

國道 4 號豐潭段通車之路徑旅行時間分析 與使用者均衡情境

黃啟倡¹、呂文玉²、張修榕³、曹雅琚⁴、楊世州⁵、楊欣翰⁶

摘要

本研究以國道高速公路計程電子收費階段交通資料蒐集支援系統 (Traffic Data Collection System, TDCS) 蒐集車輛上下匝道之旅次起迄資料,並使用 Google 路徑旅行時間,藉以分析通車前後不同路段之旅行時間變化程度,並得知其不同旅次起迄之交通量變化分布情形,更進一步探討在國 4 豐潭段通車後,該路網的使用者均衡情況。國 4 豐潭段通車後,國 1 豐原至大雅南北向的交通量皆呈現下降趨勢,減少比例平均約 15% 左右,顯示豐潭段通車確實吸引原本行駛國 1 豐原至大雅的車流改行駛國 4,其中,國 1 豐原至大雅(南向)旅次長度在 50 公里以下之級距,轉移的旅次約佔 57%、51~100 公里的旅次約佔 14%、101~150 公里的旅次約佔 17%、151 公里以上的旅次約佔 12%;國 1 大雅至豐原(北向)旅次長度在 50 公里以下之級距,轉移的旅次約佔 57%、51~100 公里的旅次約佔 15%、101~150 公里的旅次約佔 17%、151 公里以上的旅次約佔 11%。從旅行時間資料分析中看出,平日昏峰國 1 后里至大雅(南向)旅行時間在通車後都比通車前明顯減少;而假日昏峰在國 4 豐勢至臺中系統(西向)、國 1 台中至后里(北向)的旅行時間在通車後都比通車前明顯增加。另外有關係系統交流道的變化方面,潭子系統、臺中系統、中港系統於國 4 豐潭段通車後交通量有顯著增加,而彰化系統交通量則呈現微幅下降的趨勢。本研究分析通車後 1~12 個月之交通量變化趨勢,藉以瞭解不同路段於通車後交通趨勢變化,國 1 豐原至大雅在通車後,雙向皆明顯減少車流,且約在通車後 3 個月後交通狀態趨於穩定;而國 3 霧峰至霧峰系統在豐潭段通車後,雙向皆沒有明顯變化,僅有通車後的第一個星期的資料有些微增加的趨勢。從上述分析結果可以看出國 4 豐潭段的通車,已達到興建預期可有效分攤國 1 豐原至大雅(南下)及國 3 快官至霧峰系統(南下)之交通負擔,使用者亦根據行駛經驗,選擇合適路徑行駛來完成旅次目的,進而達到使用者均衡情境。

關鍵詞：旅行時間、旅次起迄、使用者均衡。

¹ 逢甲大學建設學院助理教授 / 兆貫交通科技有限公司負責人,臺中市西屯區文華路 100 號,04-24517250 分機 4541, canbyhuang@mail.fcu.edu.tw。

