

高速公路事故排除時間影響因子之研究

吳宗修¹

吳承紘²

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則排除時間較長。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。

關鍵詞：高速公路、事故排除時間、存活分析

一、前 言

自從1978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通暢、便利、省時，更有促使人流物流活動頻繁與經濟繁榮發展之重要地位，已然成為台灣西部走廊的主要動脈。依據高速公路統計之歷年交通量資料看來，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。高速公路發生事故時，交通控制中心目前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，使得當事故發生後，用路人持續進入事故之路段，不僅使救援難度增加也延長事故排除時間，所以若能預先判斷事故發生後影響持續時間之因素，即可快速正確的下達指令，以降低事故發生之影響層面。再者，在高速公路上發生車禍時常導致交通延滯，造成民眾旅行時間的增加，故本研究藉由找出有關在高速公路上影響事故排除時間的相關因子，冀望未來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交通大學運輸與物流管理學系副教授（地址：300 10 新竹市大學路 1001 號，電話：03-5731998，E-mail: thwoo@mail.nctu.edu.tw）

²交通大學運輸科技與管理學系碩士

除了找出影響台灣中部都會區，高速公路上影響事故排除時間的相關變數外，還將分析及探討救援資源因素與在高速公路上事故排除時間的關聯性。

二、文獻回顧

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時，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與早上時事故排除時間較短而在冬季時事故排除時間較長。

Alkaabi(2011)等學者收集 2009 年 5 月至 2010 年 4 月期間在 Abu Dhabi 的 583 件事故，發現事故排除時間平均為 26.14 分鐘，最低的 1 分鐘而最大為 130 分鐘，標準差為 18.18 分鐘。並且使用 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。

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 年兩年意外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其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意外事件並且盡速恢復正常的車流，其處理程序可分為以下四個部分(如圖 1)。

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，且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。

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的事故排除時間。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明確地瞭解事故的影響。

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，以及 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 Adeli and 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。

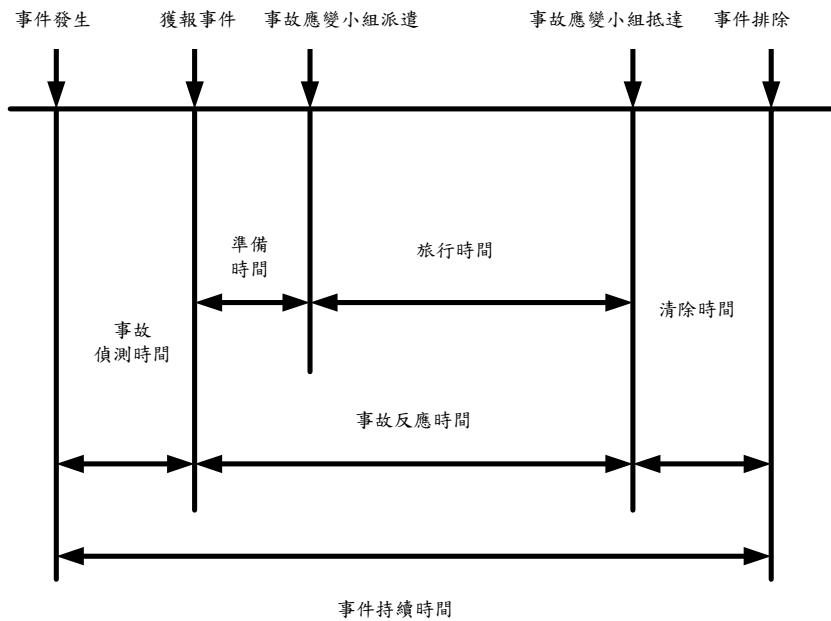


圖 1 事故排除處理時間分類圖

Indrajit(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。事故的持續時間主要被分為：偵測時間、反應時間、清除時間、恢復時間等四種。研究收集 2009 年在底特律的 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 696 號州際公路(I-696)上的事故資料共 32,574 件，平均事故排除時間為 9.81 分鐘，並使用存活分析法。因其主要使用一般的事故資料，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。

藉由前述文獻可知，處理事故排除時間的相關資料，有使用羅吉特模式、存活理論等等許多模式與方法，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、Gama 分配等。但目前文獻對於台灣地區的高速公路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，惟對於處理事故排除時間之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，主要原因如下

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韋伯(Weibull)、指數(exponential)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地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，故適用於此研究中事故排除時間模式尚不明確之情形。

