

多車道事故區段前車輛變換車道機率模式之研究

范俊海¹ 鄭鼎煜²

摘要

目前有關於事故方面的研究，大都是針對單車道事故來進行探討。本研究即的研究目的是針對多車道事故型態的車流現象，進行變換車道行為模式的分析，並且探討事故車流行為的特性，以反映事故發生後，駕駛人變換車道、流量及速率變換之情形，以合理地模擬方式產生數學模式所無法考慮到的事故特性影響。

本研究以微觀車流模擬方式重現高速公路事故發生之變換車道機率模式的合理性，針對不同的事故型態，以車輛主要受距離因素及交通因素影響，評估事故上游及下游車道影響區變換車道情形。在車輛推進方面，主要是以第三代通用跟車理論配合事故變換決策模式，進行車輛推進。此外，本研究以 CORSIM 車流套裝模擬軟體產生事故路段之車流資料，驗證單車道事故及多車道事故之情況，證實模擬結果確有效反應事故發生對車流造成的衝擊及路段中變換車道行為變化。

本文將以模擬程式進行多種事故情境分析，比較事故發生車道位置不同，對車流變化有不同之影響。根據情境結果顯示，且事故發生於中間車道或內側及外側車道兩種情況，在上游及下游變換區變換次數最激烈且頻繁。最後，將本模擬模式應用在事故發生後前漸變區長度之考量，針對多種事故情境不同，並以上游變換車道次數做為此漸變區長度主要因素考慮，及達到理想設置交通錐長度對事故車流影響最小，並與現行的交通規範比較，嘗試提出合理的理論根據。

關鍵詞： 1.事故模擬 2.變換車道機率模式

壹、前言

意外事故(Accidents)意指道路上車輛發生碰撞等意外情況。事故之影響不僅對駕駛者、車輛及交通運行，都直接或間接造成駕駛人生命及財產損失，及交通容量減少和旅行時間的延滯嚴重性。因高速公路為一封閉系統，且其快速、便利及提供服務水準優勢，是公路運輸方面最重要建設之一。最近幾年來，高速公路的交通量成長漸增，不是因為需求降低之原因，而是現今交通流量已迫近高速公路之最大服務容量。這些負面影響使其高速公路擁壅及旅行時間變長，且造成事故機率就愈大，若再加上事故因素影響，勢必對高速公路車輛運行困難，產生更大的延滯，嚴重的話，使高速公路路段動彈不得之重大損失。在積極發展智慧型運輸系統與運輸系統之管理前提下，事故擁擠管理更顯得非常重要，因此對於事故之後車流行為的瞭解與掌握為一基礎工作。

本研究之主要目標為構建一高速公路事故發生之變換車道機率模式，由於目前高速公路車道數以雙向三車道路段居多，故研究以探討三車道基本路段為基礎。

1 淡江大學運輸管理學系副教授

2 淡江大學運輸管理學系碩士班研究生

本研究可得到幾點具體的成果，條列如下：

- 1、建構出事故區段後車輛變換車道機率模式。
- 2、利用模擬軟體模擬多種情境的分析。
- 3、利用此變換車道機率模式應用在事故處理的規範原理，特別分析現場需設置多長的交通引導設施為例。

貳、文獻回顧

對於事故車流行為探討，大至可分為兩個方面：一為單純是從事故發生之後車流行為探討；二為事故車流研究是針對事故發生後相關課題研究，針對事故發生動態交通量指派及事故旅行時間研究等。針對事故車流研究理論，從最早之衝擊波、等候理論[3,4]探討其事故延滯時間計算，因其有圖型表示較容易瞭解，至最近張庭瑜、伍靜怡[5, 6, 7, 8]等人利用事故變換車道機率於流體力學理論，討論事故車流之變化，及台大許添本教授[1,2]構建的動態隨機模式，利用其卡門濾波理論預測其事故之變換車道率、等候車輛數及延滯時間。最後，這些學者都有提及一變換車道率方式，構建瓶頸路段之上、下游之變換車道機率模式，將它之融入車流體力學模式，以讓事故車流推進。但他們的模式都針對巨觀為主，是以整體車輛做變換車道行為，且若針對其變換車道機率模式做一修改創新，因此本研究針對事故發生後相對速率特性進行研究，並配合微觀方式推進，以描述微觀事故車流行為。

當事故發生時，車道大概可分為兩種：受阻車道與非受阻車道，所謂受阻車道意指前方道路發生事故而造成封閉，駕駛者在接近事故區時必須要考慮變換車道，才能通過事故區；至於非受阻車道是指車道本身前方沒有發生事故而造成封閉，車輛能夠繼續前進，且非受阻車道可區分為相鄰車道及非相鄰車道，以表示與受阻車道之間幾何關係。我們想了解當事故發生後，每個車道間之變換車道情況，特別以變換車道機率來描述車輛可能變換車道的機率，並假設其變化車道機率模式只受幾何因素與交通因素之影響，並逐一構建不同事故型態之變換車道機率模式。