² 交通部高速公路局中區養護工程分局分局長。

³ 交通部高速公路局中區養護工程分局中區交控中心主任。

⁴ 交通部高速公路局中區養護工程分局中區交控中心副主任。

⁵ 交通部高速公路局中區養護工程分局中區交控中心幫工程司。

⁶ 交通部高速公路局中區養護工程分局中區交控中心工程司。

一、緣起

隨著城市化發展的加快，交通壅塞成為許多大都市面臨的重要挑戰之一。新闢道路被視為緩解交通壅塞的重要手段之一。然而，新闢道路的開通不僅會改變原有交通流量分佈，還會影響使用者的路徑選擇，進而影響整體交通系統的均衡。本研究範圍路段「國道4號臺中環線豐原潭子段」，以下簡稱國4豐潭段，原豐原端起點設置豐勢交流道，終點以潭子系統交流道連接台74線快速道路，構成大臺中地區完整外環高快速公路網，如圖1所示。該條道路於2023/1/16完工通車後，台中都會區東側霧峰、太平、大里及北屯地區民眾，即可利用台74線於潭子系統交流道銜接國道4號，藉由與國道1號及國道3號系統交流道北上，避開國道1號豐原大雅段及國道3號霧峰快官易壅塞路段，豐原、石岡、東勢及和平等山城地區民眾可利用豐勢交流道進出國道4號，也可利用潭子系統交流道的匝道與既有台74線作連結快速到達台中市區，國4豐潭段的通車，預期可有效分攤國1大雅—豐原及快官—霧峰系統之交通負擔，亦將強化台中都會區高快速路網內環（台74）與中環（國1、國4、國3）的連結。

本研究透過資料分析探討通車前後之匝道旅次起迄變化，及通車前後不同路段之旅行時間變化程度，得知其不同旅次起迄之交通量變化分布情形，更進一步探討在國4豐潭段通車後，該路網的使用者均衡情況。



圖1 國道4號臺中環線豐原潭子段範圍說明圖

二、文獻回顧

本文將綜合和評析有關高速公路新闢道路後車流量轉移、使用者均衡及路網均衡的相關文獻，並探討誘發需求現象。研究結果表明，新闢道路通常會引發路徑轉移，並且在一定條件下能夠提升交通系統的運作效率。然而，均衡的達成仍依賴於多方面因素的綜合作用。

2.1 新闢道路對車流量的影響

許多研究指出，新闢道路可以吸引部分原本使用其他路徑的車輛，從而減輕舊有路徑的交通壓力。例如，Johnson (2003) 發現，新闢道路開通後，原本的主幹道交通量減少了約 20%。此外，Yang et al. (2006) 的研究表明，新闢道路可以有效分散高峰期的交通流量，降低壅塞程度。然而，高速公路的新開通亦可能會導致總體車流量增加，Graham 和 Glaister (2004) 指出，新闢高速公路吸引了相鄰地區的車流，增加了該地區的交通容量，但也可能在未來導致新的壅塞問題。Duranton 和 Turner (2011) 的研究發現，新闢高速公路能夠有效分散原有主幹道路的交通壓力，使車輛從壅塞的城市道路轉移至更高效的高速公路系統。

此外，亦可能引發額外需求現象 (Induced Demand)，即交通基礎設施改善後，導致新增交通需求。Cervero (2003) 指出，高速公路的建設不僅在短期內轉移車流量，還會增加總交通需求。Noland 和 Lem (2002) 的研究顯示，美國高速公路擴建後，車流量顯著增加，這部分增加的需求不是從其他道路轉移而來，而是全新增加的出行需求。Duranton 和 Turner (2011) 的研究也支持這一觀點，指出道路擴建在長期內誘發了與擴建量相等的新增交通量，即每新增 1% 的道路容量，長期內會增加 1% 的車流量。因此，政策制定者在規劃交通基礎設施時應深入考慮誘發需求效應。Litman (2001) 建議，交通政策應關注需求管理，避免單純依賴道路擴建解決壅塞問題。另外，Noland (2001) 指出，高速公路建設促進了周邊地區的開發，帶動了住宅和商業區的擴展，進一步增加了交通需求。Hansen 和 Huang (1997) 的研究也顯示，道路建設會促進土地開發，導致更多的車輛出行需求。

2.2 路徑轉移與使用者均衡

馮正民等人 (2006) 提到了關於路線移轉行為的研究。以往的研究主要集中在探討駕駛人內心的態度和認知等潛在變量對此行為模式的影響，包括對交通資訊可靠性的認知、資訊使用頻率、對延誤的容忍度、對替代路線的熟悉程度以及改道態度等，以更真實地反映駕駛人的看法並提升模式的解釋能力。駕駛人對交通資訊的主觀看法顯著影響其路線移轉行為意圖，當駕駛人對資訊內容接受度越高時，會更願意改變行駛路線；而資訊的不完整或內心的顧慮則可能成為路線移轉的障礙，限制駕駛人的改道意圖。

