

臨近施工地區交通工程設施對駕駛人行駛速率 影響之模擬分析研究¹

A simulation study of traffic control devices on traveling speed variation when approaching work zone

魏健宏 Chien-Hung Wei ²

何志宏 Chi-Hung Ho ²

李友仁 Yu-Jen Lee ³

林士敏 Shih-Min Lin ³

謝昀霖 Yun-Lin Hsieh ³

摘 要

道路施工區域往往需要封閉路肩與降低行駛速率，但若駕駛人不能即時感知反應降低速率或因受其他車輛干擾而無法維持正常之駕駛行為，很容易發生不必要之交通意外，故本研究便探討臨近施工地區之駕駛人行為特性，分析車輛行駛速率之變化。汽車駕駛模擬器除了能從傳統的道路交通安全之角度，探討人、車、路及環境間之相互關係外，亦能夠協助發展交通事故鑑定與預防之工作。本研究乃以固定基底式汽車駕駛模擬系統為平台，從事國內本土化之交通課題探討，內容以施工地區警告標誌尺寸大小對駕駛人操作影響程度為研究

¹ 本研究為交通部補助計畫「汽車駕駛模擬系統應用於事故鑑定與預防之研究」之部分成果，研究期間感謝中央大學董基良教授研究團隊於本實驗室軟硬體設備開發之協助。

² 國立成功大學交通管理系教授（地址：台南市大學路1號 電話：06-2757575-53233 傳真：06-2753882，E-mail：louiswei@mail.ncku.edu.tw）

³ 國立成功大學交通管理系研究助理



主軸。經由實驗分析之結果可知放大標誌具有數項優點，主要效益在於提前瞭解標誌資訊進而增加反應距離及反應時間，且在操作車輛的同時駕駛人亦不易遭受外在交通狀況或其他不當駕駛車輛之干擾而影響本身駕駛行為，因此放大標誌將有助於施工地區之事故預防。

關鍵詞：駕駛模擬器、交通安全、交通標誌、施工區域、速率

Abstract

To facilitate roadway maintenance, it is often required to close shoulder as well as reduce traveling speed. Traffic accidents may occur if driver fail to perceive roadway status change and adjust speed accordingly as they approach the work zone. This study investigates driver behavior when approaching work zone area, focusing on speed change of individual driver. A fixed-based driving simulator is employed as the platform for analyzing local traffic characteristics. The main concern is the impact on driver operational response due to the size of speed limit sign, which clearly convey a warning message to all road users. The experimental results indicate that a larger sign helps drivers realize traffic status earlier and, thus increase response distance and time. In addition, drivers seeing a larger speed limit sign, are less likely to be affected by inappropriately driven traffic. Earlier suitable response and stable maneuver warrants the deployment of larger signs especially in work zone area.

Key words: *driving simulator, traffic safety, traffic sign, work zone, speed*

壹、緒論

隨著世界各國機動車輛的快速成長，已使得道路交通狀況變得十分擁擠、混亂與複雜。道路建設已完全無法負荷汽機車成長的速度，汽機車充斥街道的情形顯示出交通安全與運輸效率上的各項問題。各種複雜的交通環境皆亦造成交通事故的發生，施工地區便是其中一項最好的例子，由於道路施工需要封閉路肩與降低行駛速率，但若駕駛人不能即時感知反應降低速率或因受其他車輛干擾而無法維持正常之駕駛行為，很容易發生不必要之交通意外，故本研究以探討施工地區駕駛人行駛特性為目的，探討駕駛人進入施工區域前經由標誌導引逐漸降低行車速率，同時如有車輛干擾時之操控狀況，進



行一連串相關實驗，分析駕駛人行駛速率與標誌大小及其他車輛干擾間之關連性，研究成果可作為標誌改善及施工地區標誌改善計畫之參考。

本研究是以汽車駕駛模擬系統作為本研究之實驗工具，駕駛模擬系統除了能夠從傳統的道路安全的角度來協助駕駛人，更適於探討駕駛人與車輛、道路及周遭環境標線、號誌等對於駕駛行為的影響及人因工程在交通工程設計上之應用做較深入的探討。以上這些工作固然可以在實際的道路上進行實驗，但有下列的缺點：(1) 實驗會影響交通，測試路線不易選擇；(2) 實車實驗成本高；(3) 駕駛中的危險不易掌握；以及 (4) 產品設計變更及製成之時效不易與試驗配合。而駕駛模擬器即為解決上述問題的最佳工具，可以取代道路現場的實驗。

本研究依上述理念，透過汽車駕駛模擬實驗，以固定標線，改變標誌的方式，蒐集駕駛者對該標誌的感知與反應特徵，藉由統計分析得知標誌對駕駛者行駛速率之影響程度，評估該標誌之效益與設置準則。

貳、文獻回顧

2.1 國內駕駛模擬系統文獻回顧

本研究將國內駕駛模擬系統文獻分為場景開發、駕駛模擬系統開發與驗證、車流理論及實驗設計三部分，茲將歷年國內駕駛模擬系統重要發展整理如表 1 所示。

表 1 國內駕駛模擬系統發展歷程及應用課題

研究領域	作者 (年代)	研究內容
場景開發	張劭卿 (1995) [1]	利用 Superscape VRT 軟體來建構高速公路之汽車駕駛模擬雛形
	中大機研與成大交研所 (1998) [2]	開發北部第二高速公路視覺模擬，基本的物件模組包括上匝道、基本路段、曲線路段、上坡、隧道與下匝道等部分。
駕駛模擬系統開發與驗證	蘇昭彰、郭信義 (1999) [3][4]	探討市區幹道車道變換模擬駕駛實驗結果，與在真實駕車環境下所蒐集而得之實驗結果間的關聯性。