參、模式構建

3.1 變換車道機率影響因子

為了釐清事故發生後，每個車道間之變換車道情況，特別以變換車道機率來描述車輛可能變換車道的機率，並假設其變化車道機率模式只受幾何因素與交通因素之影響。

(1) 距離因素

距離因素主要是受駕駛人與事故地點之距離而定，離事故地點愈遠則所受影響就愈小，反之就愈大。由於駕駛人距離事故地點愈近，則變換車道之機率愈高，並且一旦至事故地點，必須強行併入未受阻車道。亦即距離為 0 時，必須強迫其變換車道，即距離因素之變換車道機率值為 1。在此本研究不單獨考慮距離問題，且加入一重要相對速率因子做為考量變換車道，以加強機率模式之正確度。因事故發生會影響其駕駛人行駛速率，就會影響到車輛間相對速率，進而影響變換車道之機率。距離愈近，速度愈小，相對速率愈小，其變換車道之機率值愈大，亦即距離與相對速率成正比關係，但都與變換車道機率成反比關係。所以藉由這兩

相關因子進而使機率模式愈貼切。假設駕駛人離事故發生地點之距離和相對車速與選擇變換至未受阻車道的機率成一指數關係。如(3-1)式所示：

$$P_{i,j}^d(x,t) = e^{-\alpha Vd} \quad (3-1)$$

d：駕駛者離事故地點之距離

α ：參數

$$V = \frac{|v_i|}{|v_i| + |v_j|}$$

$v_i(x,t)$ ：i 車道本車與前車之相對速率。

$v_j(x,t)$ ：本車與 j 車道前車之相對速率。

當 d 值愈大時，表示距離事故地點愈遠，駕駛者完全不受幾何條件影響，相反地，當 d 值接近事故點時，所受之影響也愈大。V 值之大小也會影響其機率大小，之後，有更詳細的分析。

(2)交通因素

主要是駕駛者考慮鄰近車道因素，進而變換車道之行為。在此我們以相對速率做為影響駕駛者變換車道的主要效用函數，以本車道之相對速率與鄰車道之相對速率做個決策，進而選出最適合之車道，若本車道之相對速率不如鄰車道相對速率理想，則變換車道，否則，則反。所以我們採用最普遍羅吉特二元選擇機率模式，在兩車道之間做一理想選擇，並分別針對可能發生相對速率情況，計算出其變換車道機率模式。

$$P_{i,j}^t(x,t) = \frac{\sigma_{ij} \cdot e^{-v_j(x,t)}}{e^{-v_i(x,t)} + e^{-v_j(x,t)}}, \quad \sigma_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{if } g_i(x,t) < g_j(x,t) \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3-2)$$

σ_{ij} ：間距指標。

$v_i(x,t)$ ：i 車道本車與前車之相對速率。

$v_j(x,t)$ ：本車與 j 車道前車之相對速率。

由於本研究事故之變換車道機率模式，根據距離及交通兩個因素影響構成各事故型態之變換車道機率模式，而在此兩個影響因素中，有提及一個重要之觀念，都加入相對速率參數探討，以車道間之相對速率接受程度理想，做為判斷變換車道機率一個重要依據，在此，並針對本研究之相對速率觀念，做更進一步之分析探討，如下所示：

相對速率之計算，是以本車為基準，以求得與本車道之前車與鄰車道前車速率差值，並以求得之兩個值，分成四種情況來解釋，以 V_a 代表本車道相對速率， V_b 代表鄰車道相對速率。

- (1) 若 V_a 及 V_b 之值為正的話，代表本車速率之值都大於兩前車速率之值，則其值大小會影響本車速率，且會影響變換車道之行為，則以兩車道之相對

速率值做為判斷變換車道，則它的值愈大，變換車道之機率愈高。

- (2) 若 V_a 及 V_b 之值為負的話，代表本車速率之值都小於兩前車速率之值，由於兩車道之相對速率關係情況相同，對本車影響不大，但若駕駛人想選擇最理想之行駛車道，則必須以兩車道之相對速率值做為判斷變換車道依據，則它的值大，變換車道之機率愈高。
- (3) 若 V_a 之值為正及 V_b 之值為負的話，代表本車速率都大於前車速率，而鄰前車速率大於本車，其兩車道之相對速率之值明顯的有差異，則駕駛人會選擇有利於行駛之車道，則駕駛人選擇 V_b 車道之機率相對愈高，停留原車道之機率就愈小。
- (4) 若 V_a 之值為負及 V_b 之值為正的話，代表本車速率大於前車速率，而鄰前車速率小於本車速率。因兩車道之相對速率關係明顯不同，駕駛人當然會選擇有利於行駛之車道，則駕駛人停留車道之機率就愈大，變換車道之機率就愈小。

3.2 各事故型態之變換車道機率模式

本研究針對三車道之高速公路，發生意外事故時對其車流影響。事故之型態可分為兩種情況：單車道事故與多車道事故，其中，單車道事故可細分為三種：(1) 事故發生在內側車道(2)事故發生中間車道(3)事故發生在外側車道；多車道事故可細分為四種：(4)事故發生在內側、中間車道(5)事故發生在中間、外側車道(6)事故發生在內、外側車道。以下針對這六種情況做個探討。

1. 單車道事故變換車道機率模式

因本研究範圍為三車道路段，所以有三種事故型態，依序為事故為內側、中間及外側車道，但我們將事故發生在內側及外側車流影響假設視同一樣，因此，我們就這兩種型式分別構建其強迫性及選擇性變換車道機率模式。

