

**交通部運輸研究所**  
**合作研究計畫第 2 類之研究主題與重點**

計畫名稱	高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究(1/3)－獨立進出口分匯流區		
計畫編號	MOTC-IOT-108-PEB011	計畫性質	<input type="checkbox"/> 行政及政策類 <input checked="" type="checkbox"/> 科學及技術類
計畫領域	<input type="checkbox"/> 電信 <input type="checkbox"/> 自動化 <input type="checkbox"/> 土木 <input type="checkbox"/> 機電 <input type="checkbox"/> 航太 <input type="checkbox"/> 海洋 <input checked="" type="checkbox"/> 運輸 <input type="checkbox"/> 氣象 <input type="checkbox"/> 地震 <input type="checkbox"/> 觀光 <input type="checkbox"/> 綜合		
預定執行期限	全程	108 年決標日至 110 年 12 月 20 日	
	年度	108 年決標日至 108 年 12 月 20 日	
經費概算	全程	新臺幣 6,000 千元。	
	年度	新臺幣 2,000 千元。	
聯絡人	單位	運輸計畫組	聯絡電話 02-23496812
	職稱	副研究員	傳真號碼 02-25450428
	姓名	歐陽恬恬	E-mail 信箱 tien1126@iot.gov.tw

**一、計畫背景與目的：**

本所於民國 79 年出版之「臺灣地區公路容量手冊」<sup>[1]</sup>分析方法係引用美國 Transportation Research Board (TRB) 1985 年之公路容量手冊<sup>[2]</sup>，缺乏本土交通特性資料，因此展開一系列研究，以發展本土化之公路容量分析方式，隨後並出版「2001 年臺灣公路容量手冊」<sup>[3]</sup>及「2011 年臺灣公路容量手冊」<sup>[4]</sup>。惟 2011 年手冊中仍有部分章節尚未修訂或須配合車流特性變化再作調整。

入口匝道匯流區及出口匝道分流區常為高快速公路瓶頸所在。2011 年臺灣公路容量手冊第五章及第六章雖然提供分析高速公路匯流區及分流區容量及服務水準的方法，但其所用之資料陳舊且內容有限。因此本計畫希望能建立主線及匝道（包括加減速車道）之影響區域、運作績效與相關影響因素之關係，以發展主線分匯流區與匝道之容量及服務水準分析方法，並修訂容量手冊第五章及第六章，以供高快速公路規劃、幾何設計及匝道控制之應用。

主線匯流區或分流區之影響區域指車流未進入壅塞狀況之前，主線車流受入口匝道匯入車流影響之區域，或主線車流受分流進入出口匝道之車輛所影響之區域，其運作績效之衡量，可用臨界點之流率與速率關係及其他特性來衡量，而臨界點為分匯流區內經常出現速率最低的地點（高流率但未進入壅塞之前）。入口匝道之運作績效，可用匯入率來衡量，匯入率受主線衝突車流、匝道及加速車道幾何設計、匯入行為及匝道控制策略等因素之影響。而出口匝道，一般受制於下游交叉路口之運作。

上述相關運作績效、影響區域與影響因素關係之探討，須蒐集大量現場資料，以分析高快速公路主線分匯流區車流特性、匝道容量及匝道與加減速車道之幾何設計（如長度、車道數）對主線或匝道容量的影響。為此，本所於 107 年辦理「高速公路匝道分匯流區車流特性調查之先期規劃」（以下簡稱先期計畫）<sup>[5]</sup>，探討國內高速公路匝道區之幾何設計型態，及測試現場調查

與資料整理方法。

經先期計畫分析，國 1 及國 3 之入口匝道以上下游 1 公里內無其他匝道及上游 1 公里內有 1 出口匝道，為出現頻率最高之匝道型態；出口匝道以上下游 1 公里內無其他匝道及下游 1 公里內有 1 入口匝道，為最常見之匝道型態，詳附件 1。上述型態之進出口匝道數量已超過全數之 8 成，其他進出口匝道組合類型數量不多。