新闢道路的開通通常會改變現有的交通流量模式，從而減少主要幹道的壅塞。例如，Duncan et al. (2023) 提出了一個包含路徑重疊和非現實路徑的隨機使用者均衡模型，探討了新路徑開通對交通流量的影響。Lin (2023) 提出的 N-Path Logit-Based Stochastic User Equilibrium Model 強調了使用者在路徑選擇中考慮的

感知誤差和異質性，顯示新闢道路可能會導致顯著的路徑轉移。

Wardrop (1952) 提出的使用者均衡理論指出，使用者會選擇使其通行成本最小的路徑，直到所有使用路徑的通行成本相等。Li and Huang (2017) 進一步驗證了這一理論，並發現新闢道路的開通使得部分使用者轉移到新路徑，從而緩解了原有路徑的壅塞。然而，使用者均衡的達成是一個動態過程，受多方面因素影響，包括交通管理政策、道路網絡結構以及使用者的路徑選擇偏好。近期的研究將使用者均衡與系統最佳化進行結合，提出了更加有效的交通分配模型 (Bridging the User Equilibrium and the System Optimum, 2023)。

Newell (1993) 指出，交通管理政策如收費公路、限行措施等可以有效引導使用者行為，促進系統均衡的達成。另一方面，Zhang et al. (2019) 的研究指出，使用者的路徑選擇偏好和信息獲取方式在均衡的實現中也扮演著重要角色。使用者均衡理論認為，在所有駕駛者選擇最優路徑後，任何駕駛者的路徑變更都不會降低其行駛時間 (Sheffi, 1985)。新高速公路的建設會打破原有的均衡狀態，迫使駕駛者重新調整其路徑選擇，以達到新的均衡。Ran 和 Boyce (1996) 的動態交通分配模型 (DTA) 可以模擬和預測路徑轉移行為，進一步分析新闢道路開通對整體交通網絡的動態影響。

總結而言，新闢道路的開通對交通流量分佈和使用者路徑選擇行為有著顯著的影響，通過適當的交通管理措施，可以促進使用者均衡的達成，從而提升整體交通系統的運作效率。

三、分析探討

本研究以國道高速公路計程電子收費階段交通資料蒐集支援系統 (Traffic Data Collection System, TDCS)、車輛偵測器 (Vehicle Detector, VD)、Google API 分別蒐集車輛上下匝道之旅次起迄資料、流量資料及路徑旅行時間資料，藉以得知交通量變化及不同旅次起迄之分布情形，並分析通車前後不同路段之旅行時間變化程度。國 4 豐潭段通車日為 2023/1/16，資料分析日期選定平日之通車前資料 2023/1/11-12，通車後 2023/6/06-07；假日之通車前資料 2023/1/14-15，通車後 2023/6/10-11 進行分析。

3.1 車流量變化及旅次起迄點交流道分析

本研究篩選各路段主線上 VD 進行該路段交通量分析，分別分析平日、假日的交通狀況，並將流量變化彙整以路網圖呈現，圖中數字代表通車後比通車前之流量增減數量，括弧內數字代表通車後比通車前增加交通量的百分比。

3.1.1 平日變化狀況

從圖 2 可以看出，國 1 南下豐原往大雅的日交通量減少 12,423 輛，約減少 16%。而國 4 東向後豐往豐勢的交通量則增加 11,774 輛，約增加 95%。從表 1 可以得知，在國 1 南下豐原往大雅平日全天減少的旅次量中，20 公里以下的旅次減少了 5,771 旅次，約減少 7%，差異量佔全部轉移量百分比為 34.5%，主要減少為臺中市至臺中市、南投縣、彰化縣的旅次。21 至 50 公里的旅次減少 3,768 旅次，約減少 12.9%，差異量佔全部轉移量百分比為 22.5%，主要減少為臺中市至臺中

