0.0025
	受傷率(人/MVK)	0.0039	0.0027	0.0016
A2	肇事率(件/MVK)	0.0293	0.0340	0.0368
	受傷率(人/MVK)	0.0449	0.0526	0.0590
A3	肇事率(件/MVK)	0.3217	0.4594	0.5592

在國內公路交通需求量日益提升下，用路者對於時間價值愈加重視，尤其在交通事故未完成處理前會封閉部分或全部車道，造成用路人的等待時間，損失的時間成本亦會增加。高速公路與一般道路交通事故之特性差異大，具有事故嚴重性高、影響範圍較大、處理時間較長、事故發生後較易產生多車追撞等特性，高

速公路採完全進出管制，交通事故之偵測發現、救援、疏導與改道較為困難，現場排除不易而佔用道路時間愈長，所造成之車輛回堵延滯與時間總成本相對增加，受堵車輛愈多，延滯用路人行旅時間，也使運輸效能降低，付出極高的社會成本，因此如何減少事故所帶來的衝擊以及縮短事故排除時間是目前重要的課題。

但國內對於高速公路事故排除時間之影響因子鮮少去詳加探討，尤其是在救援單位方面像是工務段以及救護車等方面均無相關研究，所以本研究欲探討事故發生時，事故排除時間之重要因子。以做為日後台灣地區事故排除時間相關研究之重要基礎，以期能增加運輸效能、減少社會成本等目標並提供給國道處理車禍之相關單位作為參照，以評估排除事故所需的時間，進而採取應對的措施，減少因為事故而造成之交通壅塞

1.2 研究目的

國內鮮有文獻對高速公路事故排除影響因子進行探討且在許多因素像是工務段以救護車等救援物資方面均無明確的關聯性研究。因此本研究將額外的因素納入並使用統計以及存活分析方法來探討影響高速公路上事故排除時間之相關因子。希冀達成以下幾點目標：

- (一) 探討國內外高速公路事故排除時間之分配型態的不同，並找出國內在高速公路事故排除時間之分配型態。
- (二) 找出影響台灣國道影響事故排除時間之相關變數並分析及探討救援資源這些因素與高速公路事故排除時間的相關聯性。目的為探討影響在高速公路發生之事故的排除時間與其相關因子分析以作為日後相關研究之基礎。

1.3 研究範圍與對象

國道高速公路與一般道路交通事故之特性差異大，具有事故嚴重性高、影響範圍較大、處理時間較長、交通疏導與改道較難、事故發生後較易產生多車追撞等特性。因此，如何找出影響事故排除時間影響因素，並加以探討是當前重要的課題。本研究針對係針對國道公路警察局所記錄之事故資料進行樣本蒐集，包括了事故卷宗以及通聯記錄。事故卷宗內包括了相關因子以及事故發生之時間地點，經由對照通聯記錄可得知救援人員到場時間以及離開時間，並收集工務段之記錄經由對照可整理出事故所需工務段時間，以及鄰近消防局在國道的派遣方式，並經由個案對照使用Google map的方式計算出消防局與事故現場之距離。蒐集在在國道1號三義交流道至西螺交流道共80公里以及國道3號苑裡交流道至竹山交流道，於民國101年11月至102年2月共計四個月發生的事故資料，以統計以及存活分析方法去探討以及歸納說明。

1.4 研究方法

本研究之研究方法可分為下列三項，其內容概述如下：

(一) 文獻評析法

蒐集國內外有關事故排除時間及相關之資料，藉此瞭解目前國內外對於此課題所運用比較與分析之方法，以供本研究再進行時之參考。

(二) 存活分析法

使用存活分析法理的Cox等比例風險模式，將事故排除視為死亡，事故持續事為存活，並計算出危險率，以分析出各因子對於事故排除時間之影響性。

(三) 向後逐步選取法

用迴歸分析中之向後逐步選取法(backward stepwise)來篩選解釋能力顯著之變數。

1.5 研究步驟與流程

為探討在高速公路影響事故排除時間之因子分析，根據國內外文獻對於相關研究方法與結果，作為研究假設之立論基礎數據、資料備齊後以案例以及存活分析方法進行分析。本研究流程(如圖1-2)所示，其各項內容分述如下：

(1) 研究背景與動機

詳述問題背景並提出研究動機。

(2) 問題界定與分析

為探討高速公路事故排除時間與其相關因子分析，本研究首先須界定環境影響因子，輔以國內外文獻、國道事故交通資料加以探討其影響程度。

(3) 相關文獻回顧

蒐集國內外文獻，瞭解有關事故排除時間與高速公路相關文獻，以及其研究方法及存活分析。

(4) 資料蒐集

蒐集在高速公路之交通事故資料期間自民國101年11月至102年2月共四個月分，地點為大台中都會區。蒐集事故卷宗裡的相關變數、警察勤務中心之通聯紀錄以及救援相關資料，並對照時間地點，最後整理出完整之事故資料。

(5) 存活分析

資料整理後透過相關的分析方法，利用存活分析法找出影響事故排除時間的顯著因素。

(6) 結論與建議

最後從分析的結果，瞭解事故排除時間之相關因子的影響程度，做為日後之參考依據。



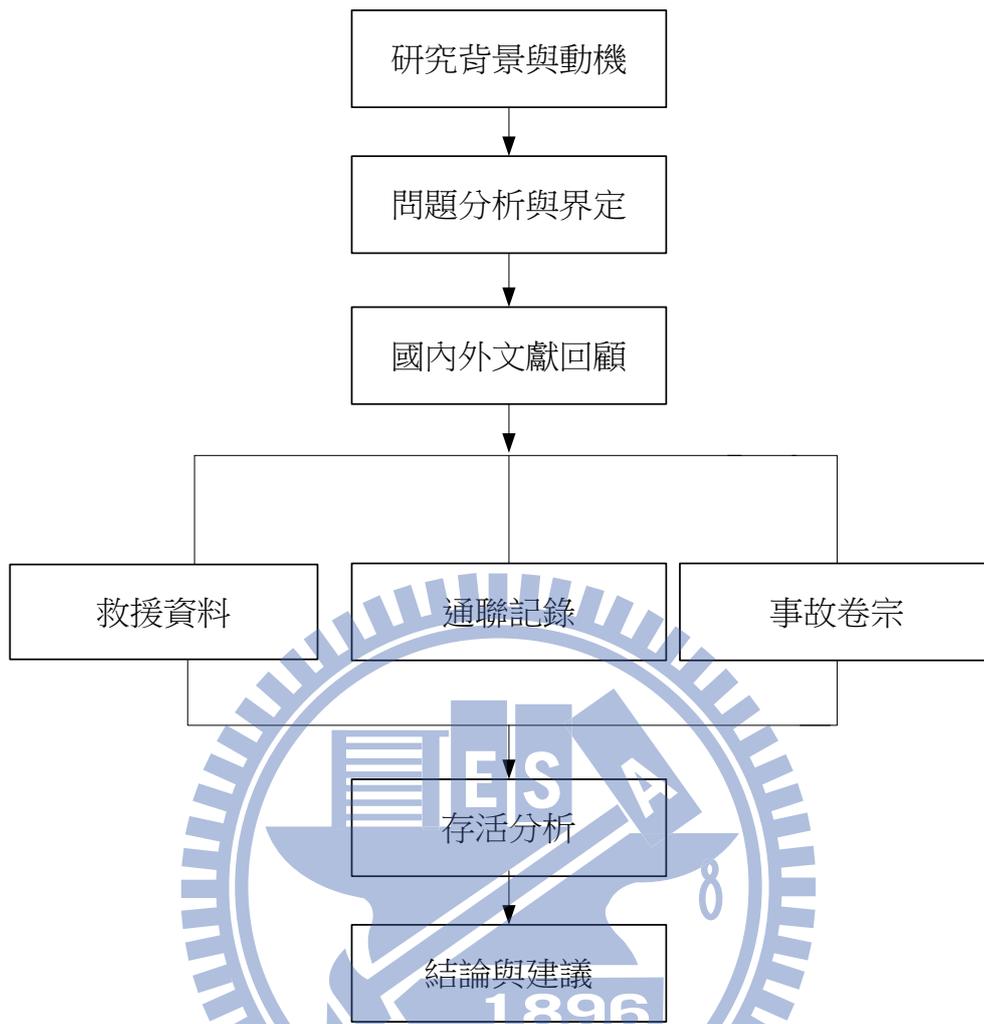


圖 1-1 研究流程圖

第二章 文獻回顧

2.1 事故排除時間定義

Nam 和 Mannering(2000)研究中以存活理論模式(hazard-survival model)分析華盛頓區 1994 年到 1995 年兩年故事件反應小組所記載的各階事故持續時間資料，並蒐集事故各項肇事變數如地點、發生時間、天候、道路幾何條件、車道數等以預測各變數對於事故持續時間影響。經由統計後發現各階處理時間有期不同適用之分配模型，偵測時間、反應時間等較適合韋伯分配(Weibull)模型，而清除時間較適合對數羅吉特分配，並指出高速公路事件管理最主要的目的是在排除事件並且盡速恢復正常的車流，其處理程序可分為以下三個部分(如圖 2-1 所示)，分別為事件偵測時間、事件反應時間及清除時間，各程序定義及功能如下：

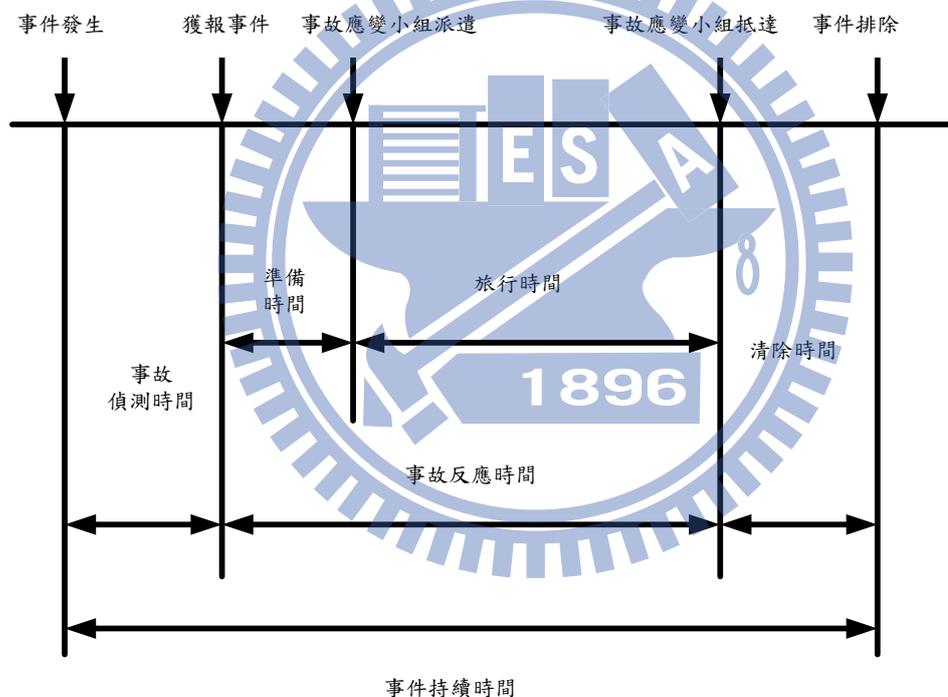


圖 2-1 事故排除處理時間流程圖(a)

(1) 事故偵測時間：

指事故發生後到事故被偵測出之時間，目前雖有許多的偵測方式，但仍必須靠人為經驗的累積會較有效判別事件的發生與否。事件偵測乃是對交通異常狀態辨識的一種判別，一般常會設定異常現象警告之門檻。偵測方式由低成本的人工偵測方式到複雜精確的自動監視技術，雖先進技術較能反應事故狀態、但偵測技

術與方式的選擇會受到經費的限制。事故確認是將事故正確位置、事故類型及嚴重度等資訊傳遞給適當單位，並有防止誤報或謊報作用。

(2) 事故反應時間(準備時間以及旅行時間)：

即事故應變小組(Incident Response Team ,IRT)發現事故到抵達事故現場之時間。為反應及指示必要的資源到事故現場，提供傷患救護及恢復道路正常運作的過程。在救援過程中，涉及許多單位，除常設組織外，還包括臨時救難人員及合約廠商及醫院，因此，救援人員需有足夠的訓練及經驗，才能準確的判斷事故等級，同時並整合有限的資源到事故現場。

(3) 清除時間：

指事故應變小組到達事故現場的時間到事故完全清除之時間。由於事故應變小組屬於臨時任務編組，現場的指揮與各單位間聯繫的工作即面臨的考驗，所以救援指揮官需整合現場資源，以求各救援單位能清楚定位，才是降低交通衝擊與事故處理效率的主要關鍵。以國內高速公路救援體系為例，事故現場處理職權以現場官階最高者為指揮官，總指揮及協調權仍然是由高公局負責，對於特殊事故(如危險物品事故)需由專業知識人員處理，在目前國內指揮體系中尚未明確劃分的指揮權。且其中也包含了事故清理時間：包括事故調查與事故清理兩階段，事故調查指警察單位對於事故責任鑑定的調查工作;事故清除一般是在事故調查工作後方能展開清除，將干擾正常車流之車輛及散落物清除，使得道路恢復到正常車流運作情況之容量。故迅速的清除時間能明顯的降低事故持續時間更能避免二次事故的發生。

Knibbe(2006)等學者則是將事故排除處理程序分為四個階段如下圖(圖 2-2)所示分別為事故偵測時間、到場時間、清除時間以及回復正常車流時間。與 Nam 和 Mannering(2000)不同之處為最後多了第四階段車流恢復時間，但由於本研究為探討事故排除時間也就是從接獲通報到清除完畢所需的時間指的就是第二與第三階段的時間和，故車流恢復時間並不在本研究範圍內。

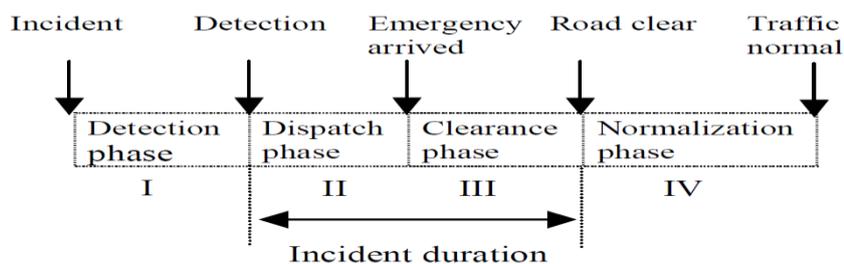


圖 2-2 事故排除處理時間流程圖(b)

2.1.1 影響事故排除時間因子

經由前述對事故排除時間相關背景回顧後，本小節將介紹以往文獻中所提過之高速公路事故排除時間影響因素並結合目前國內的記錄進行變因的取捨，有關事故排除時間之因子如下：

Nam 和 Mannering(2000)研究中將事故排除時間因子分為

- (1) Temporal characteristics：如早上、晚上、尖峰、離峰。星期別。月份。
- (2) Environmental characteristics：晴天、陰天、雨天。
- (3) Geographicin formation：公路別。
- (4) Incident characteristics：單一車輛車禍、受傷車禍、死亡車禍。

Knibbe(2006)等人研究中，將有關事故排除時間可能相關之因子如下表 2-1 所列。其中本研究與其不同之處為在事故類型中皆為事故，車輛類型中係皆為車禍故不加以討論，在是否需要警方中由於本研究的研究範圍係皆有警方到達所以不納入，其他如是否需要拖吊車，本研究有去找尋資料，但由於委託之相關拖吊公司之記錄與實際發生事故時間皆不符合故本研究將不納入。而在是否交通管制變數方面則台灣地區無相關記錄。而路側設施是否毀壞也無法得知

表 2-1 事故排除相關參數列表

參數	資訊
事故類型	故障車輛/貨物掉落/事故
車輛類型	客車/貨車牽涉其中
牽涉車輛數	1 輛/2 輛/2 輛以上
發生時間	平日/假日，尖峰/非尖峰
是否需要警方	是/否
是否需要救護車	是/否
是否需要消防隊	是/否
是否需要拖吊車	是/否
是否需要修繕服務	是/否
是否需要路面修理	是/否
被拖吊型態	客車/卡車
是否需要警方調查	是/否
是否需要交通管制	是/否
路側設施是否毀壞	是/否

Younshik Chung(2010)收集 2006、2007 年在韓國的高速公路事故資料並利用 log-logister modle 來處理事故資料，其中此研究將各項因素分類為：

- (1) 事故類型：車輛故障、車輛相撞、車輛著火。
- (2) 事故發生的位置：主線，匝道，隧道，橋樑，收費站，休息區。
- (3) 涉及的車輛類型：轎車，SUV (Sport Utility Vehicle)，小型貨車，中型貨車

- (或中型巴士)，公車，小卡車，中型卡車，大卡車，拖吊車。
- (4) 事故的嚴重程度：死亡數，受傷數，涉及的車輛數。
- (5) 路面條件：乾燥，潮濕，下雪，結冰。

2.1.2 事故排除時間研究方法

Indrajit Ghosh(2012)等學者使用 Michigan Department of Transportation Freeway Courtesy Patrol 所提供的資料，結果發現跟其他的參數模式相比使 generalized F distribution 提供事故排除時間資料是最適合的，並且得到的結論為在周末跟早上時事故排除時間較短而在冬季時事故排除時間較長。

黃志偉(2002)應用類神經網路分析研究中以倒傳遞演算法之三層(Three-Layer)完全連結(Fully-Connected)及前向(Feed-Forward)等架構型態進行預測。肇事處理中影響的因子很多，研究於訓練與測試範例中採用貢獻圖的概念，估算輸入層處理單元之影響性，選出較具影響之變數，而後分別動態調整隱藏層層數、學習速率及慣性因子等相關參數，用以找出最佳的預測模式。最後，研究以國內實際架設影像偵測所得到之肇事資料進行驗證測試與分析，再依分析之結果提出結論與建議。