先期計畫並於國 1 南下新竹交流道出口 A（公道五路）及國 1 北上新竹交流道公道五路入口，進行無人機空拍調查。經測試結果，空拍調查可觀察 700 公尺範圍內之分匯流區，並可藉由空拍影像圖蒐集可能之影響區域內，不同觀測區間之流量、密度等車流特性。

本計畫可參考先期計畫作法進行資料蒐集，以訂定主線影響區域及臨界點及探討主線分匯流區車流特性，並進一步分析匝道容量及匝道與加減速車道之幾何設計（如長度、車道數）對主線或匝道容量的影響。

## 二、合作研究單位之條件及合作研究方式：

1. 本計畫以合作研究方式辦理，合作對象為大專院校相關系所、具法人身分之研究機構或團體、交通或工程顧問公司。
2. 合作單位之主持人、協同主持人與主要研究人員應具有交通工程、車流理論、車流調查、車流分析等相關學經歷背景。
3. 本所將派員與合作單位定期或不定期舉行工作會議及參與計畫研究相關工作，並辦理相關行政作業、協調配合及研究成果之研討與審議等事項。

## 三、預期完成的工作項目：

本研究全程工作預計分 3 年期執行，本(108)年為第 1 年，各分年工作說明如下：

### (一)第 1 年期工作項目(民國 108 年)---本年度主要工作項目

本期工作重點為高速公路入口匝道及出口匝道上下游 1 公里內無其他匝道之分匯流區分析。由於此類型之分匯流區運作不受上下游匝道之影響，可先釐清影響車流之幾何型態關鍵變數（如主線車道數、匝道車道數），並建立適合國內車流情況之主線分匯流區與匝道之容量及服務水準分析方法。主要工作項目包括：

1. 蒐集並回顧國內外於高速公路獨立進出口分匯流區之車流特性、容量及服務水準分析等相關研究，以作為調查計畫研擬及分析方法建構之參考。
2. 符合本期研究對象之進出口分匯流區，調查至少 6 個地點：
  - (1)調查計畫之研擬可參考附件 2。由於現場調查及資料整理，須有效地蒐集所需之車流特性，應考量執行方式、資料之精準度及資料整理分析之可行性。
  - (2)本所刻正嘗試應用新興科技精進交通調查方法，本研究調查工作需保留應用新方法之彈性。
  - (3)由於出口匝道一般受制於下游地方道路號誌化路口影響，而回堵至出口

匝道上游，非本研究之研究範圍。因此出口分流區之研究重點為主線車  
流受分流進入出口匝道之車輛所影響之車流特性分析。

(4)入口匯流區調查地點數量應高於出口分流區，調查計畫須經本所確認後  
方得以執行。

- 3.依據現場調查資料，進行車流特性分析。
- 4.建立獨立入口匝道類型之分析方法。
- 5.建立獨立出口匝道類型之分析方法。
- 6.研究過程辦理專家學者座談會至少 1 次。
- 7.研究成果辦理說明會至少 1 次(含應用案例分析說明)。
- 8.針對計畫重要成果或執行過程，製作可供展示之海報或影片電子檔。

## (二)第 2 年期工作項目(民國 109 年)

本期工作重點為高速公路入口匝道上游 1 公里內有 1 出口匝道，及出口匝  
道下游 1 公里內有 1 入口匝道之分匯流區分析，此類型為我國高速公路交流道  
先出口、再入口之常見匝道配置。根據美國 HCM 之分析方法論，下游入口匯  
流區之車流狀況會受上游出口所影響，而上游出口分流區之車流並不會受下游  
入口所影響。因此先釐清上下游匝道互相影響情況，再考慮車流之幾何型態關  
鍵變數（如主線車道數、匝道車道數），以建立適合國內車流情況之主線分匯  
流區與匝道之容量及服務水準分析方法。主要工作項目包括：

