

# 以大數據方法分析國道 1 號楊梅至頭份路段壅塞特性與成因 Big Data Analysis on the Congestion Characteristics and Root Cause of Yangmei - Toufen Section of National Freeway No.1

余宣 Hsuan Yu<sup>1</sup>

陳怡先 Yi-Hsien Chen<sup>2</sup>

潘格平 Ge-Ping Pan<sup>3</sup>

陳宜均 Yi-Jyun Chen<sup>4</sup>

## 摘要

國道 1 號五股至楊梅段拓寬工程（簡稱五楊高架）通車後，已達到分流中長程旅次之效果，惟因交通量持續成長，楊梅至新竹路段已開始產生重現性壅塞現象。交通部高速公路局為了紓解該路段之壅塞情形，近年來亦規劃將五楊高架延伸至頭份路段，以改善國 1 楊梅以南路段日益嚴重之壅塞問題。本研究乃透過高速公路局交通資料庫，利用 SQL（Structured Query Language）資料庫，以大數據方法分析國 1 楊梅至頭份路段之交通現況，以作為後續規劃設計五楊高架延伸至頭份路段之參考依據。根據分析結果可知，國 1 楊梅至頭份各路段之交通量以湖口至新竹路段較高，而湖口至新竹路段平日穿越車輛約占總車輛 34%至 40%，且區內車輛佔比最高達 30%；假日及連續假期之總交通量較平日為多，穿越車輛佔比最高則已超過 6 成，而區內車輛佔比最高僅為 19%。由以上分析結果顯示，平日該路段因區內車輛較多，交流道之大量匯出及匯入車流，加上交流道間距較短易產生嚴重之車流交織問題，使得主線交通量已達飽和狀況而產生壅塞；假日及連續假期則主要因為大量穿越車輛通過，加上受湖口路段道路線型影響使容量受到限制，致使主線達飽和流量而導致壅塞。未來透過五楊高架延伸至頭份路段之興建，可望分散假日與連續假期之大量穿越性車流，有助於減緩目前國 1 楊梅以南之壅塞問題。

**關鍵詞：**大數據、壅塞成因、車流特性

## Abstract

*Since the opening of Wugu-Yangmei elevated section of National Freeway No.1, it has successfully diverge long-distance trips. However, due to the growing traffic, recurrent congestion has been observed in the Yangmei-Hsinchu section of National Freeway No.1. In order to ease the congestion, Freeway Bureau plans to extend the elevated section from Yangmei to Toufen. SQL database, as well as big data analytics have been implemented in this paper to examine the traffic characteristics of Yangmei - Toufen section. Analytical results have be used for the planning and design of the extension to Yangmei - Toufen elevation section. Analytical results show that the traffic flow from Hukou to Hsinchu section is higher than other sections. Through vehicles on weekdays usually takes 34% to 40% of the total vehicles and the internal traffic inside Hukou to Hsinchu section takes about 30%. In addition, the traffic on weekend or holidays is usually higher*

<sup>1</sup> 儀衡工程技術顧問股份有限公司資料分析師。(聯絡地址：11491 台北市內湖區瑞光路 210 號 8 樓，電話：02 77208989，E-mail: hsuanyu@pavement.com.tw)

<sup>2</sup> 儀衡工程技術顧問股份有限公司董事長，交通工程執業技師，中華民國交通工程技師公會會員。

<sup>3</sup> 林同棧工程顧問股份有限公司協理，交通工程執業技師，中華民國交通工程技師公會會員。

<sup>4</sup> 林同棧工程顧問股份有限公司交通組組長，交通工程執業技師，中華民國交通工程技師公會會員。

*the weekday, through vehicles takes more than 60% of the total vehicles but internal vehicles are only about 19%. It has been concluded that the congestion on weekday is due to the high amount of traffic merge and diverge at the interchange and the weaving situation cause by the short distance between interchanges. On weekends, congestion is related to the high amount through vehicles and the geometry alignment of Hukou section. With the construction of the extension to Yangmei - Toufen elevation section, it is expected to disperse a large number of through traffic during weekend and holidays and ease the congestion occurs at the south of Yangmei section of National Freeway No.1.*

**Keywords:** Big data, Traffic congestion, Traffic flow characteristics

## 一、前言

國道 1 號五楊高架通車後，除提升該路段之道路容量，亦使長短程之旅次分流，進而縮短旅行時間並提升運輸效率。然自國道高速公路於 103 年轉換實施計程收費後交通量即逐年增加，且新竹縣市生活圈擴大發展，使國道 1 號新竹路段產生重現性壅塞。交通部高速公路局（以下簡稱高公局）為了紓解該路段之壅塞情形，除了實施開放路肩疏導措施，以及出入口匝道車道調整拓寬等交通改善措施外，近年來亦規劃將五楊高架延伸至頭份路段，期望同樣能大幅減少台北與新竹間之旅運成本。故實有必要先就國道 1 號楊梅至頭份路段之交通現況，分析瓶頸路段之壅塞特性，進一步探討路段壅塞成因，以作為後續規劃、設計作業之參考依據。

## 二、分析方法與工具

高速公路自 102 年 12 月 30 日開始實施計程電子收費迄今，高速公路計程電子收費交通資料蒐集支援系統（Traffic Data Collection System，以下簡稱 TDCS）持續產生各收費門架之交通量、各收費門架間之行駛車速、通行各收費門架之旅次路徑資料；結合高速公路原已有之車輛偵測器（Vehicle Detector，以下簡稱 VD）數據，提供了大量之高速公路交通數據可供分析。此等資料持續累積，具有龐大（Volume）、快速即時（Velocity）、多樣化（Variety）、以及完整不失真（Veracity）等「4V」之特性，已符合大數據（Big Data）之定義。本研究即透過高公局開放之前述資料進行分析，資料範圍如下：

1. 103 年至 107 年 TDCS 蒐集之國道 1 號楊梅至頭份雙向路段各車種通行量統計（M03A）、站間各車種平均行駛車速（M05A）以及旅次路徑原始資料（M06A）。
2. 107 年 5 月 29 日、5 月 30 日、5 月 31 日、6 月 2 日、6 月 3 日、6 月 16 日、6 月 17 日、6 月 18 日之國道 1 號雙向楊梅至頭份主線路段車輛偵測器資料。

本研究分析之資料量相當龐大，為了整合不同資料來源，並串聯各種不同資料形式，以彙整有意義之資訊，必須採用大數據之分析工具與方法。包含利用資料庫清理語彙彙整資料，並使用適當之視覺化工具，以使數據更具易讀性。本研究即透過 SQL（Structured Query Language）資料庫系統以及相關之大數據分析軟體進行分析。分析項目說明如下：

1. 103 至 107 年國道 1 號楊梅至頭份各路段之全年交通量，以瞭解歷年路段交通量成長之趨勢。
2. 103 至 107 年國道 1 號楊梅至頭份各路段於平日、假日及連續假期之壅塞機率，探討重現

性壅塞特性之路段及時段。

3. 針對國道 1 號楊梅至頭份易壅塞之路段及時段，進一步分析路段通過車輛之車流組成，探討平日、假日及連續假期車流特性之差異。
4. 以車輛偵測器資料繪製各路段之速度熱力圖，結合各交流道出入口之相對位置，以尋找壅塞瓶頸點。
5. 分析壅塞路段主線及上下游交流道匯入匯出之車輛數，探討平日、假日及連續假期各路段主線及上下游起訖之車輛數差異。
6. 針對壅塞瓶頸點鄰近主線之車輛偵測器資料，繪製分車道之速度時空熱力圖，並彙整分析結果以探討各路段壅塞之成因。

### 三、文獻回顧與壅塞特性分析

本章首先回顧相關文獻並接續探討壅塞之特性，分析時首先就 103 年至 107 年間國道 1 號楊梅至頭份各路段交通量成長情形進行探討，並從各方面向分析該路段壅塞之特性，包括路段壅塞機率、速度時空變化、路段車流組成以及路段起訖點分析。

#### 3.1 文獻回顧

國內探討高速公路壅塞特性與成因之文獻有限，一般而言高速公路產生壅塞之原因除了交通量、車流組成、旅次起迄等因素，亦與高速公路之道路線型及車道配置有關，其道路容量會受到坡度、坡長、曲率半徑及道路類型等因素影響（交通部運輸研究所，2011）。以 VD 資料分析交織路段、坡度路段以及交流道路段之道路容量，均較基本路段為低，且隨著主線流量增加車流速度下降之程度較大，其中交織路段因同時受到進出入口匝道匯入及匯出車流相互交織，故車速受到流量之影響程度最大（余宣，2017），下游交流道之出口匝道與上游交流道之入口匝道間距越近車流之交織特性越明顯（儀衡工程技術顧問股份有限公司，2018），則越容易產生壅塞；而交流道路段係因易受到出口匝道車流回堵影響，致使上遊主線路段壅塞，並由外側車道向內側車道擴散（劉珈好，2016）；此外，在坡度路段之車流，因受到坡度與坡長之影響，除了嚴重降低大型車之速度，對於小型車之行駛速度亦有顯著之負影響（曾平毅等，2015；曾平毅等，2016）。

#### 3.2 交通量分析

本研究首先分析國道 1 號楊梅至頭份各路段 103 年至 107 年之全年交通量，彙整如圖 1 及圖 2 所示。然高速公路於 102 年 12 月 30 日實施計程收費，而楊梅至頭份路段間於計次收費階段設有楊梅收費站，位於楊梅至湖口路段；故圖 1 與 2 中亦將 95 年至 102 年楊梅收費站之交通量予以彙整。由圖 1 中可得知，103 年至 107 年國道 1 號南向楊梅至頭份各路段之交通量逐年增加，由 103 年之全年交通量約為 1,949 萬至 2,930 萬輛，至 107 年之全年交通量約為 2,104 萬至 3,072 萬輛，其成長率約為 4.8%至 8.4%。而時常壅塞之竹北至新竹路段，其交通量成長率為最低之 4.8%，該路段交通量亦為楊梅至頭份路段中最大之路段，推測因壅塞時段內已達