A. 事故車道為內側及外側時

(1) 強迫性變換車道機率模式

當駕駛人於受阻車道時進入上游車道變換區時，受到前方道路縮減的影響，會考慮是否變換車道，此為強迫性變換車道行為。當距離事故發生地點愈來愈近時，變換車道行為會愈明顯。本研究為受距離影響，假設受此影響而使駕駛人選擇變換車道的機率為 $P_{i,j}^d$ ，而不變換車道的機率為 $(1 - P_{i,j}^d)$ ，此外行駛受阻車道之駕駛人若因距離因素欲變換車道，亦須考慮鄰近車道是否有足夠的併入間距，若空間可接受駕駛人就會考慮變換，此乃受交通因素影響。因此，在受阻車道 i 的駕駛者選擇行駛未受阻車道 j 與停留原受阻車道 i 的機率分別為：

$$P_{i,j}^f(x,t) = P_{i,j}^d(x,t) \cdot P_{i,j}^t(x,t) \quad (3-3)$$

$$P_{i,i}^f(x,t) = 1 - P_{i,j}^d(x,t) \cdot P_{i,j}^t(x,t) \quad (3-4)$$

$P_{i,j}^d(x,t)$ ：車道 i 的駕駛人，因受距離因素 d 之影響，選擇至鄰近車道 j 行駛的機率

$P_{i,j}^t(x,t)$ ：車道 i 的駕駛人，因受交通因素 t 之影響，選擇至鄰近車道 j 行駛的機率

$P_{i,i}^f(x,t)$ ：f 指的是強迫性變換車道行為，原先在受阻車道 i 駕駛者，繼續選擇在受阻車道 i 之機率

$P_{i,j}^f(x,t)$ ：原先在受阻車道 i 行駛之駕駛者，選擇至變換未受阻車道 j 行駛之機率。

(2) 選擇性變換車道機率模式

由於駕駛者並無行駛在受阻車道，所以並無考慮距離因素影響，因此，駕駛只受交通因素影響，只考慮鄰近車道交通因素，若較目前行駛車道較佳，會考慮變換車道。如下式所示：

$$P_{i,i}^o(x,t) = 1 - P_{i,j}^t(x,t) \quad (3-5)$$

$$P_{i,j}^o(x,t) = P_{i,j}^t(x,t) \quad (3-6)$$

其中：

$P_{i,i}^o(x,t)$ ：o 表示選擇性變換車道行為，原先在未受阻車道 i 的駕駛者，繼續選擇在原車道 i 行駛的機率

$P_{i,j}^o(x,t)$ ：原先在未受阻車道 i 的駕駛者，選擇變換至相鄰未受阻車道 j 的機率。

B. 事故車道為中間時

當事故發生在中間車道時，一樣可分成強迫性及選擇性變換車道，而行駛在受阻車道的車輛，因事故位置發生在中間，駕駛者有兩種變換車道之選擇，因此駕駛者可依鄰近兩車道車流情況做一機率判別比較，選擇最適合可變換車道之車道行駛。

(1) 強迫性變換車道機率模式

$$P_{i,i}^f(x,t) = 1 - P_{i,j}^d(x,t) \cdot P_{i,j}^{t_1}(x,t) - P_{i,k}^d(x,t) \cdot P_{i,k}^t(x,t) \quad (3-7)$$

$$P_{i,j}^f(x,t) = P_{i,j}^d(x,t) \cdot P_{i,j}^{t_1}(x,t) \quad (3-8)$$

$$P_{i,k}^f(x,t) = P_{i,k}^d(x,t) \cdot P_{i,k}^{t_2}(x,t) \quad (3-9)$$

其中：

$P_{i,j}^d(x,t)$ ：車道 i 的駕駛人，因受距離因素 d 之影響，選擇至鄰近車道 j 行駛的機率

$P_{i,j}^{t_1}(x,t)$ ：車道 i 的駕駛人，因受交通因素 t 之影響，選擇內側車道 j 行駛的機率

$P_{i,j}^{t_2}(x,t)$ ：車道 i 的駕駛人，因受交通因素 t 之影響，選擇至外側車道 j 行駛的機率

$P_{i,i}^f(x,t)$ ：f 指的是強迫性變換車道行為，原先在受阻車道 i 駕駛者，繼續選擇在受阻車道 i 之機率

(2) 選擇性變換車道機率模式

本情境之選擇性變換車道機率模式與公式(3-5)、(3-6)同，因此簡略不寫。

2. 多車道事故變換車道機率模式

因本研究範圍為三車道路段，所以有三種事故型態，依序為事故為內側及中間、中間及外側及外側與內側車道，但我們將事故發生在內側及中間及外側與中間車流影響假設視同一樣，因由於事故車道相連為一受阻車道，最內側(外)車道若要至未受阻車道，必須連續變換兩次才能成功變換至未受阻車道，方可繼續行駛。所以多事故可視為單車道事故的延伸，只不過車流情況更嚴重複雜。

我們就以這兩種型式-內(外)側與中間及內側與外側，分別構建其強迫性及選擇性變換車道機率模式。

C. 事故車道為內(外)側與中間時

(1) 強迫性變換車道機率模式

因事故發生在內(外)側與中間車道時，而受阻車道為一相連車道，此時最內(外)側車道若要變換至未受阻車道，必須連續變換車道兩次，才可變換出來，而中間車道只需變換一次即可行駛在未受車道。所以，我們將上述情況，分成這兩種來描述其機率模式。一樣可分成強迫性及選擇性變換車道，但在多車道事故情況中，我們假設選擇性變換車道在事故區前 200 公尺內，就不會再變換至受阻車道。