市、南投縣，和苗栗縣至臺中市的旅次。51 至 100 公里的旅次減少 2,315 旅次，約減少 15.0%，差異量佔全部轉移量百分比為 13.8%，主要減少為新竹縣至臺中市、苗栗縣至臺中市和新竹市至臺中市的旅次。101 至 150 公里的旅次減少了 2,853 旅次，約減少 19.4%，差異量佔全部轉移量百分比為 17.1%，主要減少為桃園市至臺中市、新北市至臺中市和臺中市至臺南市的旅次。151 公里以上的旅次減少 2,021 旅次，約減少 9.0%，差異量佔全部轉移量百分比為 12.1%，主要減少為新北市至臺中市、桃園市至高雄市和臺中市至高雄市的旅次。由此可知，國 4 豐潭段通車後影響較多的旅次為短程旅次（20KM）。

表 1 平日行駛國 1 豐原至大雅南下路段之旅次長度分布

旅次長度	通車前	通車後	通車前後流量差異 (通車後 - 通車前)	差異百分比	差異量佔全部轉移量百分比 (差異程度百分比)
20 公里以下	82,914	77,143	-5,771	-7.0%	34.5%
21-50 公里	29,109	25,341	-3,768	-12.9%	22.5%
51-100 公里	15,410	13,095	-2,315	-15.0%	13.8%
101-150 公里	14,738	11,885	-2,853	-19.4%	17.1%
151 公里以上	22,530	20,509	-2,021	-9.0%	12.1%
合計	164,701	147,973	-16,728	-10.2%	100.0%

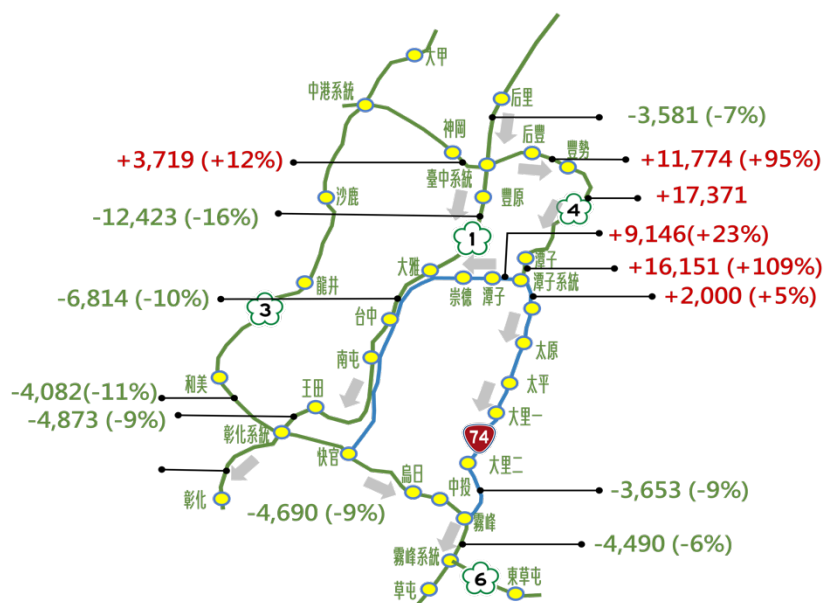


圖 2 國 4 豐潭段通車前後周遭路網之平日交通量變化（東向及南下）

從圖 3 可以看出，國 1 北上大雅往豐原的日交通量減少 15,257 輛，約減少 18%。國 4 西向豐勢往后豐的交通量則增加了 12,110 輛，約增加 99%。從表 2 得知，在國 1 北上大雅往豐原平日全天減少的旅次量中，20 公里以下旅次減少 5,946 旅次，約減少 19.0%，差異量佔全部轉移量百分比為 38.3%，主要減少為臺中市至臺中市的旅次。21 至 50 公里的旅次減少 2,962 旅次，約減少 19.0%，差異量佔全部轉移量百分比為 19.1%，主要減少為臺中市至臺中市、苗栗縣，和彰化縣至臺中市的旅次。51 至 100 公里的旅次減少 2,303 旅次，約減少 20.4%，差異量佔全部轉移量百分比為 14.8%，主要減少為臺中市至新竹縣、苗栗縣和新竹市的旅次。