路段之飽和流量，故交通量之成長幅度有限。此外，經常壅塞之湖口至竹北路段亦具有相同之特性。

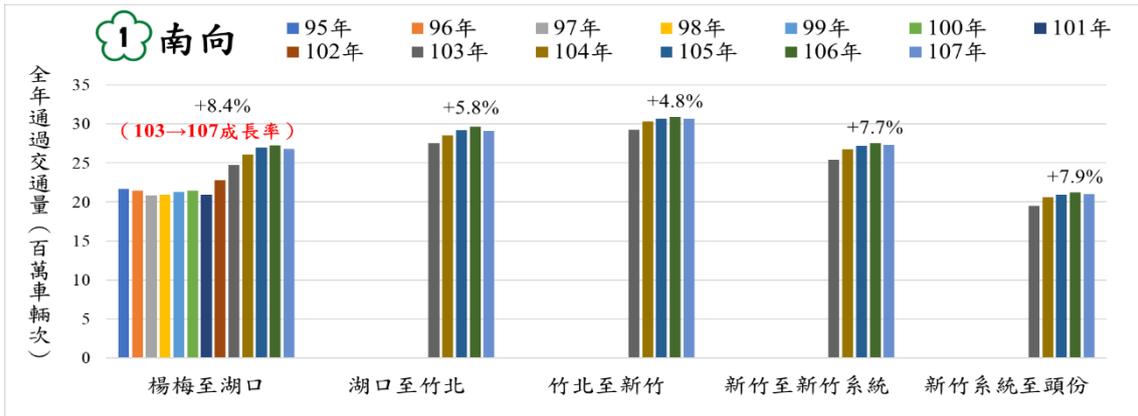


圖 1 國道 1 號南向楊梅至頭份交通量彙整

由圖 2 中則可知，國道 1 號北向於湖口至楊梅路段在 102 年以前交通量穩定，並無明顯增加或減少之趨勢，而 103 年高速公路轉換實施計程收費後交通量即逐年增加。以 103 年至 107 年約增加 5.3% 至 10.2%。然而，北上頭份至楊梅路段之交通量成長趨勢與南向有相似之特性，新竹至竹北及竹北至湖口路段皆為較常壅塞之路段，且該路段交通量為頭份至楊梅路段中交通量前 2 大之路段，但其交通量成長率為卻為最低之 5.3% 及 5.7%，亦推測因該路段因常發生壅塞，其交通量經常達到路段之飽和流量，使交通量之成長幅度有限。

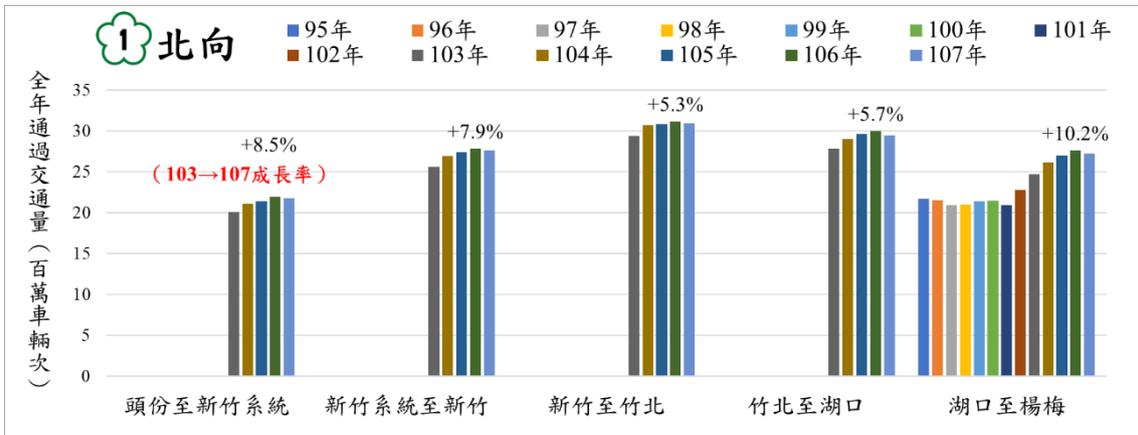


圖 2 國道 1 號北向頭份至楊梅交通量彙整

### 3.3 壅塞機率分析

國道 1 號雙向楊梅至頭份路段交通量不斷成長，湖口至竹北及竹北至新竹路段甚至達到路段之飽和流量而產生重現性壅塞之情形，本研究亦透過 TDCS 中之 M05A 資料（收費站間各車種每五分鐘平均行駛速度），分析國道 1 號雙向楊梅至頭份路段 103 年至 107 年各時段之壅塞機率（指全年各時段內時速低於 40 公里之比例），如圖 3 至圖 5 所示，以下分別說明平日、假日以及連續假期南北向之壅塞機率分析結果：

### 3.3.1 平日

由圖 3 得知，平日國道 1 號南向楊梅至頭份路段中，103 年至 105 年湖口至竹北路段 7 時至 10 時之壅塞機率最為高，而近年來湖口至竹北之壅塞機率逐漸降低，但新竹至新竹系統路段 17 時至 20 時之壅塞機率則有提高之趨勢。北向壅塞機率則逐年增加，且以新竹系統至新竹路段之壅塞機率最高，於 7 時至 10 時以及 16 至 20 時兩時段較其餘時段常發生壅塞，推測為上下班之工作旅次使壅塞機率偏高。

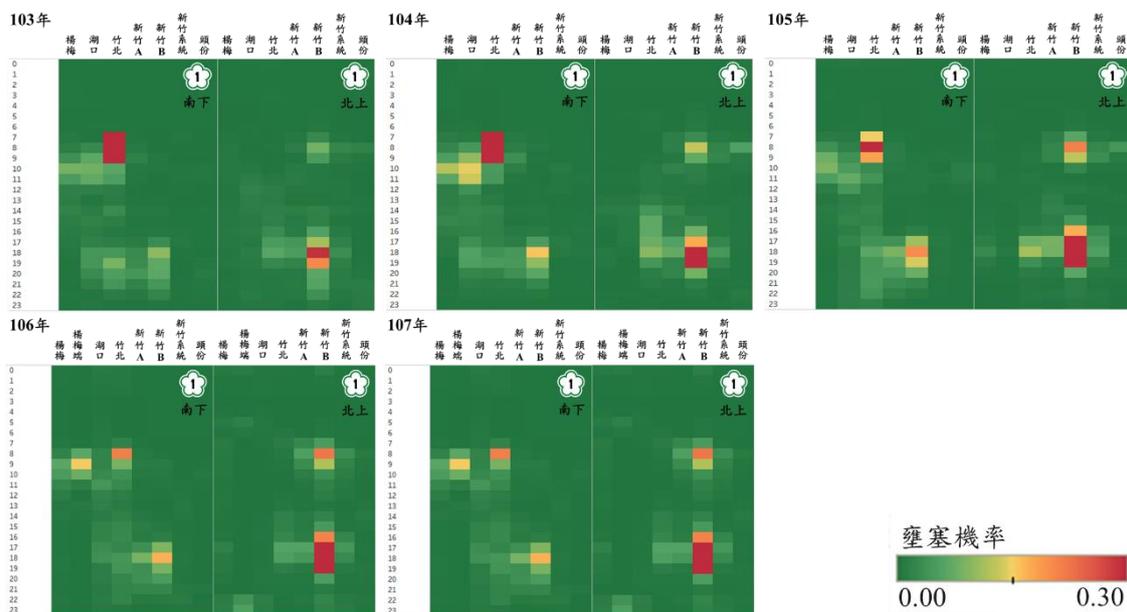


圖 3 國道 1 號楊梅至頭份路段 103 年至 107 年壅塞機率圖（平日）

### 3.3.2 假日

由圖 4 中可知，103 年假日國道 1 號南向楊梅至頭份路段中，10 時至 12 時楊梅至新竹路段壅塞機率較其他路段為高，且湖口至竹北路段 9 時至 13 時壅塞機率為最高，而 104 年壅塞機率圖分布趨勢與 103 年相當，但壅塞機率較 103 年為高；105 年湖口至竹北路段高壅塞機率之時段減少，反而下游竹北至新竹路段壅塞機率增加，直至 106 年與 107 年假日於楊梅至新竹路段 9 時至 13 時擁有較高機率發生壅塞情形。然而，103 年至 107 年國道 1 號北向頭份至楊梅路段於假日之壅塞機率分布趨勢相當，其主要為新竹系統至竹北路段之壅塞機率較為高。其中新竹系統至竹北路段之壅塞機率自 103 年逐年增加至 105 年為最高，而 106 年及 107 年壅塞機率則逐年下降，於 15 時至 20 時壅塞機率較為高。

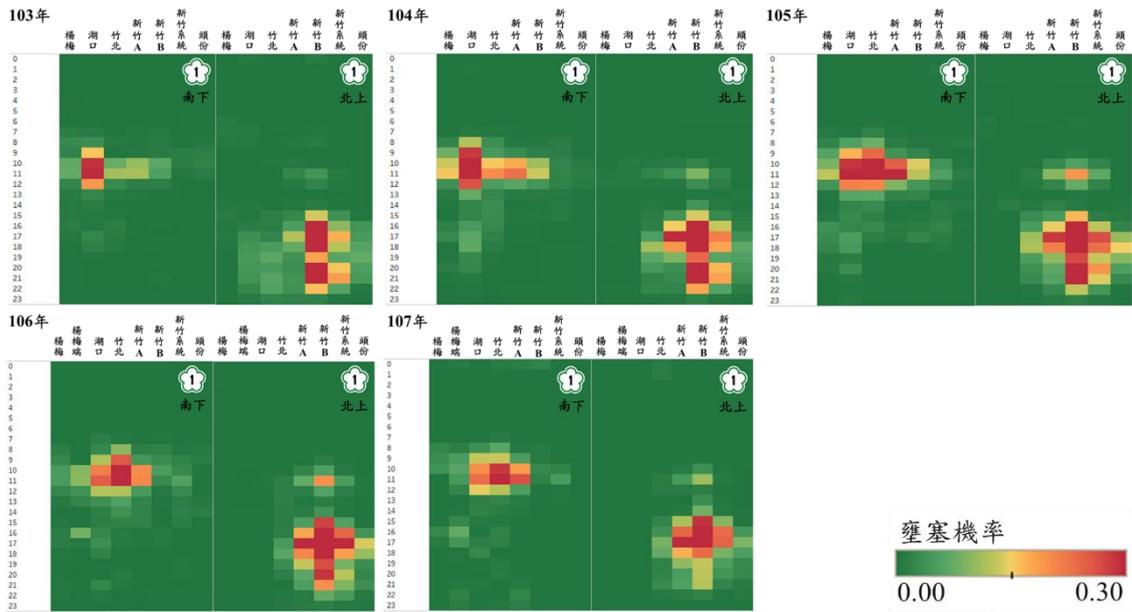


圖 4 國道 1 號楊梅至頭份路段 103 年至 107 年壅塞機率圖（假日）

### 3.3.3 連續假期

由圖 5 可知，103 年至 107 年國道 1 號雙向楊梅至頭份路段於連續假期之壅塞機率時空分布情形。103 年至 105 年南向以楊梅至新竹系統路段之壅塞機率較高，且於 7 時至 16 時有較高之機率發生壅塞，而 105 年後壅塞機率逐年下降，至 107 年主要於楊梅端至竹北路段 7 時至 16 時之間經常發生壅塞情形。然而，103 年至 107 年北上以新竹系統至新竹路段為連續假期經常壅塞之路段，且多於下午時段發生壅塞，但經常壅塞之路段範圍逐漸縮小，以新竹系統至新竹路段於 15 時至 21 時發生壅塞之機率最高。