(a) 從最內(外)側變換至外(內)側之機率模式：

$$P_{i,j}^f(x,t) = P_{i,j}^d(x,t) \cdot P_{i,j}^t(x,t) \quad (3-10)$$

$$P_{i,i}^f(x,t) = 1 - P_{i,j}^d(x,t) \cdot P_{i,j}^t(x,t) \quad (3-11)$$

$$P_{i,k}^f(x,t) = P_{j,k}^f(x,t) \quad (3-12)$$

$$P_{i,k}^f(x,t) = (1 - P_{j,k}^f(x,t)) \quad (3-13)$$

(b) 從中間至內(外)側之變換車道機率模式

$$P_{i,j}^f(x,t) = P_{i,j}^d(x,t) \cdot P_{i,j}^t(x,t) \quad (3-14)$$

$$P_{i,i}^f(x,t) = 1 - P_{i,j}^d(x,t) \cdot P_{i,j}^t(x,t) \quad (3-15)$$

(2) 選擇性變換車道機率模式

本情境之選擇性變換車道機率模式與公式(3-5)、(3-6)同，因此簡略不寫。

D. 事故車道為內側、外側車道時

因事故發生在內側與外間車道時，而受阻車道為一分開雙車道事故，此時強迫性變換車道行為有兩種，即內側變換至中間及外側變換至中間車道。所以，我們將上述情況，分成這兩種來描述其機率模式。一樣可分成強迫性及選擇性變換車道，但在多車道事故情況中，我們假設選擇性變換車道在事故區前 200 公尺內，就不會再變換至受阻車道。

(1) 強迫性變換車道機率模式

(a) 強迫性變換車道機率模式-內側變換至中間

$$P_{i,j}^{f1}(x,t) = P_{i,j}^{d1}(x,t) \cdot P_{i,j}^{t1}(x,t) \quad (3-16)$$

$$P_{i,i}^{f1}(x,t) = 1 - P_{i,j}^{d1}(x,t) \cdot P_{i,j}^{t1}(x,t) \quad (3-17)$$

(b) 強迫性變換車道機率模式-外側變換至中間

$$P_{j,k}^{f2}(x,t) = P_{j,k}^{d2}(x,t) \cdot P_{j,k}^{t2}(x,t) \quad (3-18)$$

$$P_{k,k}^{f2}(x,t) = 1 - P_{j,k}^{d2}(x,t) \cdot P_{j,k}^{t2}(x,t) \quad (3-19)$$

(2) 選擇性變換車道機率模式

本情境之選擇性變換車道機率模式與公式(3-5)、(3-6)同，因此簡略不寫。

肆、模擬分析

本研究針對高速公路基本路段發生事故時之車流行為做為研究，進而建立一事故發生後之車流模式研究，所以必須有其事故資料做為模式之校估及結果的驗證，但因現今國道高速公路局並無這方面完整的真實資料，且收集事故資料是一浪費人力、成本之事且收集困難度高，所以必須藉著交通模擬軟體以產生事故資料，做為真實資料之取得。因此，本研究採用 CORSIM 模擬軟體，做為模擬高速公路事故發生各型態之車流資料，及進行先前構建模式之參數校估及結果驗證。

4.1 模擬實驗設計

本實驗主要模擬高速公路基本路段事故車流情況，只考慮單向車道方面，以下為模擬設計如下：

1. 幾何特性設計

為一單方向三車道、車道寬度 3.75 m 且不考慮坡度情況基本路段，總路段長度為 4.5 公里(km)。

2. 模擬時間設計

(a) 模擬時間：1800 s

(b) 時階長度：每 600 s 為 1 時階，共 3 時階

(c) 系統掃描運作：以每 1 s 掃描路段中每一車輛的運行狀況。

3. 車輛特性設計

(1) 車種：主要由小車與大車組成

(2) 車輛尺寸：小車平均為 4.5m，大車平均為 10m。

4. 事故特性設計

(1) 事故位置：事故發生在路段 3000 公尺(m)處。

(2) 事故長度：30 m。

(3) 事故影響距離：主要觀察事故區上游 1 公里範圍內及下游 300 公尺內。

5. 流量特性設計

(1) 低流量：設計以每小時車道流量為 2400veh/hr。

(2) 中流量：設計以每小時流量為 3600veh/hr。

(3) 高流量：設計以每小時流量為 5400veh/hr。

6. 事故情境設計

針對事故發生的車道位置及考慮流量因素不同，本研究總共設計 18 種狀況，依序為事故車道為內側、中間、外側、內側及中間、內及外側和外側及中間 6 種事故發生型態，和各事故車道流量的型態低、中、高流量 3 種，所以總共為 3*6=18 種情境。各種情境如表 4-1 所示。

4.2 圖形驗證

本研究利用 CORSIM 軟體輸出值，進行與本模擬模式值流量、速率做驗證，並以上游事故影響區特定 5 個點及下游影響區 2 個點，進行觀察與比較，以判別

本模擬模式與 CORSIM 模式之事故車流行為之差別與比較之。

首先，針對事故發生之後流量及速率做一比較驗證，以下圖 4-1~圖 4-4 為事故情境 1(單車道事故型態)與情境 4(多車道事故情態)之流量及速率驗證。

從模式驗證圖形來看，大體而言，不論事故型態不同，本模式流量模擬值之圖形與測試值近似，可見模式的預測效果可接受。但模式在高流量事故情況，有些圖形與測試值有些差異，為了進一步證明本模式的有效性及其可接受的程度，之後即對測試值與模擬值做統計驗證。