研究領域	作者 (年代)	研究內容
駕駛模擬系統開發與驗證	林鄉鎮 (1997) [5]	利用虛擬實境技術所構建之駕駛模擬系統，建立本土化的高速公路小汽車跟車模式。
	鍾炳煌 (2002) [6]	彙整進口匝道區域車流特性及車輛匯入行為，構建智慧型匯入決策支援模式。
	洪嘉亨 (2003) [7]	利用駕駛模擬系統探討車上警示系統之功能，並利用拉丁方格法讓駕駛人在無預警情況下受測，以求最真實的駕駛反應。

2.2 國外駕駛模擬系統應用

目前世界上最先進的駕駛模擬器座落於美國愛荷華 (IOWA) 大學的 IDS (IOWA Driving Simulator) 系統，模擬系統的應用在於從事各種不同的交通相關課題研究。茲將國外所作之研究分類為駕駛者特性、道路與天候環境及 ITS 相關課題，彙整如表 2 所示。

表 2 國外駕駛模擬系統應用

分類	文獻 (年代)	研究主題
駕駛者特性	Kirk et al. (2000)[9]	年齡
	Roge et al. (2001)[10]	疲勞駕駛
	Tokunaga et al. (2000)[11]	駕駛分心
道路與天候環境	Dissanayake et al. (2001)[12]	道路交控設施設計與設置
	Huang et al. (2000)[13]	道路幾何設計
	Hideki et al. (2002)[14]	天候環境
ITS 相關課題	Comte (2000)[15]	智慧型速度調適系統
	Hiroiyuki et al. (2002)[16]	車內警示系統
	Uang et al. (2003)[17]	導航系統

參、實驗設計與規劃

3.1 汽車駕駛模擬系統軟硬體規劃

本研究所使用之駕駛模擬系統乃固定基底型駕駛模擬系統，其整體硬體設備如圖 1 所示。以往虛擬環境的建構多以 VRML (Virtual Reality Markup



Language) 為主體，由於其規格範圍僅限於描述立體場景的形狀、位置、材質、攝影機的位置、角度、光源的種類與位置以及網路連結的能力，對於使用者與環境的互動，則完全無法描述與處理。故本研究便改以 EON Studio 軟體作為建構虛擬場景軟體，它最大的特點是容易設定，且可以做到以往 VRML 所做不到的項目，如碰撞等，對於日後研究之延伸性有很大的幫助。

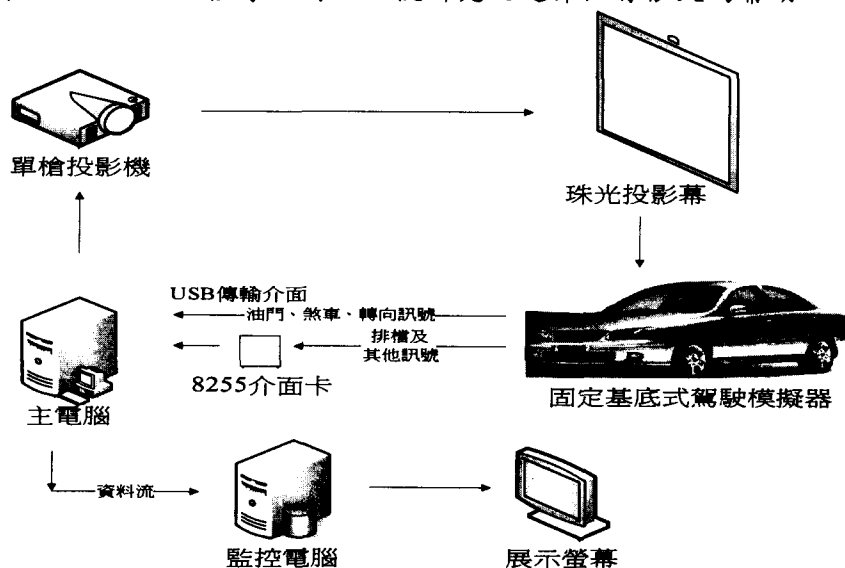


圖 1 固定基底型駕駛模擬系統硬體架構圖

3.2 實作課題選擇

超速行為及未注意車前狀況為國人最常發生交通事故之原因，此兩項課題約佔了國人事故發生率的 30%。故本研究將探討速限標誌大小對於駕駛人車速掌控的影響，進而評析是否會因前方車輛不正常行駛動作而改變駕駛人正常駕車行為。

最高速限標誌屬於交通禁制標誌的一類，目的在於告知車輛駕駛人嚴格遵守道路行車最高時速之限制。國內現行之速限標誌設置尺寸有標準型、放大型、縮小型與特大型四類，一般而言速限愈高的路段所採用的標誌較大，但是在某些路段上有特殊考量需要駕駛人提前辨認標誌內容，如易肇事路段、施工地區等，使事前資訊能更早提供給予駕駛者。標準型之速限標誌其設計為牌面直徑 65 公分、放大型則為直徑 90 公分，本研究以相同地點放置相

同標誌（但大小不同），藉此可於駕駛模擬系統中進行標誌大小對於駕駛人影響之研究。

目前各式標誌設置於道路上其實是相當明確且清楚的，但是如果受到其他交通狀況及車輛的影響下，標誌的效用性很有可能會降低，於是本實驗便加入其他車輛，干擾受測者，以瞭解駕駛人的開車習慣是否會因為其他車輛的干擾而改變。本實驗於直線路段因施工原因速限必須從 80kph 降到 60kph，但是鄰車道卻有車輛突然加速或煞車（如圖 2），以此來探討標誌與駕駛人有了其他干擾狀況下的互動性。