101 至 150 公里的旅次減少 2,643 旅次，約減少 20.6%，差異量佔全部轉移量百分比為 17.0%，主要減少為臺中市至桃園市和新北市的旅次。151 公里以上的旅次減少約 1,662 旅次，約減少 8.3%，差異量佔全部轉移量百分比為 10.7%，主要減少為臺中市至臺北市、新北市和桃園市的旅次。由此可知，國 4 豐潭段通車後影響較多的旅次為短程旅次（20KM）。

表 2 平日行駛國 1 大雅至豐原北上路段之旅次長度分布

旅次長度	通車前	通車後	通車前後流量差異 (通車後 - 通車前)	差異百分比	差異量佔全部轉移量百分比 (差異程度百分比)
20 公里以下	31,344	25,398	-5,946	-19.0%	38.3%
21-50 公里	15,553	12,591	-2,962	-19.0%	19.1%
51-100 公里	11,294	8,991	-2,303	-20.4%	14.8%
101-150 公里	12,813	10,170	-2,643	-20.6%	17.0%
151 公里以上	20,079	18,417	-1,662	-8.3%	10.7%
合計	91,083	75,567	-15,516	-17.0%	100.0%

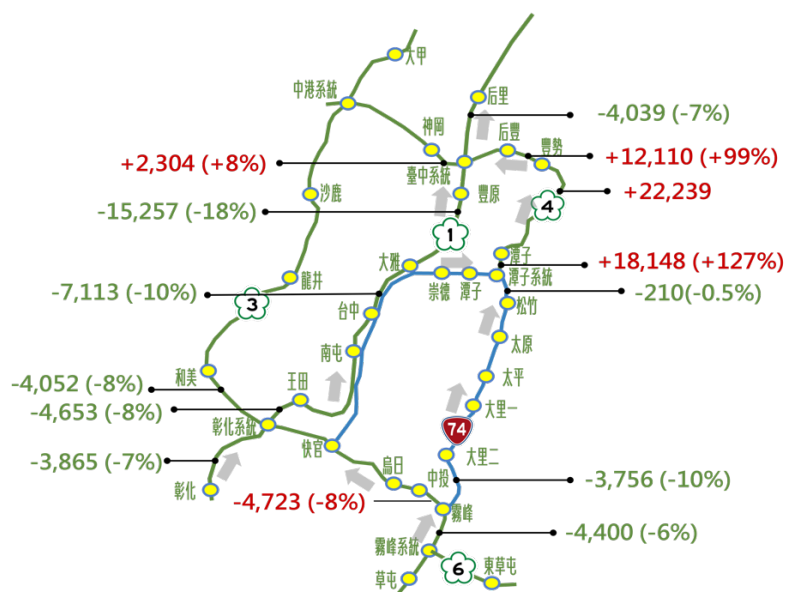


圖 3 國 4 豐潭段通車前後周遭路網之平日交通量變化（西向及北上）

此外，從表 3 還可以看出，上述的旅次多來自潭子系統轉移，其次是臺中系統，而彰化系統和霧峰交流道則相對較少。

表 3 系統交流道轉向比例（平日）

路段		國1/國3 「彰化系統」		國4/台74 「潭子系統匝道」				國3/台74 「霧峰交流道」				國1/國4 「台中系統」	
行駛方向		國3北轉 國1北上	國1南轉 國3南下	國4東行 往台74霧 峰	國4東行 往台74快 官	台74西 向 往國4西 行	台74東 向 往國4 西行	國3南 > 台74	國3北 > 台74	台74 > 國3 南	台74 > 國3 北	國1南下 轉國4東 行	國4 西行 轉國1北 上
平日	通車前 每日車流量	6,600	14,644	9,634	4,957	9,513	3,015	7,893	14,811	6,101	14,811	2,715	2,687
	通車後 每日車流量	6,221	13,462	23,655	8,294	21,204	8,173	7,210	13,626	5,860	13,626	8,742	9,123