表 4-1 事故情境設計

情境設計	事故車道	流量型式
情境 1	內側車道	低
情境 11		中
情境 111		高
情境 2	中間車道	低
情境 22		中
情境 222		高
情境 3	外側車道	低
情境 33		中
情境 333		高
情境 4	內側及中間	低
情境 44		中
情境 444		高
情境 5	內側及外側	低
情境 55		中
情境 555		高
情境 6	中間及外側	低
情境 66		中
情境 666		高

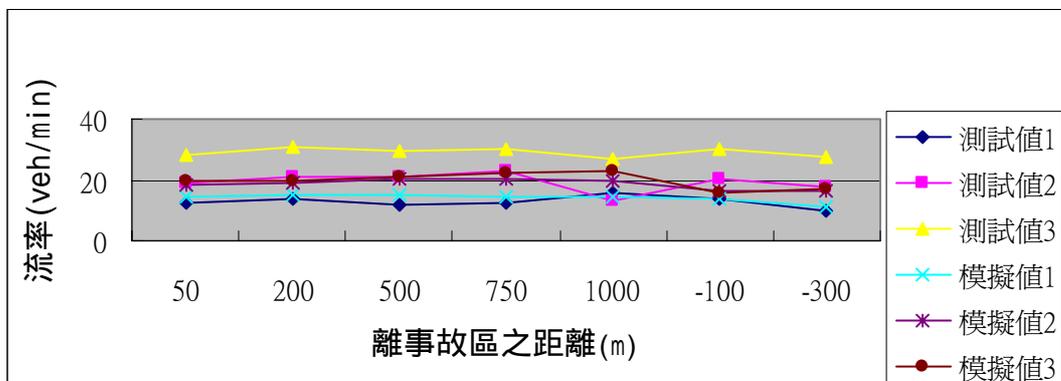


圖 4-1 事故情境 1 流量測試值與模擬值比較

(註)測試值指 CORSIM 模式模擬值，而數字 1、2、3 分別代表低、中及高流量

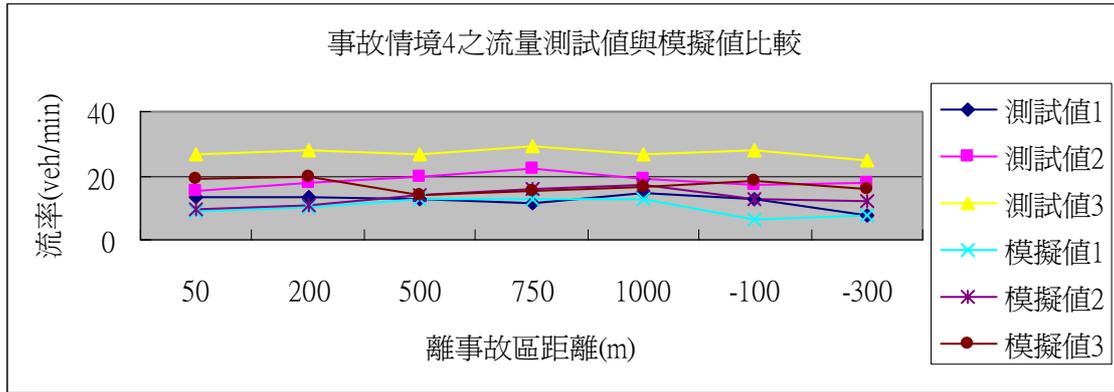


圖 4-2 事故情境 4 流量測試值與模擬值比較

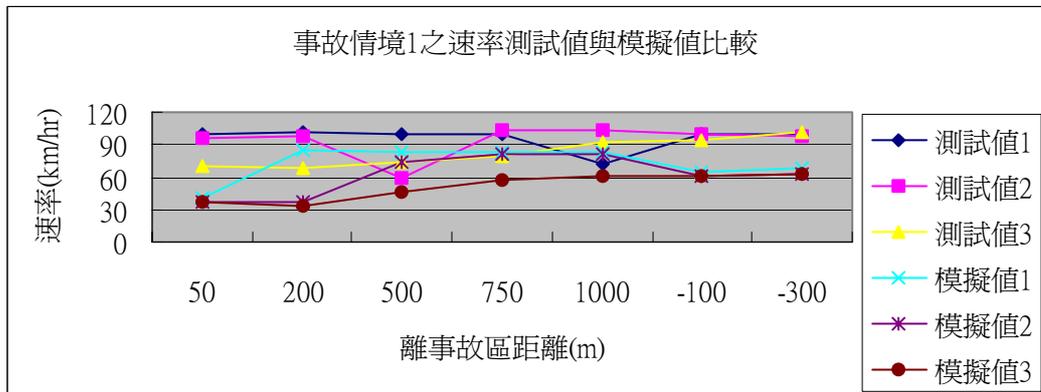


圖 4-3 事故情境 1 速率測試值與模擬值比較

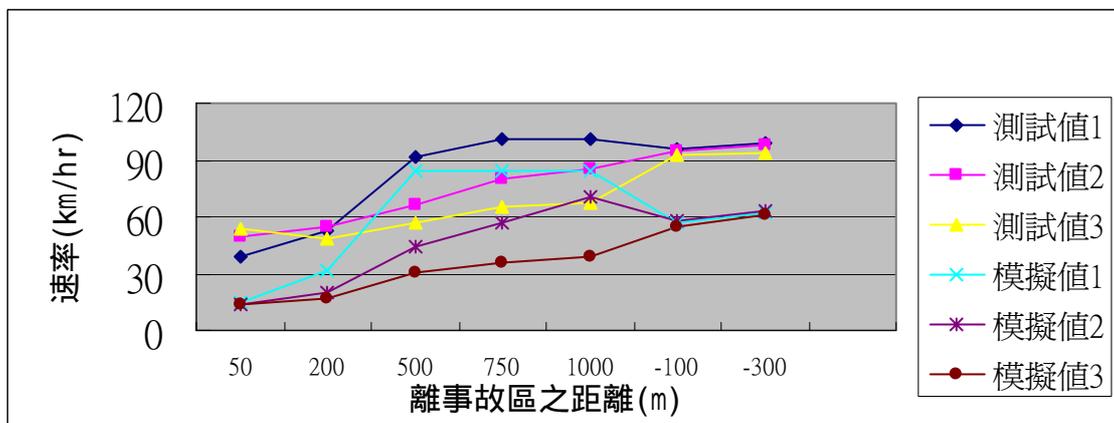


圖 4-4 事故情境 4 速率測試值與模擬值比較

4.3 變換車道機率模式結果與 CORSIM 模擬結果比較

因本模式經過上述之圖形及統計驗證，可證實本模式可以合理描述事故車流行為。所以本研究就以事故變換車道區之車輛總變換車道數，及各位置點之變換車道次數，並與 CORSIM 模式值做比較分析及探討，本文將部份事故情境之變換車道次數表及各事故情境之定點變換車道次數比較圖，表示如表 4-2 及圖 4-5 所示。

A. 單車道事故之變換車道比較

從各圖表看來，整體 MAPE 指標值都在 20~50% 內。而情境 1 上游變換區各 MAPE 指標值為 38%、25.86%、33.02%，情境 1 下游變換區各 MAPE 指標值為

