指向線改變對出口匝道運轉績效影響之分析(以林口A交流道南出匝道為例)

Analysis of the Effect of the Change of the Lane Direction on the Performance of the Off-Ramp (Taking the South Off-ramp of Linkou A Interchange as Example)

運輸計畫組　張舜淵、楊幼文、翟慰宗

研究期間：民國110年3月至110年12月

摘　要

摘要國道 1 號林口 A 交流道南下出口匝道雙車道出口，由 2 車道漸變為 3 車道及 4 車道，其中，在接近文化一路口的車道指向線為「左轉、左轉、左轉+直行、右轉」的 4 車道配置。由於文化一路於八德路至龜山一路間的距離僅約 140 公尺，二個號誌化路口間的儲車空間有限，導致南下出口匝道車輛左轉後，易有回堵現象本文將以「公路交通系統模擬模式」評估中外車道指向「左轉+直行」的配置改為「直行」的對出口匝道運轉績效之影響，以提供相關業管單位參考。

關鍵詞：
指向線改變、匝道路口運轉績效。

一、高速公路出口匝道績效評估

(一)主線路段績效評估

依據 2011 年臺灣公路容量手冊(以下簡稱 THCM 2011)對於高速公路出口匝道主線路段服務水準指標採 V/C 與速限差之雙指標進行績效評估，相較於進口匝道僅對主線最內側車道進行評估，出口匝道亦另將最外側車道做為檢核對象，檢核點位置則定調在分流點上游 50 公尺處。分析程序步驟如下：

1.設定幾何設計及車流狀況

影響出口匝道路段之幾何設計因素包括主線車道數、車道寬、路肩寬、減速車道長度、坡度等。THCM 2011 分析方法僅考慮主線車道數之影響，不適用於有顯著坡度或坡長之路段。車流狀況包括分流區上游主線與減速車道之尖峰小時需求流率與重車比例、尖峰小時係數。

2.訂定所須提供之服務水準等級

界定出口匝道路段可接受之最低服務水準等級，作為規劃與設計之依據。

3.選擇在基本狀況下，代表性流率與平均速率之關係

由於基本狀況下流率與平均速率之關係隨車道與匝道路段所在地點而有顯著變化，THCM 2011 建議第 1 車道(最外側車道)採圖 1 湖口之車流資料進行分析，而主線最內側車道則採圖中基本路段之曲線資料。

4.估計在基本狀況下，尖峰 15 分鐘之對等流率主要目的在估計主線最外側 1 車道與最內側 1 車道之需求流率，並將此流率轉換成在基本狀況下之對等流率。基本狀況下尖峰 15 分鐘之需求流率估計如下：

$q_1 = Q_1 / (\text{PHF} \times f_{1h} \times f_w)$ (*1)

$q_N = Q_N / (\text{PHF} \times f_{Nh} \times f_w)$ (*2)

其中：

q_1：第 1 車道在基本狀況下尖峰 15 分鐘之對等需求流率

q_N：最內側車道在基本狀況下尖峰 15 分鐘之對等需求流率

Q_1：第 1 車道在現況下尖峰小時需求流量

Q_N：最內側車道 1 在現況下尖峰小時需求流量

f_{1h}：第 1 車道之重車調整因素

f_{Nh}：最內側車道 1 之重車調整因素

f_w：路肩寬度調整係數

5.評估服務水準

根據所估計 q_1、q_N，以及代表性流率與速率關係圖（圖 1）可評估各車道之服務水準（如表 1）。其中第 1 車道之容量估計值為 1,650 小車/時、第 2 車道之容量估計值為 2,000 小車/時、第 3,4,5 車道之容量估計值為 2,300 小車/時。

(二)號誌化路口績效指標及服務水準

依據 THCM 2011，號誌化路口之容量及服務水準受許多因素的影響，在一般情況下之主要影響因素包括：號誌控制策略，路口幾何設計及槽化設計及交通狀況及駕駛人的行為。此外，鋪面、天候及能見度之狀況對容量及服務水準也有影響。

1.績效指標(Measures of Effectiveness)

號誌化路口之服務水準可用多種績效指標以評估之。本文說明其中三個常使用績效指標。

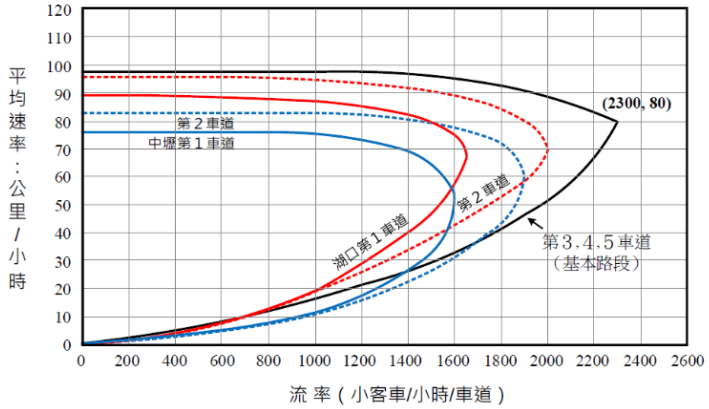


圖 1 高速公路出口匝道路段基本狀況下流率與平均速率之關係(資料來源：THCM 2011)

表 1 服務水準等級之劃分標準

壅塞程度		速率狀況	
服務水準等級	V/C 值	服務水準等級	平均速率與速限差距(公里/小時)
A	V/C≦0.35	1	≦5
B	0.35<V/C≦0.60	2	6~10
C	0.60<V/C≦0.85	3	11~15
D	0.85<V/C≦0.95	4	16~25
E	0.95<V/C≦1	5	26~35
F	V/C >1	6	>35

資料來源：THCM 2011

(1)流量/容量比(V/C Ratio)

流量(volume)指在一時段內通過某一點之車數，流量/容量比為同一時段內流量/容量之比值。流量/容量比雖可明顯的指出一車道、車道群或交叉口之容量是否充分，但在許多情形下此比值並不能反應其他重要績效，例如在現場調查時，流量/容量比高時延滯時間可能短，而流量/容量比低時延滯時間可能反而高，所以現場調查所得之流量/容量比尚不足以做為訂定服務水準之標準；惟此比值之流量為需求流量，則可用以評估一交叉口承載車流之能力，如容量分析的目的在於評估一規劃中的號誌化路口是否有足夠的容量，則 V/C 比值可採用。

(2)平均延滯時間(Average Delay)

平均延滯時間指每車因減速、停等及加速而增加的平均旅行時間。用於評估號誌化交叉口之平均延滯時間又可分為平均停等時間(average stopped delay)、平均臨近路段延滯時間或簡稱平均路段延滯(average approach delay)及平均總延滯時間(average total delay)。

a.平均總延滯：

評估單獨號誌化路口所常用之績效指標為各種車輛延滯。車輛因互相干擾及號誌控制之影響所產生之額外旅行時間（與自由旅行時間對比）稱為總延滯。如果車輛抵達路口之型態為隨機，