Saeed Alkaabi(2011)等學者收集 2009 年 5 月至 2010 年 4 月期間在 Abu Dhabi 的 583 件事務，且這 583 件事務中事故排除時間平均為 26.14 分鐘，最低的 1 分鐘和的最大為 130 分鐘。標準差為 18.18 分鐘。以及使用 Weibull 分配模型存活分析方法中的加速失敗時間(accelerated failure time,AFT)模型，來分析影響事故排除時間的因素，結果顯示在離峰的時候事故排除時間較長，但在有人員受傷時，事故清除時間較短。

Garib(1997)等學者，收集在 Alameda County, Oakland 高速公路上共兩個月的事故資料並建構兩種模型預測事故排除時間，其對事件持續時間預測模型結果做回歸分析，81%的事件持續時間的變化是可以預測的，相關因素為受影響的車道數，涉及的車輛數，卡車是否涉及，一天的時間，報警的反應時間和天氣狀況。

Ying Lee(2010)採用遺傳演算法來建構兩個神經網絡模型，並預測了事故發生時可能造成事故排除時間。這兩款模型可以提供的估計持續時間，只要輸入一個事故的相關的交通數據。因為遺傳算法的設計，只需輸入交通特性以及事故的狀態。此研究在預測事故持續時間在每個時間點的平均絕對百分比誤差是 29%，大多數情況下，這也表示，這些模型有一個合理的預測能力。由於這一模式，旅客和交通管理部門可以更好地了解事故的影響。且此研究指出，在智慧型運輸系統的背景提出的模型是可行的。

Abhijit Dharia(2003)指出高速公路旅行時間可以合理準確地估計是先進的出行者信息系統(ATIS)中的智慧型運輸系統(ITS)的實施成功。一個ATIS包括最推薦、適合的路線,根據旅客的要求,使用從各種渠道收集到的信息,如檢測器和探測車的路線引導系統。在此研究中,神經網絡模型,提出了使用 counter propagation 神經網絡(CPN)的高速公路路段行駛時間預測。和 back propagation (BP) 神經網絡算法相比其模型的性能。其結果表明,該模型基於 CPN 網絡,和 Adeliand Park 所提出的學習係數,速度比 BP 網絡是近兩倍的。因此,此研究提出的高速公路路段出行預測模型特別適合於即時交通信息管理系統。

Ahmad Tavassoli Hojatia(2013)指出美國研究顯示,非經常性的壅塞佔了美國高速公路上 40%~60%。其中交通事故是最大的非經常性壅塞,共佔了全美高速公路的 25%。此研究的目的是提供一個有效的和實用的高速公路上事故排除時間的預測方法和確定關鍵的變數,以促進跟改善和事故發生時處理的策略。收集在 Queensland Department of Transport and MainRoads' STREAMS Incident Management System(SIMS) for South East Queensland(SEQ) urban road networks 2009 年 11 月~2010 年 11 月的資料共 4926 筆。整體資料的 99.6%可分為 Crash, Hazard, Stationary vehicle 三種,剩下為 alerts, floods 這兩種(排除)。使用事故類型跟嚴重程度、牽涉的車輛數、環境影響因子、時間特性、幾何特性等這些可能的影響變數。使用存活分析的加速失敗時間模型來分析並調適 3 種分配,並用最大概似估計法了分析三種分配。最後發現 Weibull 分配最適合來處理資料的型態。結果可供交通事故管理機構實施策略,以減少事故的持續時間,導致二次事故的發生,減少擁塞,及相關的人力和經濟損失。

Indrajit Ghosh(2012)指出交通事故被定義為非經常性的事件若事故的持續時間越長則二次事故發生的機會越大。事故的持續時間被分為:偵測時間、反應時間、清除時間、恢復時間等四種。並收集在底特律的 75 號州際公路(I-75), 94 號州際公路(I-95), 275 號州際公路(I-275)和州際公路 696(I-696)上 2009 年的事故資料,共 32574 件事務資料,平均事故排除時間為 9.81 分鐘。並使用存活分析法。因其為使用一般的事務資料所以討論的變數不多其研究結果也建議後續的研究可再考慮其他相關因素,如光照條件,氣候條件,路面條件,損傷程度,施工區,附近特殊的事件或旅遊活動等。

2.2 高速公路相關文獻

Hongyun Chen 等人(2009)收集了 Florida 州的 343 高速公路路段的事故資料，此研究把匝道出口分為 1~4 共四種型態，比較了事故率以及車禍的嚴重程度對於不同類型的高速公路出口匝道間的關係。結果發現高速公路的車流、限速狀況、減速車道長度以及右側路肩的寬度對於匝道的安全性是有顯著影響的。最後指出使用第二型的匝道類型在出高速公路時會增加 68.33% 的事故率相較於第一型匝道類型。使用第四型的匝道類型在出高速公路時會增加 32.2% 的事故率相較於第三型匝道類型。第一型匝道為單線出口且使用漸減速線(decelerating taper)，第二型匝道為單線出口並使用緩和曲線，第三型匝道為雙線出口且使用緩和曲線，第四型匝道為雙線出口且使用了漸減速線(decelerating taper)。

羅俊煌(2000)針對中山高速公路高雄終端經常發生交通肇事之平面路口利用駕駛模擬系統從事道路交通改善方案；首先收集民國 86 年至 88 年間中山高速公路高雄終端所發生之各種交通肇事案例資料，再考量交通肇事因素，發現自小客車占極大比例，就晝、夜之時刻而言，夜晚相對於白晝之肇事次數較為多，而其肇事成因中未保持安全行車間距及任意變換車道兩項佔有極大比例，均可歸屬於整體車流狀況之環境因素，而與其他自行駕車疏忽所引發之事故應可予以區別，於是乃將所欲構建之虛擬場景及對照場景區分為：(1) 受測車輛位於虛擬場景的車隊群內部，(2) 受測車輛居於車隊群的前導車之位置，亦即受測車輛之前方並無其他車輛阻擋視野，故在構建虛擬場景時即不需加入車隊群。在單一車輛行駛於交通路況時，可在(1) 高速公路高架陸橋及高速公路終端下匝道處之平面道路所組成之特殊環境中加長彎道曲率半徑(2) 下坡路段分向槽化島之前設置警示反光警標；反之，單一車輛加入車群中之交通狀況，可在(1) 高速公路高架陸橋及高速公路終端下匝道處之平面道路所組成之特殊環境並且加入動態行車車隊群中加長彎道曲率半徑(2) 下坡路段分向槽化島前並且加入動態行車車隊群設置警示反光警標，因為車隊群是模擬出的，所以車輛間之碰撞並不納入研究。

黃裕文(2003)針對高速公路施工路段作為研究對象，分析不同的施工路段封閉車道長度，對於旅行時間之影響，以偵測器來收集施工路段區域之車流資料，利用類神經網路模式來預測車輛通過施工路段之旅行時間，由結果得知，此研究在施工路段長度 1000 公尺、偵測器佈設間距 1000 公尺情形下，各流量之預測結果皆屬於高精準預測。

李季森(2000)是以高速公路單向基本三車道路段作為研究對象，利用探測車方法來預測旅行時間，並以實地調查方式對高速公路用路者進行問卷分析，再以統計軟體 SPSS 進行相關性分析，藉此了解駕駛者變換車道行為，最後以探測車所蒐集而得之相關交通資料，透過類神經網路進行旅行時間的預估，經過預測結果得知，其研究具有高精確性。

Zoi Christoforoua 等人(2010)指出在高速公路上之事故嚴重性的分析是非常重要的，因為會影響許多外部成本的估計以及道路安全的研究人員跟實務人員。雖然到目前為止已經做了許多有關車禍時之損傷嚴重程度的影響因素的研究。但是很少有研究在事故發生時的當下的交通特性跟事故嚴重性的關聯性。此研究使用了隨機參數的順序機率單元模型 (ordered probit model) 來探究速度和車流量對於事故受傷嚴重程度的關聯性。資料是使用了在 2000~2002 年以及 2006 年這三年在巴黎 A4-A86 的 893 有人員傷亡的事故。研究結果指出交通量增加則受傷的嚴重程度會增加。

Juande Ona 等人(2011)指出在高速公路上造成損傷的嚴重程度的可能因素有高速公路特性，車輛特徵；事故的特性以及天候狀況。此研究係使用 Bayesian networks 根據可能的損傷的程度來進行交通事故的分類，Bayesian networks 無需預先假設其關聯性，並能做出預測。並收集了在西班牙的 1536 起在郊區高速公路發生的事故，並提出了 18 的變量，並將受傷嚴重程度分為輕傷、重傷、死亡。最後發現事故類型、年齡、照明狀況以及受傷人數對於嚴重程度是有顯著影響的。

Jean-Louis Martin(2003)指出在法國高速公路上，事故發生率與每小時車流量的兩者的關係，並以碰撞的嚴重程度作為交通影響的觀察基礎。研究顯示當交通量在最少時也就是 400 輛/小時，發生率包含了財產碰撞損害和最高的碰撞傷害。而當交通量在 1000 至 1500 輛/小時，這些發生率比例為最低。當交通流量增加到 3000 輛/小時，碰撞發生率會逐漸上升。且周末碰撞高於平日。在交通繁忙，碰撞事故的數量是平日較高。無論怎樣的交通量，都沒有發現白天跟夜間有顯著差異。但當每小時的交通流量最輕時，夜間的嚴重程度是最高的。結果顯示在白天和夜間的任何車流量也沒有顯著差異。

Al-Ghamdi A.S. (2002)利用 Logistic 回歸分析來分析 560 件有造成人員傷亡的事故，並把事故分為兩個因變量死亡與非死亡。並找出九個變數來進行分析，最後發現了有兩個因素與事故的嚴重程度最為顯著分別為地點與事故原因，最後指出此研究所使用的 Logistic 回歸分析方法是很好的工具，可用於未來在 Riyadh 的安全改善的好方法。

Sunanda Dissanayake 等人(2002)的研究利用 sequential binary logistic regression models 來建立客運的司機的受傷程度與相關因素的模型。最後發現行駛速度，限制設備的使用，撞擊點，酒精和藥物的使用，個人狀況，性別，司機是否有過錯，以及城市、郊區的環境特性和事故地點被確定為重要的因素之一。然而最後研究指出，統計模型的損傷程度的準確性主要取決於交通事故報告中提供信息的準確性。

陳苑蕙、邱政民(1999)分析在高速公路上夜間駕駛者受傷嚴重性因素分析，並應用對數線型模式 (loglinear model) 處理所有被考慮變數間的關係，經由對所

有考慮因素作一整體的探討，更能發現應加強的改善重點，以降低駕駛者受傷的嚴重性，並且利用卡方檢定是否為顯著關係。由對單車非撞人事故所建立的對數線型模式可知，半夜至清晨的駕駛者受傷嚴重性比其他時段高，戰備跑道的駕駛者受傷嚴重性比非戰備跑道區段高，小客車及小貨車未繫安全帶的受傷嚴重性比繫安全帶高出許多。由對雙車事故所建立的對數線型模式得知，戰備跑道的駕駛者受傷嚴重性比非戰備跑道區段高，未繫安全帶受傷嚴重性比繫安全帶高，除了聯結車以外，其他車種半夜至清晨的駕駛者受傷嚴重性比其他時段高出許多，若以駕駛者受傷嚴重性比率來看，半夜至清晨間小客車（78%死亡或受傷）小貨車（79%死亡或受傷）駕駛者受傷嚴重性特別高。

王秀雯（2004）針對以統計方法之多元羅吉特模式與資料挖掘技術之決策樹分析影響交通肇事嚴重程度之因素及其影響程度（死亡、受傷、未受傷）。以多元羅吉特模式而言，影響死亡因素有事故特性（車與固體碰撞、當事人上下車）、道路幾何特性（如：路面有坑洞、路面溼潤、單一車道、多車道）、道路環境因素（雨天）、時間特性（春天：一~三月）、車種（機車、慢車、行人）、駕駛者因素（如：速限、年齡、飲酒、駕照被吊扣（銷）等）、其次影響受傷因素有事故特性（車與固體碰撞、當事人超車）、道路幾何特性（快車道、機車道、柏油路）、道路環境因素（晨或暮光）、時間特性（秋天：七~九月、冬天：十~十二月、晚上：8：00~11：00）、車種（慢車、行人、駕駛者因素、超級駕駛），顯示交通因素仍以人、車、路、事故因素為事故主要改善原因，其中受傷比例>未受傷比例>死亡比例。

2.3 存活分析法相關之研究

吳健生等人（2011）針對全球暖化及節能減碳議題，並透過問卷方式調查機車騎士紅燈怠速熄火行為之意願及其影響因素，並利用存活分析法中之Cox等比例危險模式，構建兩者之關係。其研究結果顯示，全球暖化認知、紅燈怠速熄火降低污染意願、執法規範信念、熄火依從信念、年齡及家庭人數等6個變數，會顯著影響機車騎士紅燈怠速熄火之意願。且解釋變數與相對風險呈正向走勢。對環境認知或認同感愈強烈，其相對風險亦愈高，亦即紅燈怠速熄火之意願亦愈高。然就年齡變數而言，每增長1歲，相對風險卻降低1%顯示年紀愈輕，反而卻愈具有環保意識，愈能接受怠速熄火節能減碳之觀念。更經進一步分析發現，若能提升大眾的環境認知，則全體機車騎士當中將會增加2.545%至14.618%願意配合紅燈怠速時熄火

丁崇德等人（2008）選取飛行班次、可售座位數、載客人數、商務航線、休閒航線與高鐵重複航線的起迄地點等變數，探討國內航線之營運，利用存活分析中的Cox等比例風險模式，試圖找出影響國內航線營運之存活因素，以供國內航空

業管理者改善缺失與未來營運方針之重要參考方向。結果發現，可售座位數、商務航線、與高鐵重複航線的起迄地點為國內航線營運存活之重要影響因素。

張新立、葉祖宏(2004)使用存活分析法進行機車持有年限之研究，其結合了交通部統計處之調查樣本及監理車籍資料設計研究方法，並取得機車持有期間之相關資料；利用存活分析法探討機車持有之存活時間。此研究以 Cox 迴歸模式建構機車持有年限與相關解釋變數間之存活模式，並依報廢及過戶事件之風險性質不同分別建構競爭風險存活模式。結果顯示兩類存活模式在解釋變數顯著性與影響持有年限之危險率具明顯差異。

2.4 小結

綜合以上事件排除時間與高速公路的相關文獻，瞭解整個事件處理流程；釐清正確的事故排除時段中間包含了偵測時間、反應時間以及清除時間等三大部分。並由文獻可知對於事件持續時間的定義各有不同之處，本研究將事故反應時間加上事故清除時間定義為事故排除時間如下圖所示。

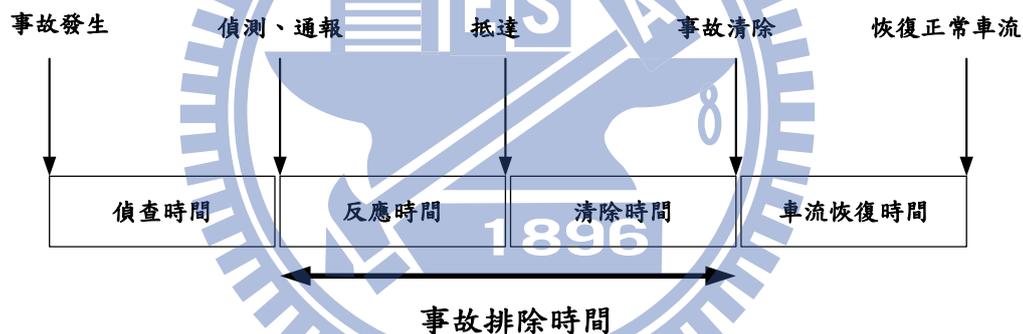
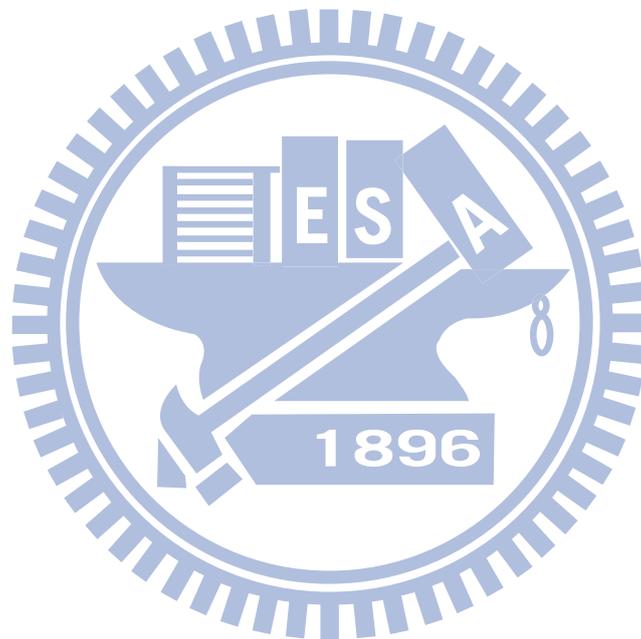


圖 2-3 事故排除時間定義

藉由文獻可知，處理事故排除時間的相關資料，有使用羅吉特模式、存活理論等等許多方法，且文獻對於在高速公路的事故排除時間的分配有眾多的說法，有 F 分配、韋伯分配、Gamma 分配等，但目前文獻對於台灣地區的事故排除分配並無相關之討論，且國外使用存活理論來處理高速公路上之事故排除時間資料的文獻眾多，但對於處理事故排除時間分配參數模式卻都不盡相同，故本研究將使用存活理論裡的 Cox 等比例風險模式來處理事故排除資料，原因如下：