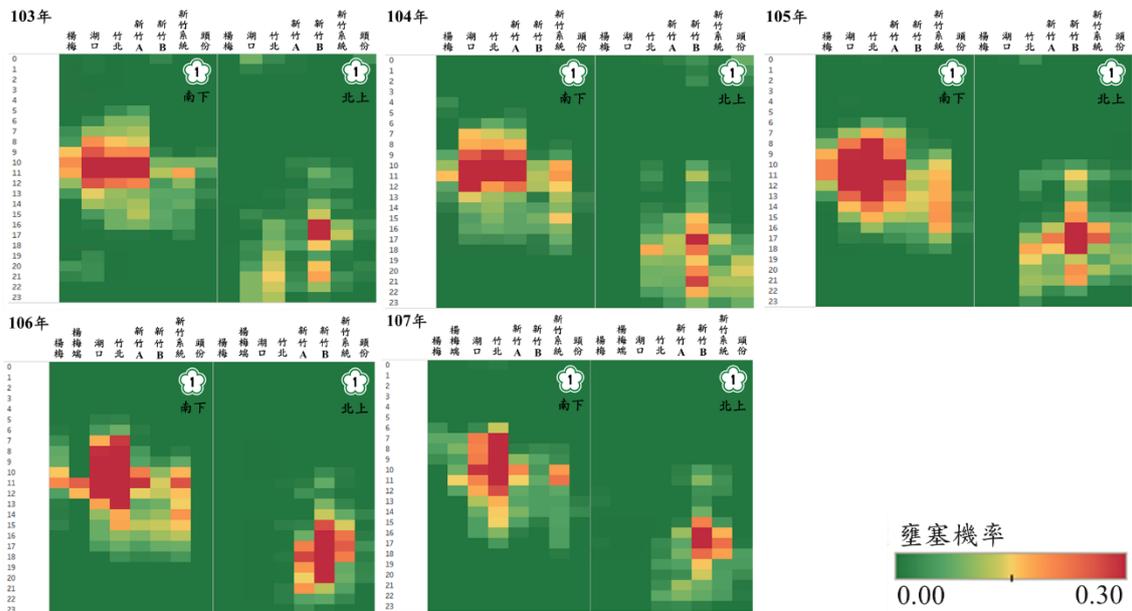


圖 5 國道 1 號楊梅至頭份路段 103 年至 107 年壅塞機率圖（連續假期）

### 3.4 車流組成分析

由 3.2 節壅塞機率分析結果可知，國道 1 號楊梅至頭份路段重現性壅塞主要發生於楊梅至新竹系統路段，新竹系統至頭份路段則極少發生壅塞，故進一步利用 TDCS 中之 M06A 資料（各旅次路徑原始資料），探討行經國道 1 號楊梅至新竹系統間車輛之車流組成，並將通過該路段之車輛區分為穿越性車輛、聯外車輛以及區內車輛進行分析，以利分析壅塞發生之原因，各類車輛之定義如下：

- 穿越性車輛：楊梅以北前往新竹系統以南車輛。
- 聯外車輛：楊梅以北前往楊梅至新竹路段車輛，或楊梅至新竹路段出發前往新竹以南車輛。
- 區內車輛：於楊梅至新竹路段間進出國道之車輛。

圖 6 至圖 8 為楊梅至新竹系統雙向路段之平日、假日，以及連續假期車流組成分析結果。由圖中可知，平日車輛數約為 3.8 萬至 8.3 萬輛車，以北向新竹至竹北路段之 8.3 萬輛車為最高，其中穿越性車輛約為 2.8 萬輛車，佔比約為 4 成，區內車輛則亦以竹北至新竹路段最高，佔比高達 30%。假日之車輛數則不超過 9.2 萬輛車，各路段差異不大，其中有約 4.3 萬輛車為穿越性車輛，佔比約 5 成，區內車輛亦以竹北至新竹路段最高，約為 15%至 19%，較平日下降。而連續假期之車輛數則為最高，可達近 11 萬輛車，其穿越性車輛南向約 5.7 萬輛車；北向約 5.2 萬輛車，佔比約為 6 成；聯外車輛佔比約為 30%至 46%；而區內車輛之佔比則不超過 15%，且以南向竹北至新竹路段為最高。

然而，楊梅至新竹系統路段平日、假日，以及連續假期之車流組成各有不同。連續假期該路段有大量返鄉或出遊之長途穿越性車輛，其數量為平日之將近 1 倍；而平日則於竹北至新竹路段有大量之區內車輛，為連續假期區內車輛數之 1 倍以上。故連續假期大量長途車輛，加上仍有約 1 成之短途區內車輛使得公路容量達到飽和；而平日竹北至新竹路段交通量雖較假日與連續假期為低，但將近 3 成之短途區內車輛所造成之車流交織問題，也容易使主線車流受到干擾而產生壅塞。

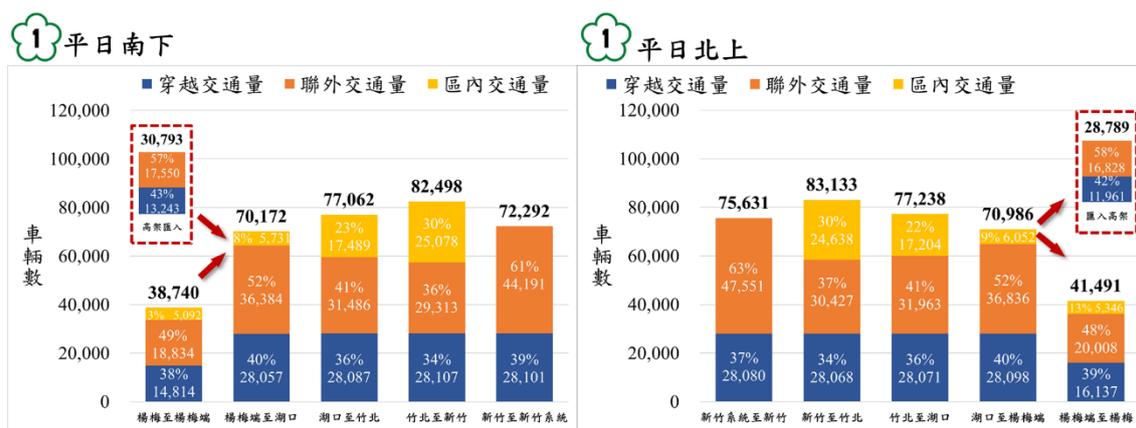


圖 6 國道 1 號楊梅至新竹系統全日雙向車流組成 (平日)

### 1 假日南下



### 1 假日北上

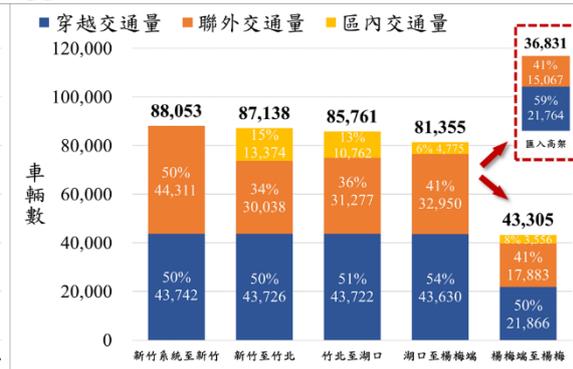


圖 7 國道 1 號楊梅至新竹系統全日雙向車流組成 (假日)

### 1 連續假期首日南下



### 1 連續假期最後日北上



圖 8 國道 1 號楊梅至新竹系統全日雙向車流組成 (連續假期)

## 3.5 車速時空變化

綜合以上分析可知國道 1 號雙向楊梅至頭份路段中，湖口至新竹路段為主要壅塞路段。然而，為進一步瞭解其壅塞特性，利用佈設密度較高之 VD 資料，以每五分鐘平均速度資料繪製主線路段時空速度熱力圖，透過速度熱力圖之呈現方式，針對主要壅塞時段放大檢視該路段之速度時空變化，標記各交流道出入口之相對位置，以尋找壅塞之瓶頸點。其中平日雙向以 107 年 5 月 29 日 (星期二) 為例；假日南向以 107 年 6 月 2 號 (星期六) 為例，而北向則以 107 年 6 月 2 日 (星期日) 為例；連續假期南向以 107 年 6 月 16 日端午連續假期首日為例，北向則以 107 年 6 月 18 日連續假期最後日為例，其分析結果分別說明如下：

### 3.5.1 平日

圖 9 為平日國道 1 號雙向楊梅至頭份路段間發生壅塞情形之路段速度熱力圖，由圖中可知平日南向主要壅塞時段為上午 7 時 30 分至 11 時 50 分以及 15 時 20 分至 18 時 50 分，而上午主要壅塞路段為湖口至新竹路段，其中湖口交流道及竹北交流道之入口匝道上游在壅塞時段內速度均發生低於 20 公里/小時之情形。下午主要壅塞路段則為湖口交流道之出口匝道上游，其平均速度亦低於 20 公里/小時。

而平日北向上壅塞時段則為上午 9 時 30 分至 12 時；下午主要壅塞時段為 17 時 30 分至 19 時 30 分，且壅塞路段為新竹至竹北路段以及湖口服務區至湖口路段。其中，經查證 107 年 5 月 29 日上午 9 點 30 分國道 1 號北向 89K+900 處有發生事故，應是造成新竹及竹北交流道鄰近路段 9 時 30 分至 11 時嚴重壅塞之主要原因，其路段平均速度均低於 20 公里/小時，另外湖口服務區至湖口路段於 10 時 30 分至 12 時亦有發生壅塞。而下午新竹交流道出入口匝道及竹北交流道出口匝道附近亦發生嚴重壅塞，平均速度則低於 40 公里/小時。