可以下列之延滯公式(*1)，可用以估計在定時號誌控制下，每車之平均總延滯：

$$d = \frac{0.5C(1-\frac{g}{C})^2}{1-\text{Min}(1,x)\frac{g}{C}} + 900T\left[x-1+\sqrt{(x-1)^2+\frac{4x}{cT}}\right] \quad (*1)$$

d :平均總延滯)(秒/輛)；

C :週期長度(秒)；

g :有效綠燈長度(秒)G(綠燈長度)+Y(燈號轉換時段)-L(損失時間)；

T :分析時間(小時)

x :車道或車道群之流量/容量比；

c :車道或車道群之容量。

b.停等延滯現場調查方法

上式假設與分析時間相關之時段開始瞬間，沒有停等車輛；如有起始之停等車，則這些車輛對延滯的影響必須另外考慮。THCM 2011 採用平均停等延滯來評估號誌化路口，平均停等延滯雖只佔平均總延滯之一部分，但其現場資料之蒐集(停等延滯現場調查法)比較簡單，而且平均停等延滯(*2)亦可有效的分別號誌化及非號誌化路口作業之優劣，根據此指標所劃分之服務水準如表 2 所示。

$$t_a = \frac{T\sum m_i}{N} \quad (*2)$$

t_a:平均停等延滯時間(秒/輛)

T:分割取樣時間(秒)

m_i:時段 i 終止時之停等車輛數

表 2 號誌化路口服務水準劃分標準

服務水準等級	平均停等延滯(秒/車)
A	≦15
B	15.1~30.0
C	30.1~45.0
D	45.1~60.0
E	60.1~80.0
F	> 80

資料來源：THCM 2011

(3)每週期最長等候車隊之平均長度

當等候車隊延伸到接近上游交叉口或甚至進入上游交叉口時，上游交叉口之疏解率會受到不良的影響。延滯時間無法反應此種狀況，所以應考慮利用每週期最長等候車隊之平均值及剩餘交叉口間距，以評估號誌化路口之運作。

每週期等候車隊之長度等於在該週期內最後一部停等車輛其車尾離下游交叉口之距離。綠燈剛開始時可能已有數輛停等車子，在這些車子尚未完全開始持續加速之前，新到達的車子可能已加入原來的車隊，在此情況下，停等車隊之長度會繼續增加，直到沒有新停等車為止。現場調查

時，只須記錄每週期在燈號轉換時段完畢前之最長車隊長度。觀測數週期之最長車隊長度即可估計出每週期最長等候車隊之平均長度。

二、林口交流道交通特性分析

(一)國道 1 號主線及林口 A 交流道南下出口匝道車道配置

國道 1 號(高公局~林口 A 交流道)路段道路寬度為 45~55(M)，雙向 8 車道，採中央實體分隔；林口 A 交流道南下出口匝道為雙車道出口，並漸變為 3 車道及 4 車道(如圖 2)，其中，在接近文化一路口的車道配置為「左轉、左轉、左轉+直行、右轉」的 4 車道配置(如圖 3)。

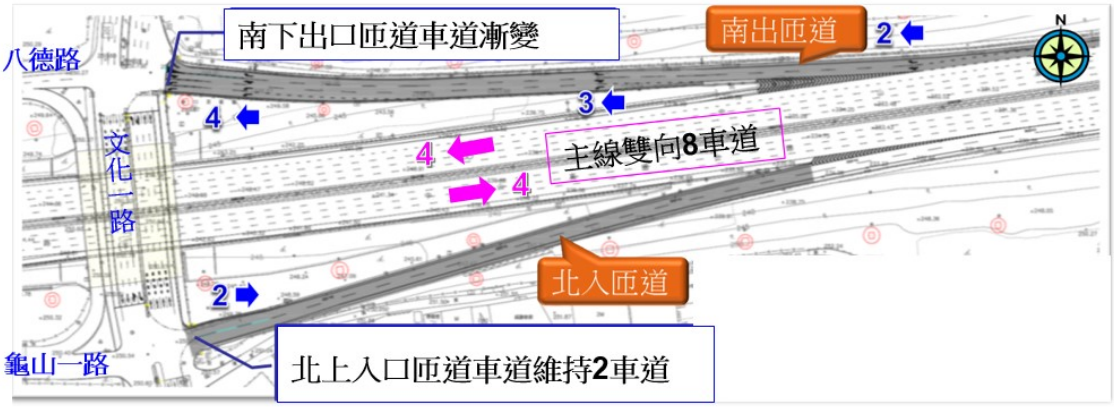


圖 2 國道 1 號林口 A 交流道南下出口匝道車道漸變示意圖

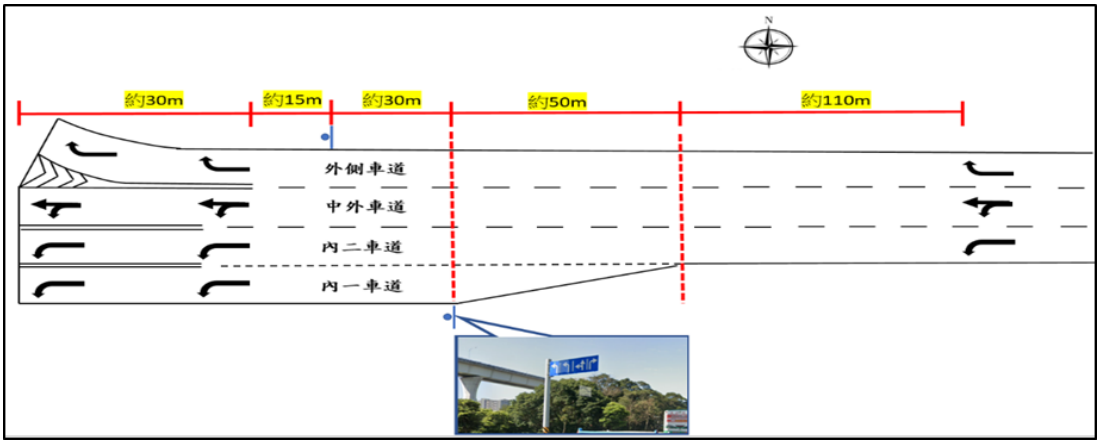


圖 3 國道 1 號林口 A 交流道南下出口匝道車道配置

(二)國道主線路段交通量及服務水準分析

本文蒐集交通部高速公路局(以下簡稱高公局)「交通資料庫」國道主線路段 VD 交通量資料及 THCM 2011 中高速公路主線服務水準等級之劃分標準，高公局~林口 A 路段晨峰內 1(最內側)車道尖峰交通量為 1,631(輛/小時)，平均速率為 84.7(kph)，V/C=0.71，服務水準為 C4；外 1(最外側)車道尖峰交通量為 607(輛/小時)，平均速率為 10.2(kph)，因需求流率超過車道之容量，服務水準為 F 級(如圖 4)。