- (1) 事故的排除與否，在本質上即屬時間上存活與否的問題，故相當符合本研究之目的。
- (2) Cox 等比例危險模式在應用上較具彈性，其解釋變數可為質化或量化，足以滿足本研究在變數選取上多樣化之要求。

- (3) 若能事先明白危險機率之特性，例如隨時間不變、遞增、遞減或先遞增再遞減等特定型態，則可界定危險函數為指數(exponential)、韋伯 (Weibull) 或對數常態(lognormal)等型態之模式，然而現階段下並無法確定在台灣區事故排除時間真實函數之型態，而 Cox 模式則無服從某種機率分配之要求(無母數估計)，故適用於此研究中事故排除時間分配尚不明確之情形。
- (4) 在過去之文獻回顧發現像是工務段以及有關消防當局等救援資源方面對於在高速公路的事故排除時間的關聯性並沒有詳細地去探討。故本研究除了將找出影響台灣中部都會區上影響事故排除時間之相關變數外，還將分析救援資源這些因素與在高速公路事故排除時間的相關聯性。



第三章 研究方法

經由前述對事故排除時間相關文獻回顧後，本章將介紹處理高速公路事故排除時間影響因素之方法，也就是存活分析方法中的 Cox 等比例風險模式，茲分別說明如下：

3.1 存活分析

存活分析法一開始主要應用於醫學領域，用來分析如癌症病人之存活時間，比較兩組使用不同藥物病患之存活率；但目前已廣泛發展在各種領域上，而在運輸領域上，亦可應用於如汽機車使用年限、鋪面養護決策、事故處理時間…等。存活分析又稱為時間-事件分析(time-event analysis)，是利用統計方法研究在某族群中的個體，在經過特定時間後發生某種特定事件(event)的機率，而從時間量測的起點到此特定事件發生的時間長度稱為存活時間(survival time)；而發生特定事件則稱為失敗(failure)，在醫學或流行病學常以死亡、疾病發生、疾病復發代表特定事件；反之若在特定時間為並未發生特定事件則稱為設限(censored)。

3.2 存活理論

存活時間是存活分析中最主要的分析變數，以下是定義存活時間必須具備的三項基本要素：

- (1) 存活時間測量的起點(start time)
- (2) 特定事件(event)
- (3) 存活時間尺度(timescale)

本研究之三項基本要素定義如下：存活時間測量的起點為事故接獲通報時間點；特定事件是指事故發生排除；存活時間尺度指存活時間的測量單位，本研究之測量單位以「分鐘」做為計算。

存活分析是研究某群個體在經過某一特定時間後，會發生某特定事件之機率分析，而此特定時間的長度稱為存活時間(survival time)。存活分析在統計上的應用由來已久，此方法早期最常用在生物醫學方面，如個人患某種疾病的持續時間長短，而以死亡、疾病發生、疾病復發或康復代表該特定事件。近年來這個觀念的研究重心逐漸轉移到各個不同的領域上，如在社會科學領域中，對罷工期間長短、失業時間的長短、營業失敗的時間、購買產品期間與保證期的間隔時間等問題皆已開始廣泛使用

存活分析方法的主要概念就在於風險組合，也就是在每一個時間點上，事件發生的組合，如廠商的存活、退出皆可以藉由收集事件資料來研究事件的發生受到哪些因素影響，並利用存活分析方法進行動態分析。而存活分析不僅可分析事件的持續時間的長度，也可在事件結束之前之時點提出預警，並提出存活的機率，用以評估時間序列資料十分適宜。此外，由於觀察資料的限制，或部分被觀察之樣本於觀察期間發生脫離，即產生受限資料，如研究結束時研究個體尚未經歷失敗事件、研究期間內失去對於研究個體之追蹤、或是研究個體在研究期間內發生脫離。這些受限資料表示在樣本存活時間缺乏完整資訊，存活分析的優點是在受限資料中有用的資訊納入分析，並以避免刪除受限資料所造成之偏誤。

存活分析法的基礎應用為，建立存活表(survival table)，或以 Kaplan-Meier 法(簡稱 KM 法)觀察群體不同存活時間之累積存活率或累積生存函數，以了解特定事件發生之存活經驗。若需深入探討存活時間與危險因子間之關聯性，則須進一步建構存活模式。所幸目前已有多樣化之模式可供選擇使用，較常見者如 Cox 等比例危險模式(proportional hazard model, PHM)及加速失敗時間模式(accelerated failure time, AFT)等，前者為個體間危險函數成比率關係，模式具有半參數估計之特性，而後者則強調某停留狀態下時間與存活函數間之關係。此外，由於發生特定事件之時間恆為正，時間資料可能並非呈現常態分配，因此傳統之最小平方迴歸將無法適用。存活分析雖著重於存活時間之分配，且已有若干方法用於推估非條件式之存活分配，但最廣泛引起興趣者，則為用於檢視存活與一或多個預測或解釋變數(predictors)間之關係亦即存活與危險因子間之關係。本研究將是事故仍然持續視為存活，排除事故視為死亡，不僅著重於事故排除時間(存活時間)之分配，更著重於影響事故排除因素之分析，而 Cox 等比例危險模式能夠滿足此一需求，因此決定採用其作為主要研究方法進行深入之分析。相較於其他方法，Cox 等比例危險模式更適合作為本研究之工具，其理由為：(1)事故的排除與否，在本質上即屬時間上存活與否的問題，故相當符合本研究之標的；(2)Cox 等比例危險模式在應用上較具彈性，其解釋變數可為質化或量化，足以滿足本研究在變數選取上多樣化之要求；(3)若能事先明白知道危險機率之特性，例如隨時間不變、遞增、遞減或先遞增再遞減等特定型態，則可界定危險函數為指數(exponential)、韋伯(Weibull)或對數常態(lognormal)等型態之模式；然而一般情況下並無法確定真實函數之型態，而 Cox 模式則無服從某種機率分配之要求，故適用於此研究中事故排除時間模式尚不明確之情形。

3.3 Cox 等比率危險模式

Cox (1972) 首先提出存活分析是一種無母數分析方法，不需對自變數作統計機率分配假設，也不需對母數做統計及檢定，且可以預測個體失敗時點的機率，以幫助個體的經營者能及早對危險因子設法予以降低或消除。其研究方法是觀察某一個體在連續時間過程中，存活、死亡或轉移狀態的情形，因此是一種動態分

析方法，利用存活函數 (survival function) 和危險函數 (hazard function) 來估計存活的機率以及死亡的機率。為了定義存活函數與危險函數，令 T 為存活的期間， T 為一非負數之隨機變數，個體在 T 時段發生事件的機率密度函數為 $f(t)$ ，累積密度函數為 $F(t)$ ，關係如下：

- (1) 令 T 為一段時間，其測量從一個明確的定義的時間零點，到一個明確定義特殊事件的發生點。令 $T \geq 0$ 且 $f(t)$ 為一個機率密度函數。

$f(t)$ 密度函數：超過任一時刻之瞬間內狀態發生變化物件的百分比或機率。

$$f(T=t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq T < t + \Delta t)}{\Delta t} = \frac{dF(t)}{dt}$$

- (2) $S(x)$ 存活函數：一個個體的存活時間超過時間 t_x 的機率，也就是在時間 t 之後發生事件的機率。

$$S(t) = P(T > t) = \int_t^{\infty} f(t) dt$$

存活函數是一個單調遞減函數，其在時間零等於 1， $S(0)=1$ ，在無窮大時會近似於零，故 $S(\infty)=0$ ，所以當 $t_1 < t_2$ 則 $S(t_1) > S(t_2)$ ，若母體的一些成員最後都會發生事件則 $S(\infty)=0$ ，若母體的一些成員絕不會發生事件，則存活曲線可能不會。這時間增加近似於零，一個實用的存活曲線估計式並不需要到達零，當 T 為一連續隨機變數，則存活函數為累積機率分配函數 (cumulative distribution function) 的餘集 (complement)，存活曲線通常以離散的時間點或年齡來繪製。

- (3) $h(t)$ 危險函數：當給定存活時間 T 大於或等於 t 為條件時，在 $T=t$ 的狀態發生改變機率。 $h(x) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq T < t + \Delta t | T \geq t)}{\Delta t} = \frac{f(t)}{S(t)}$

$$f(t) = h(t)S(t)$$

- (4) 累積危險函數 $H(t) = \int_0^t h(u) du$

危險函數是描述失敗過程中性質的資訊，放在決定適當的失敗分配時特別有用，當事件發生經歷跟隨時間改變時，此危險函數是有用的，危險率唯一的限制就是它是非負值的 (nonnegative)，即 $h(t) \geq 0$ 當追蹤一位觀察對象到時間 x ，並不再計算他的死亡，則累積危險函數 $H(t)$ 是事件的期望次數 (expected event counts)，使用累積危險函數讓我們容易估計 $S(t)$ ，使用圖表可以簡單的檢查累積危險函數的形狀，可告訴我們累積危險函數資訊，例如斜率。

分析存活時間資料時，除了時間的變數外，常伴隨與存活時間相關的解釋因子，影響事故存活或排除的因素有許多，將這些因素 (x) 放入存活函數或危險函數

中，存活函數則由 $S(t)$ 變為 $S(t;x)$ ，危險函數由 $h(t)$ 變為 $h(t;x)$ ，本研究參考 Cox (1972) 比例危險模式，主要特色在於(1)不用假設存活時間 t 屬於何種參數型分配，及能估算個體行為對存活時間的影響；(2)可處理具有設限觀察值資料的模式與參數估計；(3)共變數向量可以是連續、間斷、時間相關或虛擬變數；(4)模式考慮到存活時間與設限之資料，避免與 Logit 迴歸只有使用(0,1)忽略時間與設限資料的缺點。

$$\text{Cox}(1972)\text{將危險率定義為：} h(t|x) = h_0(t)\exp(\beta X_T)$$

其中， $h_0(t)$ 為基準危險函數 (base line hazard function)， β 為解釋變數估計值之矩陣。Cox 認為 $h_0(t)$ 並非 T 的平滑函數，換言之， $h_0(t)$ 是被允許任意值屬於無母數形式，Cox 認為基準危險函數可以有任意形式，可不對其做假設，亦即不需對基準危險函數作任何設定就可以估計參數，因為 Cox 認為任何樣本的危險率與其他樣本成固定比例的關係，所以 Cox 的危險函數，稱為比例危險函數 (proportional hazard function)，Cox 建議模式參數值可採用偏概似函數，即：

$$L(\beta) = \prod_{j=1}^k [e^{X_j \beta} / \sum_{\ell \in R_j} e^{X_\ell \beta}]$$

相對風險 (relative risk, RR) 或稱危險比 (hazard ratio) 用以表示死亡風險或危險之預期改變量，於本研究中則表示解釋變數值改變時，對事故排除時間之影響大小，其定義如下：

$$\text{HR} = \frac{h(t|X^*, \beta)}{h(t|X, \beta)} = \frac{h_0(t)e^{X^* \beta}}{h_0(t)e^{X \beta}} = e^{(X^* - X)\beta} = e^{\sum_{i=1}^k (X_i^* - X_i)\beta}$$

其中， $X(j)$ 是事故發生排除之解釋變數向量， β 為所對應之待校估參數向量。危險比 (hazard ratio) 用以表示死亡風險或危險之預期改變量，於本研究中則表示解釋變數值改變時，對事故排除風險之影響大小。若危險比大於 1 時則表示每增加 1 單位的變數值其事故發生排除的機率上升也就是事故排除時間會減短。若危險比等於 1 時，事故發生排除的機率不變，事故排除時間不變。若危險比小於 1 時則事故發生排除的機率下降，事故排除時間會增長。

第四章 資料收集

4.1 資料蒐集

本研究資料係收集從民國 101 年 11 月至 102 年 2 月共四個月分，在國道 1 號三義交流道至西螺交流道，國道 3 號苑裡交流道至竹山交流道之交通事故。其中國道 1 號收集了之交通事故共 933 件，其收集路段範圍為三義交流道至南屯交流道，詳細範圍如表 4-1 所示。國道 3 號收集大甲分隊、快官分隊以及民間分隊之國道 3 號之事故共 422 件，收集路段範圍為苑裡交流道至竹山交流道如表 4-2 所示。

在資料收集上，由於本研究牽涉變因眾多，所以需收集各方資料並加以對照才能得出擁有完整因子之事故資料，取得四種型態的資料將其加以對照並整合成本研究所需要的資料。

- (1) 事故卷宗：事故卷宗係在事故通報後國道公路警察所須填寫之事故個案資料與本研究相關的紀錄有事故發生時間以及地點、占用車道數、所涉及車輛數、有無大車、有無聯結車、外側路肩寬度、天候、死亡人數、受傷人數。
- (2) 通聯記錄：通聯記錄係記錄國道公路警局勤務中心所有之通話記錄內容以及時間。通聯記錄與本研究相關的紀錄有事故之通報地點以及時間、到達事故現場時間、排除完成時間。
- (3) 工務段紀錄：工務段與本研究相關的紀錄有派遣事故處理車的時間以及派往的地點、到達事故現場時間、完成處理時間。
- (4) 消防局派遣方式：本研究取得研究範圍內鄰近消防局在國道上的派遣方式(表 4-3、表 4-4)，並經由個案對照使用 Google map 的方式計算出消防局與事故現場之距離。

表 4-1 國道 1 號資料範圍表

警察單位名稱	轄線		備註
泰安分隊	北 149.95 公里~180.95 公里 南 150.47 公里~182.01 公里		三義交流道至南屯交流道
員林分隊	北 180.95 公里~230.156 公里 南 182.01 公里~231 公里		南屯交流道至西螺交流道
里程	設施名稱	里程	設施名稱
150	三義交流道	189	王田交流道
160	后里交流道	192	彰化系統
165	台中系統	198	彰化交流道
168	豐原交流道	207	埔鹽系統
174	大雅交流道	211	員林交流道
178	台中交流道	220	北斗交流道
181	南屯交流道	230	西螺交流道

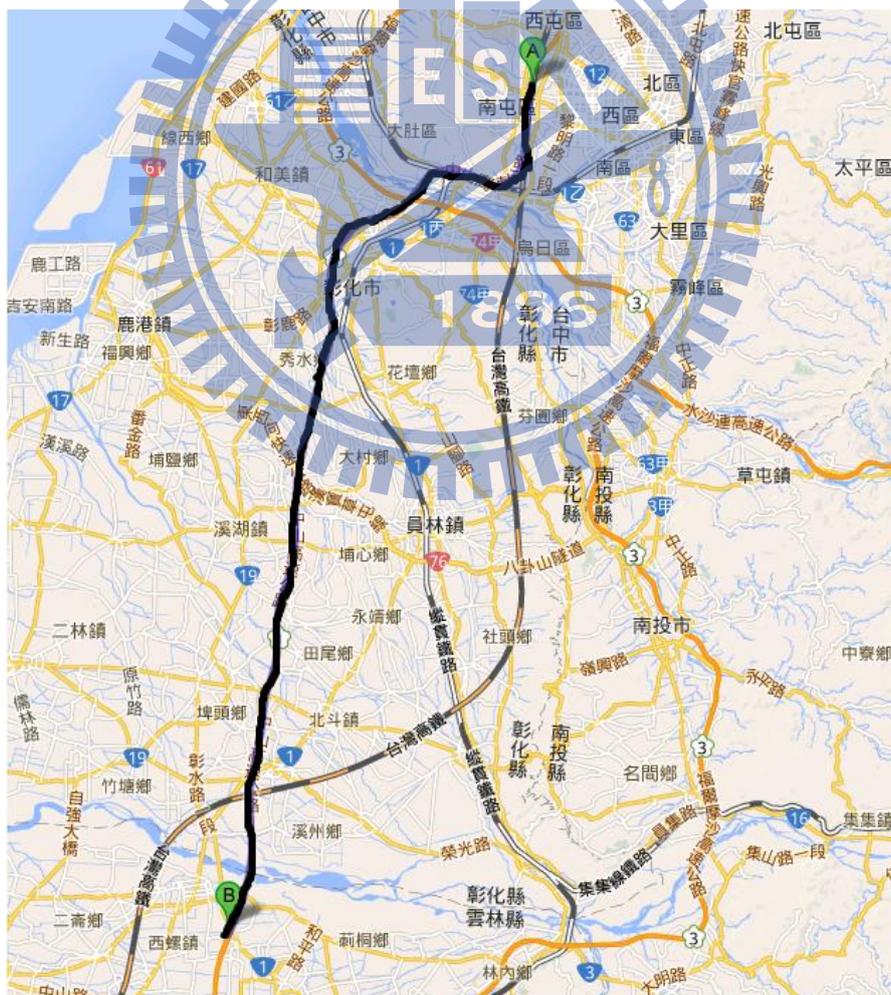


圖 4-1 國道 1 號資料蒐集範圍示意圖

表 4-2 國道 3 號資料範圍表

警察單位名稱	轄線		備註
大甲分隊	北 156.42 公里~191.062 公里 南 157.158 公里~192.106 公里		苑裡交流道至和美交流道
快官分隊	北 191.062 公里~210.94 公里 南 192.106 公里~211.662 公里		和美交流道至霧峰交流道
名間分隊	北 210.94 公里~243.553 公里 南 211.662 公里~243.614 公里		霧峰交流道至竹山交流道
里程	設施名稱	里程	設施名稱
156	苑裡交流道	209	中投交流道
164	大甲交流道	211	霧峰交流道
169	中港系統交流道	214	霧峰系統
176	沙鹿交流道	217	草屯交流道
182	龍井交流道	222	中興系統
191	和美交流道	224	中興交流道
196	彰化系統交流道	236	名間交流道
202	快官交流道	243	竹山交流道
207	烏日交流道		