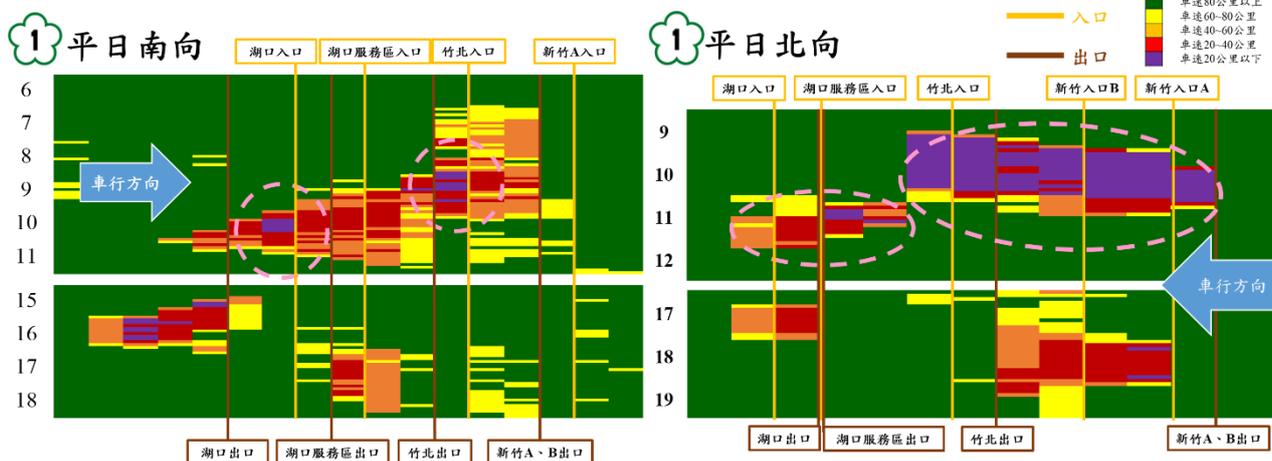


圖 9 國道 1 號楊梅至頭份壅塞路段速度時空熱力圖（平日）

### 3.5.2 假日

圖 10 為假日國道 1 號雙向楊梅至頭份路段間發生壅塞情形之路段速度熱力圖，由圖中可知假日南向主要壅塞時段為上午 9 時至 13 時，而主要壅塞路段為湖口至竹北路段，其中壅塞範圍均於湖口交流道及竹北交流道之出入口匝道附近之主線路段，且 9 時至 11 時於高架匯入口之上游主線路段亦發生嚴重壅塞，其平均速度低於 20 公里/小時。

而假日北向主要壅塞時段為 15 時至 20 時，而壅塞範圍集中於新竹交流道路段以及湖口服務區路段。其中，新竹交流道之出入口匝道路段 15 時 30 分至 18 時 30 分產生嚴重壅塞，而湖口服務區至湖口路段於 14 時 30 分至 20 時發生嚴重壅塞。

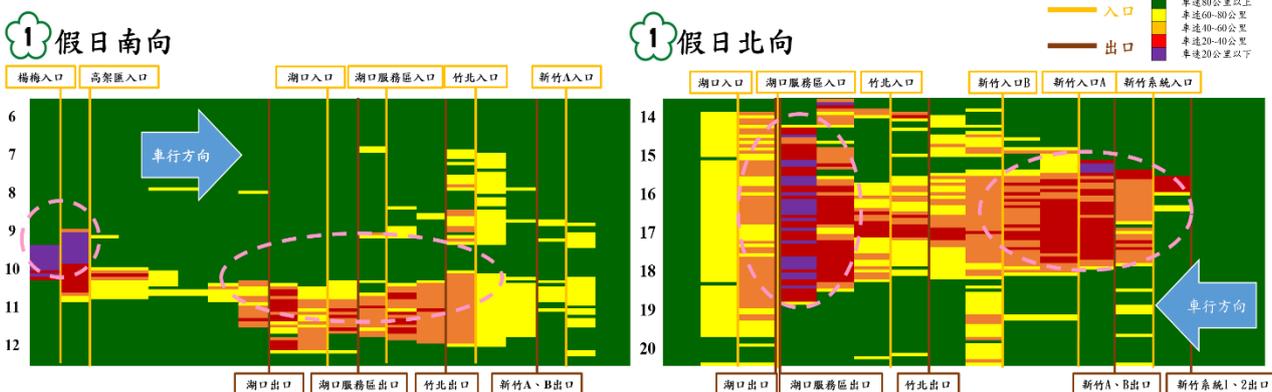


圖 10 國道 1 號楊梅至頭份壅塞路段速度時空熱力圖（假日南向）

### 3.5.3 連續假期

圖 11 為連續假期國道 1 號雙向楊梅至頭份路段間發生壅塞情形之路段速度熱力圖，由圖中可知連續假期南向主要壅塞時段為上午 9 時至 13 時，而主要壅塞路段為湖口至新竹路段，其中壅塞範圍均於湖口、竹北以及新竹交流道之出入口匝道附近之主線路段，與假日之主要壅塞分布相似，但連續假期壅塞情形更為嚴重。

而連續假期北向主要壅塞時段為 14 時至 19 時，且鄰近湖口服務區之主線路段為主要壅塞路段。其中，新竹及竹北交流道之出入口匝道路段於 13 時至 14 時間平均速度有乎快忽慢之趨勢，應為到達該路段之車流量較為平均，車流量保持於道路飽和流量，故無發生範圍大、延時長之壅塞。

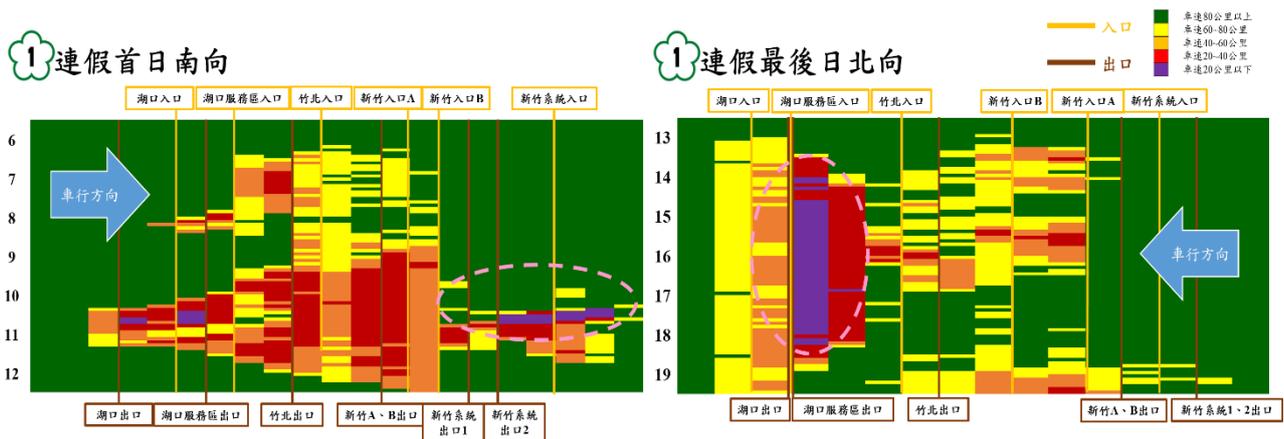


圖 11 國道 1 號楊梅至頭份壅塞路段速度時空熱力圖（連續假期）

## 3.6 路段起訖點分析

根據 3.4 節分析之結果，平日、假日及連續假期主要壅塞路段均分布於湖口至竹北路段及竹北至新竹路段居多，但主要壅塞瓶頸點則有所不同，故本節結合路段起訖點匯入匯出交通量以及主線交通量，進一步瞭解平日、假日及連續假期之壅塞特性。

### 3.6.1 平日

#### 1. 南向

由圖 12 與圖 13 之國道 1 號南向湖口至新竹上午尖峰 7 時至 12 時及下午尖峰 15 至 20 時之流量示意圖可發現，湖口至竹北路段與竹北至新竹路段 7 時至 8 時之主線車流量分別為 5,654 輛及 6,481 輛，而上午 7 時湖口交流道入口匝道與竹北交流道入口匝道匯入之車流量分別為 1,911 輛及 2,338 輛，占主線車流量三分之一，而該時段主線車流量亦為壅塞時段中之最大車流量，已達該路段之飽和流量，而亦受車流交織因素影響，導致每小時可通過之主線車流量逐漸減少，並開始壅塞。

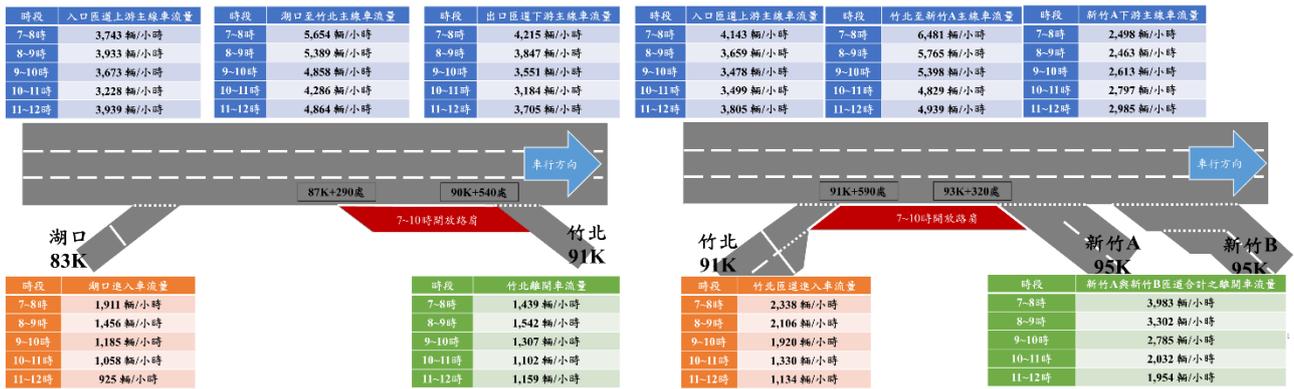


圖 12 國道 1 號湖口至新竹路段車流起訖示意圖 (平日上午尖峰南向)

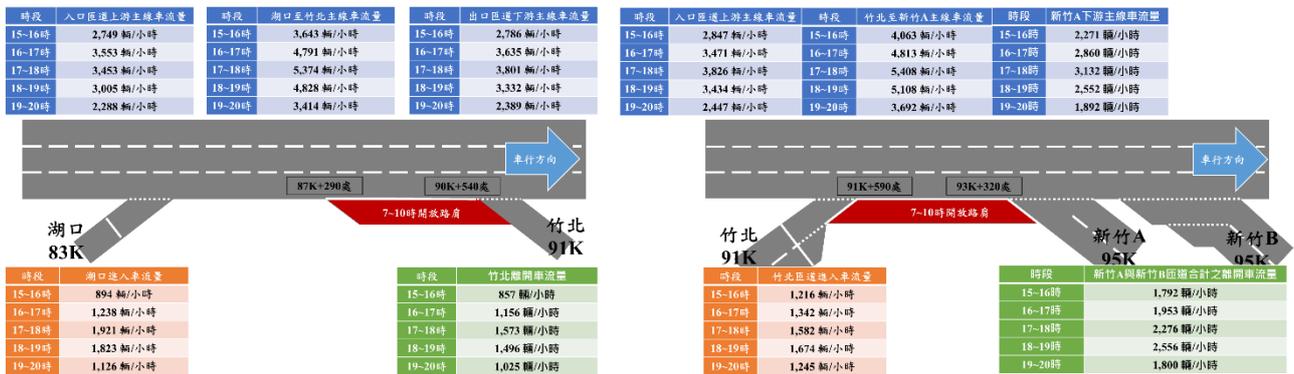


圖 13 國道 1 號湖口至新竹路段車流起訖示意圖 (平日下午尖峰南向)