44.12%、42.48%、45.91%；情境 2 上游變換區 MAPE 指標值為 25.44%、39.44%、25.25%，情境 2 下游變換區各 MAPE 指標值為 31.35%、38.18%、33.12%；情境 3 上游變換區 MAPE 指標值為 31.14%、27.14%、27.51%，情境 3 下游變換區 MAPE 指標值為 35.09%、31.16%、32.35%。明顯可看出下游變換區之 MAPE 指標值都大於上游 MAPE 指標值，可見上游模式解釋能力較佳，但整體表現都算是合理的預測的範圍。

表 4-2 事故情境 1 之 CORSIM 測試值與模擬值比較

		低流量	中流量	高流量
上游車道變換區	CORSIM 模式值	210	302	327
	模擬模式值	231	348	302
	MAPE(%)	28.53	25.86	23.02
下游車道變換區	CORSIM 模式值	220	253	267
	模擬模式值	338	371	373
	MAPE(%)	44.12	42.48	45.91

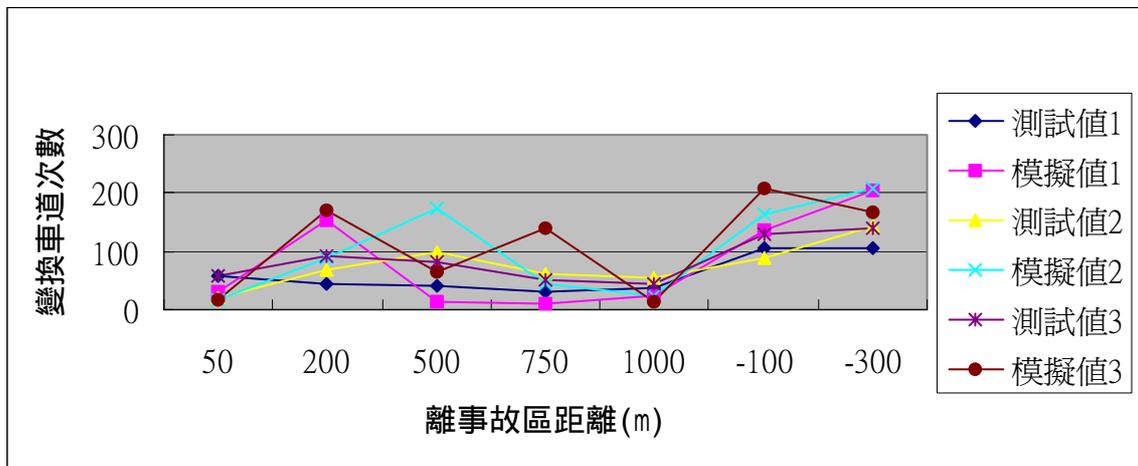


圖 4-5 事故情境 1 之各事故位置點變換車道次數比較

B. 多車道事故之變換車道比較

從相關之各圖表看來，整體 MAPE 指標值都在 30~50% 內。而情境 4 上游變換區各 MAPE 指標值為 30.69%、20.93%、34.25%，情境 4 下游變換區各 MAPE 指標值為 48.44%、45.48%、48.64%；情境 5 上游變換區 MAPE 指標值為 21.95%、33.74%、32.73%，情境 5 下游變換區各 MAPE 指標值為 41.95%、43.74%、41.73%；情境 6 上游變換區 MAPE 指標值為 34.91%、36.21%、30.88%，情境 6 下游變換區 MAPE 指標值為 42.99%、48.29%、40.17%。明顯可看出下游變換區之 MAPE 指標值都大於上游 MAPE 指標值，可見上游模式解釋能力較佳，但整體表現都算是合理的預測的範圍。