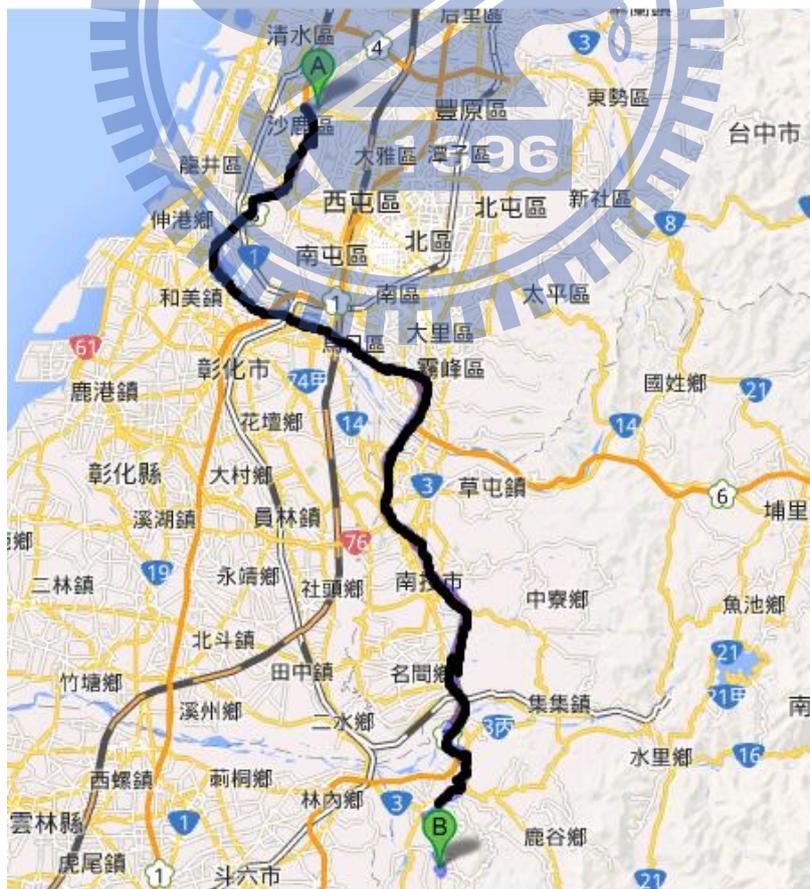


圖 4-2 國道 3 號資料蒐集範圍示意圖

表 4-3 國道 1 號 消防分局負責分配表

路段		南北向	消防分局名稱	消防局與 交流道距離
三義交流道	后里交流道	南	后里分隊	13.9
		北	后里分隊	3.1
后里交流道	台中系統	南	后里分隊	3.1
		北	神岡分隊	6.2
台中系統	豐原交流道	南	神岡分隊	6.2
		北	神岡分隊	4.1
豐原交流道	大雅交流道	南	神岡分隊	4.1
		北	大雅分隊	7.0
大雅交流道	台中交流道	南	大雅分隊	7.0
		北	西屯分隊	1.7
台中交流道	南屯交流道	南	西屯分隊	1.7
		北	黎明分隊	2.8
南屯交流道	王田交流道	南	春社分隊	3.2
		北	烏日分隊	5.2
王田交流道	彰化系統	南	大肚分隊	6.7
		北	彰化分隊	6.9
彰化系統	彰化交流道	南	彰化分隊	6.9
		北	彰化分隊	1.7
彰化交流道	埔鹽系統	南	彰化分隊	1.7
		北	埔心分隊	10.4
埔鹽系統	員林交流道	南	埔鹽分隊	7.5
		北	埔心分隊	6.2
員林交流道	北斗交流道	南	埔心分隊	6.2
		北	埤頭分隊	5.3
北斗交流道	西螺交流道	南	北斗分隊	4.3
		北	北斗分隊	13.5

表 4-4 國道 3 號 消防分局負責分配表

路段		南北向	消防分局名稱	消防局與 交流道距離
苑裡交流道	大甲交流道	南	幼獅分隊	4.5
		北	外埔分隊	1.5
大甲交流道	中港系統交流道	南	外埔分隊	1.5
		北	清泉分隊	8.7
中港系統交流道	沙鹿交流道	南	清泉分隊	8.7
		北	清泉分隊	2.0
沙鹿交流道	龍井交流道	南	清泉分隊	2.0
		北	黎份分隊	2.1
龍井交流道	和美交流道	南	黎份分隊	2.1
		北	和美分隊	6.0
和美交流道	彰化系統交流道	南	和美分隊	6.0
		北	彰化分隊	7.6
彰化系統交流道	快官交流道	南	彰化分隊	7.6
		北	東區分隊	5.0
快官交流道	烏日交流道	南	東區分隊	5.0
		北	芬園分隊	12.9
烏日交流道	中投交流道	南	烏日分隊	5.8
		北	霧峰分隊	6.8
中投交流道	霧峰交流道	南	霧峰分隊	6.8
		北	霧峰分隊	4.7

霧峰交流道	霧峰系統	南	霧峰分隊	4.7
		北	霧峰分隊	7.5
霧峰系統	草屯交流道	南	草屯分隊	8.2
		北	碧興分隊	10.1
草屯交流道	中興系統	南	中興分隊	11.2
		北	碧興分隊	1.5
中興系統	中興交流道	南	中興分隊	4.4
		北	碧興分隊	3.0
中興交流道	名間交流道	南	南投分隊	6.5
		北	松柏嶺分隊	7.4
名間交流道	竹山交流道	南	松柏嶺分隊	7.4
		北	集集分隊	11.2

4.2 影響變數

本研究由先前文獻所提到過的變數再根據本地所固有的事故紀錄狀況共挑出了 13 個變數。其中解釋變數又可分為質化或量化兩類，其中占用車道數、涉及總車數、外側路肩寬度、死亡人數、受傷人數依據實際數量定義為量化變數；另外天氣、尖峰時間、例假日、主線、有無大型車有無聯結車、工務段所需時間、晚上這 8 個變數為質化(分類)變數。其中工務段所需時間以每 5 分鐘定為一個等級

(一) 時間特性

本研究將時間特性分為尖峰、例假日、晚上。在尖峰時間變因方面將 7 至 9 時以及 15 至 19 時定義為尖峰其他時段為離峰。將參數值尖峰設為 1 離峰設為 0。在例假日變因方面將參數值 1 設為假日 0 設為平日。在晚上變因方便夜晚定義為 18 時至 7 時並將參數值設為白天=0，晚上=1。

(二) 範圍

佔用車道數此變因參數值為實際占用車道數。由於若占用的車道數越多則處理範圍較大，逾期事故排除時間較長，故事故排除完成危險率較低，所以校估參數值預期為負。

(三) 處理難度

處理難度變因有牽涉車輛數、有無大車、有無聯結車、死亡人數、受傷人數。在牽涉車輛數方面另參數值為實際涉及車輛數、由於牽涉車輛越多則可能造成救援人員處理較困難，所以預期會增加事故排除所需時間，故事故排除完成危險率較低，所以校估參數值預期為負。在有無大車變因方面令有大車涉入其中為 1 無大車為 0，由於大車體積較大重量較重，故發生事故時處理難度會升高所以預期會增加事故排除所需時間，故事故排除完成危險率較低，所以校估參數值預期為負。在聯結車變因方面令有聯結車涉入其中為 1 無聯結車為 0，聯結車體積較大

且重量較重，再加上車輛長度較長，且可能有裝在貨物，故發生事故時處理難度會升高故所以預期會增加事故排除所需時間，故事故排除完成危險率較低，所以校估參數值預期為負。在死亡人數已及受傷人數方面皆以實際人數為參數值，若死亡人數以及受傷人數越多則事故嚴重度越高，會增加救援人員的處理難度，所以預期會增加事故排除所需時間，故事故排除完成危險率較低，所以校估參數值預期為負。

(四) 天候

天候狀況可分為晴天、陰天、雨天。令參數值晴天為 0、陰天為 1、雨天為 2。其中因陰天相較於晴天而言視線較差，所以預估事故排除時間會較長，而雨天相較於陰天而言，因下雨會阻擾事故排除的速度，故預期雨天的事故排除時間相較於陰天及晴天會較長，故事故排除完成危險率較低，所以校估參數值預期為負。

(五) 路段特性

發生地點可分為主線，匝道、隧道、橋樑、收費站、休息區等。其中設定主線為 1 其他為 0。由於主線可能車輛的車速較快所以事故排除時間相較於其他地點較長，但主線相較於其他地點而言可能車流特性較為單純其事故排除時間較短，故無法預期其影響方向。

(六) 救援資源

分為工務段接獲通報至到達時間以及所需消防分局離事故現場距離。若工務段所需時間較長，則有可能現場人員已處理完畢但是還須等待工務段將現場掉落物以及路面處理完成，所以預期會增加事故排除所需時間，故事故排除完成危險率較低，所以校估參數值預期為負。但由於本研究將有人員傷亡假設為需要消防局派遣消防局人員，故會有 collinearity 的現象(問題)，所以本研究將期獨立出來做消防分局離事故現場距離與事故排除時間其互相間的共相關統計檢驗。

表 4-5 模式參數對發生事故排除完成危險率之預期方向性

解釋變數	模式參數預期之方向性	解釋變數	模式參數預期之方向性
占用車道數	—	天氣	—
尖峰時間	?	死亡人數	—
例假日	?	受傷人數	—
牽涉車輛數	—	工務段所需時間	—
有無大車	—	主線	?
有無聯結車	—	外側路肩寬度	+
晚上	—		

註：? 為無法預期何種相關，— 為負相關，+ 為正相關



第五章 資料分析

5.1 敘述性統計分析

將在國道 1 號以及國道 3 號所收集之事故資料依事故類型分，在國道 1 號收集的 A3 事故件數為 886 件、A2 為 43 件、A1 則為 4 件(如表 5-1 所示)。在國道 3 號收集的 A3 事故件數為 392 件、A2 為 28 件、A1 為 2 件(如表 5-1 所示)，可發現國道 1 號之事故多於國道 3 號事故，主要的事務類型為 A3。國道 1 號與國道 3 號事故件數總和為 1355 件。A1 事故總件數為 6 件。

表 5-1 事故資料依事故類型分
2012 年 11 月至 2013 年 2 月
(大台中都會區)

國道別	國道 1 號	國道 3 號
件數		
A1 事故件數	4	2
A2 事故件數	43	28
A3 事故件數	886	392
合計	933	422

若事故資料依南北向分，國道 1 號南向為 533 件，北向為 400 件(如表 5-2 所示)。國道 3 號南向為 188 件，北向為 234 件(如表 5-2 所示)。其中國道 1 號以南向較多國道三號則北向事故較多。

表 5-2 事故資料依南北向分

2012 年 11 月至 2013 年 2 月(大台中都會區)		
國道別	國道 1 號	國道 3 號
方向別		
南向	533	188
北向	400	234
合計	933	422

若事故資料可依照日期分類，(如表 5-3 所示)。並由表中可看出星期一至星期四之事故發生件數為 571 件但星期五至星期日 3 天之事故發生件數為 784 相較之下，星期五至星期日這三天的事故發生件數明顯比一到四較多。且明顯星期六、日之事故件數遠比平常日多。其中光是周末 2 天的事故就佔了全部事故的 41.3%。

表 5-3 事故資料依日期分

星期別 國道別	星期 一	星期 二	星期 三	星期 四	星期 五	星期 六	星期 日	總和
國 1	107	83	89	84	158	194	218	933
國 3	44	53	60	51	67	63	84	422
總共	151	136	149	135	225	257	302	1355
百分比	11.1%	10.0%	11.0%	10.0%	16.6%	19.0%	22.3%	100%

圖 5-1 為研究範圍內國道 1 號之事故資料於各個時間點分布圖，橫軸表示各小時時間段，縱軸表示該時段內發生之事故件數，則可發現事故集中發生在 10 至 20 時其中又以 18 時至 19 時 143 件為最多、17 時至 18 時 106 件為次多、11 時至 12 時 88 件為第三多，其他時間則明顯事故發生件數較少，4 時至 5 時為 3 件為最少。

圖 5-2 為研究範圍內國道 3 號之事故資料於各個時間點分布圖，橫軸表示各小時時間段，縱軸表示該時段內發生之事故件數，則可發現事故集中發生在 7 至 19 時其中又以 18 時至 19 時 49 件為最多、10 時至 11 時 38 件為次多、15 時至 16 時 37 件為第三多，其他時間則明顯事故發生件數較少，5 時至 6 時為 0 件為最少。

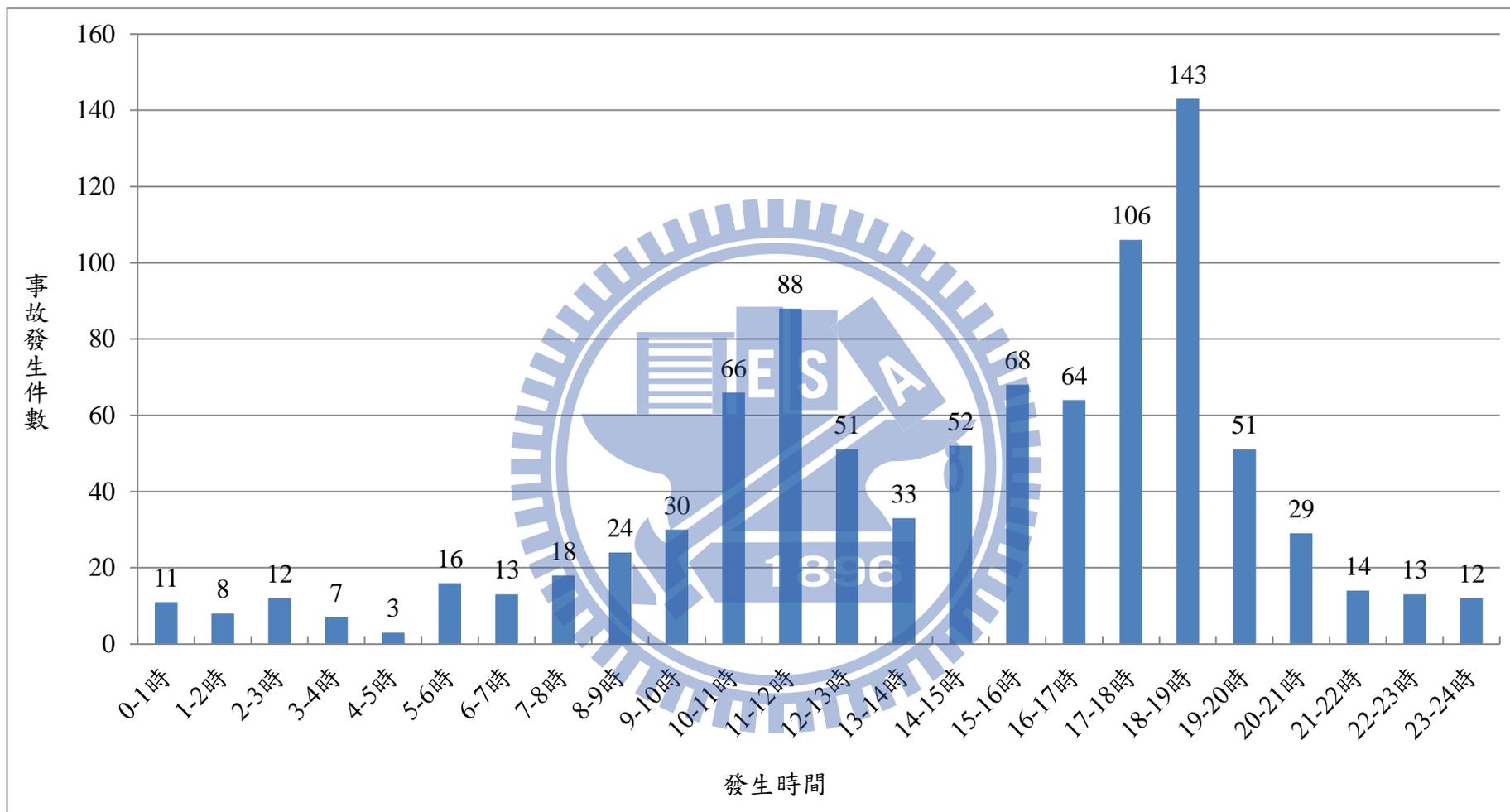


圖 5-1 國道 1 號事故次數圖(分時)