3.3 實驗課題情境設計

速限標誌設置：分為標準尺寸大小（牌面直徑 $R=65\text{cm}$ ）、與放大標誌（牌面直徑 $R=90\text{cm}$ ）兩種情況。

系統車干擾：施工路段前 500m 處有一系統車與實驗車以相同的行駛速度前進，系統車於 60kph 標誌前 60m 處以 100kph 的速度行駛而去；另一種狀況是系統車突然在該點緊急煞車至 30kph，並不會依照速限減速，測試駕駛者是否會受系統車的干擾而改變減速狀況。

實驗共分 6 組分別探討標誌大小、有無車輛干擾對受測者的影響，期能以人因的角度來評估國內速限標誌設計對於駕駛者的效果。整體實驗設計如表 3 所示，實驗環境示意圖如圖 2 所示。

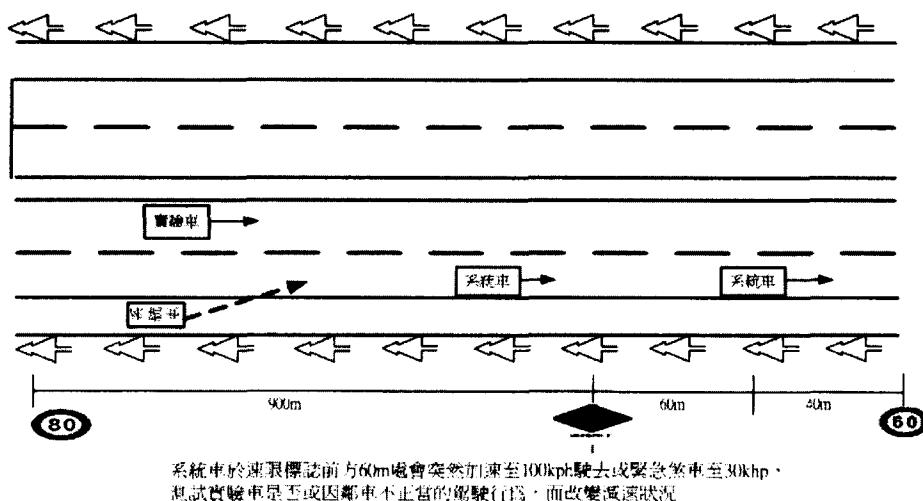


圖 2 實驗課題示意圖

表 3 實驗設計

實驗組別		A1	A2	A3	A4	A5	A6
情境設計							
場景設計		車道寬度為 3.5m，路肩為 2m，單向雙車道，為一速限 80kph 的快速道路路段。為使其符合實際道路狀況，加設施工路段（速限 60kph）。					
實驗種類	標準速限標誌 (R=65)	✓		✓		✓	
	標誌放大 (R=90)		✓		✓		✓
	系統車加速			✓	✓		
	系統車減速					✓	✓
蒐集資料		速限標誌前 60m 處之速率(考量受測者的反應時間與車速) 速限標誌前 30~75m 最大減速率					

3.4 評估指標

本實驗以車輛的速率與最大減速率為整體評估指標，藉此衡量標誌大小產生之不同視覺效應，此效應將直接反應於駕駛人速度控制的駕駛行為上，其詳細內容如下所述：

1. 速率：量測駕駛車輛距標誌前方 60m 的平均速率。道路設計時將一般駕駛人的反應時間設計為 2.5 秒，故以 80kph 速率前進時辨識標誌加減速操作約需 60m 的距離，研究駕駛者在該點速率的變化，該數值可表示駕駛者是否瞭解速限標誌的作用，而降低其速率。
2. 最大減速率：評估駕駛車輛在標誌前特定距離處之減速狀態，假設駕駛人反應時間約為 1.5~3.2 秒 (Hooper & McGee, 1983)，以本研究速限 80kph 為例，所需距離與為 30~75m，蒐集在該特定距離間車輛之最大減速率，此數值可表示駕駛人反應標誌指示的能力。

3.5 模擬實驗人數及次數

本研究尋找 30 名以上之受測者，有效樣本至少要達到 30 名，其中年輕學生與一般社會人士各半，所有人士皆有駕照且具開車經驗。本研究不考慮性別要因，即以本研究所選擇受測者之群體為主要考量，性別比例將不列入本研究探討之實驗要因。

肆、各項數據分析

本實驗主要探討速限標誌尺寸大小在有無鄰車干擾時對駕駛者的影響，實驗數據分析由 60kph 速限標誌前方 150m 開始，為行車位置第 0 公尺處。評估指標中標誌前 30~75m 內最大減速率是以該區段內空間速率圖斜率最高之處計算所得。將六種實驗情境分成九組兩兩比較與討論，經由統計檢定方式瞭解各實驗組間是否有顯著差異。每兩組間之假設如下表所示：

表 3 各組的假設

$H_0 : V_i = V_j$ $H_1 : V_i \neq V_j$ $V_i = \text{實驗組 } A_i \text{ 速限標誌前 60m 之平均速率}$ $V_j = \text{實驗組 } A_j \text{ 速限標誌前 60m 之平均速率}$	$i=1 \sim 6$ $j=1 \sim 6$ $i \neq j$
$H_0 : D_i = D_j$ $H_1 : D_i \neq D_j$ $D_i = \text{實驗組 } A_i \text{ 速限標誌前 30m} \sim 75\text{m 間之平均最大減速率}$ $D_j = \text{實驗組 } A_j \text{ 速限標誌前 30m} \sim 75\text{m 間之平均最大減速率}$	

4.1 標準速限標誌 vs. 放大標誌

首先先從圖 3A1 之行車速率圖看起，此組速限標誌為直徑 65cm 之速限標誌，實驗途中並無其他車輛干擾。由圖可知駕駛者發現速限標誌，並開始減速約在速限標誌前方 90m 左右，當行駛至速限標誌前 60m 處時之行車速率已將速率降至 60kph 左右，顯示在一般速限標誌下且無干擾時，是足夠達到供駕駛者減速的目的。而由 A2 之行車速率圖發現駕駛者開始減速的位置因為標誌放大的因素而提早至標誌前方 120m 處，愈靠近時行車速率愈趨於平穩，顯示標誌放大的確有助於使駕駛者提前減速之功用。