過去之文獻回顧發現像是工務段以及消防當局等救援資源因素對於在高速公路上的事故排除時間的關聯性並沒有詳細地去探討，故本研究除了找出影響台灣中部都會區，高速公路上影響事故排除時間之相關變數外，還將分析及探討救援資源因素與在高速公路上事故排除時間的關聯性。

三、研究方法與資料收集

3.1 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。

$$f(T=t) = \frac{dF(t)}{dt}$$

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，其在時間零時等於 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存在。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

$$= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq T < t + \Delta t | T \geq t)}{\Delta t}$$

生改變機率。 $h(x)$

$$= \frac{f(t)}{S(t)}$$

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

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。

Cox(1972)將危險率定義為：

其中， $\lambda_0(t)$ 為基準危險函數 (baseline hazard function)， β 為解釋變數估計值之矩陣。Cox 認為並非 T 的平滑函數，換言之，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：

$$L(\beta) = \prod_{j=1}^k \left[\frac{e^{X_j \beta}}{\sum_{t \in R_j} e^{X_t \beta}} \right]$$

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：

$$HR = \frac{\exp(\beta X(j))}{1} = \exp(\beta X(j))$$

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。若危險率大於 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。若危險率等於 1 時，事故發生排除的機率不變，事故排除時間不變。若危險率小於 1 時則事故發生排除的機率下降，事故排除時間會增長。

3.2 資料收集

本研究資料期間自民國 101 年 11 月至 102 年 2 月共四個月份，資料收集範圍為大台中都會區國道 1 號以及國道 3 號上之交通事故。其中國道 1 號收集了國道公路警察局泰安分隊以及員林分隊上轄線上之事故共 933 件，其收集路段範圍為三義交流道至南屯交流道。國道 3 號收集大甲分隊、快官分隊以及民間分隊之國道 3 號上之事故共 422 件，其收集路段範圍為苑裡交流道至竹山交流道。

四、結果

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

H_0

虛無假設 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。

表 2 國 1 資料型態與各種分配之配適度結果

分配	標準誤	p-value	參數值
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

經由表 2 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。

表 3 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

再經由表 3 可看出，雖然標準差皆很小，但實際上的 p 值皆小於 0.005 故也無法通過檢定，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各種分配。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 4 所示。

表 4 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

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 4 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} 相當於前述之危險比 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 > $\chi^2_{13,0.05} = 21.3$ 0.05 時 Cox 等比例危險模式具有顯著性。

由表 5 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 所示。


表 5 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 $-2(LL(0) - LL(\beta))$			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 6 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	
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 6，包含解釋變數之參數估計值、危險比(Hazard Ratio)以及 P 值，由 P 值之結果可知解釋變數是否顯著；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为質化或量化兩類，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。而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 HR0.680。亦即危險率降低 0.32(0.62-1=-0.38)，表示每增加一個車道數則其失敗的機率反而降低 38%，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 HR0.865。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，進而導致所需的事故排除時間增長。

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-0.511，並將校估所得的參數帶入則得出，危險率 HR0.808。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 HR0.863。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 HR0.897。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 7 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

$$-2 \ln \frac{LL(\beta)}{LL(0)} \sim \chi^2_{df}$$

為 59.502 > $\chi^2_{13,0.05} = 22.367$

表 7 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	χ^2
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 8 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为質化或量化兩類，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 HR0.789。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 HR0.826。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 HR0.56。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，故導致所需事故排除時間較長。

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 HR0.151。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-0.258，並將校估所得的參數帶入則得出，危險率 HR0.767。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，故所需事故排除時間增長。

由表 9 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 9 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 10 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 10 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(11, 12)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 11 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 12 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。			

五、結論與建議

5.1 結論

本研究目的在確認影響台灣國道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。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，進而導致所需的事務排除時間增長。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 號較為雍塞，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. 在臺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。

5.2 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，以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

- 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 7 月。
- Doohee Nam, Fred Mannering, An exploratory hazard-based analysis of highway incident duration. *Transportation Research Part A* 34 (2000) 85-102
- 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
- Abdulla Mohammed Saeed Alkaabi, Dilum Dissanayake, and Roger Bird, Analysing clearance time of urban traffic accidents in Abu Dhabi using. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2229, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2011, pp. 46 – 54. DOI: 10.3141/2229-06
- Abhijit Dharia, Hojjat Adeli, Neural network model for rapid forecasting of

freeway link travel time, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*
16 (2003) 607 – 613

Ahmad Tavassoli Hojatia, Luis Ferreira^a, Simon Washington^b, Phil Charles^a

Hazard based models for freeway traffic incident duration , *Accident Analysis and Prevention* 52 (2013) 171 – 181

Ghosh Indrajit, 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