## 2. 北向

國道 1 號北向新竹至湖口上午尖峰 7 時至 12 時及下午尖峰 15 至 20 時之流量示意圖如圖 14 與圖 15 所示。國道 1 號北向 89K+900 處於 9 時 30 分因發生事故造成嚴重壅塞，故由圖可知當時新竹至竹北，以及竹北至湖口路段之車流量皆明顯下降。新竹至湖口路段於下午壅塞時段之 17 時至 18 時，新竹交流道入口匝道匯入之車流量為 3,583 輛，而主線匯出至竹北出口匝道之車流量為 2,421 輛，約佔主線交通量近四成以上，其匯入及匯出之交通量相當可觀，且主線流量近 6,500 輛達飽和流量，其嚴重之交織作用使路段車流發生壅塞。

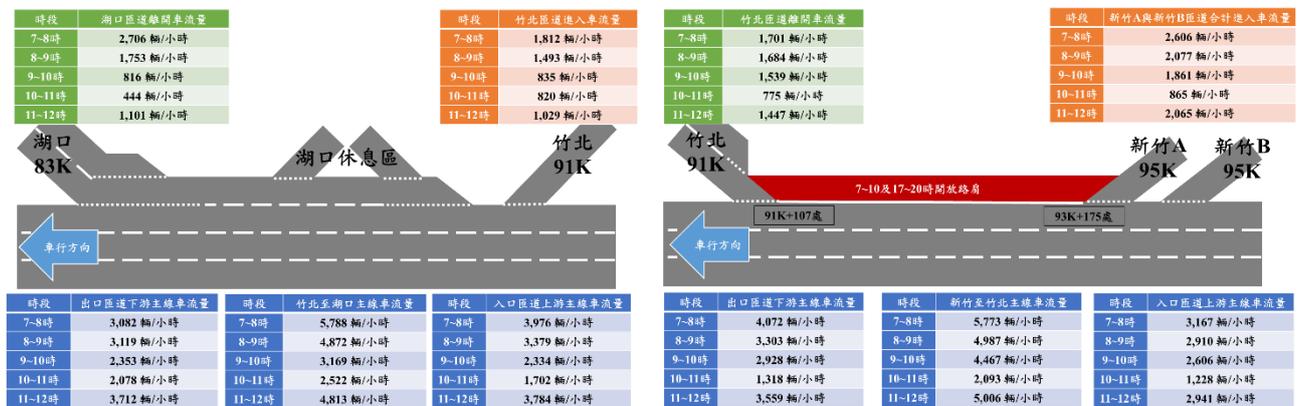


圖 14 國道 1 號新竹至湖口路段車流起訖示意圖 (平日上午尖峰北向)

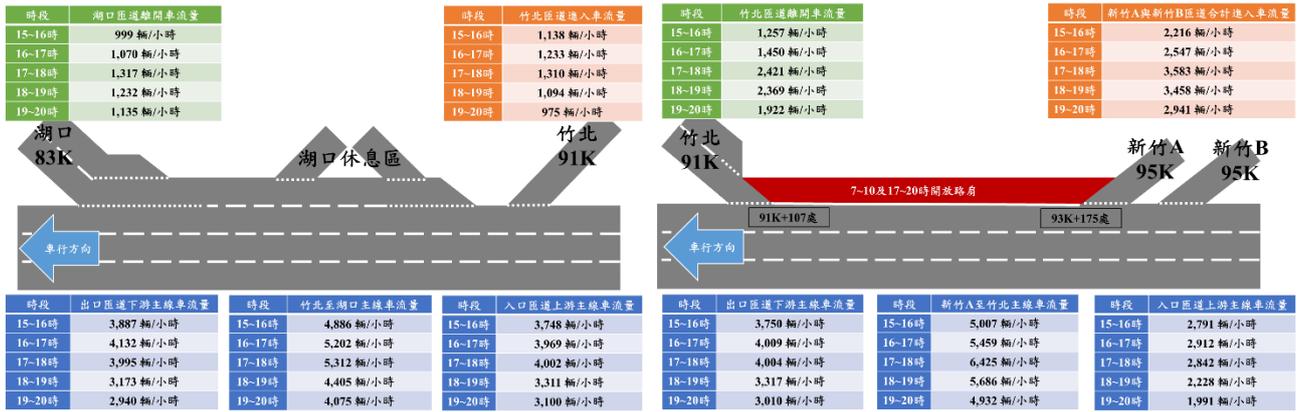


圖 15 國道 1 號新竹至湖口路段車流起訖示意圖（平日下午尖峰北向）

### 3.6.2 假日

#### 1. 南向

由圖 16 可知，楊梅高架至新竹路段上午尖峰 7 時至 12 時通過交通量之車流起訖分布，可知高架匯入之車流量最高達一小時達 2,946 輛，相較過去平日高架匯入之交通量為增加，使得主線路段達飽和流量，並向上游壅塞回堵。湖口至新竹路段通過交通量之車流起訖分布可知，湖口入口與竹北入口匯入之車流量皆較平日為少，但主線交通量每小時仍可達到 6,000 輛以上，其與平日同路段主線交通量相當。

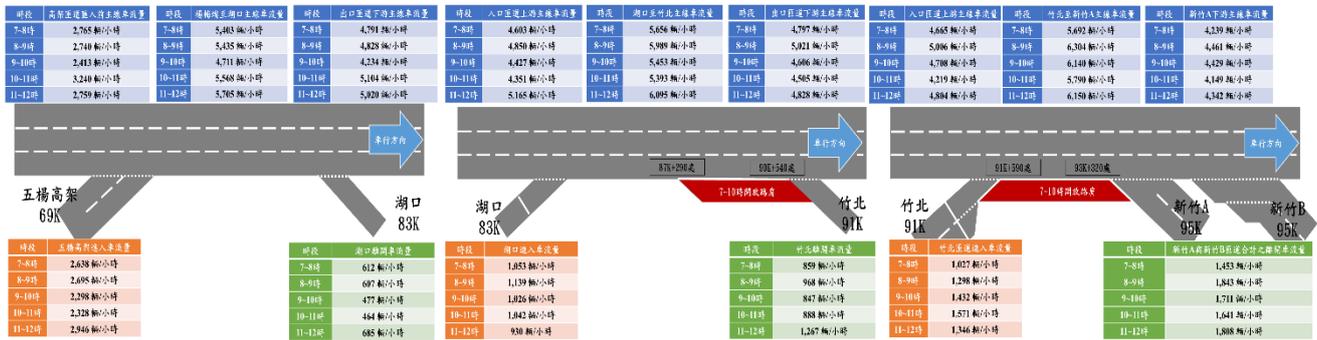


圖 16 國道 1 號楊梅至新竹路段車流起訖示意圖（假日上午尖峰南向）

#### 2. 北向

新竹至湖口路段下午尖峰 14 時至 19 時通過交通量之車流起訖分布如圖 17 所示。由圖中可知新竹至湖口路段主線交通量較平日同路段增加，但出入口匝道車流量減少。其中，下午平日壅塞時段內新竹交流道入口匝道與竹北交流道入口匝道匯入之最大車流量為 3,583 輛及 1,310 輛，而自主線匯出至竹北出口匝道與湖口出口匝道之車流量分別為 2,421 輛及 1,317 輛，其平日均較假日為多，故該路段聯外及區內車輛減少，但穿越性車輛增加使主線達飽和流量而產生壅塞。

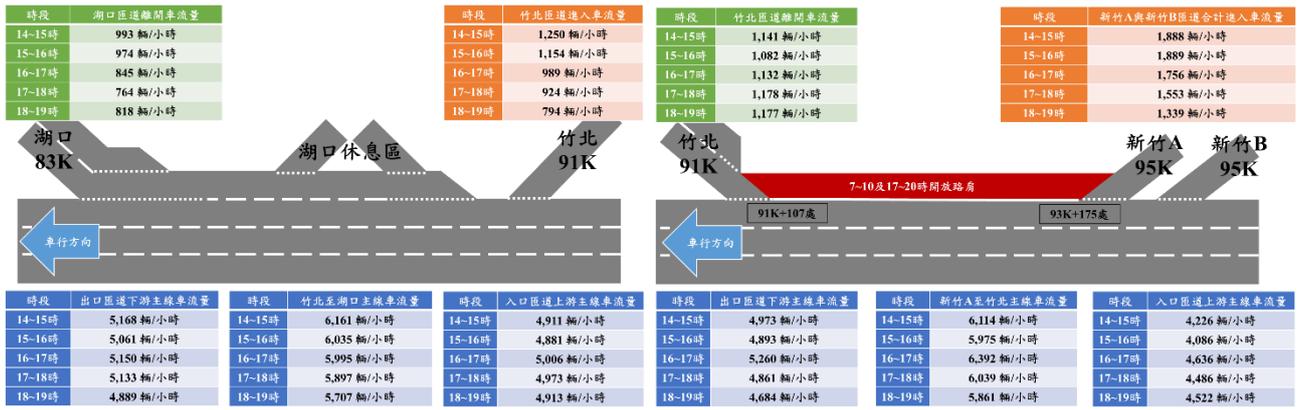


圖 17 國道 1 號新竹至湖口路段車流起訖示意圖（假日下午尖峰北向）

### 3.6.3 連續假期

#### 1. 南向

由圖 18 湖口至新竹路段上午尖峰 7 時至 12 時通過交通量之車流起訖分布，可知湖口、竹北及新竹交流道匯入、匯出之車流量每小時約 600 至 1,200 輛相較於平日及假日為少，而主線交通量最大量約每小時 5,900 輛，其與平日及假日相當，主線道路達飽和流量而發生壅塞。