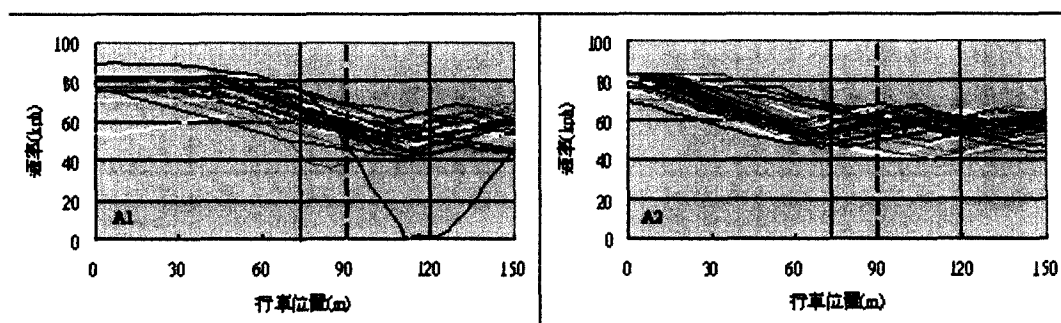


圖 3 實驗組（左 A1、右 A2）行車速率圖

表 4 為比較探討標誌大小且無其他干擾下狀況。A1 與 A2 在速限標誌前方 60m 處之速率經由 T 檢定後，發覺兩組並無顯著差異，顯示駕駛人對於速限標誌之瞭解程度一致，皆能夠及時反應達成降低速率之目的。而經由最大減速率之 T 檢定後，結果有顯著差異，A1 實驗組在該區段中最大減速率明顯較 A2 高，顯示由於標準速限標誌尺寸較小之原因，駕駛人反應距離也相對減短，故需要以較大之減速動作達成降低速率之要求。

表 4 實驗組 A1、A2 之比較

	平均速率(kph)	標準差	平均速率 T 值
A1 實驗組	58.17	8.75	1.385 < $T_{58,0.05}$ = 1.697 接受 H_0
A2 實驗組	53.98	6.67	
	平均最大減速率(m/s^2)	標準差	平均最大減速率 T 值
A1 實驗組	9.08	5.21	3.948 > $T_{58,0.05}$ = 1.697 拒絕 H_0
A2 實驗組	4.93	2.45	

4.2 標準速限標誌 vs. 標準速限標誌（系統車加速）

如圖 4 所示，A3 之行車速率與 A1 之差異性並不顯著，開始減速之行車位置也相當一致，而在標誌前方 30m~75m 處之減速率卻較 A1 來的平緩，原因在於前方車輛加速使受測者減緩了煞車動作，略微呈現跟隨前方車輛行駛之跡象。

比較此兩組標準速限標誌下有無系統車加速狀況之差異性，檢定結果如表 5 所示，兩組之平均速率經由 T 檢定後並無顯著差異，既使有系統車加速

的情況，駕駛人依舊能完成降低速率之動作，但經由 T 檢定分析兩組之最大減速率，結果有顯著差異，顯示駕駛人容易受系統車加速影響而減緩減速動作。

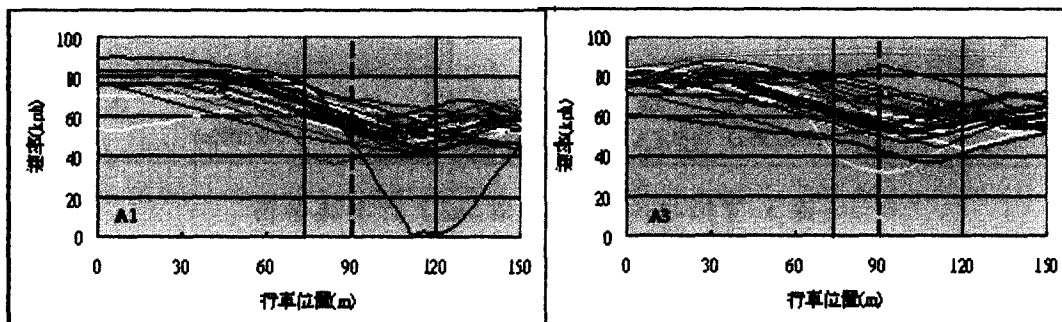


圖 4 實驗組（左 A1、右 A3）行車速率圖

表 5 實驗組 A1、A3 之比較

	平均速率(kph)	標準差	平均速率 T 值
A1 實驗組	58.17	8.75	$0.912 < T_{58,0.05} = 1.697$ 接受 H_0
A3 實驗組	60.38	9.97	
	平均最大減速率(m/s^2)	標準差	平均最大減速率 T 值
A1 實驗組	9.08	5.21	$1.985 > T_{58,0.05} = 1.697$ 拒絕 H_0
A3 實驗組	6.94	2.83	

4.3 標準速限標誌 vs. 標準速限標誌（系統車減速）

由圖 5 可發現 A5 組實驗結果與 A1 相較之下落差十分明顯，尤其是在標誌前方 30~75m 之區間內最大減速率變動很大，似乎是因為前方系統車不正當的操作行為，導致受測者害怕與系統車碰撞而緊急煞車。