- 1.蒐集並回顧國內外於高速公路受上下游匝道影響之分匯流區車流特性、容量  
及服務水準分析等相關研究，以作為調查計畫研擬及分析方法建構之參  
考。
- 2.符合本期研究對象之進出口分匯流區，調查至少 6 個地點：
  - (1)調查計畫依第 1 年期計畫調整，並宜參考應用相關新興科技，精進調查  
方法。
  - (2)由於出口匝道一般受制於下游地方道路號誌化路口影響，而回堵至出口  
匝道上游，非本研究之研究範圍。因此出口分流區之研究重點為主線車  
流受分流進入出口匝道之車輛所影響之車流特性分析。
  - (3)入口匯流區調查地點數量應高於出口分流區，調查計畫須經本所確認後  
方得以執行。
- 3.依據現場調查資料，進行車流特性分析。
- 4.建立上游 1 公里內有 1 出口匝道之入口匝道類型之分析方法。
- 5.建立下游 1 公里內有 1 入口匝道之出口匝道類型之分析方法。
- 6.建立其他進出口匝道組合類型之分析方法。

由於高速公路其他進出口匝道組合類型數量不多，本項工作為參考第 1  
年期及本年期第 4、5 項工作成果，建立其他進出口匝道組合類型之分析方  
法，並依實務案例探討其適用性，以提高容量手冊完整性。

- 7.研究過程辦理專家學者座談會至少 1 次。
- 8.研究成果辦理說明會至少 1 次(含應用案例分析說明)。

- 9.研究成果投稿運輸計劃季刊、國內外期刊或學術研討會至少 1 篇。
- 10.針對計畫重要成果或執行過程，製作可供展示之海報或影片電子檔。

### (三)第 3 年期工作項目(民國 110 年)

本期工作重點為歸納第 1、2 期(108、109 年)所發展主線分匯流區與匝道之容量及服務水準分析方法，修訂容量手冊第五章及第六章。並於快速公路適合之地點進行補充調查，以提出快速公路分析方式之建議，提升容量手冊之完整性。主要工作項目包括：

- 1.蒐集並回顧國內外於快速公路進出口分匯流區之車流特性、容量及服務水準分析等相關研究，以作為調查計畫研擬及分析方法建構之參考。
- 2.快速公路之進出口分匯流區補充調查，至少 4 個地點：
  - (1)調查計畫依第 1、2 年期計畫調整，並宜參考應用相關新興科技，精進調查方法。
  - (2)由於出口匝道一般受制於下游地方道路號誌化路口影響，而回堵至出口匝道上游，非本研究之研究範圍。因此出口分流區之研究重點為主線車流受分流進入出口匝道之車輛所影響之車流特性分析。
  - (3)入口匯流區調查地點數量可高於出口分流區，調查計畫須經本所確認後方得以執行。
- 3.依據現場調查資料，進行車流特性分析。
- 4.撰寫進出口分匯流區容量及服務水準分析之計算程序(含範例分析)。
- 5.修訂臺灣公路容量手冊第五章及第六章(含快速公路分析方式建議)。
- 6.研究過程辦理專家學者座談會至少 1 次。
- 7.辦理臺灣公路容量手冊第五章及第六章之修訂版說明會。
- 8.研究成果投稿運輸計劃季刊、國內外期刊或學術研討會至少 1 篇。
- 9.針對計畫重要成果或執行過程，製作可供展示之海報或影片電子檔。

### 四、本計畫之主要部分

108 年度所有工作項目均應自行履約不得轉包。

### 五、預期成果、效益及其應用：

#### ■預期成果：

- 1.建立高快速公路主線分匯流區與匝道之容量及服務水準分析方法。
- 2.完成「臺灣公路容量手冊」第五、六章之修訂工作。
- 3.完成臺灣公路容量手冊第五章及第六章之修訂版說明會
- 4.全程 3 年期，運輸計劃季刊、國內外期刊或學術研討會論文至少 2 篇。

#### ■預期效益：

- 1.了解高快速公路分匯流區車流特性。
- 2.全程 3 年期計畫完成後可更新「臺灣公路容量手冊」第五章及第六章，提供高快速公路匝道分匯流區規劃、設計及運轉分析之參考。