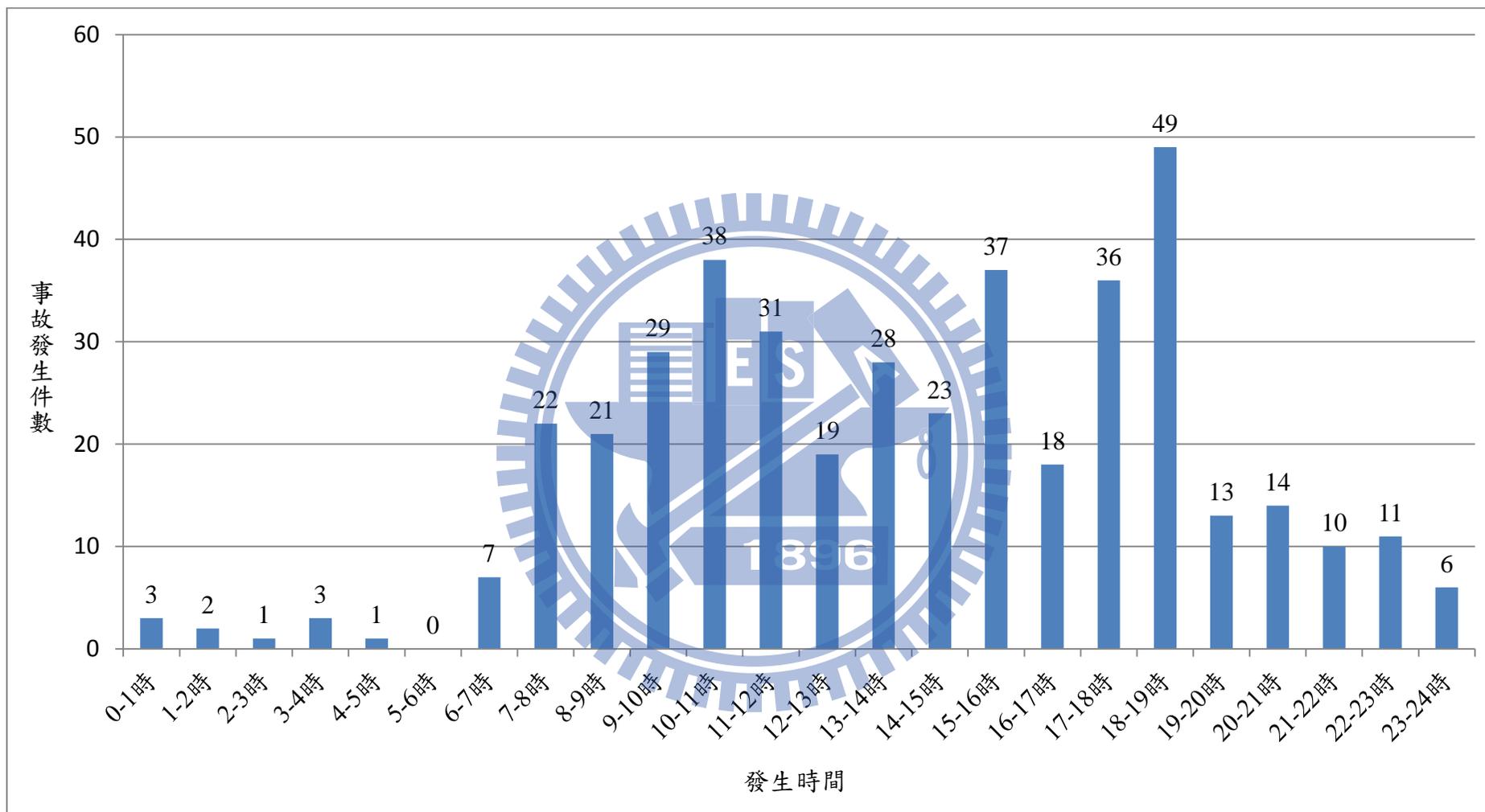


圖 5-2 國道 3 號事故次數圖(分時)

國道 1 號原共有 933 件事故資料，排除了無紀錄事故排除所需時間之資料以及事故排除時間為 0 分鐘的資料 71 件之後共剩下 862 件，並將依事故排除時間以 5 分鐘一組進行分類其中 6~10 分鐘以及 11~15 分鐘比例各為 19% 為最高，分布狀況如表 5-4 及圖 5-3 所示，由圖可得知事故排除時間從 0~5 分鐘遞增至 11~15 分鐘而後隨著事故排除時間越長而呈現遞減趨勢。其中 0~35 分鐘之事故時間佔了全體的 92.6%。

表 5-4 國道 1 號事故排除時間分布表

事故排除時間	數量	百分比
0~5 分鐘	95	11.00%
6~10 分鐘	164	19.00%
11~15 分鐘	164	19.00%
16~20 分鐘	151	17.50%
21~25 分鐘	105	12.20%
26~30 分鐘	76	8.80%
31~35 分鐘	43	5.00%
36~40 分鐘	27	3.10%
41~45 分鐘	12	1.40%
46~50 分鐘	11	1.30%
50~55 分鐘	2	0.20%
55~60 分鐘	1	0.10%
60 分鐘以上	11	1.30%
合計	862	100%

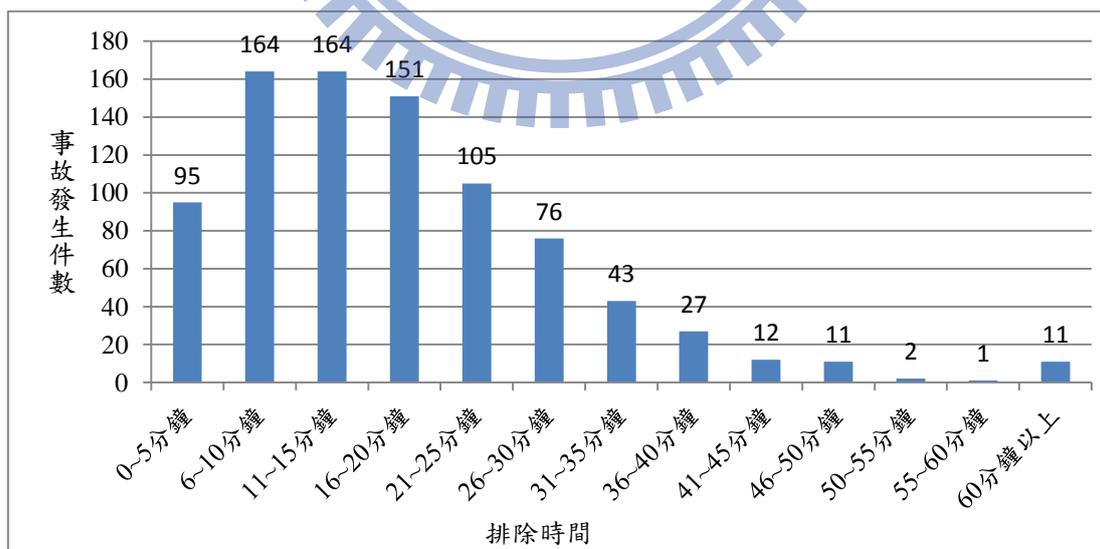


圖 5-3 國道 1 號事故排除時間分布圖

國道 3 號原共有 422 件事故資料，排除了無紀錄事故排除所需時間之資料以及事故排除時間為 0 分鐘的資料 23 件之後共剩下 399 件，並將依事故排除時間以 5 分鐘一組進行分類其中 16~20 分鐘比例為 19% 為最高，分布狀況如表 5-5 及圖 5-4 所示，由圖可得知事故排除時間從 0~5 分鐘遞增至 11~15 分鐘而後隨著事故排除時間越長而呈現遞減趨勢。其中 0~35 分鐘之事故時間佔了全體的 94.3%。

表 5-5 國道 3 號事故排除時間分布表

事故排除時間	數量	百分比
0~5 分鐘	38	9.50%
6~10 分鐘	63	15.80%
11~15 分鐘	67	16.80%
16~20 分鐘	76	19.00%
21~25 分鐘	68	17.00%
26~30 分鐘	40	10.00%
31~35 分鐘	25	6.30%
36~40 分鐘	9	2.30%
41~45 分鐘	5	1.30%
46~50 分鐘	2	0.50%
50~55 分鐘	0	0.00%
55~60 分鐘	3	0.80%
60 分鐘以上	3	0.80%
合計	399	100%

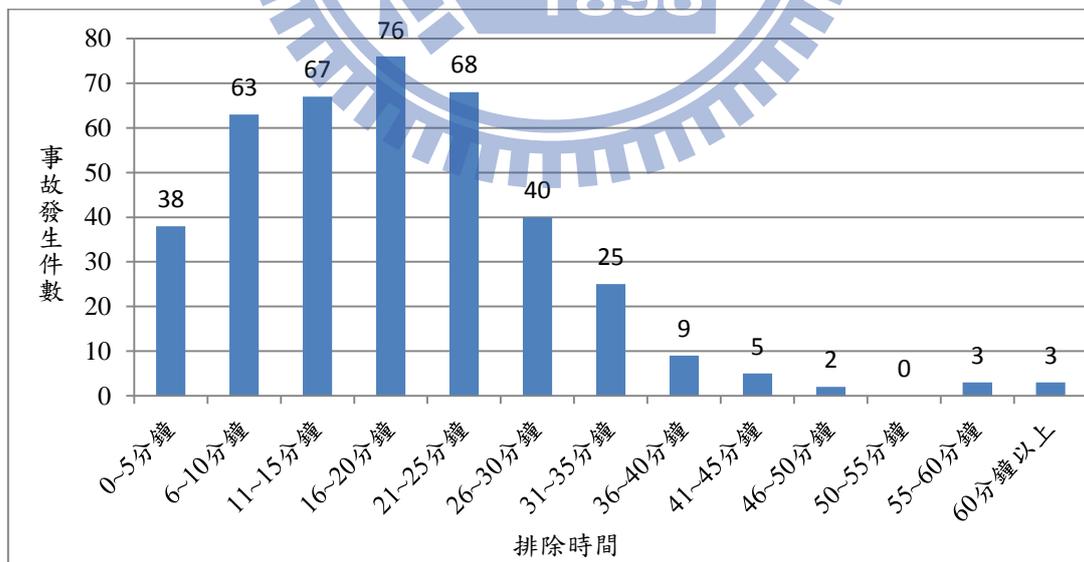


圖 5-4 國道 3 號事故排除時間分布圖

目前國外使用存活分析參數法處理事故排除時間所使用的分配參數，為數眾多且適用分配說法不一，本研究係使用 ARENA 軟體來判斷在國 1 以及國 3 的分配型態。ARENA 軟體係使用 F 檢定方法來進行配適度檢定。並將虛無假設 H_0 假設為資料型態符合其分配，在顯著水準 $\alpha=0.005$ 下進行分析，若 p-value 值小於 0.005 就是拒絕 H_0 也就是不符合其分配，若 p-value 值大於 0.005 則無法拒絕虛無假設也就是資料的型態符合其分配。國 1 分析結果如圖 5-5~5-13 以及表 5-6 所示。國 3 分析結果如圖 5-14~5-22 以及表 5-7 所示。

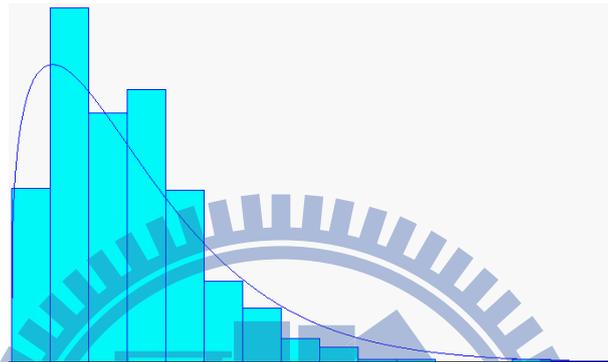


圖 5-5 國道 1 號事故排除資料型態與 Weibull 分配之比較

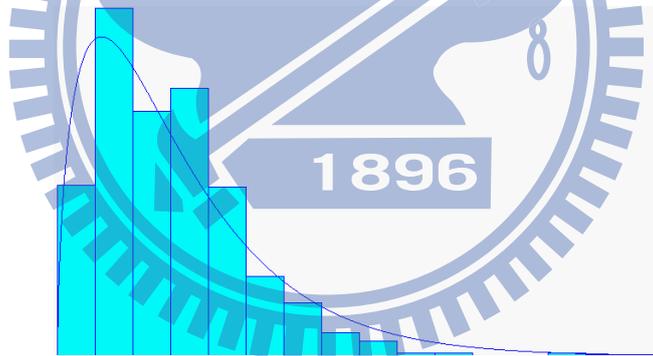


圖 5-6 國道 1 號事故排除資料型態與 Gamma 分配之比較

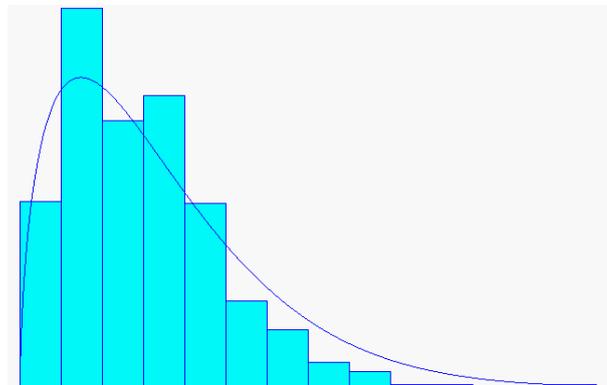


圖 5-7 國道 1 號事故排除資料型態與 Beta 分配之比較

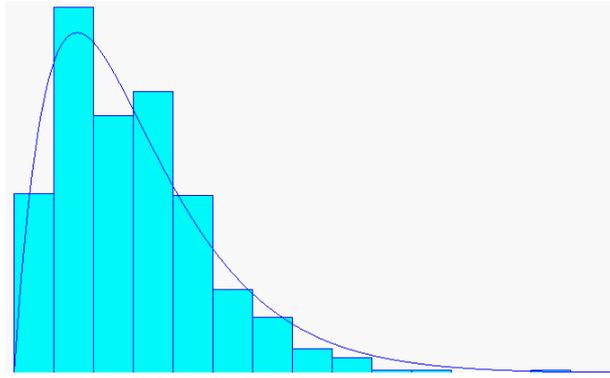


圖 5-8 國道 1 號事故排除資料型態與 Erlang 分配之比較

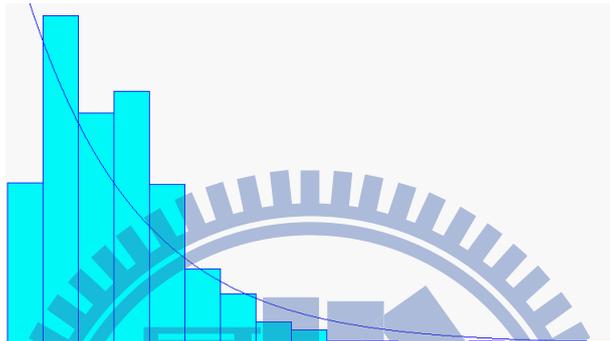


圖 5-9 國道 1 號事故排除資料型態與 Exponential 分配之比較

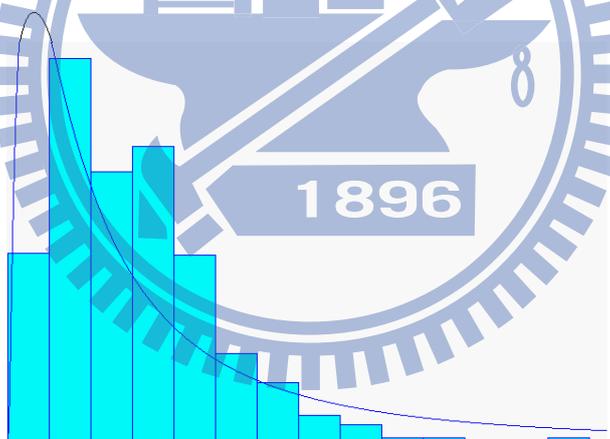


圖 5-10 國道 1 號事故排除資料型態與 Lognormal 分配之比較

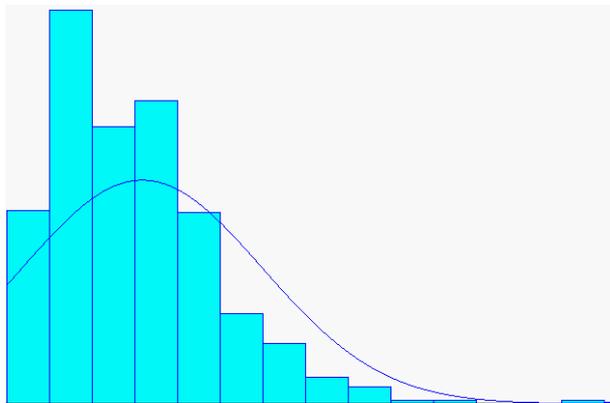


圖 5-11 國道 1 號事故排除資料型態與 Normal 分配之比較

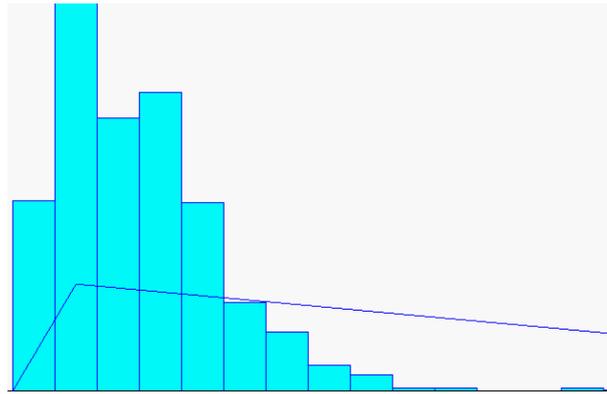


圖 5-12 國道 1 號事故排除資料型態與 Triangular 分配之比較

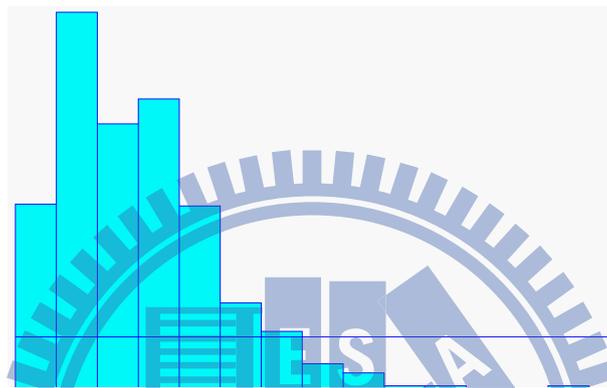


圖 5-13 國道 1 號事故排除資料型態與 Uniform 分配之比較

表 5-6 國 1 資料型態與各種分配之配適度結果

分配	標準誤	p-value	參數式
Erlang	0.00357	<0.005	$k=8.95, \theta=2$
Beta	0.00649	<0.005	$\alpha=1.58, \beta=11.9$
Gamma	0.00796	<0.005	$\alpha=11.3, \beta=1.59$
Weibull	0.01040	<0.005	$\alpha=19.9, \beta=1.28$
Normal	0.02630	<0.005	$\mu=18.9, \sigma^2=15.9$
Lognormal	0.03450	<0.005	$\mu=25.8, \sigma=46$
Exponential	0.03610	<0.005	$X=17.9$
Triangular	0.09600	<0.005	$a=0.999, b=9.48, c=165$
Uniform	0.13000	<0.005	$a=0.999, b=165$