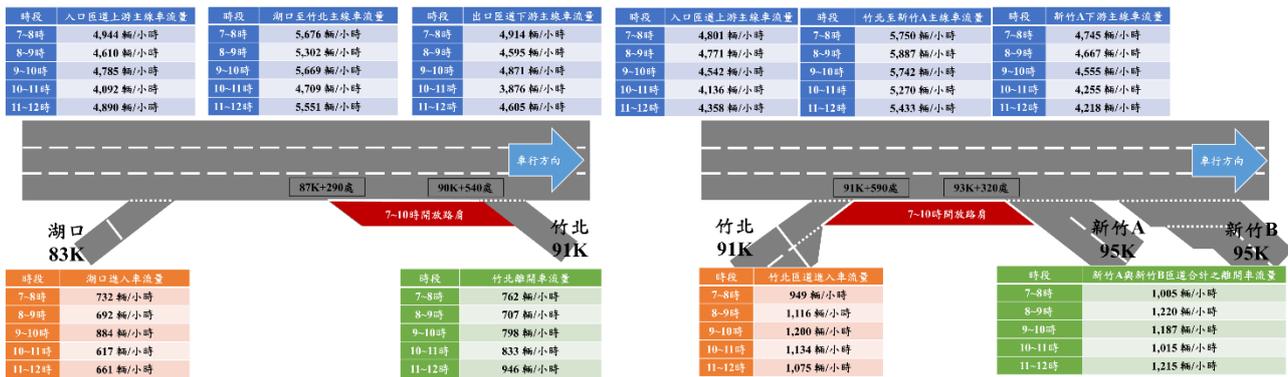


圖 18 國道 1 號湖口至新竹路段車流起訖示意圖（連假首日上午尖峰南向）

#### 2. 北向

新竹至湖口路段下午尖峰 13 時至 18 時通過交通量之車流起訖分布如圖 19 所示。由圖中可知新竹至湖口路段主線交通量較平日同路段增加，出入口匝道車流量則為減少。其中，下午平日壅塞時段內新竹與竹北交流道匯入之最大車流量分別為 3,583 輛及 1,310 輛，而連續假期分別為 1,442 輛及 1,003 輛；平日竹北及湖口之出口匝道車流量分別為 2,421 輛及 1,317 輛，連續假期同出口匝道之最大車流量僅有 1,006 輛及 822 輛，故連續假期之北向主線路段交通量約達 6,200 輛與平日北向之 6,425 輛相當，但出入口匝道匯入、匯出之流量減少。

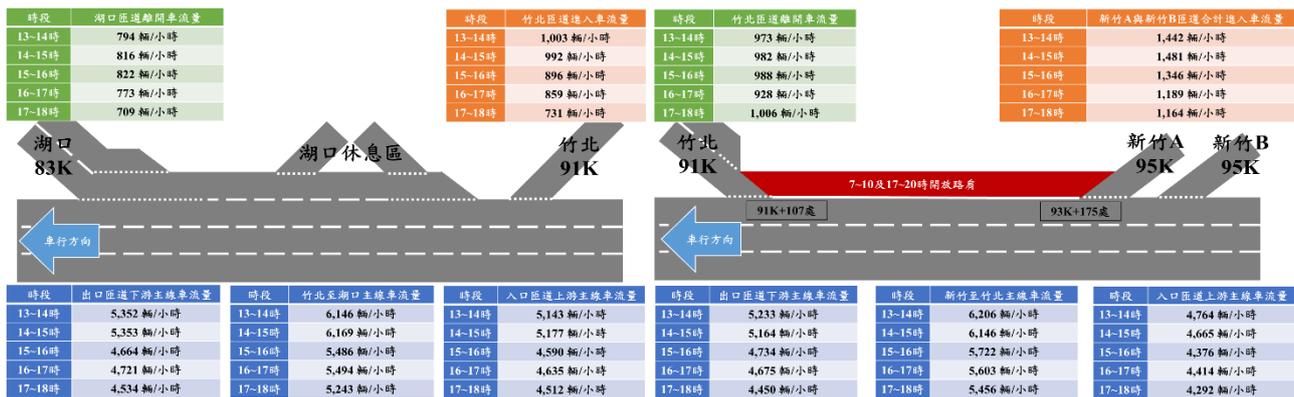


圖 19 國道 1 號新竹至湖口路段車流起訖示意圖（連假最後日下午尖峰北向）

## 四、壅塞成因分析

由前一章節探討國道 1 號雙向楊梅至頭份路段之壅塞特性後，本研究針對壅塞瓶頸路段及時段，進一步透過 VD 資料分析分車道之行駛車速變化，並與道路線型資料比對，綜合車流組成、以及路段起訖特性，探討路段壅塞之成因。

### 4.1 平日

#### 4.1.1 南向

##### 1. 湖口至竹北

而由圖 20 可知，83K+150 之 VD 位於湖口交流道出口匝道上游，其上午時段外車道之平均速度較內車道為低，且僅 84K+120 處主線平均速度低於 20 公里/小時之情形，其位於湖口交流道入口匝道上游之主線，推測湖口入口匝道大量之車流量匯入而導致壅塞。而湖口服務區下游之 88K 處為曲率半徑較小、坡度較大之下坡路段，且行駛方向面向正東方，可能因上午駕駛直視陽光導致行車視線不佳，致使道路容量受到限制。故隨著湖口入口匝道不斷匯入大量車流量，使得下游 88K+060 處達到飽和流量，即開始壅塞並往上游回堵，而位於更下游 90K+000 處之 VD 車速則較 88K+060 為高，顯示 88K 處之線型與視線問題應為造成該路段車速較慢之原因。然而下午時段於 81K+230K 處上游以及 86K+560 處皆有壅塞回堵之情形，推測因兩處皆為曲率半徑較小之下坡路段，致使道路容量受到限制，且 15 時至 19 時主線車流量亦已飽和而造成壅塞。

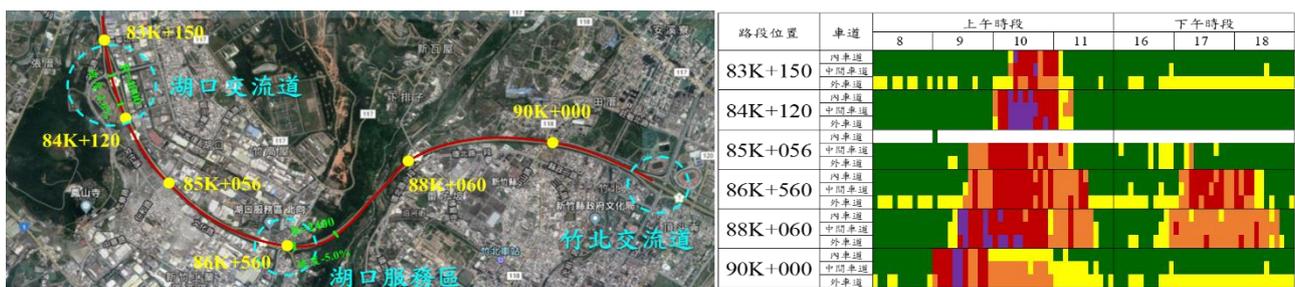


圖 20 湖口至竹北路段主線 VD 資料分析示意圖（平日南向）

## 2. 竹北至新竹

由圖 21 可知竹北交流道入口及出口匝道前後鄰近主線路段分車道之速度變化，於匝道附近之主線路段主要由外車道之速度開始下降後，內二車道之速度才開始下降，其中，90K+000 位於竹北出口上游主線路段，其內車道之壅塞紓解較外車道為快，表示外車道應有車流回堵導致上游主線發生壅塞。然而，91K+825 位於竹北入口下游之主線路段，其外車道相較內車道亦有先產生壅塞之情形，表示車流由入口匝道匯入主線，嚴重干擾主線車流使其壅塞。下游 93K+190 處為竹北入口下游以及新竹出口上游之主線路段，其外車道之嚴重情形較內車道為嚴重許多，推測竹北交流道入口匝道距離新竹交流道出口匝道太近，僅為 1.7 公里，其因車流交織而導致外車道嚴重壅塞。

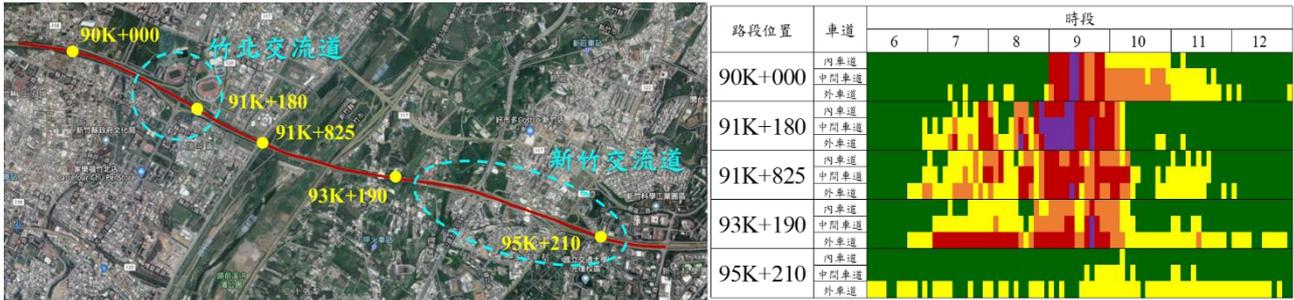


圖 21 竹北至新竹路段主線 VD 資料分析示意圖（平日南向）

### 4.1.2 北向

#### 1. 新竹系統至竹北

由圖 22 可知新竹交流道鄰近主線路段分車道之速度變化，可看出位於北上新竹 A 入口下游 92K+900 偵測器，上午時段因發生事故其內車道之平均速度均較外車道為低，且速度低於 20 公里/小時。而下午時段則相反，外車道之平均速度均較內車道為低，且外車道速度亦低於 20 公里/小時，其中 92K+900 及 92K+000 偵測器位於新竹 A 入口下游與竹北出口上游之主線路段，新竹入口與竹北出口僅相距 1.4 公里，其車流交織作用較強，使外車道易發生壅塞。因此新竹 A 入口及竹北出口大量之匯入匯出車流量，使主線達飽和流量進而壅塞回堵至上游。



圖 22 新竹系統至竹北路段主線 VD 資料分析示意圖（平日北向）

## 2. 竹北至湖口

由圖 23 可知新竹交流道鄰近主線路段分車道之速度變化，可看出位於北上新竹 A 入口下游 92K+900 偵測器，上午時段因發生事故其內車道之平均速度均較外車道為低，且速度低於 20 公里/小時。而下午時段則相反，外車道之平均速度均較內車道為低，且外車道速度亦低於 20 公里/小時，其中 92K+900 及 92K+000 偵測器位於新竹 A 入口下游與竹北出口上游之主線路段，新竹入口與竹北出口僅相距 1.4 公里，其車流交織作用較強，使外車道易發生壅塞。因此新竹 A 入口及竹北出口大量之匯入匯出車流量，使主線達飽和流量進而壅塞回堵至上游。



圖 23 竹北交流道鄰近路段主線 VD 資料分析示意圖（平日北向）

## 3. 湖口服務區至湖口

由圖 24 可知鄰近湖口交流道之主線路段分車道速度變化，其中 85K+010 偵測器位於湖口服務區入口下游與湖口出口上游之車流交織路段，且上游為曲率半徑較小、坡度較大之上坡路段，其道路容量以及平均車流速度均受到限制，故 85K+010 處外車道在壅塞時段之平均速度均低於 40 公里/小時，且於 11 時內車道之達飽和流量開始向上游回堵。另外，因湖口交流道入口匝道偵測器故障，僅彙整圖 4.1-44 為湖口交流道出口匝道之流量速度圖，由圖上可知在壅塞時段內車流量皆較於其他時段為大，且匝道速度大幅下降並產生回堵，造成主線壅塞。故湖口路段之壅塞成因應為來自湖口出口匝道回堵與上游道路線型及坡度所導致。