高公局~林口 A 路段昏峰內 1(最內側)車道尖峰交通量為 1,530(輛/小時)，平均速率為 85.1(kph)，V/C=0.66，服務水準為 C3；外 1(最外側)車道尖峰交通量為 607(輛/小時)，平均速率為 15.7(kph)，因需求流率超過車道之容量，服務水準為 F 級(如圖 5)。綜上可知，主線路段尖峰時段內側車道之流率及平均速率高於外側車道之流率及平均速率，外側車道平均速率較速限明顯偏低。

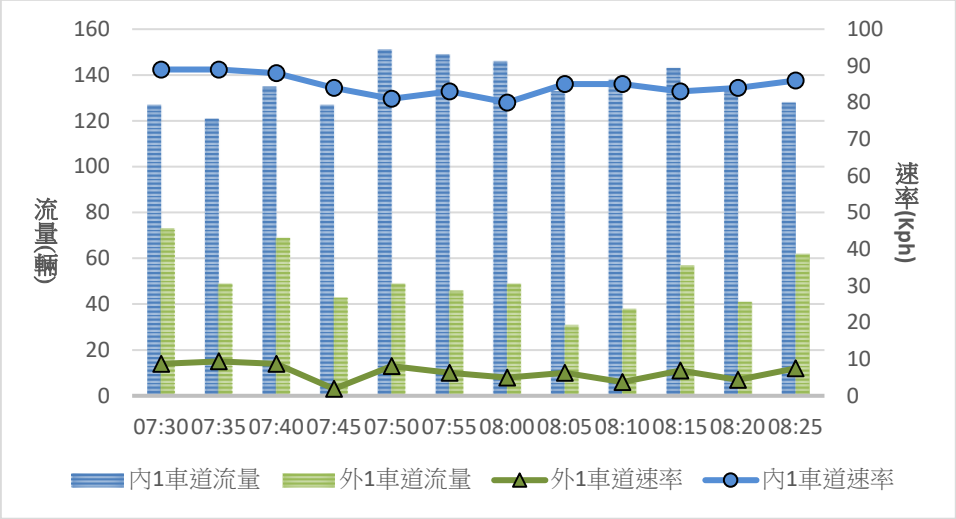


圖 4 國道 1 號林口交流道路段主線內 1 及外 1 車道流量與速率(晨峰)

(設備編號：VD-N1-S-40.700-N-LOOP，日期：109/6/23)

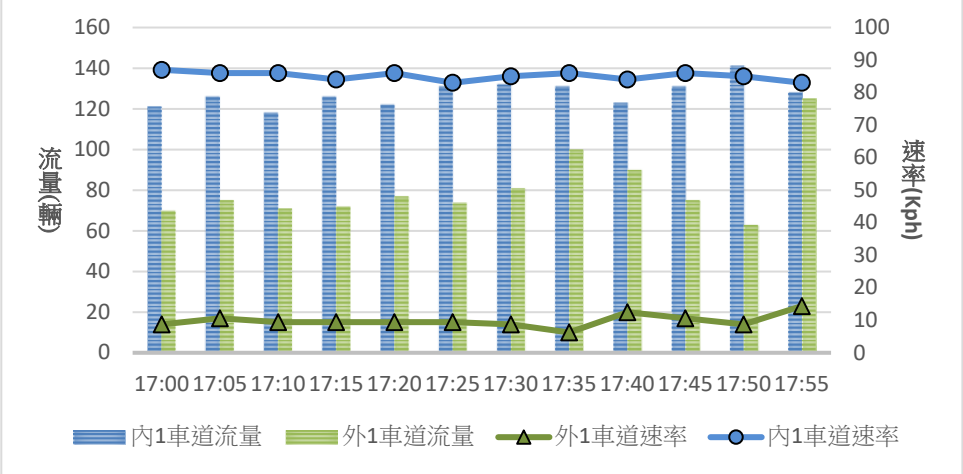


圖 5 國道 1 號林口交流道路段主線內 1 及外 1 車道流量與速率(昏峰)

(設備編號：VD-N1-S-40.700-N-LOOP，日期：109/6/23)

(三)林口 A 交流道南出匝道路段交通量及平均速率分析

本文蒐集高公局「交通資料庫」匝道路段 VD 交通量資料，觀察林口 A 交流道南出匝道路段晨峰內線車道尖峰交通量為 442(輛/小時)，平均速率為 15.6(kph)；外線車道尖峰交通量為 696(輛/小時)，平均速率為 23.6(kph)(如圖 6)。

林口 A 交流道南出匝道路段昏峰內線車道尖峰交通量為 694(輛/小時)，平均速率為 21.1(kph)；外線車道尖峰交通量為 1,241(輛/小時)，平均速率為 30.6(kph)(如圖 7)，因南出匝道設有右轉專用道銜接文化一路，右轉車流無受到路口號誌停等影響，出口匝道外線車道之流率及平均速率較內線車道高。

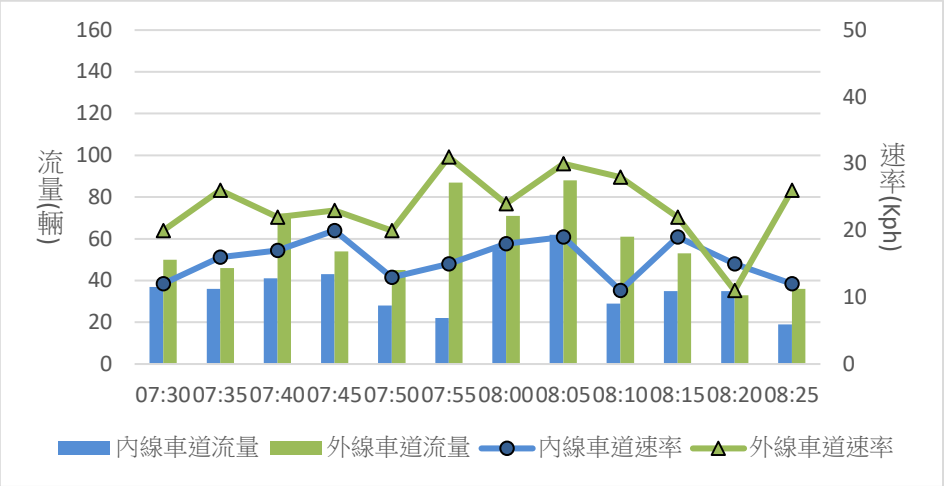


圖 6 國道 1 號林口 A 交流道南出匝道內 1 及外 1 車道流量與速率(晨峰)
(設備編號：VD-N1-S-41-O-NS-1A-林口，日期：109/6/23)