#### ■預期應用：

- 1.作為高公局、公路總局、縣市政府等各級公路主管機關與顧問公司於交通

<p>建設計畫、道路規劃設計及交通管理改善等評估之依據。</p> <p>2.作為交通建設、都市計畫、區域計畫、環境影響、基地開發道路衝擊評估等相關主管單位審查應用之依據。</p> <p>3.作為「臺灣公路容量分析軟體」更新之基礎，更利各界應用。</p>
<p>六、其他重要說明事項：</p> <p>(一)本採購案為交通部公路總局預算，實際執行金額以核定通過後之金額為準，若未核定通過則不執行。</p> <p>(二)需索取相關計畫成果報告書，請至本所網站（<a href="https://www.iot.gov.tw/">https://www.iot.gov.tw/</a>）數位典藏/本所出版品下載，或逕洽本案承辦人。</p> <p>(三)本計畫屬 3 年期計畫，本(108)年度第 1 期計畫合作對象若如期如質完成該年度之研究工作，且研究成果經本所審核通過並認定符合繼續接辦 109 年度工作資格，將得優先與本所直接進行 109 年度合約議價；109 年度第 2 期計畫之預算金額為新臺幣 200 萬元整，合作對象若如期如質完成該年度之研究工作，且研究成果經本所審核通過並認定符合繼續接辦 110 年度工作資格，將得優先與本所直接進行 110 年度合約議價。</p> <p>(四)109-110 年度研究方向及細部執行工作，本所保留調整之權利。</p>

## 附件 1、匝道區分類

根據本所 107 年「高速公路匝道分匯流區車流特性調查之先期規劃」分析結果，將高速公路進出口匝道區各分為 On-1~On-9 及 Off-1~Off-9 等 9 類，如圖 1-1、1-2 所示。其中，國道 1、3 號入口匝道區以上下游 1 公里內無其他匝道(On-1)，及上游 1 公里內有一出口匝道(On-5)之類型最多；出口匝道區以上下游 1 公里內無其他匝道(Off-1)，及下游 1 公里內有一入口匝道(Off-2)之類型最多。此等進出口匝道區數量超過全數之 8 成。