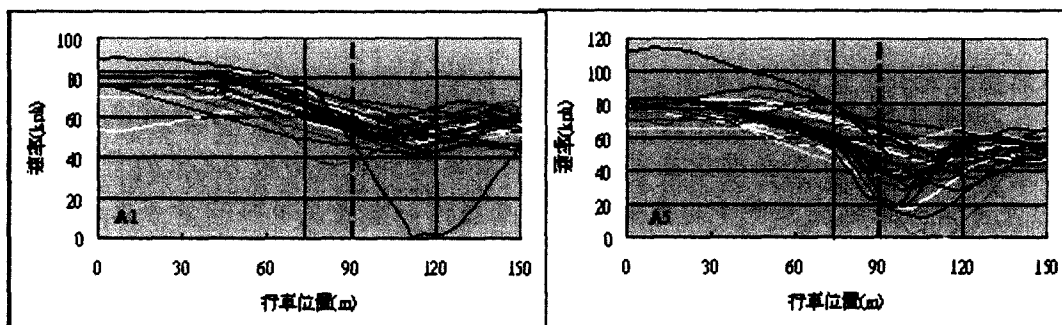


圖 5 實驗組（左 A1、右 A5）行車速率圖

比較此兩組標準速限標誌下有無系統車突然減速狀況之差異性，檢定結果如表 6 所示。兩組平均速率經由 T 檢定後呈現顯著差異，有系統車減速情況時平均速率明顯受到系統車減速影響而降低；最大減速率之 T 檢定結果亦是顯著差異，明顯用高於無系統車狀況下之煞車動作降低速率，顯示駕駛人容易受系統車減速造成心裡壓力，害怕與系統車碰撞，故也對應於系統車之減速動作採用緊急煞車的方式迴避系統車。

表 6 實驗組 A1、A5 之比較

	平均速率(kph)	標準差	平均速率 T 值
A1 實驗組	58.17	8.75	3.134 > $T_{58,0.05}=1.697$ 拒絕 H_0
A5 實驗組	47.26	14.42	
	平均最大減速率(m/s^2)	標準差	平均最大減速率 T 值
A1 實驗組	9.08	5.21	3.63 > $T_{58,0.05}=1.697$ 拒絕 H_0
A5 實驗組	15.89	8.80	

4.4 放大標誌 vs. 放大標誌（系統車加速）

由圖 6 可發現 A4 之行車速率圖與 A2 相較之下分佈範圍較大，雖然整體之趨勢相當，且最大減速率經由檢定後發覺並無明顯差異，但是似乎因為前方有系統車之故，而略微影響了駕駛者的減速行為。

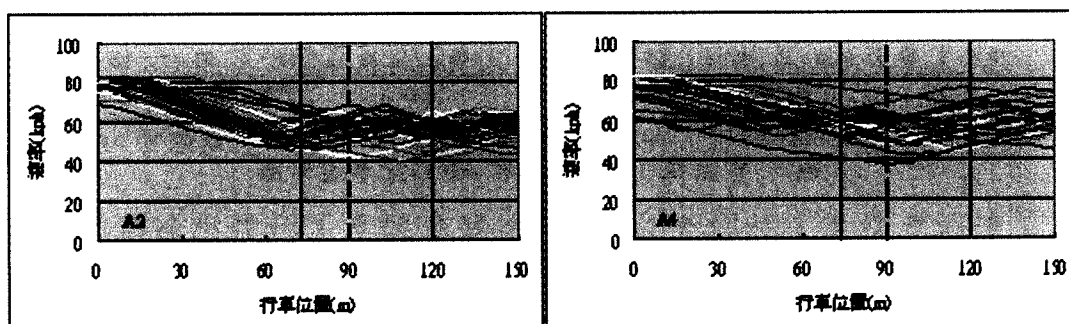


圖 6 實驗組（左 A2、右 A4）行車速率圖

比較此兩組探討放大標誌下有無系統車加速狀況下之駕駛行為差異性，檢定結果如表 7 所示。兩組之平均速率與最大減速率經由 T 檢定後皆無顯著差異，顯示當標誌放大後駕駛人能夠有較長之反應時間與距離，反應動作皆

較早開始，也較不易受系統車加速之干擾影響本身操作行為。

表 7 實驗組 A2、A4 之比較

	平均速率(kph)	標準差	平均速率 T 值
A2 實驗組	54.46	6.48	1.161 < $T_{58,0.05}=1.697$ 接受 H_0
A4 實驗組	56.52	7.24	
	平均最大減速率(m/s^2)	標準差	平均最大減速率 T 值
A2 實驗組	4.73	2.45	0.449 < $T_{58,0.05}=1.697$ 接受 H_0
A4 實驗組	5.03	2.89	

4.5 放大標誌 vs. 放大標誌 (系統車減速)

如圖 7 所示，可發現 A6 之行車速率圖與 A2 相較之下整體下降趨勢相當，但較為紊亂，與圖 6 的結果相當類似，同樣受系統車的影響並不大。檢定結果如表 8 所示，兩組之平均速率與最大減速率經由 T 檢定後皆無顯著差異，駕駛人較不受系統車之干擾而影響本身操作行為。