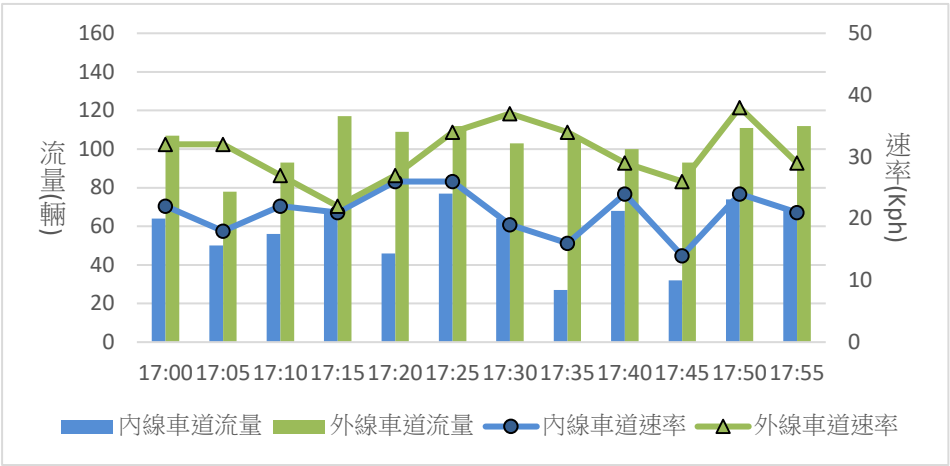


圖 7 國道 1 號林口 A 交流道南出匝道內 1 及外 1 車道流量與速率(昏峰)
(設備編號：VD-N1-S-41-O-NS-1A-林口，日期：109/6/23)

(四)路口轉向交通量分析

有關路口轉向交通量，本文採用「國道 1 號林口 A 交流道南出匝道改善工程」可行性評估報告之調查成果，調查日期為 109 年 6 月 23 日，文化一路/八德路及文化一路/龜山一路等 2 處路口的轉向交通量如圖 8 及圖 9 所示，號誌時制計畫如圖 10 及圖 11 所示。路口的交通特性說明如下：

1.文化一路/八德路口

(1)林口 A 南出匝道

平常日上午尖峰時段的交通量約 1,595 PCU/hr，其中，以左轉交通量最大，為 867 PCU/hr(約占 54%)；其次為右轉交通量，為 572PCU/hr(約占 36%)；直行交通量最小，僅 156 PCU/hr(約占 10%)；左轉交通量約為直行交通量的 5.6 倍。

平常日下午尖峰時段的交通量約 2,129 PCU/hr，其中，以右轉交通量最大，為 1,176 PCU/hr(約占 55%)；其次為左轉交通量，為 625PCU/hr(約占 29%)；直行交通量最小，為 328 PCU/hr(約占

15%)；左轉交通量約為直行交通量的 1.9 倍。

(2)文化一路往南方向

平常日上午尖峰時段的交通量約1,958 PCU/hr，其中，直行交通量為1,641 PCU/hr(約占84%)，右轉交通量為 317PCU/hr(約占 16%)。

平常日下午尖峰時段的交通量約1,500 PCU/hr，其中，直行交通量為1,286 PCU/hr(約占86%)，右轉交通量為 214PCU/hr(約占 29%)。

(3)文化一路往北方向

平常日上午尖峰時段的交通量約 1,519 PCU/hr，其中，直行交通量為 795 PCU/hr(約占 52%)，左轉交通量為 724PCU/hr(約占 48%)。

平常日下午尖峰時段交通量約 2,428 PCU/hr，其中，直行交通量為 1,147 PCU/hr(約占 60%)，左轉交通量為 981PCU/hr(約占 40%)。

2.文化一路/龜山一路口

(1)林口 A 北出匝道

平常日上午尖峰時段的交通量約 1,791 PCU/hr，其中，以直行交通量最大，為 845 PCU/hr(約占 47%)；其次為右轉交通量，為 683PCU/hr(約占 38%)；左轉交通量最小，為 263 PCU/hr(約占 15%)。

平常日下午尖峰時段的交通量約 1,586 PCU/hr，其中，左轉、直行及右轉的交通量大致相同，分別為 518、566、502 PCU/hr。

(2)文化一路往南方向

平常日上午尖峰時段的交通量約2,559 PCU/hr，其中，直行交通量為1,609 PCU/hr(約占63%)，左轉交通量為 950PCU/hr(約占 37%)。

平常日下午尖峰時段的交通量約1,912 PCU/hr，其中，直行交通量為1,114 PCU/hr(約占58%)，左轉交通量為 798PCU/hr(約占 42%)。

(3)文化一路往北方向

平常日上午尖峰時段的交通量約2,317 PCU/hr，其中，直行交通量為1,187 PCU/hr(約占51%)，右轉交通量為 1,130PCU/hr(約占 49%)。

平常日下午尖峰時段的交通量約3,013 PCU/hr，其中，直行交通量為1,881 PCU/hr(約占62%)，右轉交通量為 1,132PCU/hr(約占 38%)。