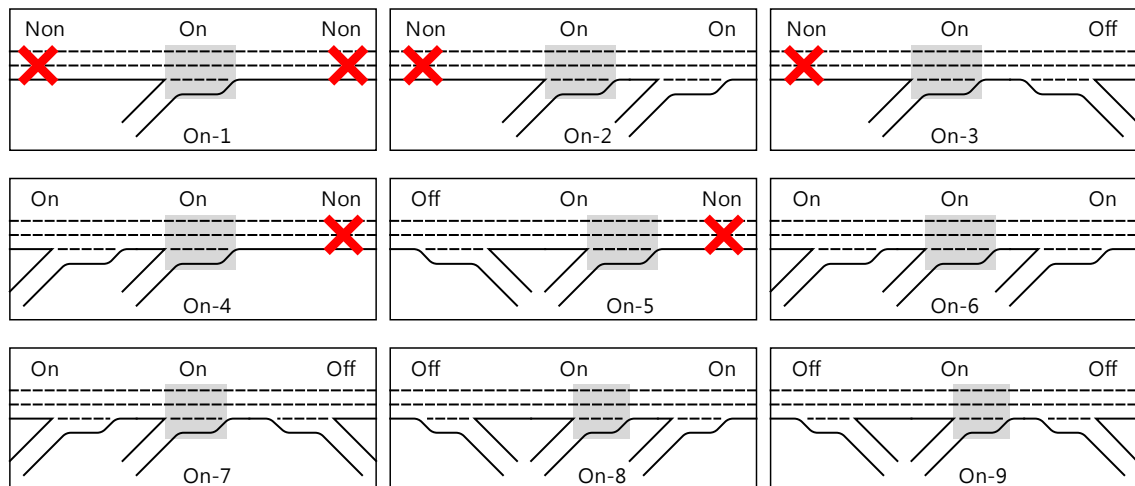


圖 1-1 高速公路入口匝道影響區分類示意圖

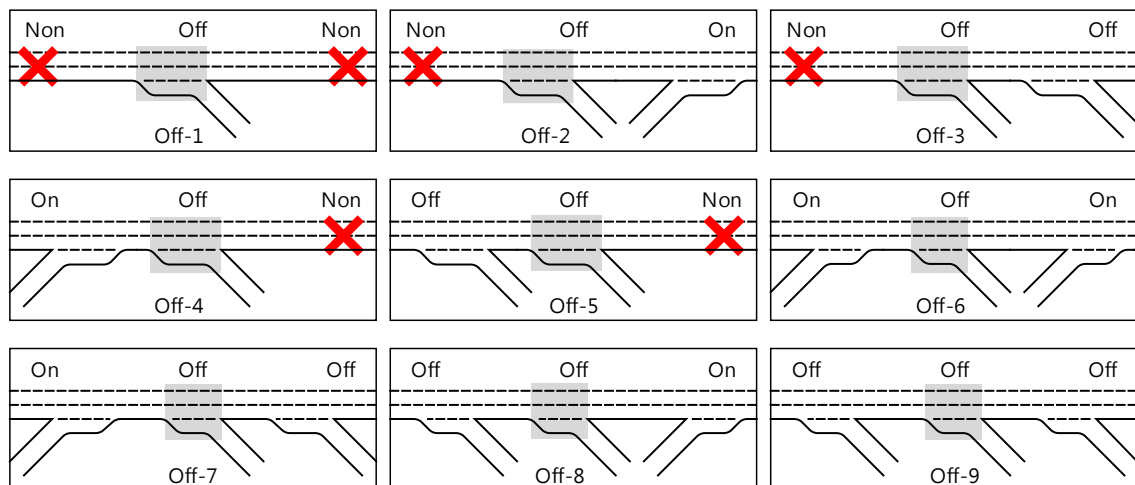


圖 1-2 高速公路出口匝道影響區分類示意圖

## 附件 2、車流調查構想

### 一、進出口分匯流區之相關定義

匯流區及分流區的幾何設計隨匝道地點而異。圖 2-1、2-2，分別為入口匝道匯流區與出口匝道分流區之示意圖。

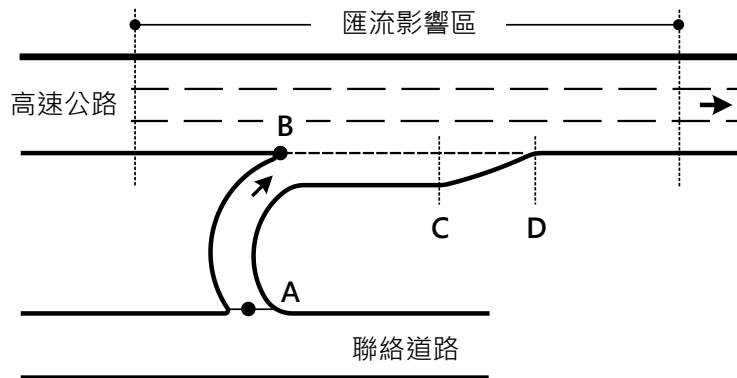


圖 2-1 入口匯流區示意圖

圖 2-1 中各點或路段意義如下：

- A：匝道與連絡道交接點
- B：主線與匝道交接點
- C：加速車道寬度縮減起始點
- D：加速車道終點
- B 到 C：加速車道全寬段
- C 到 D：加速車道漸變段(taper)