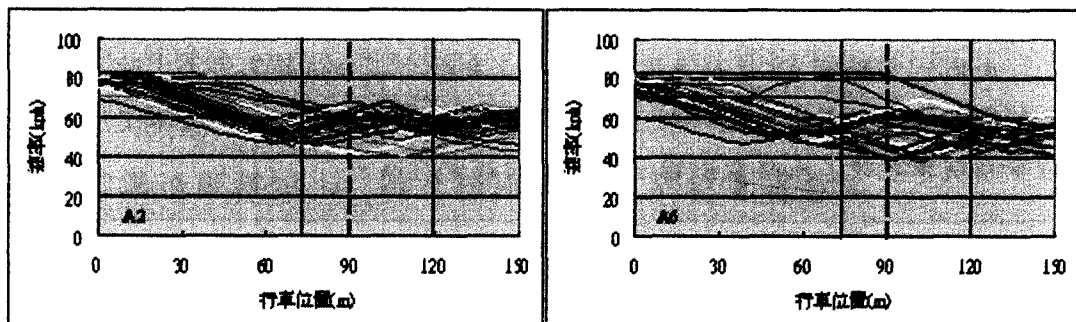


圖 7 實驗組 (左 A2、右 A6) 行車速率圖

表 8 實驗組 A2、A6 之比較

	平均速率(kph)	標準差	平均速率 T 值
A2 實驗組	54.46	6.48	0.476 < $T_{58,0.05}=1.697$ 接受 H_0
A6 實驗組	53.37	10.77	
	平均最大減速率(m/s^2)	標準差	平均最大減速率 T 值
A2 實驗組	4.73	2.45	0.964 < $T_{58,0.05}=1.697$ 接受 H_0
A6 實驗組	5.28	1.98	

4.6 標準速限標誌（系統車加速）vs. 放大標誌（系統車加速）

此組為系統車加速的情況下，標準速限標誌與放大標誌之比較，經由 T 檢定結果分析後，平均速率與平均最大減速率之變動都是顯著，如表 9 及圖 8 所示。標誌放大較標準速限標誌之平均速率與最大減速率皆有明顯的下降，顯示標誌放大後較標準速限標誌有助於降低速率及以平緩的方式減速，也不易受系統車加速的影響。

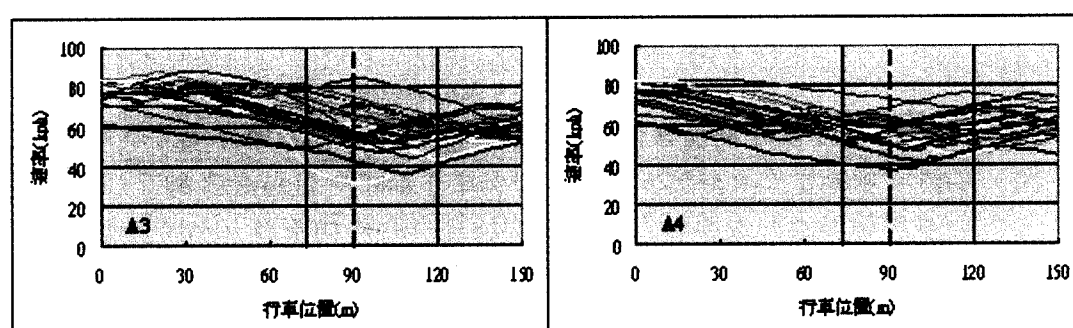


圖 8 實驗組（左 A3、右 A4）行車速率圖

表 9 實驗組 A3、A4 之比較

	平均速率(kph)	標準差	平均速率 T 值
A3 實驗組	60.38	9.97	1.712 > $T_{58,0.05}=1.697$ 拒絕 H_0
A4 實驗組	56.51	7.24	
	平均最大減速率(m/s^2)	標準差	平均最大減速率 T 值
A3 實驗組	6.94	2.83	2.573 > $T_{58,0.05}=1.697$ 拒絕 H_0
A4 實驗組	5.04	2.89	

4.7 標準速限標誌（系統車減速）vs. 放大標誌（系統車減速）

此組為系統車減速情況下，標準速限標誌與放大速限標誌之比較，經由 T 檢定分析後，不論是平均速率或最大減速率之差異皆是顯著的狀況，如表 10 及圖 9 所示。放大標誌後於標誌前方 60m 處速率明顯較標準速限標誌高，但是在速限標誌要求之範圍內，最大減速率則明顯較低且較均勻並沒有受到系統車減速因素而發生不正常的操作行為。此現象顯示放大標誌給予較明確內容及較大反應距離，駕駛人能夠較安全有效地操控車輛。

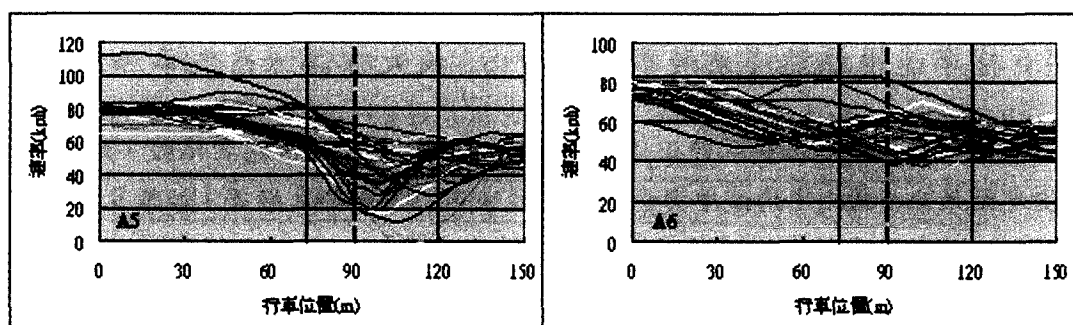


圖 9 實驗組 (左 A5、右 A6) 行車速率圖

表 10 實驗組 A5、A6 之比較

	平均速率(kph)	標準差	平均速率 T 值
A5 實驗組	47.26	14.42	1.859 > $T_{58,0.05}=1.697$ 拒絕 H_0
A6 實驗組	53.37	10.77	
	平均最大減速率 (m/s ²)	標準差	平均最大減速率 T 值
A5 實驗組	15.89	8.80	6.442 > $T_{58,0.05}=1.697$ 拒絕 H_0
A6 實驗組	5.28	1.98	

4.8 標準速限標誌 (系統車加速) vs. 標準速限標誌 (系統車減速)