3.號誌時制計畫

(1)文化一路/八德路路口於平常日上、下午尖峰時段的號誌週期均為 180 秒，共 3 時相如下：

a.第 1 時相為文化一路南往北方向直行及左轉通行(允許文化一路南下右轉及南下出口匝道右轉)。

b.第 2 時相為文化一路南向直行、右轉及北向直行(允許南下出口匝道右轉)。

c.第 3 時相為南下出口匝道通行。

(2)文化一路/龜山一路路口於平常日上、下午尖峰時段的號誌週期均為 180 秒，共 3 時相如下：

a.第 1 時相為文化一路南向直行及北向直行、右轉 (允許龜山一路右轉)。

b.第 2 時相為北往南方向直行及左轉通行(允許文化一路北上方向右轉)。

c.第 3 時相為龜山一路往東方向通行。

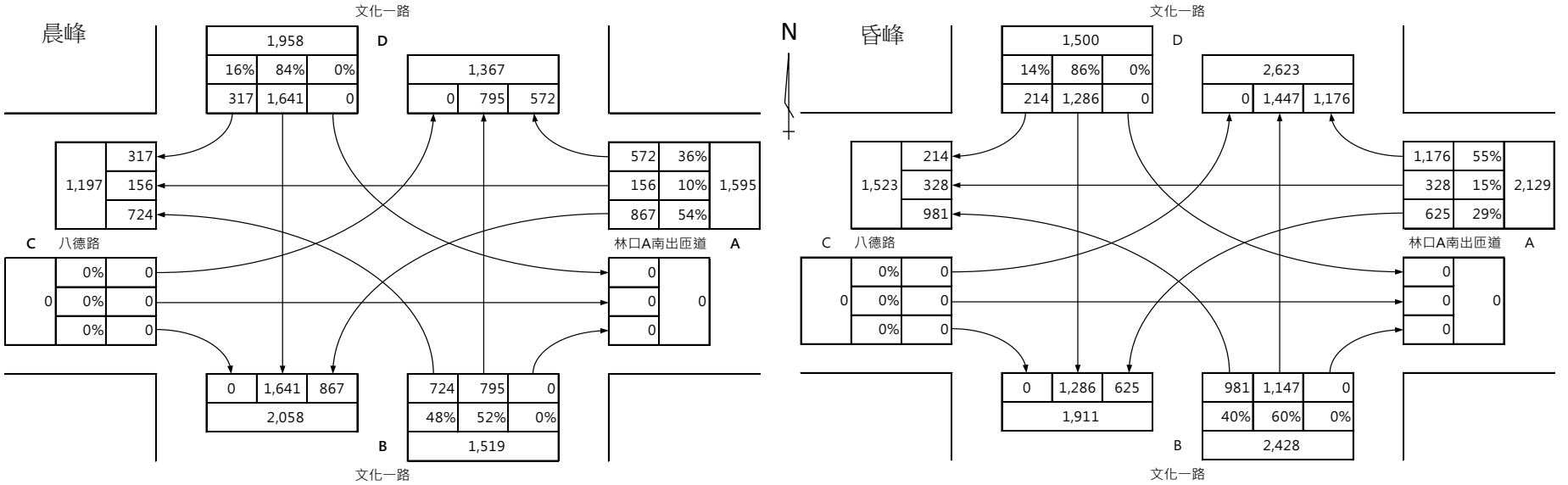


圖 8 文化一路/八德路路口轉向交通量

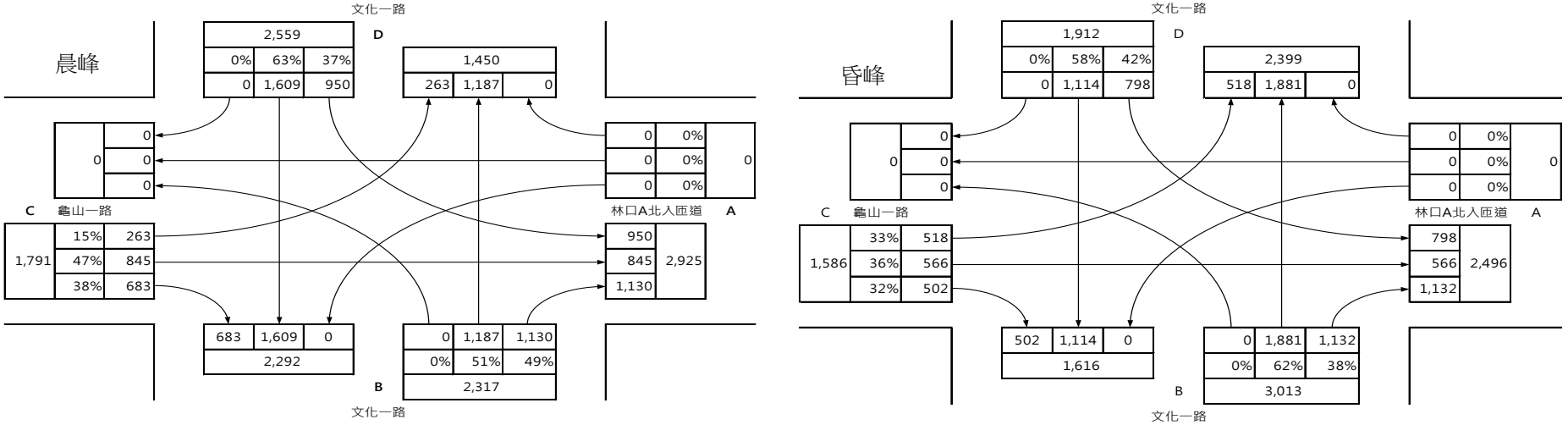


圖 9 文化一路/龜山一路路口轉向交通量

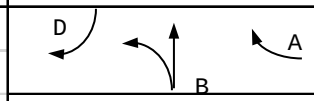
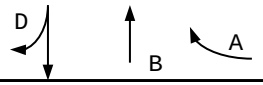
路口：文化一路/八德路	時相	平日晨峰時制(秒)				平日昏峰時制(秒)			
		綠燈	黃燈	紅燈	週期	綠燈	黃燈	紅燈	週期
簡圖：文化一路 N D 八德路 C　A林口A南出匝道 B 文化一路		62	3	2	180	70	3	2	180
		58				55			
		45				40			
	-	-				-			

圖 10 文化一路/八德路號誌時制計畫示意圖

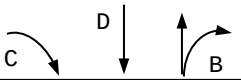
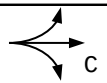
路口：文化一路/龜山一路	時相	平日晨峰時制(秒)				平日昏峰時制(秒)			
		綠燈	黃燈	紅燈	週期	綠燈	黃燈	紅燈	週期
簡圖：文化一路 N D 龜山一路 C　A林口A北入匝道 B 文化一路		50	3	2	180	65	3	2	180
		60				50			
		50				50			
		-				-			

圖 11 文化一路/龜山一路號誌時制計畫示意圖

資料來源：國道 1 號林口 A 交流道南出匝道改善工程可行性評估報告

三、公路交通系統模擬模式

公路交通系統模擬模式(Highway Traffic Systems Simulation Model，簡稱 HTSS)是為了模擬公路交通系統中獨立路口、幹道及路網而發展的一套微觀模擬模式。系統使用時機在於模擬市區、郊區之號誌化路口、幹道或路網，或對於無法採用分析性模式之有衝突車流，可採用本系統進行模擬。

HTSS 模式將車流視為一機率事件，車輛以隨機方式從一邊界節點產生後，即根據車輛的種類及車流狀況，被分派至適當的節線及車道上，每一車輛被隨機性地分配到一組特性。車輛特性包括車輛種類、車輛長度、最大願望速率、駕駛者特性及相對於前方停車所願意停等之位置。在路網中，每一車輛之位置、速度及加速度均在 1 秒中予以更新一次，而此調整之工作是依據駕駛者之跟車行為、號誌控制、變換車道過程及間距接受行為加以模擬完成，模式之模擬程序如圖 12 所示。