匯流影響區：車流未進入壅塞狀況之前，主線車流受匯入車流影響之區域。

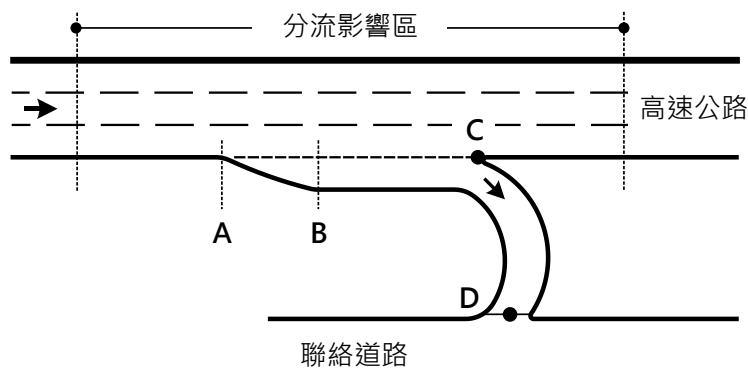


圖 2-2 出口分流區示意圖

圖 2-2 中各點或路段意義如下：

A：減速車道起點

B：減速車道全寬段起始點

C：主線與匝道分叉點

D：匝道終點

B 到 C：減速車道全寬段

A 到 B：減速車道漸變段

分流影響區：車流未進入壅塞狀況之前，主線車流受分流進入匝道之車輛所影響之區域。

本計畫之研究範圍包括主線影響區、加速車道、減速車道及匝道。匝道與連絡道所形成之交叉路口型態與交通控制方式，於現場調查時記錄。

## 二、車流調查基本要求

(一)分匯流影響區指車流未進入壅塞狀況之前，主線車流受進口匝道匯入車流，或受分流進入出口匝道車流所影響之區域。而臨界點為分匯流區內，流率高但未進入壅塞之前，經常發生速率最低的地點。因此調查時段須包含分匯流區車流，由中高密度之穩定狀態轉變為壅塞不穩定狀態，再由壅塞不穩定狀態回復為車流穩定狀態之過程。同一地點之調查時段或次數為蒐集至有足夠之分析資料(如 4 小時—48 個 5 分鐘樣本)。各項調查宜同時蒐集資料。

(二)分匯流區之交通運作可能受到下游瓶頸路段之影響。如果分匯流區之壅塞是因下游瓶頸車流回堵所造成，則該情況下的車流特性不宜用來建立分匯流區之容量分析方法。因此調查地點需觀察壅塞是否是因回堵車流所造成，並宜事先排除為調查對象。



### 三、車流資料蒐集目的及調查內容

#### (一)訂定分匯流影響區

分匯流影響區判斷方法包括：(1)主線與入口匝道交接點上游，主線車輛變換車道，以避免與匝道匯入車輛衝突之地點；(2)主線車輛接近出口匝道起點時，明顯減速之地點；(3)入口匝道匯入主線及主線車流進入減速車道之地點。相關地點可用距離圖 2-1 之 B 點或圖 2-2 之 C 點之秒數來代表。資料記錄構想如下：

##### 1.入口匝道上游之主線車輛變換車道位置

於中流率(沒壅塞)及高流率(接近壅塞及進入壅塞)車流之情形下，觀察並記錄當圖 2-1 匝道 B 點附近或加速道上有車輛時，主線在匝道上游之車輛變換車道(左移)，以避免匝道車輛時之大約位置(離匯入點之距離)。

##### 2.分匯流區進入壅塞之時間和地點

記錄匝道匯流區壅塞狀況之源頭：如(1)距加速車道終點下游之距離(若超過 200 公尺，則記錄大於 200 公尺)；或(2)加速車道與主線交接點及終點之間；或(3)入口匝道與主線交接點上游。

紀錄匝道分流區壅塞狀況之源頭：如(1)距出口匝道與主線分叉點下游之距離(若超過 200 公尺，則記錄大於 200 公尺)；或(2)減速車道起點及分叉點之間；或(3)減速車道起點上游。

##### 3.入口匝道匯入主線及主線車流進入減速車道之地點

調查構想同第(三)項第 3 點記錄資料。

#### (二)訂定臨界點

臨界點之位置不詳，匯流區之臨界點可能在圖 2-1 之 B 點下游與 D 點之間，也可能在 D 點下游平均速率還未回復正常之前。分流區之臨界點預期會在圖 2-2 之 C 點上游。車流