	變化量	-380	-1,183	14,021	3,338	11,692	5,158	-683	-1,186	-242	-1,186	6,027	6,436
	變化率	-6%	-8%	146%	67%	123%	171%	-9%	-8%	-4%	-8%	222%	240%

3.1.2 假日變化狀況

從圖 4 可以看出，國 1 南下豐原往大雅的日交通量減少 10,139 輛，約減少 14%。而國 4 東向后豐往豐勢的交通量則增加了 16,469 輛，約增加 139%。從表 4 可以得知，在國 1 南下豐原往大雅的週日全天減少的旅次量中，20 公里以下的旅次減少 3,105 旅次，約減少 4.1%，差異量佔全部轉移量百分比為 37.5%，主要減少為臺中市至臺中市和南投縣的旅次。21 至 50 公里的旅次減少 2,932 旅次，約減少 9.0%，差異量佔全部轉移量百分比為 35.5%，主要減少為苗栗縣至臺中市、臺中市至臺中市和南投縣的旅次。51 至 100 公里的旅次減少 425 旅次，約減少 1.9%，差異量佔全部轉移量百分比為 5.2%，主要減少為對新竹縣至臺中市、新竹市至臺中市和苗栗縣至臺中市的旅次。101 至 150 公里的旅次減少 1,228 旅次，約減少 5.5%，差異量佔全部轉移量百分比為 14.8%，主要減少為桃園市至臺中市和新北市至臺中市的旅次。151 公里以上的旅次增加 580 旅次，約增加 1.7%，差異量佔全部轉移量百分比為 7.0%，主要增加的旅次為臺中市至屏東縣、高雄市、新北市至嘉義縣。由此可知，國 4 豐潭段通車後影響較多的旅次為短程旅次（20KM）。

表 4 假日行駛國 1 豐原至大雅路南下路段之旅次長度分布

旅次長度	通車前	通車後	通車前後流量差異 (通車後 - 通車前)	差異百分比	差異量佔全部轉移量百 分比(差異程度百分比)
20 公里以下	76,051	72,946	-3,105	-4.1%	37.5%
21-50 公里	32,728	29,796	-2,932	-9.0%	35.5%
51-100 公里	22,520	22,095	-425	-1.9%	5.2%
101-150 公里	22,524	21,296	-1,228	-5.5%	14.8%
151 公里以上	33,999	34,579	580	1.7%	7.0%
合計	187,822	180,712	-7,110	-3.8%	100.0%