表 11 及圖 10 為標準速限標誌情況下，系統車加速與減速之比較結果。經由 T 檢定分析後，平均速率與最大減速率之差異皆為顯著，系統車減速時的平均速率有明顯下降，最大減速率亦明顯提高。

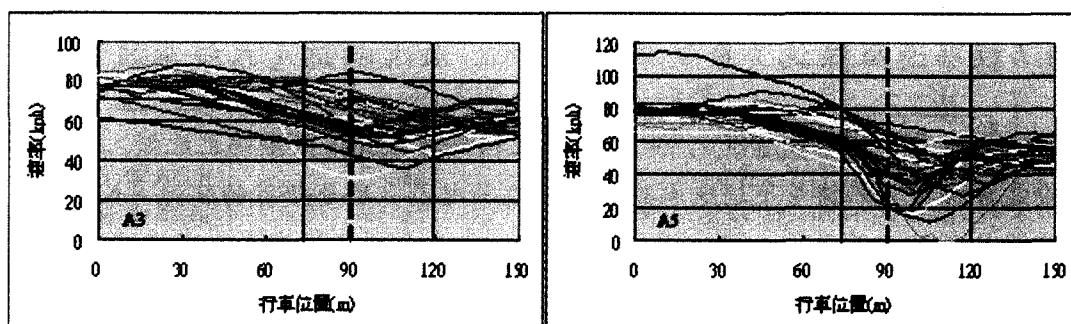


圖 10 實驗組 (左 A3、右 A5) 行車速率圖

表 11 實驗組 A3、A5 之比較

	平均速率(kph)	標準差	平均速率 T 值
A3 實驗組	60.38	9.97	4.069 > $T_{58,0.05}=1.697$
A5 實驗組	47.26	14.42	拒絕 H_0
	平均最大減速率(m/s^2)	標準差	平均最大減速率 T 值
A3 實驗組	6.94	2.83	5.454 > $T_{58,0.05}=1.697$
A5 實驗組	15.89	8.80	拒絕 H_0

4.9 放大標誌（系統車加速）vs. 放大標誌（系統車減速）

在標誌放大情況下，系統車加速與減速之比較結果如表 12 及圖 11 所示。經由 T 檢定分析後，不論是平均速率或最大減速率之差異皆不顯著，顯示在標誌放大時系統車加減速行為對駕駛人之影響皆不明顯。此現象顯示放大標誌給予較明確內容及較大反應距離，駕駛人能夠較安全有效地操控車輛，不論周遭車輛為加速或減速，駕駛人之行駛動作僅受到輕微干擾。

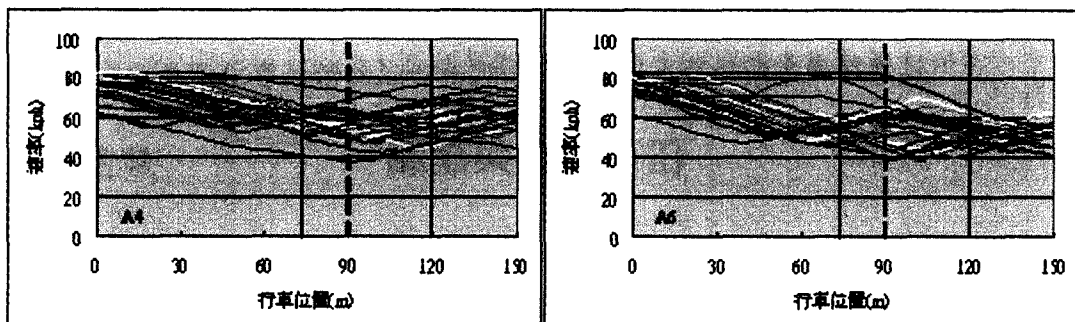


圖 11 實驗組（左 A4、右 A6）行車速率圖

表 12 實驗組 A4、A6 之比較

	平均速率(kph)	標準差	平均速率 T 值
A4 實驗組	56.52	7.24	1.327 < $T_{58,0.05}=1.697$
A6 實驗組	53.37	10.77	接受 H_0
	平均最大減速率(m/s^2)	標準差	平均最大減速率 T 值
A4 實驗組	5.04	2.89	0.375 < $T_{58,0.05}=1.697$
A6 實驗組	5.28	1.98	接受 H_0

4.10 小結

經由駕駛模擬系統進行施工區域駕駛人行駛速率之模擬實驗後，由各實驗組間之統計分析結果可得知在國內現行設置規則之前提下，於施工區域前方適當地放大標誌的確有助於提早認知標誌指示進而作出適當反應，而其他車流行為則可能造成駕駛人改變正常駕駛行為。綜合實驗結果本研究發現有下列三點重要現象存在：

1. 在一般速限標誌與放大標誌相較之下，由於前者的辨識距離較短，減速行為皆在標誌臨近前方，常常會有較急促的減速行為；而後者辨識距離較長往往促使減速動作提早進行，實驗數據亦顯示標誌前方減速率較為平緩，故標誌放大應有助於駕駛人維持合理行車速率與平緩減速。
2. 放大標誌後由於駕駛人能夠提前得到資訊，以及提早對於標誌內容作出理性反應動作，故較不受系統車輛加減速影響。
3. 周遭車輛行為的確會影響駕駛者開車心態，其他車輛加速會使駕駛人不自覺地減緩應有的煞車動作而被加速車帶著走。周遭車輛之不當駕車行為更易造成駕駛人駕駛行為之顯著差異，尤其是前車緊急煞車使駕駛人害怕追撞前車而也以較大的減速動作反應之。

伍、結論與建議

汽車駕駛模擬系統在交通安全研究中是一項很有效的研究工具，可以用來探討人、車、環境三者間的關係，藉由受測者操作駕駛模擬系統，以得到真實世界下不易得到的資料，而國外汽車駕駛模擬系統應用的課題相當廣泛，舉凡駕駛行為評估、人因工程研究、交通安全、道路工程設計、ITS 系統評估等，皆有許多著名之汽車駕駛模擬系統投注多項研究中，並具有安全、資料易獲得及可變性高等優點。