狀況之優劣可用每 5 分鐘之平均速率或密度來衡量（密度可估計為流率除以平均旅行速率）。

調查構想為先將分匯流影響區劃分數個調查路段，記錄通過調查路段之車種、使用車道、速率(含自由速率調查)或密度等資料。

入口匝道匯流區關鍵調查路段位置如圖 2-3 所示，圖中 A 路段位於匝道口，B 路段位在主線與入口匝道交接點上游，C 路段位在加速車道漸變(taper)起點至加速車道終點之間，D 路段位在加速車道終點下游。

出口匝道分流區關鍵調查路段位置如圖 2-4 所示，A 路段位於減速車道漸變之上游，B 路段位在減速車道漸變起點，C 路段則位在主線與出口匝道交接點。

調查路段長度視速率資料蒐集之精確度調整。以過去錄影方式調查之經驗，宜設為自由速率下，3 秒之旅行距離，主線約為 80~100 公尺，匝道調查路段的自由速率如不超過 50kph，則其長度可訂為 50 公尺。

如果經幾個調查地點分析後，可確認臨界點所在地與主線及匝道之交接點或分叉點有一大致固定的關係，則後續調查工作無須於大範圍內同時蒐集資料。

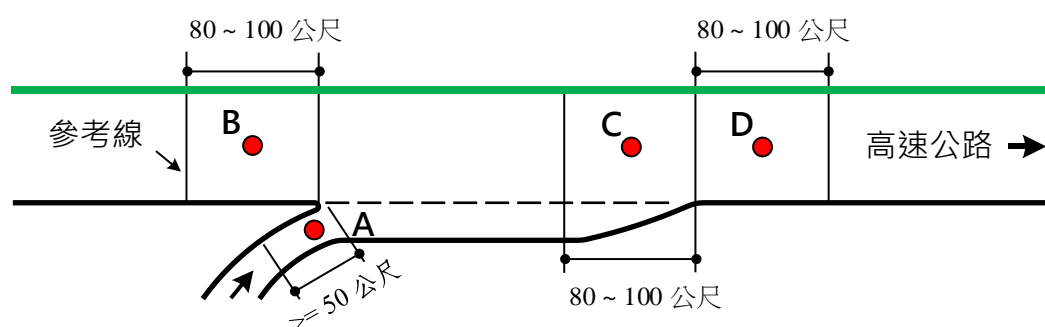


圖 2-3 入口匝道匯流區關鍵調查路段示意圖

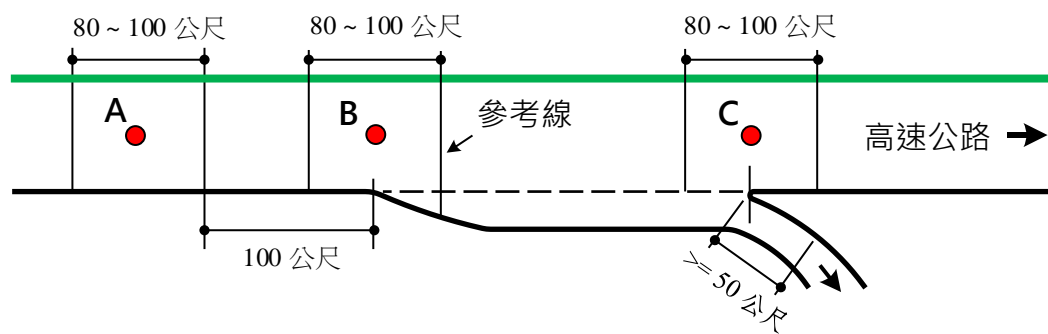


圖 2-4 出口匝道分流區關鍵調查路段示意圖

### (三)探討加減速車道之使用與流率(密度)之關係

本項工作為分析加速及減速車道使用行為，以供將來設計或匝道控制之參考。

調查構想為先將加減速車道於車道寬未改變之區段與寬度漸變段(taper)，分別劃分成大約 50 公尺之觀察區，如圖 2-5 所示，於匝道區低、中、高流率狀況下各蒐集 30 分鐘，記錄以下資料：