表 4-3 事故情境 4 之 CORSIM 測試值與模擬值比較

變換車道車輛 (veh/10mins)		低流量	中流量	高流量
上游車道變換區	CORSIM 模式值	222	338	259
	模擬模式值	165	334	395
	MAPE(%)	30.69	20.93	34.25
下游車道變換區	CORSIM 模式值	256	269	274
	模擬模式值	464	476	468
	MAPE(%)	48.44	45.48	48.64

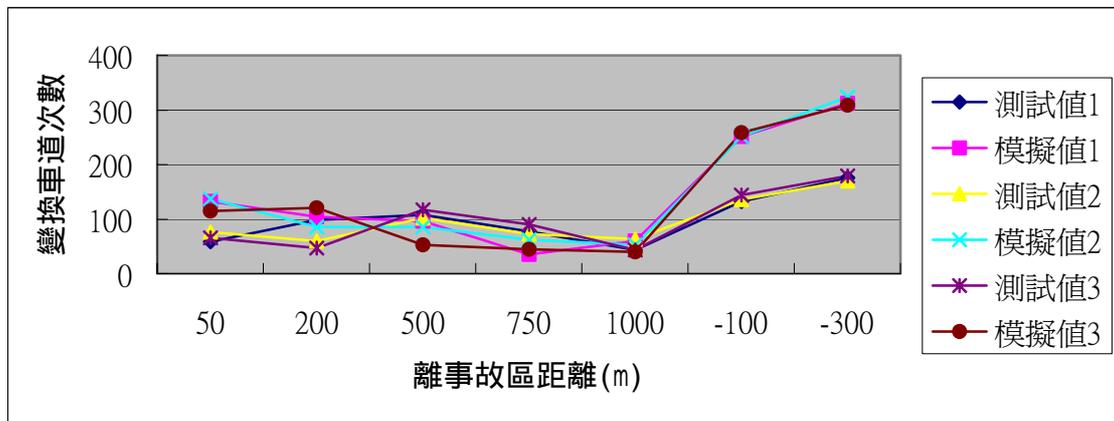


圖 4-6 事故情境 4 之 CORSIM 測試值與模擬值比較

C. 六種情境變換車道變化比較

上述六種情境，經本研究之模式分別計算結果，可以發現事故發生於中間車道或內側與外側車道時，相較於其它情境變換車道次數頻繁及變換劇烈。且在多車道事故情境方面都遠比單車道事故情況變換次數多。且車流量大小會影響事故變換車道次數值，其低流量的情況相對於中、高流量次數較少。對於其變換車道次數範圍，對於單車道事故情況，低流量變換車道的次數多集中在離事故 200 公尺左右，其主要係因車輛因流量低的關係，可早點變換車道；在中流量之變換車道次數大多集中在 100~500 公尺之間較頻繁；至於高流量多集中在 200 公尺內；整體來說，單車道事故在 500 公尺範圍內，約已佔總變換車道次數之三分之二；對多車道事故，因受阻車道增加為兩個，無論流量大小，變換車道次數都集中在 200 公尺內，佔總變換次數的二分之一，其中以離事故區 50 公尺範圍內，變換車道最激烈。在下游車道變換區以情境 4、5 及 6 變換車道次數相較於情境 1、2 及 3 頻繁，10 分鐘內平均次數達 550 次左右。

4.4 事故前漸變段長段模擬分析

當道路車道寬度因施工路段或事故路段而減少時，應提供足夠之距離，引導車輛逐漸駛離正常路線進入改道路段車道，此區段應用明顯的槽化導向設施清楚標示，其延伸長度可參考下列公式並視情況決定之：

(1)當時速限為 60KM 以下(含)

$$L=VV^2/150$$

(2)當時速限為 60KM 以下

$$L=0.6VV$$

其中：

L：為漸變區長度(m)

W：為縮減車道寬度(m)，一般高速公路寬為 3.75m。

V：為路段之速限(km/hr)

可知目前現行的規範中，等級愈高的道路前漸變段區長度愈長，其主要考慮的因素為速限與車道寬，此等考慮因素是以安全為出發點，若能以變換車道次數之頻繁績效，以評估前漸變區段長度是值得深入研究，所以，本研究最後將對此做一簡單的模擬分析。

A.前漸變段長度模擬分析

針對事故發生後，如何設計擺放標誌長度以分析達到降低事故影響，並以兩個事故例子做為探討，分別為事故為內側車道，及內側和中間車道兩種情況。因事故發生後，其中影響車輛行為最大的因子為變換車道之影響，若能減低變換車道率，使其變換車道行為較不劇烈，如何選取較佳漸變長度，使車流行為更為平順相當重要的，透過模擬分析得到結果如表 4-3 及 4-4 與圖 4-7 及圖 4-8，以事故上游總變換車道次數(亦為事故影響內總變換車道次數)為考量，可以觀察當事故為內側車道型態時，其前漸變段長度值是落在 125 與 150 公尺之間，長度一旦低於 100 公尺會使變換車道次數增加劇烈，因此前漸變段長度至少要大於 100 公尺。而觀察事故為內側與中間車道時，其前漸變段長度值是落在 350 與 375 公尺之間，長度一旦低於 225 公尺會使變換車道次數增加劇烈，因此前漸變段長度至少要大於 225 公尺。