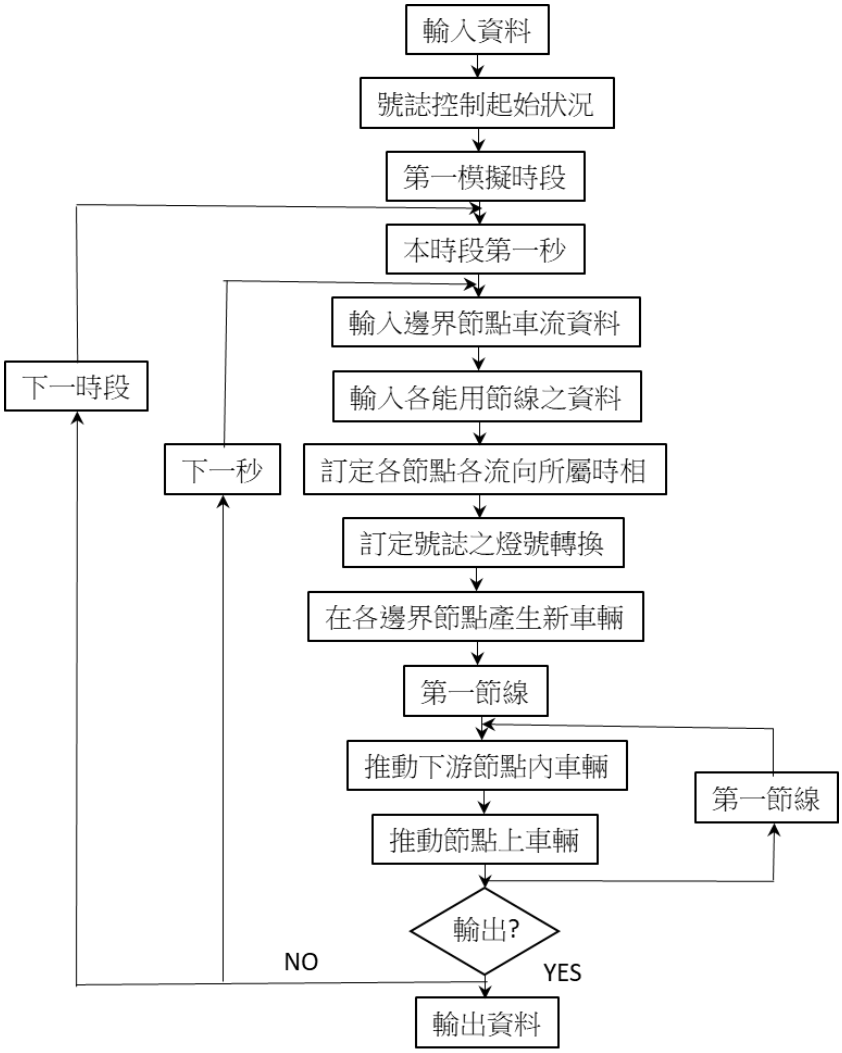


圖 12 HTSS 模擬程序圖

HTSS 模式可估計下列績效指標：平均每車之停等延滯、平均每車之總延滯、平均每週期最長停等車隊長度，及各路段之平均旅行速率；平均旅行速率等於旅行距離除以車輛之平均旅行時間，停等延滯指車輛停在車隊之時間，一輛車加入一停等車隊之前，若其速率已降到大約 5 公里/小時以下，而且與前方停等車輛之距離大約在 2 輛/小車長度之內就可算為停等車輛，總延滯代表實際旅行時間與能維持自由速率之旅行時間差值。

(一)路網規劃

HTSS 模擬模式中，「內部節點」以藍色實心圓表示之，為被模擬之主要交叉路口，最多可以設定 49 個；「邊界節點」以藍色空心圓表示之，是路網周邊產生車輛的節點，最多可以設定 51 個；在 HTSS 模式中，內部節點最多可設定 49 個、邊界節點最多設定 51 個、節線最多可設定 100 條。

依本案路網及路口條件，設定 2 個內部節點及 6 個邊界節點，14 條節線詳如圖 13，其中，內部節點 1 為文化一路/八德路路口、節點 2 為文化一路/龜山一路路口，S0~S5 為為邊界節點。節線 1、2、11、12 為虛擬節線，節線 3 為南出匝道、節線 4 為八德路、節線 5、8、13 為文化一路(東向)，節線 6、7、14 為文化一路(西向)，節線 9 為龜山一路，節線 10 為北入匝道。

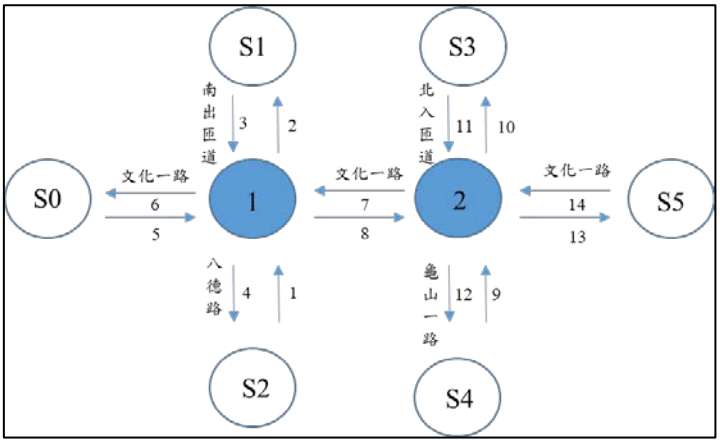


圖 13 路網規劃示意圖

(二)節線設定

1.節線型式

HTSS 模擬模式中節線型式中可設定「節線長度」、「左側非全車道長度」、「節線上下游車道數」及「節線是否具機車專用道」等相關模擬參數。本案節線形式設定如表 3，其中節線 3 內車道(南出匝道漸變岔出左轉專用車道)設定為具左側非全車道 125(公尺)如圖 14，另節線 5、7、8(文化一路)具機車專用道，相關設定詳如表 3。

各節線車道行向依現況車道行向設定如表 4，其中節線 3(南出匝道)各車道行向由外而內為右轉，直行及左轉，左轉專用，左轉專用設定如圖 15。

2.車流轉向比例

節線設定中大小車與機車轉向比例依文化一路/八德路路口轉向交通量及文化一路/龜山一路路口轉向交通量設定如表 5 及圖 16。

表 3 節線形式設定

節線編號	節線長度（公尺）	左側非全車道長度(公尺)	上游車道數	下游車道數	機車專用道
1	326	-	1	1	-
2	420	-	1	1	-
3	420	125	3	4	-
4	326	-	3	3	-
5	500	-	4	5	v
6	500	-	3	3	-
7	152	-	5	5	v
8	152	-	5	5	v
9	204	-	3	3	-
10	500	-	2	2	-
11	500	-	1	1	-
12	204	-	1	1	-
13	276	-	4	4	-
14	276	-	4	4	-



圖 14 節線 3(南出匝道漸變岔出左轉專用車道)示意圖

表 4 節線行向設定

節線編號	車道轉向				
	車道1	車道2	車道3	車道4	車道5
3	右	直、左	左	左	-
5	機車	右	直	直	直
7	機車	直	直	直、左	左
8	機車	直	直	直、左	左
9	右	直	直、左	-	-
11	直	-	-	-	-
14	右	直	直	直	-