經由分布圖 5-5~5-13 可看出，Erlang、Beta、Gamma 以及 Weibull 等四種分布的狀況與資料型態相呼應。但再經由表 5-6 可看出雖然標準差皆很小但實際上的 p 值皆小於 0.005 故無法通過檢定，所以國 1 的事故排除時間資料型態實際上皆不符合所列出之分配。

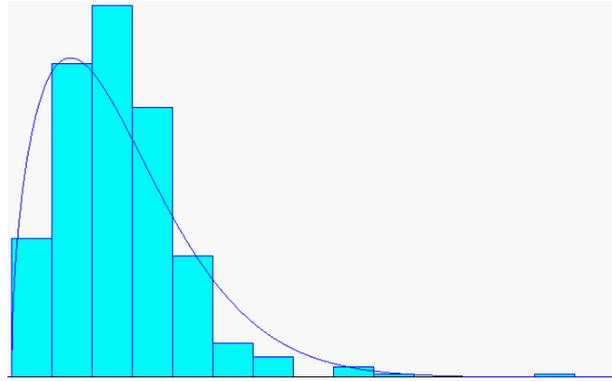


圖 5-14 國道 3 號事故排除資料型態與 Weibull 分配之比較

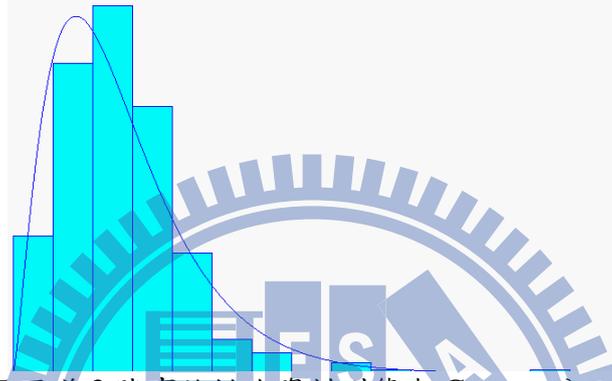


圖 5-15 國道 3 號事故排除資料型態與 Gamma 分配之比較

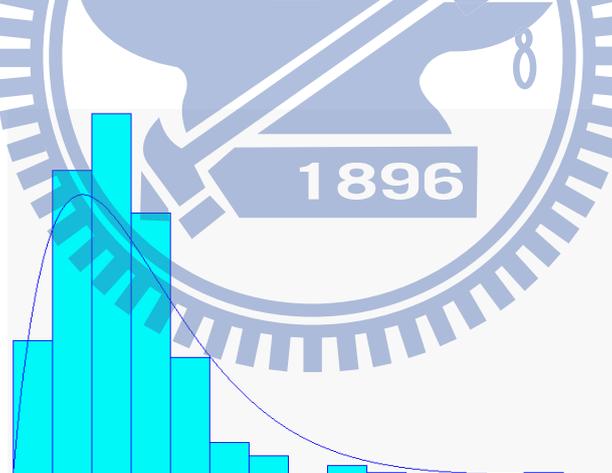


圖 5-16 國道 3 號事故排除資料型態與 Beta 分配之比較

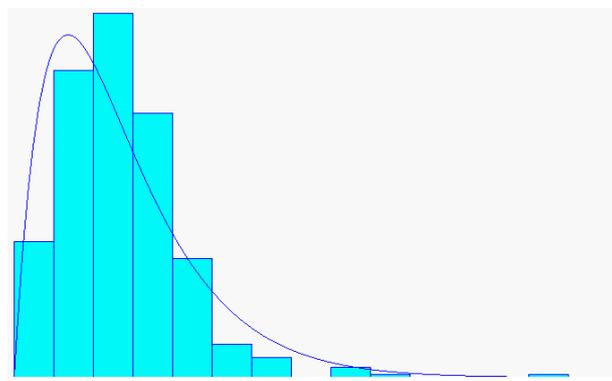


圖 5-17 國道 3 號事故排除資料型態與 Erlang 分配之比較

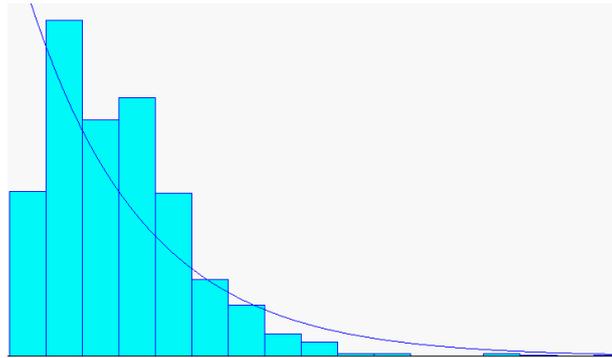


圖 5-18 國道 3 號事故排除資料型態與 Exponential 分配之比較



圖 5-19 國道 3 號事故排除資料型態與 Lognormal 分配之比較

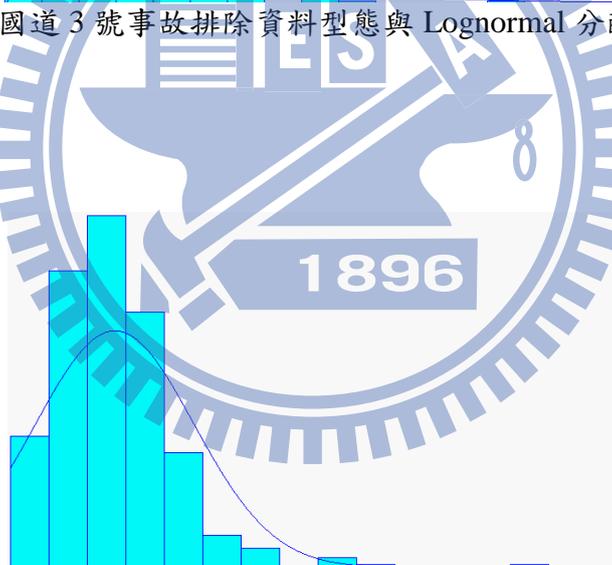


圖 5-20 國道 3 號事故排除資料型態與 Normal 分配之比較

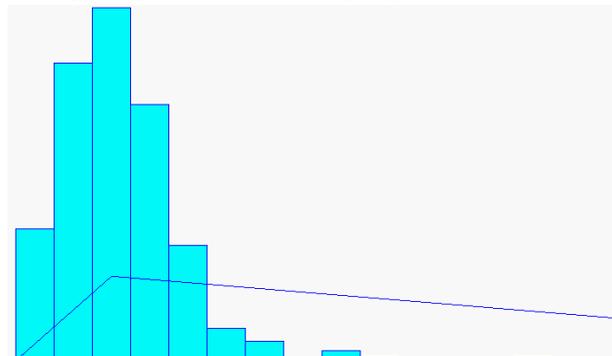


圖 5-21 國道 3 號事故排除資料型態與 Triangular 分配之比較

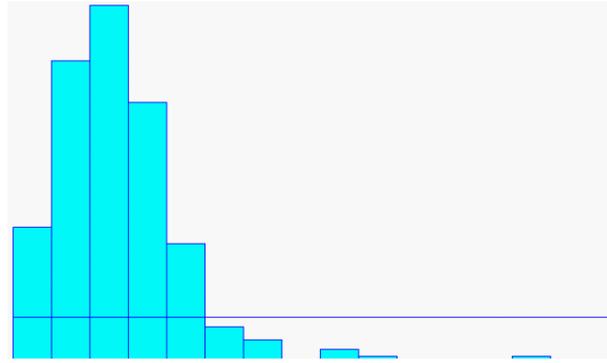


圖 5-22 國道 3 號事故排除資料型態與 Uniform 分配之比較

表 5-7 國 3 資料型態與各種分配之配適度結果

分配	標準誤	p-value	參數式
Erlang	0.01300	<0.005	$k=9.35, \theta=2$
Beta	0.01660	<0.005	$\alpha=1.94, \beta=15.5$
Gamma	0.00509	<0.005	$\alpha=7.58, \beta=2.38$
Weibull	0.01310	<0.005	$\alpha=20.8, \beta=1.51$
Normal	0.02630	<0.005	$\mu=19.7, \sigma^2=14.2$
Lognormal	0.02560	<0.005	$\mu=21, \sigma=20.8$
Exponential	0.07760	<0.005	$X=18.7$
Triangular	0.20700	<0.005	$a=0.999, b=18.2, c=201$
Uniform	0.24700	<0.005	$a=0.999, b=201$

經由分布圖 5-14~5-22 可看出，Erlang、Beta、Gamma 以及 Weibull 等四種分布的狀況與資料型態相呼應。但再經由表 5-7 可看出雖然標準差皆很小但實際上的 p 值皆小於 0.005 故無法通過檢定，所以國 3 的事故排除時間資料型態實際上皆不符合所列出之分配。

由於 ARENA 的分配檢定皆不通過，所以本研究嘗試去探討多項式分配的配式度情形，由圖 5-23 以及圖 5-24 的趨勢線可得知 R Square 的值相當接近於 1，所以多項式分配相當適合描述其資料型態。多項式分配採用 5 次方以及 4 次方可以充分描述國 1 以及國 3 的資料型態。

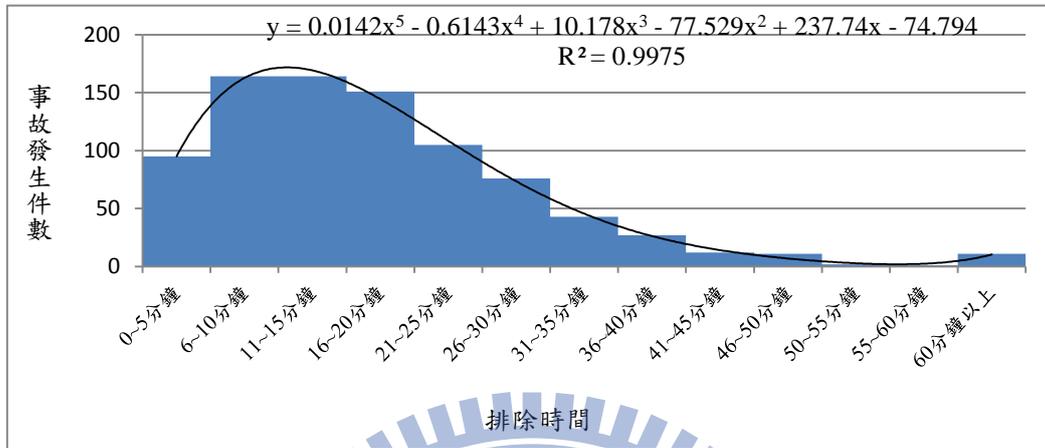


圖 5-23 國道 1 號事故排除時間分布圖

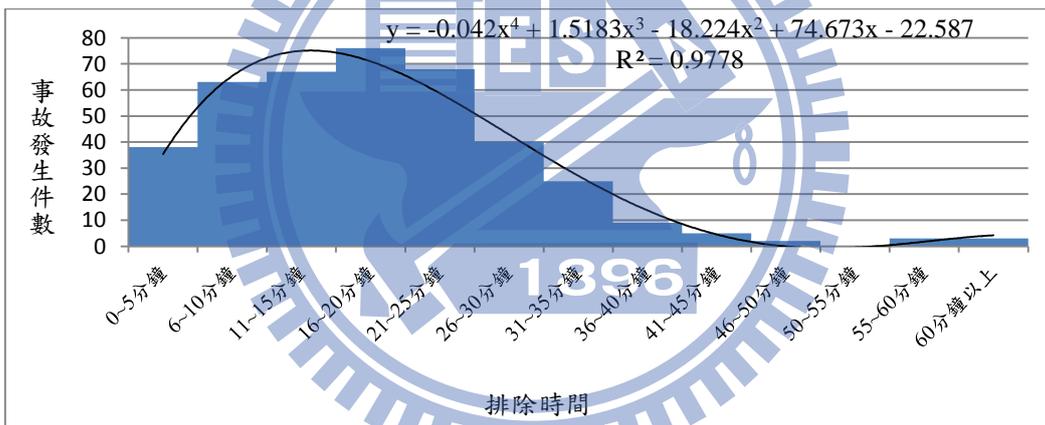


圖 5-24 國道 3 號事故排除時間分布圖

5.2 存活分析結果

完成資料收集後，接著進行 Cox 等比例危險模式之迴歸分析，在分析之前，先行定義解釋變數之變項值。本研究將變數定義為以下 14 種變項，變項內容如表 5-8 所示。

表 5-8 存活模式解釋變數及其定義

解釋變數	變數定義
占用車道數	所占用車道數
尖峰時間	離峰=0，尖峰=1 尖峰時間為 7 時-9 時、17 時-19 時
例假日	平日=0，例假日=1
牽涉車輛數	事故所牽涉之車輛數目
有無大車	無大車=0，有大車=1
有無聯結車	無聯結車=0，有聯結車=1
晚上	白天=0，晚上=1 夜晚為 18 時至 7 時
外側路肩寬度	事故發生地點之外側路肩寬度
天氣	晴天=0，陰天=1，雨天=2
死亡人數	死亡人數
受傷人數	受傷人數
工務段所需時間	無須工務段=0，1~5 分鐘=1，6~10 分鐘=2，11~15 分鐘=3，……
主線	主線=1，其他=0

將變數值做次數分析得出表 5-9、5-10。其中由於外側路肩寬度的量化較複雜(有些有小數)故將獨立出來做敘述性統計量。國道 1 號外側路肩寬度平均數為 2.2807，標準差為 1.6821。國道 3 號外側路肩寬度平均數為 2.969，標準差為 0.2365。

表 5-9 國道 1 號 變數值次數頻率表

變數	變數值	次數	百分比
占用車道數	1	728	84.5
	2	107	12.4
	3	20	2.3
	4	5	0.6
	5	2	0.2
有無大型車	0	763	88.5
	1	99	11.5
有無聯結車	0	816	94.7
	1	46	5.3
涉及總車輛數	1	48	5.6
	2	619	71.8
	3	129	15.0
	4	47	5.5
	5 以上	19	2.1
受傷人數	0	823	95.5
	1	27	3.1
	2	7	0.8
	3	5	0.6
死亡人數	0	858	99.5
	1	4	0.5
天候	0	665	77.1
	1	80	9.3
	2	117	13.6
主線	0	193	22.4
	1	669	77.6
晚上	0	568	65.9
	1	294	34.1
尖峰	0	574	66.6
	1	288	33.4
例假日	0	458	53.1
	1	404	46.9
工務段 所需時間	0	827	95.9
	1	1	0.1
	2	5	0.6
	3	9	1.0
	4	5	0.6
	5	4	0.5
	6	6	0.7
	7 以上	4	0.4

表 5-10 國道 3 號 變數值次數頻率表

變數	變數值	次數	百分比
占用車道數	1	347	87.0
	2	39	9.8
	3	8	2.0
	4	5	1.3
有無大型車	0	373	93.5
	1	26	6.5
有無聯結車	0	376	94.2
	1	23	5.8
涉及總車輛數	1	31	7.8
	2	303	75.9
	3	53	13.3
	4	7	1.8
	5 以上	5	1.3
受傷人數	0	371	93.0
	1	19	4.8
	2	5	1.3
	3 以上	4	1.0
死亡人數	0	397	99.5
	1	2	0.5
天候	0	321	80.5
	1	32	8.0
	2	46	11.5
主線	0	144	36.1
	1	255	63.9
晚上	0	288	72.2
	1	111	27.8
尖峰	0	275	68.9
	1	124	31.1
例假日	0	246	67.7
	1	153	38.3
工務段 所需時間	0	388	97.2
	1	0	0.0
	2	2	0.5
	3	1	0.3
	4	3	0.8
	5	2	0.5
	6	1	0.3
	7	2	0.5

依據上述變數量化定義，將所收集之國1事故資料輸入SPSS軟體進行分析，得表5-11之整體校估結果。表中 β 為參數推定值，S.E.為標準誤(standard error)， e^β 相當於第三章所述之危險比HR，而Wald統計量則計算如下：

$$\text{Wald} = \left(\frac{\beta}{\text{S.E.}} \right)^2$$

由概似比檢定統計量，概似比統計量 $-2(\text{LL}(0) - \text{LL}(\beta))$ 為 $156.84 > X_{13,0.05}^2 = 22.362$ 可得知，在顯著水準為0.05時Cox等比例危險模式具有顯著性。

由表5-11之結果得知，在0.05之顯著水準下，部分變數不具顯著性，解釋能力不足，因此進一步採用迴歸分析中之向後逐步選取法(backward stepwise)來篩選解釋能力顯著之變數，並仍以0.05之顯著水準作為篩選的標準。其方法與步驟為：先將所有變數投入模式之中，而後再逐一淘汰顯著性最差之變數，直到所有變數均呈現顯著為止。於每一步驟之中，逐一設定模式中現存每一變數之 β 參數值為0而後分別評估檢定P值(p-value)。最後將P值最大之變數(最不顯著者)去除。原始13個變數經逐一淘汰後，最後僅剩5個變數具有顯著性，結果如表5-12所示。