表 4-4 前漸變段長度與事故總變換車道次數之關係

前漸變段長度(標誌擺置長度)(m)	0	100	125	150	175	200	225	250
總變換車道次數	377	381	349	357	391	383	386	394

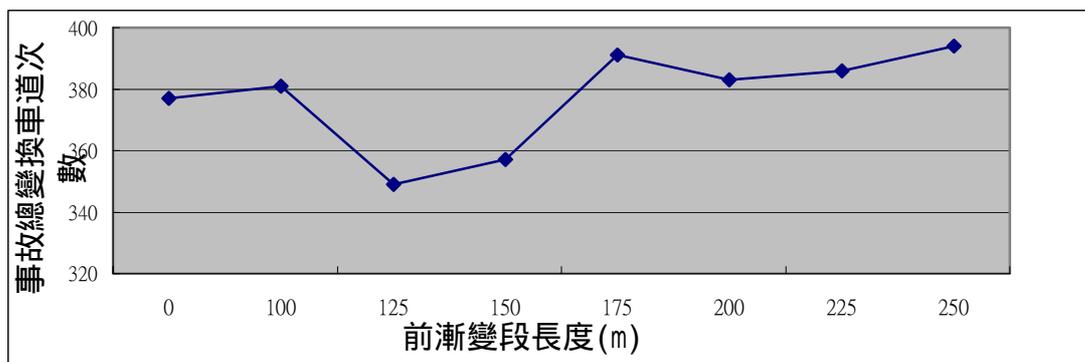


圖 4-7 前漸變段長度與事故總變換車道次數之關係

表 4-5 前漸變段長度與事故總變換車道次數之關係

前漸變段長度(標誌擺置長度)(m)	0	100	150	200	225	250	275	300	350	375	400	450
總變換車道次數	611	531	494	515	561	518	528	511	476	478	495	488

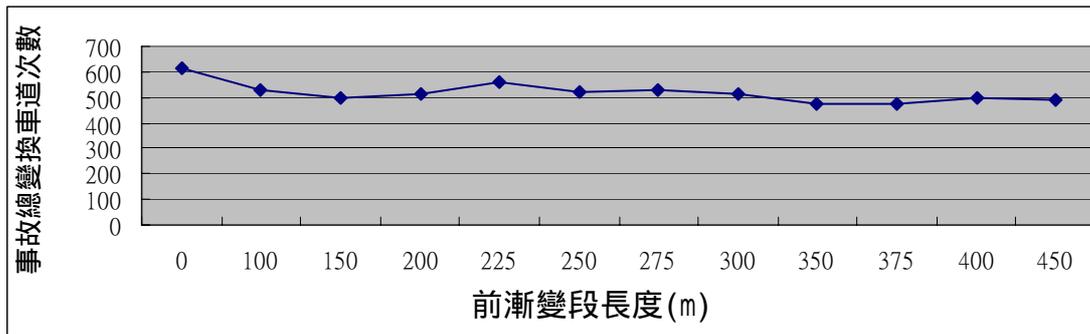


圖 4-8 前漸變段長度與事故總變換車道次數之關係

最後，由模擬分析的結果得知，與目前交通工程手冊上規定的前漸變段長段比較，在流量 4500vph 時，本模擬結果在單車道事故時，比交通工程規定算出之 225 公尺可稍微減約 70 公尺，在 125~150 公尺之間最佳；而在多車道事故時，比交通工程規定算出之 450 公尺可稍微減約 100 公尺，在 350~375 公尺之間最佳。

伍、結論

最後，本文構建出各種事故情境之變換車道機率模式，並與 CORSIM 模體做一驗證分析，得到適當的解釋能力。本文並以本模擬程式對事故發生後，探討擺放交通錐適當長度的分析，並與現行交通規範做一比較，也有得到擺放交通錐適當長度部份的理論基礎，這對於規範中的幾何設計和安全車流行為提供可討論的空間。由於情境複雜且篇幅過巨，為了研究之完整性和嚴謹性，本文只有在變換車道機率模式方面提供新的模式的考量，致於對於應用以及擴充相關系統的整合性，留待未來繼續努力來探討。

參考文獻

1. 沈良珍(民 87)，"高速公路發生對車流衝擊之即時預測"，台灣大學土木工程所碩士論文。
2. 陳協昌(民 88)，"市區道路事故發生對車流衝擊之即時預測"，台灣大學土木工程所碩士論文。
3. 徐道國(民 84)，"高速公路意外事故車輛延滯時間之研究"，交通大學運輸所碩士論文。
4. 鄭志平(民 81)，"應用衝擊波理論在高速公路封閉部份車道時旅行時間推算之研究"，成大交管理科學所碩士論文。

- 5.張瑞玲(民 86), ”高速公路瓶頸車流模式之研究”, 交通大學運輸所碩士論文。
- 6.張庭瑜(民 89), ”高速公路施工路段車流模式之研究”, 淡江大學運科所碩士論文。
- 7.邱華敏(民 91), ”高速公路事故路段動態旅行時間模式之研究”, 台大土木工程所碩士論文。
- 8.伍靜怡(民 90), 即時應變事故之動態交通量指派方法論, 台大土木工程所碩士論文。
- 9.陳柏榮(民 82), 高速公路微觀車流模擬模式雛型建立之研究, 成大交通管理科學所碩士論文。