圖15 節線3南出匝道車道行向示意圖

表 5 車流轉向比例

節線編號	上午尖峰 大小車與機車轉向比例(%)			下午尖峰 大小車與機車轉向比例(%)		
	左轉	直行	右轉	左轉	直行	右轉
3	54	10	36	30	15	55
5	-	84	16	-	86	14
7	48	52	-	40	60	-
8	37	63	-	42	58	-
9	15	47	38	32	36	32
11	-	100	-	-	100	-
14	-	51	49	-	62	38

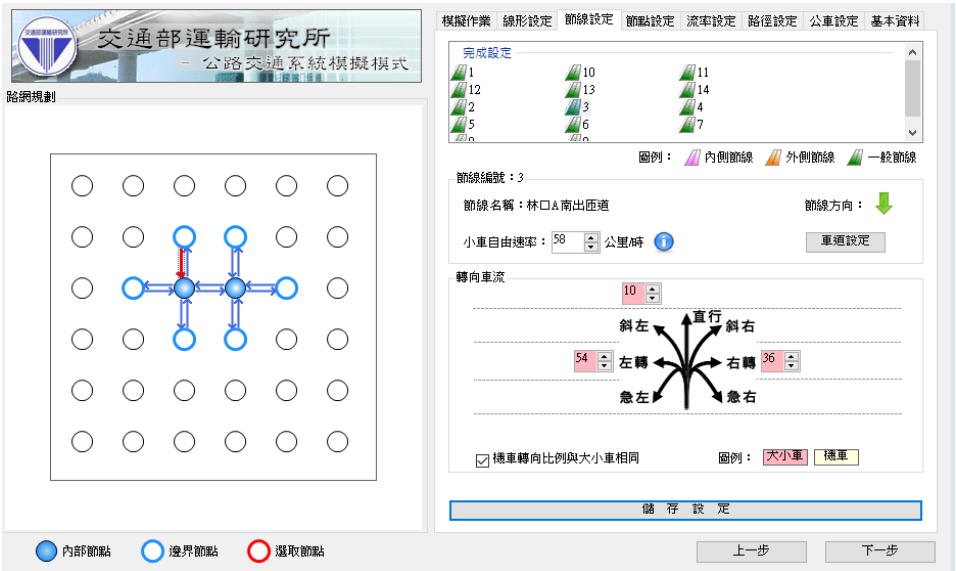


圖 16 節線 3 南出匝道轉向車流示意圖

(三)節點設定

節點設定依圖 10、圖 11 號誌時制計畫設定節點 1 及節點 2 之時相及秒數，節點 1(文化一路/八德路路口)之設定如圖 17。



圖 17 節點 1 路口號誌時制計畫設定示意圖

(四)流率設定

節線設定中流率依文化一路/八德路路口及文化一路/龜山一路路交通量設定如表 6，上午尖峰時段，節點 S0 為文化一路南向之流率設定為 1,958(PCU/ hr)，節點 S1 為南出匝道西向之流率設定為 1,595(PCU/ hr)，節點 S4 為龜山一路東向之流率設定為 1,791(PCU/ hr)，節點 S5 為文化一路北向之流率設定為 2,317(PCU/ hr)，熱機時段輸入流率設定為 100(PCU/ hr)。

表 6 節點流率設定

節點編號	時段	上午尖峰流率(PCU/hr)	下午尖峰流率(PCU/hr)
S0	時段1(熱機時間)	100	100
	時段2	1,958	1,500
S1	時段1(熱機時間)	100	100
	時段2	1,595	2,129
S2	時段1(熱機時間)	0	0
	時段2	0	0
S3	時段1(熱機時間)	0	0
	時段2	0	0
S4	時段1(熱機時間)	100	100
	時段2	1,791	1,586
S5	時段1(熱機時間)	100	100
	時段2	2,317	3,013

(五)本文進行原方案(維持原車道配置)及中外車道行向「左轉+直行」的配置改為「直行」兩車道配置方案模擬分析。

四、模擬評估分析成果

經上述模型設定，分析軟體執行後，以下就模擬評估分析成果做說明：

(一)車道配置調整對於路口整體運轉績效之影響

1.上午尖峰時段

上午尖峰時段二個車道配置方案對於路口運轉績效的模擬分析結果如表 7 所示，其中，文化一路/八德路路口 A 方向(南下出口匝道往八德路方向)平均延滯將由 44.5 秒/輛增為 92.0 秒/輛，該路口總平均延滯將由 111.5 秒/輛增為 126 秒/輛。另外，文化一路/龜山一路路口總平均延滯將由 102.7 秒/輛降為 101.3 秒/輛；二路口總平均延滯將由 106 秒/輛增為 112 秒/輛。

2.下午尖峰時段

下午尖峰時段二個車道配置方案對於路口運轉績效的模擬分析結果如表 8 所示，其中，文化一路/八德路路口 A 向(南下出口匝道往八德路方向)平均延滯將由 70.9 秒/輛降為 45.5 秒/輛，該路口總平均延滯將由 44.6 秒/輛降為 36.7 秒/輛。另外，文化一路/龜山一路路口總平均延滯由 204.4 秒/輛降為 201.0 秒/輛，二路口平均延滯將由 126 秒/輛降為 120 秒/輛。

表 7 文化一路/八德路及/龜山一路路口運轉績效(上午尖峰)

(單位：秒/輛)

路口名稱	方向	維持原車道配置		中外車道改為直行專用道	
		平均延滯	總平均延滯	平均延滯	總平均延滯
文化一路/八德路	A	44.5	111.5	92.0	126.0
	B	7.9		8.1	
	D	258.2		251.0	
文化一路/龜山一路	B	182.2	102.7	177.1	101.3
	C	122.3		121.4	
	D	15.0		13.4	
二路口平均延滯		106		112	

資料來源：本研究模擬推估

表 8 文化一路/八德路及文化一路/龜山一路路口運轉績效(下午尖峰)

(單位：秒/輛)

路口名稱	方向	維持原車道配置		中外車道改為直行專用道	
		平均延滯	總平均延滯	平均延滯	總平均延滯
文化一路/八德路	A	70.9	44.6	45.5	36.7
	B	3.1		3.3	
	D	63.9		69.7	
文化一路/龜山一路	B	309.3	204.4	316.7	201.0
	C	262.1		237.5	
	D	20.0		19.4	
二路口平均延滯		126		120	

資料來源：本研究模擬推估

由上述模擬評估分析結果可知南下出口匝道中外車道之配置若由「直行+左轉」改為「直行專用道」，上午尖峰時段二個路口之總平均延滯將由 106 秒/輛增為 112 秒/輛，亦即通過該二個路口的車輛平均延滯時間將增加 6 秒；下午尖峰時段該二路口平均延滯將由 126 秒/輛降為 120 秒/輛，亦即通過該二個路口的車輛平均延滯時間將減少 6 秒；整體而言，該項車道配置調整措施對二路口運轉績效之