表 5-11 Cox 等比例危險模式參數校估結果-國道 1 號

解釋變數	β	S.E.	Wald 統計量	自由度	顯著性	e^β
占用車道數	-0.403	0.073	30.501	1	0.000	0.668
有無大型車	-0.019	0.116	0.028	1	0.868	0.981
有無聯結車	-0.025	0.159	0.026	1	0.873	0.975
涉及總車輛數	-0.140	0.040	12.132	1	0.000	0.869
受傷人數	-0.230	0.098	5.475	1	0.019	0.795
死亡人數	-0.552	0.544	1.030	1	0.310	0.576
天候	-0.021	0.050	0.178	1	0.673	0.979
外側路肩寬度	0.100	0.078	1.676	1	0.196	1.106
主線	-0.215	0.236	0.833	1	0.361	0.807
晚上	-0.165	0.077	4.667	1	0.031	0.848
尖峰	0.125	0.078	2.570	1	0.109	1.134
例假日	0.024	0.073	0.111	1	0.740	1.025
工務段所需時間	-0.109	0.019	33.182	1	0.000	0.897
概似比統計量 $-2(\text{LL}(0) - \text{LL}(\beta))$			156.844			
自由度			13			
顯著度			<0.0001			

註：*在顯著水準 0.05 下顯著之變數

表 5-12 Cox 迴歸模式參數逐步校估結果-國道 1 號

解釋變數	β	S.E.	Wald 統計量	自由度	顯著性	e^{β}
占用車道數	-0.386	0.071	29.714	1	0.000	0.680
涉及總車輛數	-0.145	0.038	14.666	1	0.000	0.865
受傷人數	-0.213	0.096	4.959	1	0.026	0.808
晚上	-0.147	0.073	4.028	1	0.045	0.863
工務段所需時間	-0.109	0.018	34.785	1	0.000	0.897

參數校估之結果如表 5-12，包含解釋變數之參數估計值、危險比(HazardRatio)以及 P 值，由 P 值之結果可知解釋變數是否顯著，觀察可得顯著之解釋變數，校估結果顯示共有 5 個解釋變數具有顯著性，包含占用車道數、涉及總車數、受傷人數、晚上、工務段所需時間等 5 個變項。

以下針對顯著之變數進一步說明，顯著之解釋變數為占用車道數、涉及總車數、受傷人數、晚上、工務段所需時間等變數。此五個解釋變數又可分為質化或量化兩類，其中占用車道數、涉及總車數、受傷人數依據實際數量定義為量化變數；另外工務段所需時間、晚上這二個變數為質化(分類)變數。其中工務段所需時間以每 5 分鐘定為一個等級。

在佔用車道數這個變數中，對於事故排除時間是有顯著影響，其參數校估值為-0.386，並將校估所得的參數帶入則得出，危險率 $HR = e^{\beta} = e^{-0.386} = 0.680$ 。亦即危險率降低 0.32(0.68-1=-0.32)，表示每增加一個車道數則其失敗的機率反而降低 32%，也就是說當車道數增加時則事故排除時間會增長。其原因可能為當所占用車道數增加時則所需的事務現場處理的範圍越大，救援較困難，進而導致所需的事務排除時間增長。

在涉及總車數這個變數中，對於事故排除時間是有顯著影響，其參數校估值為-0.145，並將校估所得的參數帶入則得出，危險率 $HR = e^{\beta} = e^{-0.145} = 0.865$ 。亦即危險率減少 0.135(0.865-1=-0.135)，表示每多涉及一個車輛數則其失敗的機率反而降低 13.5%，也就是說當涉及事故總車輛數增加時則事故排除時間會增長。其原因可能為當所牽涉的車輛數越多時則處理難度增加，且警方繪製現場圖較為困難，進而導致所需的事務排除時間增長。

在受傷人數這個變數中，對於事故排除時間是有顯著影響，其參數校估值為-0.213，並將校估所得的參數帶入則得出，危險率 $HR = e^{\beta} = e^{-0.213} = 0.808$ 。亦即危險率降低 0.192(0.808-1=-0.192)，表示每增加受傷人數則其失敗的機率反而降低 19.2%，也就是說當受傷人數增加時則事故排除時間會增長。其原因可能

為當有人受傷時須小心處理，且須對傷患做緊急處理，另一方面又須等待救護車救援，故導致所需事故排除時間較長。

在晚上這個變數中，對於事故排除時間是有顯著影響，其參數校估值為-0.147，並將校估所得的參數帶入則得出，危險率 $HR = e^{\beta} = e^{-0.147} = 0.863$ 。亦即危險率降低 0.137(0.863 - 1 = -0.137)，表示事故發生在晚上時則其失敗的機率反而降低 13.7%，也就是事故發生在晚上時則事故排除時間會增長。由於在夜晚光線不佳，而導致事故判斷不易教員難度增加，處理人員需更多時間進行事故排除，故所需事故排除時間增長。

在工務段所需時間這個變數中，對於事故排除時間是有顯著影響，其參數校估值為-0.109，並將校估所得的參數帶入則得出，危險率 $HR = e^{\beta} = e^{-0.109} = 0.897$ 。亦即危險率降低 0.103(0.897 - 1 = -0.103)，表示工務段所需時間每多 5 分鐘其失敗的機率反而降低 10.3%，也就是說當工務段所需時間增加時則事故排除時間會增加。其原因可能為當工務段到達時則事故可能已經排除，但還須等待工務段之事故處理車處理現在環境，進而導致事故排除時間較長。

表 5-13 為國道 3 號之整體校估結果。由概似比檢定統計量，概似比統計量 $-2(LL(0) - LL(\beta))$ 為 59.502 $> X_{13,0.05}^2 = 22.362$ 可得知，在顯著水準為 0.05 時 Cox 等比例危險模式具有顯著性。



表 5-13 Cox 等比例危險模式參數校估結果-國道 3 號

解釋變數	β	S.E.	Wald 統計量	自由度	顯著性	e^{β}
占用車道數	-0.271	0.112	5.813	1	0.016	0.763
有無大型車	-0.242	0.229	1.124	1	0.289	0.785
有無聯結車	-0.269	0.248	1.173	1	0.279	0.764
涉及總車輛數	-0.148	0.071	4.373	1	0.037	0.862
受傷人數	-0.569	0.144	15.542	1	0.000	0.566
死亡人數	-2.085	0.749	7.741	1	0.005	0.124
天候	0.053	0.080	0.442	1	0.506	1.055
外側路肩寬度	-0.085	0.226	0.140	1	0.708	0.919
主線	0.139	0.117	1.407	1	0.236	1.149
晚上	-0.274	0.121	5.146	1	0.023	0.760
尖峰	-0.087	0.117	0.558	1	0.455	0.917
例假日	0.047	0.110	0.185	1	0.667	1.049
工務段所需時間	-0.017	0.021	0.647	1	0.421	0.983
概似比統計量 $-2(LL(0) - LL(\beta))$			59.502			
自由度			13			
顯著度			<0.0001			

註:*在顯著水準 0.05 下顯著之變數

表 5-14 Cox 迴歸模式參數逐步校估結果-國道 3 號

解釋變數	β	S.E.	Wald 統計量	自由 度	顯著性	e^{β}
占用車道數	-0.236	0.100	5.643	1	0.018	0.789
涉及總車輛數	-0.191	0.068	7.923	1	0.005	0.826
受傷人數	-0.580	0.143	16.376	1	0.000	0.560
死亡人數	-1.892	0.738	6.574	1	0.010	0.151
晚上	-0.265	0.119	4.993	1	0.025	0.767

以下針對顯著之變數進一步說明，顯著之解釋變數為占用車道數、涉及總車輛數、受傷人數、死亡人數、晚上等變數。此五個解釋變數又可分為質化或量化兩類，其中占用車道數、涉及總車輛數、受傷人數、死亡人數依據實際數量定義

為量化變數；另外有晚上這個變數為質化(分類)變數。其中如在晚上發生則定義為 1 不是則為 0。

在佔用車道數這個變數中，對於事故排除時間是有顯著影響，其參數校估值為-0.236，並將校估所得的參數帶入則得出，危險率 $HR = e^{\beta} = e^{-0.236} = 0.789$ 。亦即危險率降低 0.211(0.789-1=-0.211)，表示每增加一個車道數則其失敗的機率反而降低 21.1%，也就是說當車道數增加時則事故排除時間會增長。其原因可能為當所占用車道數增加時則所需的事務現場處理的範圍越大，救援較困難，進而導致所需的事務排除時間增長。

在涉及總車數這個變數中，對於事故排除時間是有顯著影響，其參數校估值為-0.191，並將校估所得的參數帶入則得出，危險率 $HR = e^{\beta} = e^{-0.191} = 0.826$ 。亦即危險率減少 0.174(0.826-1=-0.174)，表示每多涉及一個車輛數則其失敗的機率反而降低 17.4%，也就是說當涉及事故總車輛數增加時則事故排除時間會增長。其原因可能為當所牽涉的車輛數越多時則處理難度增加，且警方繪製現場圖較為困難，進而導致所需的事務排除時間增長。

在受傷人數這個變數中，對於事故排除時間是有顯著影響，其參數校估值為-0.580，並將校估所得的參數帶入則得出，危險率 $HR = e^{\beta} = e^{-0.58} = 0.56$ 。亦即危險率降低 0.44(0.56-1=-0.44)，表示每增加受傷人數則其失敗的機率反而降低 44%，也就是說當受傷人數增加時則事故排除時間會增長。其原因可能為當有人受傷時須小心處理，且須對傷患做緊急處理，另一方面又須等待救護車救援，故導致所需事務排除時間較長。

死亡人數這個變數中，對於事故排除時間是有顯著影響，其參數校估值為-1.892，並將校估所得的參數帶入則得出，危險率 $HR = e^{\beta} = e^{-1.892} = 0.151$ 。亦即危險率降低 0.849(0.151-1=-0.849)，表示每增加死亡人數則其失敗的機率反而降低 84.9%，也就是說當死亡人數增加時則事故排除時間會增長。其原因可能為當有人死亡時，其車輛毀損程度會較為嚴重且產生散落物機會較大，另一方面又須等待救護車救援，故導致所需事務排除時間較長。

在晚上這個變數中，對於事故排除時間是有顯著影響，其參數校估值為-0.265，並將校估所得的參數帶入則得出，危險率 $HR = e^{\beta} = e^{-0.265} = 0.767$ 。亦即危險率降低 0.233(0.767-1=-0.233)，表示事故發生在晚上時則其失敗的機率反而降低 23.3%，也就是事故發生在晚上時則事故排除時間會增長。由於在夜晚光線不佳，而導致事故判斷不易教員難度增加，處理人員需更多時間進行事故排除，故所需事務排除時間增長。

由表 5-15 可看出解釋變數校估結果正負向關係與研究假設之預期性大多相同，僅天候及外側路肩寬度兩個變因有不同之處。本研究假設天候越不好事故排

除時間越長，但校估結果顯示在國道 3 號上天候越差事故排除時間並無越長。本研究假設外側路肩寬度越寬事故排除時間越短，但校估結果顯示在國道 3 號上外側路肩寬度越寬事故排除時間並無越短。

表 5-15 變數之預期相關性以及校估結果

解釋變數	變數預期相關性	國 1 校估之結果	國 3 校估之結果
占用車道數	—	—	—
有無大型車	—	—	—
有無聯結車	—	—	—
涉及總車輛數	—	—	—
受傷人數	—	—	—
死亡人數	—	—	—
天候	—	—	+
外側路肩寬度	+	+	—
主線	?	—	+
晚上	—	—	—
尖峰	?	+	—
例假日	?	+	+
工務段所需時間	—	—	—

註：?為無法預期何種相關，—為負相關，+為正相關

根據表 5-16 國道 1 號以及國道 3 號影響事故排除時間顯著變數比較表。可發現國道 1 號以及國道 3 號不同之處為死亡人數以及工務段所需時間此兩個變因。其原因可能是在死亡人數方面樣本數不多(國道 1 號 4 件、國道 3 號 2 件)導致結果有出入。另外在工務段方面，由於國道 1 號較為擁塞，工務段之事故處理車到達現場較不易，故較有機會當事故排除完後還尚須等待工務段到達而增加了事故排除時間。

表 5-16 國道 1 號與國道 3 號顯著變因比較表

解釋變數	國 1	國 3
占用車道數	✓	✓
有無大型車		
有無聯結車		
涉及總車輛數	✓	✓
受傷人數	✓	✓
死亡人數		✓
天候		
外側路肩寬度		
工務段所需時間	✓	
主線		
晚上	✓	✓
尖峰		
例假日		

但由於本研究將有人員傷亡假設為需要消防局派遣消防局人員，故人員傷亡以及消防局派遣距離會有 collinearity 的現象(問題)，所以本研究將期獨立出來做消防分局離事故現場距離與事故排除時間其互相間的共相關統計檢驗。並依據資料範圍內各消防局所管轄區段，並配合事故發生地點利用 Google Map 計算其距離並做消防局離事故現場之距離以及事故排除時間之相關性統計檢驗。結果如下表(5-17，5-18)所示。可知消防局離事故現場距離跟事故排除時間呈正相關。

表 5-17 國 1 消防局離事故現場距離與事故排除時間之相關分析

相關			
		排除時間	消防局離事故距離
排除時間	Pearson 相關	1	.298*
	顯著性 (單尾)		.039
	個數	36	36
消防局離事故距離	Pearson 相關	.298*	1
	顯著性 (單尾)	.039	
	個數	36	36
*. 在顯著水準為0.05 時 (單尾)，相關顯著。			

表 5-18 國 3 消防局離事故現場距離與事故排除時間之相關分析

相關			
		排除時間	消防局離事故距離
排除時間	Pearson 相關	1	.319*
	顯著性 (單尾)		.049
	個數	28	28
消防離事故距離	Pearson 相關	.319*	1
	顯著性 (單尾)	.049	
	個數	28	28
*. 在顯著水準為0.05 時 (單尾)，相關顯著。			

第六章 結論與建議

本研究蒐集國道高速公路交通事故資料並將其事故排除時間以及其相關因子作一存活分析，以瞭解各項因子對於事故排除時間之影響。經由研究分析結果、本研究研擬結論與建議分述如下

6.1 結論

本研究目的在確認影響台灣國道影響事故排除時間之相關變數並透過資料特性分析以及存活分析，將研究所得的數據分析，獲致之結果如下所述：

- (1) 事故排除時間範圍大多落在 0 分鐘至 35 分鐘之間占全部事故的 94%，平均事故排除時間為 19 分鐘。另在事故排除時間資料，由文獻得知國外事故排除時間分配眾說紛紜，並經軟體來判斷台灣事故排除時間的分配，雖然在 Erlang、Beta、Gamma 以及 Weibull 的分配上圖形很符合，但實際上各分配皆無法通過配適度檢定，所以 Erlang、Beta、Gamma、Weibull、Normal、Lognormal、Exponential、Triangular、Uniform 等分配皆無法描述事故排除時間資料型態。而後發現用多項式分配描述台灣事故排除時間資料型態最為適當。
- (2) 影響國道 1 號以及 3 號事故排除時間的因素有下列幾項：車道占用數、涉及總車輛數、受傷人數以及晚上。以上四種影響因素皆對事故排除時間有顯著性影響。其中車道占用數越多，其原因可能為占用車道數增加時則所需事故現場處理的範圍越大，救援較困難，進而導致所需事故排除時間增長。涉及總車輛數越多事故排除時間也越長，其原因可能為當所牽涉的車輛數越多時則處理難度增加，且警方繪製現場圖較為困難，進而導致所需事故排除時間增長。受傷人數越多，事故排除時間也會增長，其原因可能為當有人受傷時須小心處理，且須對傷患做緊急處理，另一方面又須等待救護車救援，故導致所需事故排除時間較長。在時間點是晚上時，事故排除時間也會增加，由於在夜晚光線不佳，而導致事故判斷不易教員難度增加，處理人員需更多時間進行事故排除，故所需事故排除時間增長。
- (3) 國道 1 號與國道 3 號影響因素不同之處為死亡人數以及工務段之事故處理車出發至到達時間。在死亡人數方面可能樣本數不多(國道 1 號 4 件、國道 3 號 2 件)導致結果有出入。另外在工務段事故處理車這個變數方面，可能由於國道 1 號較為擁塞，工務段所派出之事故處理車到達現場較不易，故較有機會當事故排除完後還尚須等待工務段到達而增加了事故排除時間。
- (4) 在台灣地區消防分局離事故現場距離跟事故排除時間呈顯著正相關性。

6.2 建議

對於本研究在資料蒐集與統整的過程中所遭遇的限制與困難，以及最後存活分析而得的研究成果，在此提出相關建議以供後續研究參考

- (1) 研究之初原計畫要將拖吊車此變數納入其中，但由於拖吊公司所提供之資料與警方所提供的資料無法對應故最後放棄此變數。建議後續研究可與警方合作建立一組專門進行研究的事故表單讓救援人員填寫，已增加變數的完整度以及準確度。
- (2) 本研究探討的影響事故排除時間因素如占用車道數、涉及總車輛數、受傷人數、白天或晚上等，這些在國道一號以及國道三號都是呈顯著相關。而其他因素與一開始的假設大致上相符。唯國道三號天候以及外側路肩寬度此因素與假設不符合(雖無顯著)，天候越好但事故排除時間卻越長。建議後續研究可詳細探討此原因。
- (3) 建議後續之研究可將其他因素納入，並且增加樣本數量，可在本研究的結果上進行延伸探討。