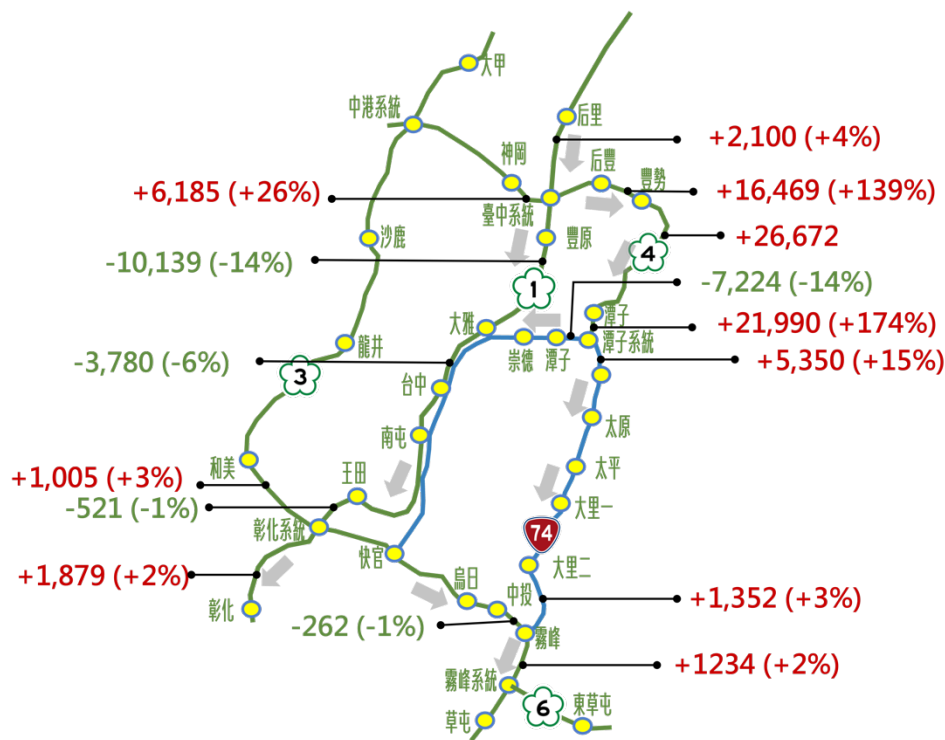


圖 4 國 4 豐潭段通車前後周遭路網之假日交通量變化（東向及南下）

從圖 5 可以看出，國 1 北上大雅往豐原的日交通量減少 11,035 輛，約減少 13%。國 4 西向豐勢往后豐的交通量則增加了 18,265 輛，約增加 141%。從表 5 得知，在國 1 北上大雅往豐原的假日全天減少的旅次量中，20 公里以下的旅次減少 4,940 旅次，約減少 18.8%，差異量佔全部轉移量百分比為 34.7%，主要減少為臺中市至臺中市的旅次。21 至 50 公里的旅次減少 3,603 旅次，約減少 20.5%，差異量佔全部轉移量百分比為 25.3%，主要減少為對臺中市至臺中市、苗栗縣的旅次，及彰化縣至臺中市的旅次。51 至 100 公里的旅次減少 1,879 旅次，約減少 12.1%，差異量佔全部轉移量百分比為 13.2%，主要減少為對臺中市至新竹縣、苗栗縣和新竹市的旅次。101 至 150 公里的旅次減少 2,173 旅次，約減少 12.1%，差異量佔全部轉移量百分比為 15.3%，主要減少為臺中市至桃園市和新北市的旅次。151 公里以上的旅次減少 1,623 旅次，約減少 6.1%，差異量佔全部轉移量百分比為 11.4%，主要減少為臺中市至新北市的旅次。由此可知，國 4 豐潭段通車後影響較多的旅次為短程旅次（20KM）。

表 5 假日行駛國 1 大雅至豐原北上路段之旅次長度分布

旅次長度	通車前	通車後	通車前後流量差異 (通車後 - 通車前)	差異百分比	差異量佔全部轉移量百分比 (差異程度百分比)
20 公里以下	26,222	21,282	-4,940	-18.8%	34.7%
21-50 公里	17,544	13,941	-3,603	-20.5%	25.3%
51-100 公里	15,547	13,668	-1,879	-12.1%	13.2%
101-150 公里	18,001	15,828	-2,173	-12.1%	15.3%
151 公里以上	26,399	24,776	-1,623	-6.1%	11.4%
合計	103,713	89,495	-14,218	-13.7%	100.0%