- 1.主線每 5 分鐘最外車道流量  $Q_m$ ，並註明匝道區是否在壅塞狀況中。
- 2.同一 5 分鐘進口匝道上經過匯入點或出口匝道上經過分叉點之車流量  $Q_r$ 。
- 3.每一匝道車輛進入或離開主線時所行駛的加減速車道觀察區。
- 4.入口匝道車輛進入主線方式：(1)無須停車等主線間距；或(2)須先停車等主線間距；或(3)強行插入。

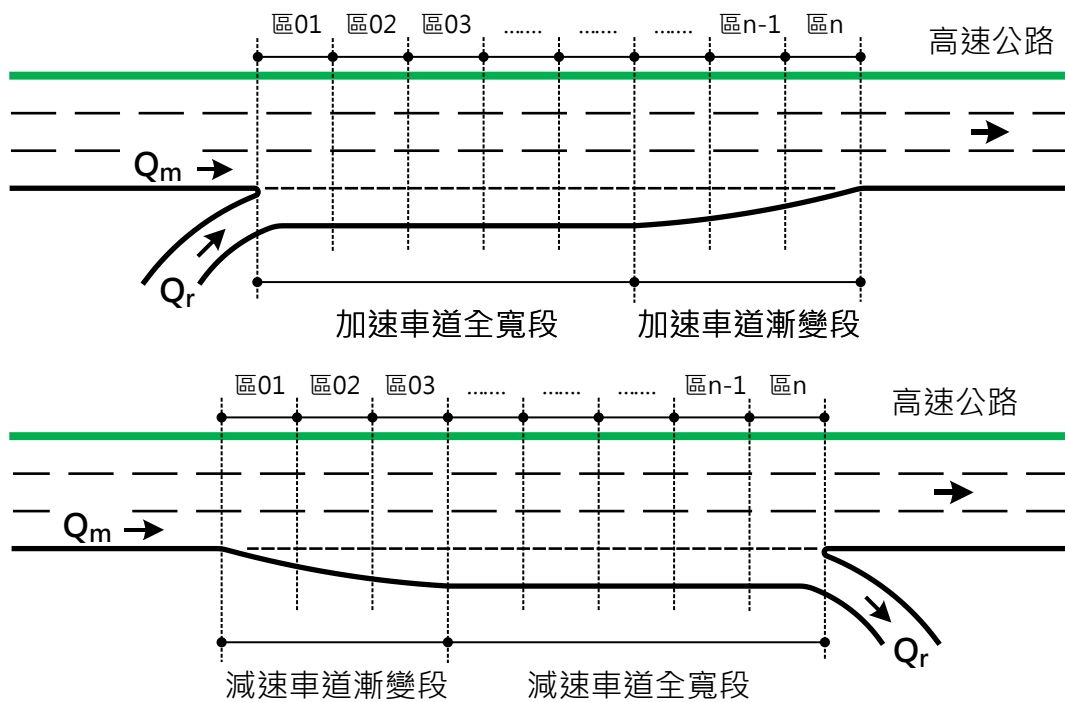


圖 2-5 加、減速車道劃分示意圖

高快速公路匝道分匯流區容量及服務水準分析之研究(1/3)  
—獨立進出口分匯流區  
文獻回顧

1. 交通部運輸研究所，「臺灣地區公路容量手冊」，79-27-160，民國 79 年 10 月。
2. Highway Capacity Manual, Special Report 209, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D. C., 1985.
3. 交通部運輸研究所，「2001 年臺灣公路容量手冊」，90-16-1183，民國 90 年 3 月
4. 交通部運輸研究所，「2011 年臺灣公路容量手冊」，100-132-1299，民國 100 年 10 月。
5. 交通部運輸研究所，「高速公路匝道分匯流區車流特性調查之先期規劃」，民國 107 年 12 月。