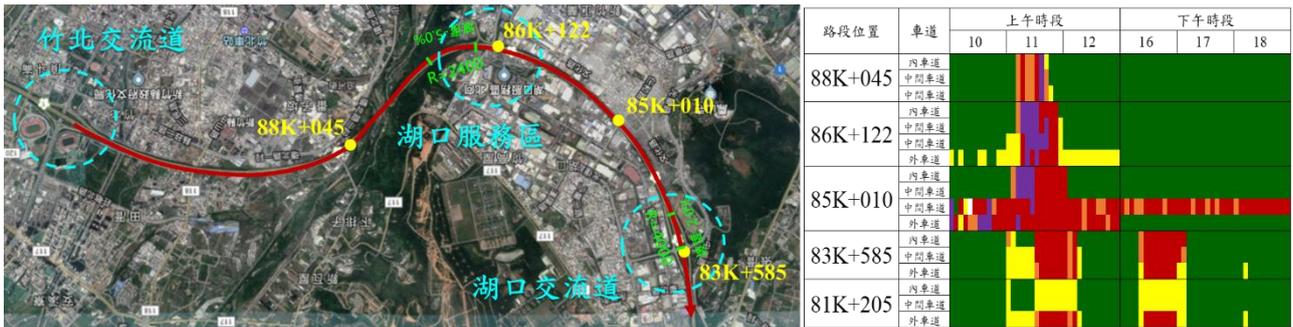


圖 24 竹北至湖口路段主線 VD 資料分析示意圖（平日北向）

## 4.2 假日

### 4.2.1 南向

#### 1. 湖口至竹北

由圖 25 與圖 20 平日相同路段比較，可知原 83K+150 位於湖口出口匝道上游，但外車道之平均速度並無受到其影響，11 時至 12 時 40 分幾乎是三車道同時發生壅塞且同時紓解。然而，湖口交流道下游為曲率半徑較小、坡度較大之下坡路段，其道路容量受到限制，故來自上游之大量穿越性車輛不斷到達，使得下游因道路線型之關係，達到道路飽和流量即開始壅塞並往上游回堵。其中，86K+560 為接近湖口服務區之主線路段，其外車道之平均速度亦有低於內車道之情形，但並無加重壅塞之狀況。



圖 25 湖口至竹北路段主線 VD 資料分析示意圖（假日南向）

#### 2. 竹北至新竹

由圖 26 則可知竹北交流道入口及出口匝道前後鄰近主線路段分車道之速度變化，其中，90K+000 與 91K+180 為主要壅塞之位置，其位於竹北出口及入口上游之主線路段，內外車道幾乎同時開始發生壅塞，反應穿越性之中長途旅次量增加，使得道路已達該路段之飽和流量而產生壅塞。

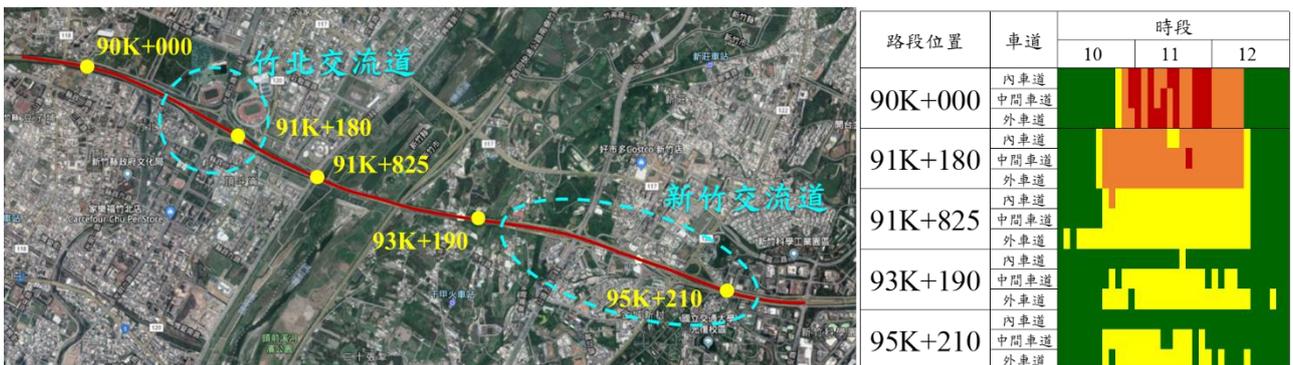


圖 26 竹北至新竹路段主線 VD 資料分析示意圖（假日南向）

## 4.2.2 北向

### 1. 新竹至竹北

由圖 27 可知新竹交流道鄰近主線路段分車道之速度變化，可看出位於 95K+910 處之偵測器壅塞最為嚴重，其平均速度具低於 20 公里/小時之情形，然而該偵測器位於新竹坡度路段之最高點，故 95K+910 下游下坡路段其壅塞狀況逐漸改善。因此大量之穿越性交通量受到道路線型影響容量受到限制，使主線達飽和流量進而壅塞，推測為新竹交流道路段壅塞之主要原因。另外，92K+900 及 92K+000 位於新竹入口下游及竹北出口上游之交織路段，故外車道之平均速度較內車道為慢。

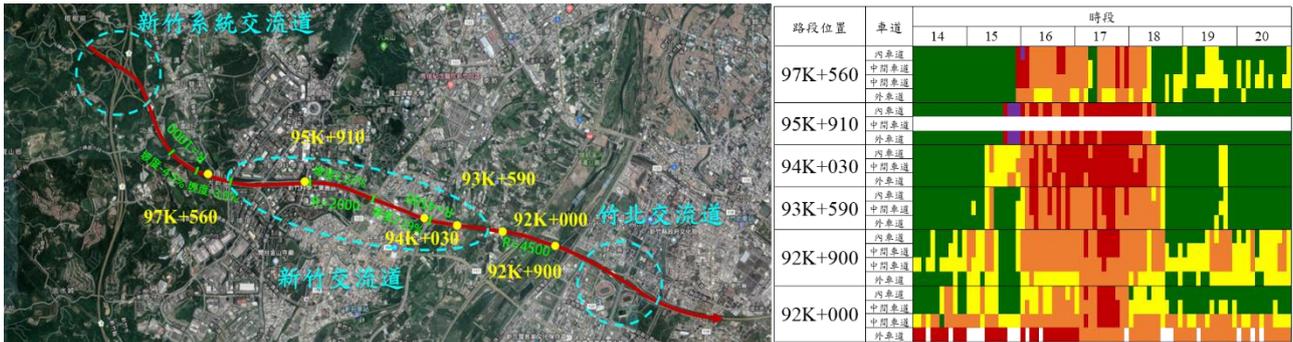


圖 27 新竹至竹北路段主線 VD 資料分析示意圖（假日北向）

### 2. 竹北至湖口服務區

圖 28 則為鄰近湖口服務區之主線路段分車道速度變化，86K+122 偵測器之上游為一坡度 5% 之上坡路段，且位於湖口服務區出口及湖口服務區入口間之主線路段，而根據圖 3.4-19 可知竹北至湖口路段於 15 時至 19 時具有大量穿越性之交通量，同時進入爬坡路段後達到道路飽和流量而發生壅塞車速下降。然而，85K+010 位於湖口服務區入口與湖口出口之間，其外車道受到交織作用之影響，其平均速度壅塞延時較為長，故湖口服務區鄰近路段之壅塞成因應為大量穿越性交通量受到道路坡度而導致。

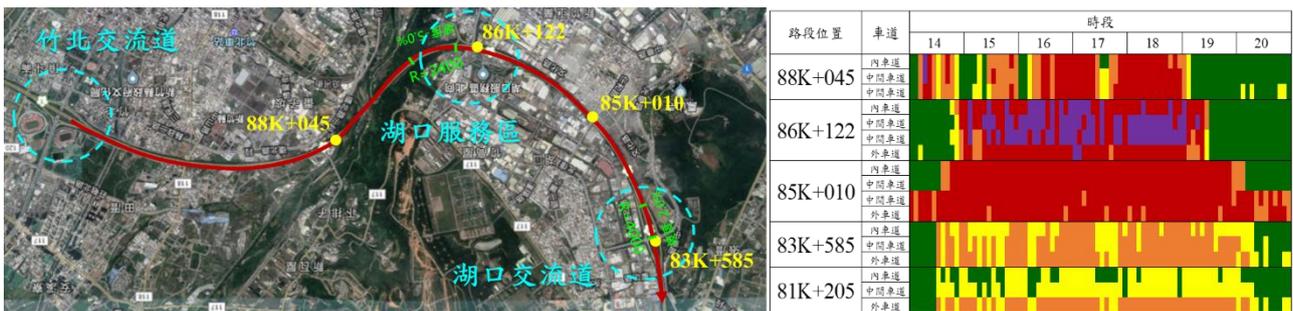


圖 28 竹北至湖口路段主線 VD 資料分析示意圖（假日北向）

### 4.3 連續假期

#### 4.3.1 南向

##### 1. 湖口至竹北

而由圖 29 與圖 20 平日相同路段比較，可知原 83K+150 位於湖口出口匝道上游，但外車道之平均速度並無受到其影響，10 時 50 分至 11 時 50 分幾乎是三車道同時發生壅塞且同時紓解。然而，湖口交流道下游為曲率半徑較小、坡度較大之下坡路段，其道路容量受到限制，故來自上游之大量穿越性車輛不斷到達，使得下游因道路線型之關係，達到道路飽和流量即開始壅塞並往上游回堵。其中，可發現部分路段其外車道之平均速度與內車道相當，甚至外車道壅塞情形較輕微，故推測湖口竹北段在連續假期受到出入口匝道匯入、匯出車流影響較少，應為大量穿越性中長程旅次使道路達飽和流量而發生壅塞。



圖 29 湖口至竹北路段主線 VD 資料分析示意圖（連假首日南向）

##### 2. 竹北至新竹

由圖 30 則可知竹北交流道入口及出口匝道前後鄰近主線路段分車道之速度變化，其中，與假日相同 90K+000、91K+180 以及 91K+180 為主要壅塞之位置，其位於竹北出口及入口上游之主線路段，內外車道幾乎同時開始發生壅塞，甚至外車道壅塞情形較內車道輕微，反應穿越性之中長途旅次量增加，使得道路已達該路段之飽和流量而產生壅塞。另外，93K+190 與 95K+210 處因接近新竹交流道之出入口匝道，且根據以上分析亦得之新竹至新竹系統除穿越性交通量增加以外，其聯外交通量亦有增加之趨勢，故外車道之壅塞情形相較內車道為嚴重，部分時段平均速度低於 20 公里/小時。