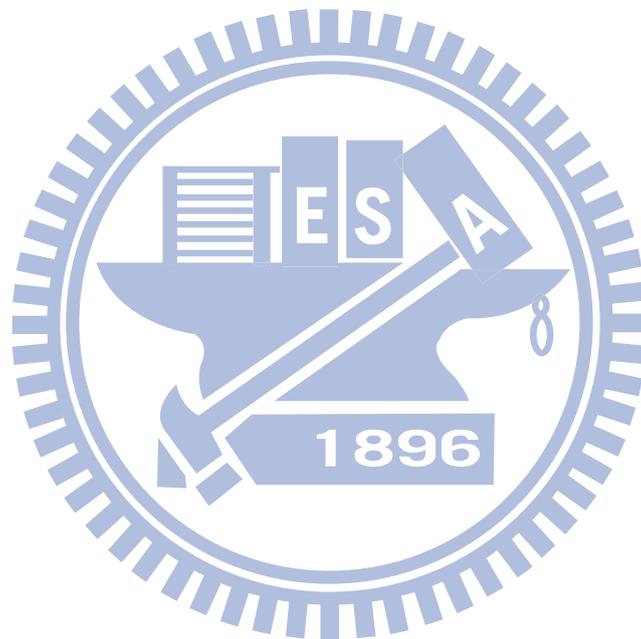


參考文獻

1. 交通部台灣區國道高速公路局。
<http://www.freeway.gov.tw/Publish.aspx?cnid=1656>。
最後瀏覽日期：民國102年11月。
2. 黃志偉，「高速公路肇事處理時間預測之研究-應用類神經網路分析」，中央大學土木工程研究所，碩士論文，民國 91 年 6 月。
3. 陳威男，「高速公路交通事故之巨觀與微觀分析」，逢甲大學交通工程與管理學系碩士在職專班碩士論文，民國 97 年。
4. 黃裕文，「高速公路施工路段旅行時間預測之研究」，中央大學土木工程研究所碩士論文，民國 92 年。
5. 李季森，「應用探測車預測高速公路旅行時間」，中央大學土木工程研究所碩士論文，民國 91 年。
6. 內政部警政署國道公路警察局
7. 王秀帆，「應用灰色預測於高速公路事件自動偵測之研究」，中央大學土木工程研究所，碩士論文，民國 92 年。
8. 陳菟蕙、邱政民，「中山高速公路夜間肇事駕駛者受傷嚴重性影響因素之探討」，88 年道路交通安全與執法論文集，頁 323-336，民國 88 年 9 月。
9. 王秀雯，「應用資料挖掘技術於交通事故傷亡嚴重程度之研究」，國立嘉義大學運輸與物流工程研究所碩士論文，民國 93 年 6 月。
10. 羅俊煌，「應用汽車駕駛模擬系統從事易肇事地點之交通工程改善方案評估研究-以中山高速公路高雄終端為例」，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文，民國 89 年 7 月。
11. 白豐源，「高速公路事故型態與易肇事路段研究」，逢甲大學交通工程與管理學系碩士在職專班碩士論文，民國 101 年。
12. 吳健生，蕭羽媛，蘇殷甲，「應用存活分析法於機車紅燈怠速熄火行為之研究」，運輸計畫季刊，第四十卷第二期，161-184 頁，民國 100 年 6 月。
13. 張新立，葉祖宏，「存活分析法應用於機車持有年限之研究」，運輸計畫季刊，第三十四卷第三期，443-468 頁，民國 94 年 9 月。
14. 丁崇德，陳怡君，「應用存活分析法探討國內航線之營運」，商管科技季刊第九卷，第三期，301-314 頁，民國九十七年。
15. 林建甫，存活分析，雙葉書廊有限公司，2008 年。
16. Commerce & Management Quarterly, Vol. 9, No.3, pp. 301-14 (2008)
17. D.G.Kleinbaum, M. Klein, 2012. Survival Analysis: A Self-learning Text. Springer, New York, NY.

18. Doohee Nam, Fred Mannering, An exploratory hazard-based analysis of highway incident duration. *Transportation Research Part A* 34 (2000) 85-102
19. Willem Jan J. Knibbe, Tom P. Alkim, Jon F.W. Otten, Moses Y. Aidoo, Automated Estimation of Incident Duration on Dutch Highways. 2006 IEEE Intelligent Transportation Systems Conference Toronto, Canada, September 17-20, 2006
20. Indrajit Ghosh, Peter T. Savolainen and Timothy J. Gates, Examination of factors affecting freeway incident clearance times: a comparison of the generalized F model and several alternative nested models. *Journal of Advanced Transportation J. Adv. Transp.* (2012) Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI: 10.1002/atr.1189
21. Abdulla Mohammed Saeed Alkaabi, Dilum Dissanayake, and Roger Bird, Analysing clearance time of urban traffic accidents in Abu Dhabi using. *Transportation Research Record: Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2011, pp. 46–54. DOI: 10.3141/2229-06*
22. Jean-Louis Martin, Relationship between crash rate and hourly traffic flow on interurban motorways, *Accident Analysis and Prevention* 34 (2002) 619–629
23. Y. Chung, Development of an accident duration prediction model on the Korean Freeway Systems. *Younshik Chung Accident Analysis and Prevention* 42 (2010) 282–289
24. Ying Lee, A. E. Radwan, and H. Al-Deek, Estimating magnitude and duration of incident delays. *Journal of Transportation Engineering / November/December 1997/459*
25. Ying Lee, Chien-Hung Wei, A Computerized Feature Selection Method Using Genetic Algorithms to Forecast Freeway Accident Times Duration, *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering* 25 (2010) 132–148
26. Abhijit Dharia, Hojjat Adeli, Neural network model for rapid forecasting of freeway link travel time, *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 16 (2003) 607–613
27. Ahmad Tavassoli Hojatia, Luis Ferreira, Simon Washington, Phil Charlesa Hazard based models for freeway traffic incident duration , *Accident Analysis and Prevention* 52 (2013) 171–181
28. Indrajit Ghosh, Examination of the Factors Influencing the Clearance Time of Freeway Incidents, *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology* Volume 12, Issue 3, June 2012 Online English edition of the Chinese language journal
29. Zoi Christoforoua, Simon Cohena, Matthew G. Karlaftis , Vehicle occupant injury severity on highways: An empirical investigation , *Accident Analysis and Prevention* 42 (2010) 1606–1620

30. Juan de Ona,1, Randa Oqab Mujalli1, Francisco J. Calvo, Analysis of traffic accident injury severity on Spanish rural highways using Bayesian networks, *Accident Analysis and Prevention* 43 (2011) 402–411
31. Ali S. Al-Ghamdi, Using logistic regression to estimate the influence of accidentfactors on accident severity ,*Accident Analysis and Prevention* 34 (2002) 729–741
32. Hongyun Chena, Pan Liub, Jian John Luc, Bijan Behzadid, Evaluating the safety impacts of the number and arrangement of lanes on freeway exit ramps, *Accident Analysis and Prevention* 41 (2009) 543–551
33. Sunanda Dissanayake , Jian John Lu, Factors influential in making an injury severity difference to olderdrivers involved in fixed object–passenger car crashes, *Accident Analysis and Prevention* 34 (2002) 609–618



附錄 1 影響變數整理表

分類/ 變數名稱	變數說明	引用文獻	資料來源
◎時間			
監控儀器 測得時間	儀器顯示事件發生 之時間		交控中心 紀錄 (CCTV)
通報時間	各單位接獲該事件 通知之時間		指揮中心 紀錄
派遣(轉報) 時間	1.轉報各有關單位 之時間 2.通報各處理人員 前往之時間		指揮中心 紀錄
抵達時間	各處理人員抵達之 時間		指揮中心 紀錄
蒐證完成 時間	員警完成現場蒐證 時間		指揮中心 紀錄
排除時間	道路恢復暢通時間		指揮中心 紀錄
時間特性	1.尖峰、離峰 2.白天、晚上 3.依星期區分 4.依月份區分	Nam,Mannering(2000),Willem(2006),Indrajit(2012),Abdulla(2011),YounshikChung(2010),A.Garib(1997),YingLee(2010),Ahmad(2013),GHOSHIndrajit(2012)	研究分析
◎處理範圍			
車道佔用 情形	內側車道、中線(中 內、中外)車道、外 側車道、內側路 肩、外側路肩		指揮中心 紀錄
佔用車道 數	佔用 1、2、3、4 個車道	Indrajit(2012),Ahmad(2013)	指揮中心 紀錄
◎處理難度			
事故類型	車輛故障、車輛相 撞、車輛著火	Younshik Chung(2010)	指揮中心 紀錄
車輛型態	小客車、大客車、 大貨車、聯結車。	Younshik Chung(2010)	指揮中心 紀錄
貨物處理	貨物型態及散落情 形		指揮中心 紀錄
事故嚴重 程度	死亡數、受傷數、 涉及的車輛數。	Nam,Mannering(2000),Abdulla(2011),Willem(2006),YounshikChung(2010)A.Garib(1997),Indrajit(201	指揮中心 紀錄

		2),Ahmad(2013)	
其他可運用之空間	外側路肩寬度		研究調查
◎天候			
天候狀況	晴天、雨天等	Nam,Mannering(2000),Abdulla(2011),A.Garib(1997)	指揮中心紀錄
◎路段特性			
發生地點		YingLee(2010),Ahmad(2013)	指揮中心紀錄
發生位置	分為：主線，匝道、隧道、橋樑、收費站、休息區等。		指揮中心紀錄
◎救援資源			
處理單位	警察、消防救護、拖救、特殊清理、道路清理等	Willem(2006)	指揮中心紀錄
配賦機具	如拖吊車、救護車、消防車等。	Willem(2006),Ahmad(2013)	研究調查
救援單位所在位置	離事故現場的距離		研究調查
值班人數			研究調查

附錄 2 台中市各消防分隊地址一覽表

分隊名稱	地址
第一大隊	臺中市豐原區圓環北路一段 321 號
豐原分隊	臺中市豐原區圓環北路一段 321 號
潭子分隊	臺中市潭子區中山路二段 237 巷 5 號
大雅分隊	臺中市大雅區學府路 80 號
神岡分隊	臺中市神岡區北庄里厚生路 9 號
頭家厝分隊	臺中市潭子區家福里得天南街 37 巷 55 號
第二大隊	臺中市東勢區東安里中正路 306 號 3 樓
東勢分隊	臺中市東勢區東安里中正路 306 號 1 樓
新社分隊	臺中市新社區新社里興安路 1 號
石岡分隊	臺中石岡區石岡里豐勢路 1171 號
和平分隊	臺中市和平區南勢里東關路三段 157 號
梨山分隊	臺中市和平區梨山里民族街 19 號
雙崎分隊	臺中市和平區自由里東崎路二段 39 號
第三大隊	臺中市大里區國光路二段 299 號 3 樓
仁化分隊	臺中市大里區工業四路 1 號
霧峰分隊	臺中市霧峰區吉峰路 18 號
大里分隊	臺中市大里區大里里大里路 289 號
太平分隊	臺中市太平區中興里中興東路 46 號
烏日分隊	臺中市烏日區新興路 312 號
中山分隊	臺中市太平區宜昌路 508 號
十九甲分隊	臺中市大里區立元路 26 號
第四大隊	臺中市沙鹿區鎮南路二段 476 號
沙鹿分隊	臺中市沙鹿區鎮南路二段 476 號
清水分隊	臺中市清水區南社路 198 號
梧棲分隊	臺中市梧棲區中興路 178 巷 5 號
大肚分隊	臺中市大肚區沙田路三段 40 號
龍井分隊	臺中市龍井區沙田路四段 183 號
犁份分隊	臺中市龍井區中興路 120 巷 8 號
清泉分隊	臺中市沙鹿區公明里中清路 1-20 號
第五大隊	臺中市大甲區經國路 695 號
幼獅分隊	臺中市大甲區日南里幼二路 32 巷 1 號
大甲分隊	臺中市大甲區經國路 695 號
外埔分隊	臺中市外埔區大同里六分路 348 號
后里分隊	臺中市后里區墩東里文明路 146 號
大安分隊	臺中市大安區中山南路 298 號
第六大隊	臺中市南屯區向心南路 916 號

黎明分隊	臺中市南屯區干城街 2 號
南屯分隊	臺中市南屯區向心南路 916 號
協和分隊	臺中市西屯區台灣大道四段 1347 號
工業區分隊	臺中市南屯區工業 27 路 15 號
春社分隊	臺中市南屯區精科路 22 號
第七大隊	臺中市北區台灣大道二段 350 號
中港分隊	臺中市北區台灣大道二段 350 號
信義分隊	臺中市南區台中路 134 號
中區分隊	臺中市區成功路 332 號
勤工分隊	臺中市南區復興路一段 235 號
東英分隊	臺中市東區東英八街 42 號
專責救護隊	臺中市北區台灣大道二段 350 號
第八大隊	臺中市北屯區北屯路 88 號
文昌分隊	臺中市北屯區文昌東三街 48 號
北屯分隊	臺中市北屯區北屯路 88 號
四平分隊	臺中市北屯區后庄路 909 號
水湳分隊	臺中市北屯區中清路 99 號
東山分隊	臺中市北屯區軍福十三路 268 號
特搜大隊	臺中市北區錦南街 46 號
國光分隊	臺中市大里區國光路二段 299 號 1 樓
西屯分隊	臺中市西屯區西屯路三段 40 號
大誠分隊	臺中市北區錦南街 46 號

附錄 3 彰化縣各消防分隊地址一覽表

分隊名稱	地址
第一大隊	彰化市復興里中山路三段 266 號 3 樓
彰化分隊	彰化市南興里中央路 1 號
彰化東區分隊	彰化市復興里中山路三段 266 號
花壇分隊	彰化縣花壇鄉長沙村彰員路二段 497 號
芬園分隊	彰化縣芬園鄉社口村彰南路四段 189 號
和美分隊	彰化縣和美鎮和北里德美路 520 號
線西分隊	彰化縣線西鄉寓埔村和線路 972 號
伸港分隊	彰化縣伸港鄉大同村中興路二段 197 號
第二大隊	彰化縣員林鎮林厝里員南路 420 巷 66 弄 25 號 3 樓
員林分隊	彰化縣員林鎮三和里和平東路 21 號
員林西區分隊	彰化縣員林鎮南興里源泉路 78 之 100 號
林厝分隊	彰化縣員林鎮林厝里員南路 420 巷 66 弄 25 號
大村分隊	彰化縣大村鄉大村村茄荖路一段 52 號
永靖分隊	彰化縣永靖鄉永東村永靖街 2 號
田中分隊	彰化縣田中鎮西路里斗中路一段 230 號
社頭分隊	彰化縣社頭鄉社頭村員集路 2 段 204 號
二水分隊	彰化縣二水鄉二水村員集路 3 段 739 號
第三大隊	鹿港鎮埔崙里建國路 489 號 4 樓
鹿港分隊	鹿港鎮順興里中山路 296 號
福興分隊	彰化縣福興鄉元中村復興路 33 號
秀水分隊	彰化縣秀水鄉福安村復新街 5 號
溪湖分隊	彰化縣溪湖鎮湖東里大溪路二段 330 號
埔鹽分隊	彰化縣埔鹽鄉好修村員鹿路二段 160 號
埔心分隊	彰化縣埔心鄉中正路二段 155 號
鹿鳴分隊	彰化縣鹿港鎮埔崙里建國路 489 號
第四大隊	彰化縣埤頭鄉平原村安康街 100 號 3 樓
北斗分隊	彰化縣北斗鎮西德里公所街 12 號
溪州分隊	彰化縣溪州鄉溪州村中山路三段 278 號
田尾分隊	彰化縣田尾鄉田尾村公所路 207 號
埤頭分隊	彰化縣埤頭鄉平原村安康街 100 號
二林分隊	二林鎮豐田里仁愛路 200 號
大城分隊	彰化縣大城鄉西城村南平路 911 號
竹塘分隊	彰化縣竹塘鄉竹塘村竹林路一段 285 號
芳苑分隊	彰化縣芳苑鄉芳苑村斗苑路 194 巷 50 號
漢寶分隊	彰化縣芳苑鄉漢寶村草漢路漢寶段 568 號

附錄 4 南投縣各消防分局地址一覽表

分隊名稱	地址
第一大隊	南投市南營路 810 號
南投分隊	南投市民族路 494 號
草屯分隊	草屯鎮敦和里碧山南路 185 號
中興分隊	南投市營北里中正路 156 號
名間分隊	名間鄉中正村彰南路 44 號
中寮分隊	中寮鄉永平村永平路 280 號
爽文分隊	中寮鄉爽文村龍南路 193-10 號
雙冬分隊	草屯鎮雙冬里中正路 37-3 號
松柏嶺分隊	名間鄉埔中村名松路一段 655 號
碧興分隊	草屯鎮碧興路一段 340 巷 21 號
鳳鳴分隊	南投市鳳鳴里八卦路 831 號
第二大隊	埔里鎮清新里南環路 600 號
埔里分隊	埔里鎮清新里南環路 600 號
國姓分隊	國姓鄉國姓村長春街 1 號
魚池分隊	魚池鄉魚池村魚池街 360 號
日月潭分隊	魚池鄉水社村中山路 146 號
仁愛分隊	仁愛鄉大同村仁和路 91 號
中心碑分隊	南投縣埔里鎮信義路 320 號
第三大隊	竹山鎮中山里頂林路 150 號
竹山分隊	竹山鎮中山里頂林路 150 號
鹿谷分隊	鹿谷鄉彰雅村中正路一段 92 號
集集分隊	集集鎮吳厝里中山街 1 號
水里分隊	水里鄉北埔村中山路一段 439 號
信義分隊	信義鄉明德村明德街 50 號
玉山分隊	信義鄉同富村同和巷 14 之 3 號