本研究以探討施工區域駕駛人行駛速率是否會因標誌尺寸及其他車輛之干擾而改變其駕駛行為，該實驗完全符合汽車駕駛模擬系統的應用，透過虛擬實驗詳細地紀錄受測者在施工區域前各種駕駛行為，如行駛速率、加減速率等，透過這些行車數據分析受測者的駕駛行為是否因為標誌大小與周遭車輛干擾而有明顯之落差。本研究依據研究成果提出下列之結論：



5.1 結論

1. 本研究係以國內現行交通工程設施規則下所規範之標誌牌面大小進行模擬實驗，由實驗結果可知標誌牌面放大可讓駕駛人獲得額外之反應時間與空間，但牌面放大比例與所增加之反應時間與空間是否呈線性關係是有待商榷的，此點有待日後進行更進一步之研究。
2. 此實驗是探討駕駛人靠近施工區域前方標誌大小與周遭車輛行為對駕駛人影響之研究，由分析結果可得知，標誌放大後駕駛人行車速率較為平緩，且不易受周遭系統車加減速之干擾。
3. 不論標誌大小，受測者皆能夠於標誌前達成降低速度之動作，顯示目前國內標誌尺寸設計應已足夠滿足多數理性守法駕駛人降低速度所需。
4. 受測者行駛於標準速限標誌狀況時，周遭系統車對於受測者之影響相當明顯，容易改變駕駛人正常之操作行為。
5. 放大標誌後不論有無周遭系統車干擾或是周遭系統車如何操作，對於駕駛人的影響皆不明顯。原因在於放大標誌與標準速限標誌相較之下使駕駛人增加了 20~30m 之反應距離，即 1~2 秒之反應時間，此項成果將有助於強化事故預防工作之推展。

5.2 建議

1. 本研究實例分析是以直線路段所組成，在日後相關研究中應可提高道路幾何複雜度，進行更多比較分析研究。
2. 本研究於標誌設置上皆於定點處設置單一標誌，以單純且資訊量低的方式提供給受測者。目前國內道路中常常有許多定點設置兩個以上標誌，故日後研究中可在同一地點設置兩種以上標誌，增加標誌資訊量，進行分析探討。
3. 日後研究應進行其他人因特性相關研究，加速人因資料庫的建立，使研究成果更有效益，應用範圍更為廣泛。

參考文獻

1. 張劭卿，汽車駕駛模擬系統之行車動態影像製作之研究，成功大學交管系



碩士論文，民國 84 年 6 月。

2. 交通部運輸研究所，用路人駕駛模擬器軟硬體之規劃研究，民國 87 年 5 月。
3. 郭信義，利用小汽車駕駛模擬器從事駕車行為研究有關道路環境之驗證分析，成功大學交管系碩士論文，民國 88 年 6 月。
4. 蘇昭彰，利用小汽車駕駛模擬器從事駕車行為實驗中有關受測者駕車者行為之驗證，成功大學交管系碩士論文，民國 88 年 6 月。
5. 林鄉鎮，高速公路小汽車駕駛者跟車行為之研究：以虛擬實境(VR)技術所架構之駕駛模擬系統為工具，成功大學交管系博士論文，民國 86 年 6 月。
6. 鍾炳煌，應用汽車駕駛模擬系統從事高速公路加速車道併入行為之研究—以類神經網路為分析工具，成功大學交管系碩士論文，民國 91 年 7 月。
7. 洪嘉亨，應用汽車駕駛模擬系統探討車上警示系統產品功能設計之研究，成功大學交管系碩士論文，民國 92 年 7 月。
8. 交通部道安委員會，「道路交通標誌標線號誌設置規則」，國立教育資料館，民國 87 年 9 月。
9. Kirk, A. and Stamatiadis, N. (2001) "Crash rates and traffic maneuvers of younger drivers," *Transportation Research Record* 1779, pp. 68-77.
10. Roge, J. et al. (2001) "Variations of the level of vigilance and of behavioral activities during simulated automobile driving," *Accident Analysis & Prevention*, Vol. 33, No. 2, pp. 181-186.
11. Tokunaga, R. A. et al. (2000) "Cellular telephone conversation while driving—effects on driver reaction time and subjective mental workload," *Transportation Research Record* 1724, pp. 1-6.
12. Dissanayake, S. and Lu, J. J. (2001) "Effect of larger stop signs on older drivers," Presented at the Transportation Research Board 80th Annual meeting.
13. Huang, H. F. et al. (2002) "Evaluation of lane reduction road diet measures on crashes and injuries," *Transportation Research Record* 1784, pp. 80-90.
14. Hideki, T. et al. (2002) "The Verification of Effectiveness on Driving Support System for Patrol Car under the Dense Fog Using Driving Simulator," 9th ITS World Congress.
15. Comte, S. L. (2000) "New system: new behavior?" *Transportation Research*, Part F, Vol. 3, No. 2, pp. 95-111.



16. Hiroyuki, M. et al. (2002) "Simulation Study of the Accident Reduction Effect with Advanced Cruise-Assist Highway System," 9th ITS World Congress.
17. Uang.S.-T., et al. (2003) "Effect on driving behavior of congestion information and of scale of in-vehicle navigation systems," Transportation Research, Part C, Vol. 11, pp. 423-438.
18. Hopper, K., and McGee, H. (1983) "Driver perception-reaction time: Are revision to current specification values in order?" Transportation Research Board 904, pp.21-30

(93/11/04 收稿，93/11/16 第一次修改，93/12/08 定稿)