圖 30 竹北至新竹路段主線 VD 資料分析示意圖（連假首日南向）

### 4.3.2 北向

#### 1. 新竹至竹北

由圖 31 可知新竹交流道鄰近主線路段分車道之速度變化，可知與假日相似，位於 95K+910 處之偵測器壅塞最為嚴重，該偵測器位於新竹坡度路段之最高點，平均速度亦出現低於 20 公里/小時之情形，且下游為下坡路段其壅塞狀況逐漸改善。然而，該路段因大量之穿越性交通量受到道路線型影響容量受到限制，使主線達飽和流量進而壅塞，推測為連續假期新竹至竹北路段壅塞之主要原因。另外，92K+900 及 92K+000 位於新竹入口下游及竹北出口上游之交織路段，故外車道之平均速度較內車道為慢。

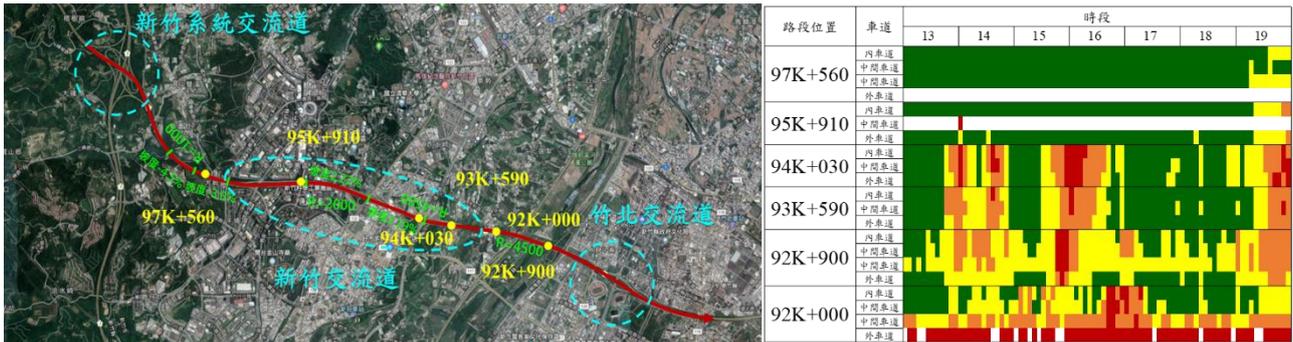


圖 31 新竹至竹北路段主線 VD 資料分析示意圖（連假最後日北向）

#### 2. 竹北至湖口服務區

圖 32 則為鄰近湖口服務區之主線路段分車道速度變化，與假日相似，86K+122 上游為一坡度 5% 之上坡路段，且位於湖口服務區出口及湖口服務區入口間之主線路段，而連續假期竹北至湖口路段於 14 時至 20 時有大量穿越性之中長程旅次，進入爬坡路段使路段平均速度下降，而上游之車流不斷到達使道路達飽和流量而發生嚴重壅塞。然而，85K+010 位於湖口服務區入口與湖口出口之間，其外車道受到交織作用之影響，其平均速度壅塞延時較為長，故湖口服務區鄰近路段之壅塞成因應為大量穿越性交通量受到道路坡度而導致。

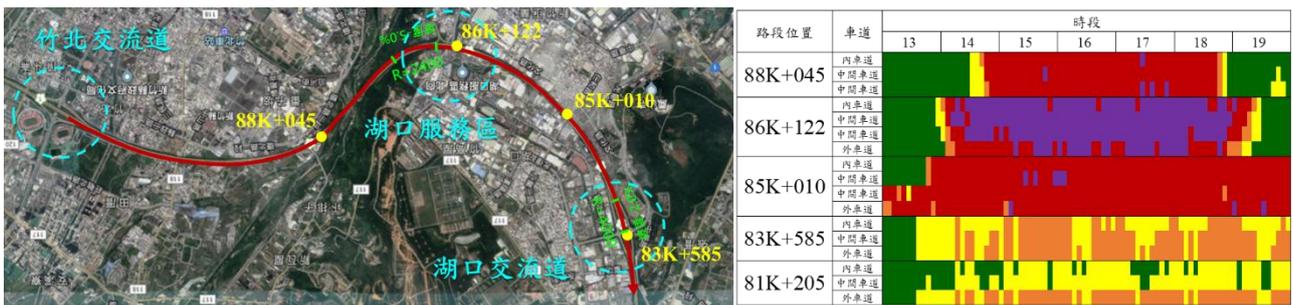


圖 32 竹北至湖口路段主線 VD 資料分析示意圖（連假最後日北向）

## 五、結論

國道 1 號南北向楊梅至頭份路段中，無論平日、假日以及連續假期以楊梅至新竹系統路段之壅塞機率較高，且該路段之歷年交通量自計程收費後逐年上升，交通量自 103 年至 107 年成長率約為 4.8%至 10.2%，其中，雖然湖口至新竹路段之交通量成長率相較其他路段為低，卻為楊梅至頭份路段中交通量較大之路段，表示壅塞時段內已達路段之飽和流量，其交通量之成長幅度有限。因此進一步分析國道 1 號湖口至新竹系統路段之平日、假日，以及連續假期壅塞成因，結果彙整如表 1 至表 3 所示。

由表 1 可知，該路段平日主要壅塞原因與大量之區內車輛有關，於尖峰時段因區內車輛及聯外車輛數增加，交流道不斷有大量匯出及匯入車流，且竹北及新竹交流道出入口距離僅 1.4 公里，大量匯出與匯入車輛之交織行為，使得高速公路主線達飽和狀況，造成壅塞回堵至上游路段。此外，湖口至竹北路段因道路曲率半徑較小且坡度較大，且上午南向車輛駕駛行駛時面向東方直視陽光，亦易導致行車視線不佳及道路容量受到限制而產生壅塞。

而由表 2 與表 3 可知，湖口至新竹路段於假日及連續假期之壅塞成因則與大量之穿越性車輛有關，而區內車輛雖已較平日為少，但所造成之車流交織行為，以及道路縱坡與曲率線型影響容量，致使主線達飽和流量而導致壅塞。

表 1 國道 1 號楊梅至頭份壅塞成因彙整表（平日）

方向	壅塞路段	壅塞時段	壅塞原因
南向	湖口至竹北	9 時 00 分 - 12 時 00 分	大量區內車輛自湖口交流道入口匝道匯入車流，而下游為曲率半徑較小、坡度較大之下坡路段，且上午駕駛行駛方向面向東方直視陽光，導致行車視線不佳及道路容量受到限制。
		15 時 30 分 - 19 時 00 分	80K 及 86K 兩處因為曲率半徑小之下坡路段，故道路容量受到限制。
	竹北至新竹	7 時 00 分 - 10 時 00 分	大量區內車輛自竹北交流道出口匯出，其車流回堵導致上游主線路段發生壅塞。且竹北交流道入口與新竹交流道出口距離僅 1.4 公里，使車流產生交織作用而導致壅塞。
北向	新竹至竹北	17 時 50 分 - 19 時 10 分	大量區內車輛自新竹交流道入口及竹北交流道出口匯入匯出，兩交流道相距僅 1.4 公里，交織作用較強使主線達飽和流量進而壅塞回堵至上游。
	竹北至湖口	11 時 00 分 - 12 時 00 分	湖口交流道出口匝道回堵與上游道路線型及坡度導致壅塞。
		17 時 50 分 - 19 時 10 分	竹北交流道出口匯出車流量大回堵導致主線壅塞，以及竹北交流道入口車流量匯入，達下游後因道路線型而容量受到限制導致壅塞並回堵。

表 2 國道 1 號楊梅至頭份壅塞成因彙整表（假日）

方向	壅塞路段	壅塞時段	壅塞原因
南向	湖口至竹北	11 時 00 分 - 12 時 30 分	湖口交流道下游因道路線型之關係，道路容量受到限制，使下游路段達到道路飽和流量導致壅塞回堵。
	竹北至新竹	9 時 30 分 - 11 時 00 分	流量已達該路段之飽和流量導致壅塞。
北向	新竹至竹北	15 時 30 分 - 18 時 30 分	受到道路線型影響容量受到限制，使主線達飽和流量導致壅塞。新竹交流道入口下游及竹北交流道出口上游之交織路段，導致外車道壅塞。
	竹北至湖口	14 時 00 分 - 20 時 00 分	進入爬坡路段後達到道路飽和流量而導致壅塞。

表 3 國道 1 號楊梅至頭份壅塞成因彙整表（連續假期）

方向	壅塞路段	壅塞時段	壅塞原因
南向	湖口至竹北	7 時 00 分 - 13 時 00 分	湖口交流道下游因道路線型之關係，道路容量受到限制，使下游達到道路飽和流量導致壅塞回堵。
	竹北至新竹	9 時 30 分 - 12 時 30 分	流量達該路段之飽和流量而導致壅塞。
	新竹至新竹系統	10 時 30 分 - 12 時 00 分	聯外及穿越性車輛增加而產生壅塞。
北向	新竹至竹北	13 時 30 分 - 20 時 00 分	容量受到道路線型影響而受限，使主線達飽和流量導致壅塞，壅塞情形較假日輕微。新竹交流道入口下游及竹北交流道出口上游之交織路段，導致外車道壅塞。
	竹北至湖口	13 時 30 分 - 20 時 00 分	進入爬坡路段後達到道路飽和流量而導致壅塞，其壅塞情形較假日嚴重。

## 參考文獻

交通部運輸研究所（2011），臺灣地區公路容量手冊。

交通部高速公路局交通資料庫，網站：<https://tisvcloud.freeway.gov.tw/>

交通部高速公路局（2015），高速公路電子收費交通資料蒐集支援系統（Traffic Data Collection System, TDCS）資料使用手冊，3.0 版。

曾平毅、林豐博、蘇振維、歐陽恬恬（2015），「臺灣高速公路坡度路段車流特性之研究」，*中華道路季刊*，第五十四卷第三期，頁 27-41。

曾平毅、林豐博、蘇振維、張瓊文（2016），「臺灣高速公路坡度路段設計之代表性車輛」，*運輸計畫季刊*，第四十五卷第一期，頁 1-22。

劉珈妤（2016），高速公路出口匝道之壅塞擴散分析--以國道一號五股交流道為例，私立中原大學土木工程學系碩士論文。

余宣（2017），時間成本函數 BPR 模式之修正分析--以臺灣國道一號為例，私立中原大學土木工程學系碩士論文。

儀衡工程技術顧問股份有限公司（2019），連續假期高速公路入口匝道封閉成效分析與未來篩選可封閉匝道方法之建立報告，交通部高速公路局交通管理組委託技術服務案。