影響不大。

(二)車道配置調整對於南下出口匝道運轉績效之影響

二個車道配置方案對於南下出口匝道各個車道運轉績效之模擬評估分析結果如表9及表10所示，茲說明如下：

1.上午尖峰時段

(1)南下出口匝道 4 個車道之平均延滯時間均將增加，其中，內二車道將由 72.4 秒/輛增為 173.4 秒/輛，內一車道將由 50.3 秒/輛增為 115.7 秒/輛。

(2)匝道中外車道停等長度由 114.3 公尺減為 38 公尺，惟內二車道停等長度將由 104.6 公尺增加為 423 公尺，內一車道由 94.2 公尺增加為 120.3 公尺。

(3)匝道平均停等延滯將由 44.5 秒/輛，增加為 92.0 秒/輛，平均停等長度將由 80 公尺，增加為 146 公尺。

2.下午尖峰時段

(1)匝道外側及中外車道延滯時間將減少，其中，中外車道將由 237 秒/輛減為 79.2 秒/輛；另外，內二車道及內一車道延滯時間將增加，其中，內二車道延滯時間將由 73.9 秒/輛增為 104.8 秒/輛。

(2)匝道中外車道停等長度 241 公尺減少為 105 公尺，惟內二車道停等長度將由 89.2 公尺增加為 150.1 公尺，內一車道由 82.1 公尺增加為 100.6 公尺。

(3)匝道平均停等延滯將由 70.9 秒/輛，減少為 45.5 秒/輛，平均停等長度將由 118 公尺，減少為 105 公尺。

由上述分析結果可知南下出口匝道中外車道之配置若由「直行+左轉」改為「直行專用道」，上午尖峰時段南下出口匝道中外車道停等長度可由 114.3 公尺降低為 38 公尺，惟約有 200 輛原行駛中外車道左轉車流改行駛內一及內二車道，致該二車道需求流率高於車道容量(443PCU/hr)，內二車道停等長度將由 104.6 公尺大幅增加為 423 公尺，同時因左轉車道車流往上游回堵延伸，將使部分左轉車流於匝道上游路段行駛外側車道，亦將影響外側車道之車流運轉及延滯。另外，下午尖峰時段中外車道停等長度可由 241 公尺降低為 105 公尺，惟內二車道停等長度將由 89.2 公尺增加為 150.1 公尺。內二車道停等長度的增加，可能會造成高速公路回堵主線的問題更為嚴重。

另南下出口匝道維持原車道配置，上午、下午尖峰時段停等長度為 80 公尺及 118 公尺，平均為 99 公尺；若將「直行+左轉」改為「直行專用道」上午、下午尖峰時段停等長度為 146 公尺及 105 公尺，平均將增為 126 公尺。

表 9 南下出口匝道各車道運轉績效(上午尖峰)

車道別	維持原車道配置		中外車道改為直行專用道	
	平均延滯時間 (秒/輛)	停等長度 (m)	平均延滯時間 (秒/輛)	停等長度 (m)
外側車道	0.5	2.8	29.3	4.9
中外車道	86.4	114.3	88.1	38
內二車道	72.4	104.6	173.4	423
內一車道	50.3	94.2	115.7	120.3
平均停等延滯 (秒/輛)	44.5		92.0	
平均停等長度(m)	80		146	

資料來源：本研究模擬推估

表 10 南下出口匝道各車道運轉績效(下午尖峰)

車道別	維持原車道配置		中外車道改為直行專用道	
	平均延滯時間(秒/輛)	停等長度(m)	平均延滯時間(秒/輛)	停等長度(m)
外側車道	19.4	61.6	16.7	64.4
中外車道	237	241	79.2	105
內二車道	73.9	89.2	104.8	150.1
內一車道	53.0	82.1	66.6	100.6
平均停等延滯(秒/輛)	70.9		45.5	
平均停等長度(m)	118		105	

資料來源：本研究模擬推估

四、結語

(一)由國道主線及匝道路段 VD 交通量資料，國道 1 號(高公局~林口 A)主線路段，尖峰時段內側車道之流率及平均速率高於外側車道之流率及平均速率，外側車道平均速率較速限明顯偏低。南出匝道設有右轉專用道銜接文化一路，右轉車流未受到路口號誌停等影響，出口匝道外線車道之流率及平均速率較內線車道高。

(二)在上午尖峰時段，車道配置調整對於林口 A 交流道二個路口整體的運轉績效將有負面的影響，平均每輛車的延滯時間將由 106 秒/輛增加為 112 秒/輛；在下午尖峰時段，對於林口 A 交流道二個路口整體的運轉績效將有正面的影響，平均每輛車的延滯時間將由 126 秒/輛減少為 120 秒/輛。

(三)在上午尖峰時段，車道配置調整對於南下出口匝道方向的運轉績將有負面的影響，平均每輛車的延滯時間將由 44.5 秒/輛增加為 92.0 秒/輛，平均停等長度將由 80 公尺增加為 146 公尺，其中，內二車道的停等長度將由 104.6 公尺增加為 423 公尺；在下午尖峰時段，對於南下出口匝道方向運轉績的影響，平均每輛車的延滯時間將由 70.9 秒/輛減少為 45.5 秒/輛，平均停等長度將由 118 公尺減少為 105 公尺，然而，內二車道的停等長度將由 89.2 公尺增加為 150.1 公尺。

(四)另南下出口匝道維持原車道配置，上午、下午尖峰時段停等長度為 80 公尺及 118 公尺，平均為 99 公尺；若將「直行+左轉」改為「直行專用道」上午、下午尖峰時段停等長度為 146 公尺及 105 公尺，平均將增為 126 公尺。

(五)南下出口匝道上午尖峰時段左轉交通量(867 PCU/hr)為直行交通量(156 PCU/hr)的 5.6 倍，上午尖峰時段若將「直行+左轉」改為「直行專用道」，將浪費「直行專用道」的容量，導致左轉車輛的回堵；下午尖峰時段左轉交通量(625PCU/hr)約為直行交通量(328 PCU/hr)的 1.9 倍，且下午尖峰時段左轉交通量小於上午尖峰時段左轉交通量，因此，下午尖峰時段若「直行+左轉」改為「直行專用道」，將讓左轉與直行的車道數可符合下午尖峰時段轉向交通量的比例，並有助於路口績效的提升。然而，車道標線無法在不同時段採用不同的配置，且考量不論上午或下午尖峰時段，內二車道的停等長度均會大幅增加，尤其是上午尖峰時段，停等長度將由 104.6 公尺增加為 423 公尺。為避免造成南下出口匝道回堵主線的問題更為嚴重，並兼顧路口整體運轉績效，爰建議維持原方案，並建議管理單位仍持續觀察車流變化情形，適時重新調查交通量，進行相關的模擬分析，以利提出符合交通運轉需求的配套措施。

參考文獻

1. *Highway Capacity Manual*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 2000.
2. 公路交通系統模擬(HTSS)模式第三版使用手冊