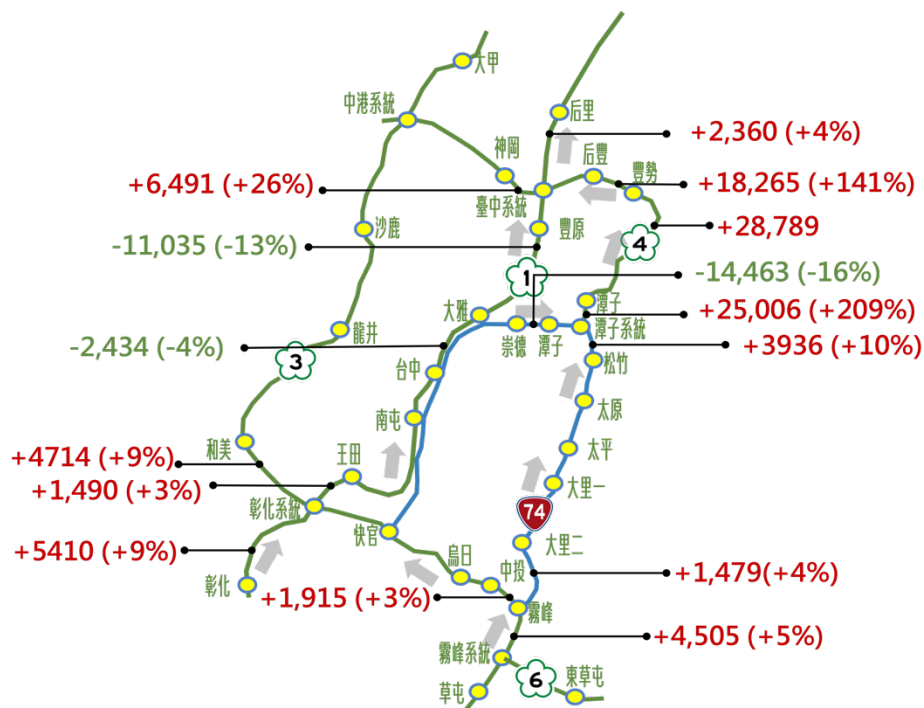


圖 5 國 4 豐潭段通車前後周遭路網之假日交通量變化（西向及北上）

再從表 6 可以看出，上述的旅次大部分來自潭子系統的轉移，其次是臺中系統，而彰化系統和霧峰交流道的旅次轉移則相對較少。

表 6 系統交流道轉向比例（假日）

路段		國 1/國 3 「彰化系統」		國 4/台 74 「潭子系統匝道」				國 3/台 74 「霧峰交流道」				國 1/國 4 「台中系統」	
行駛方向		國 3 北轉 國 1 北上	國 1 南轉 國 3 南下	國 4 東行 往台 74 霧峰	國 4 東行 往台 74 快官	台 74 西 向 往國 4 西 行	台 74 東 向 往國 4 西 行	國 3 南 往台 74	國 3 北 往台 74	台 74 往國 3 南	台 74 往國 3 北	國 1 南下 轉國 4 東 行	國 4 西 轉國 1 北上
假日 (週日)	通車前 每日車 流量	4,839	11,773	7,799	4,123	8,263	2,543	5,600	11,382	5,290	11,382	2,984	3,262
	通車後 每日車 流量	4,761	11,868	26,980	8,503	28,266	9,391	5,398	11,003	5,637	11,003	12,182	12,218
	變化量	-78	95	19,181	4,380	20,003	6,848	-202	-379	347	-379	9,198	8,956
	變化率	-2%	1%	246%	106%	242%	269%	-4%	-3%	7%	-3%	308%	275%

3.2 路徑旅行時間變化分析

本研究撰寫 API 程式擷取 Google 路徑旅行時間資料，分析國 4 豐潭段通車前後可能受影響的路徑，包括平面及高快速公路部分，透過比較平日和假日不同日期的旅行時間變化。將通車後路段的旅行時間與通車前作差異比較，並以差異程度作為分級顏色，利用 QGIS 上繪製路網圖，以便顯示通車前後的旅行時間差異程度。

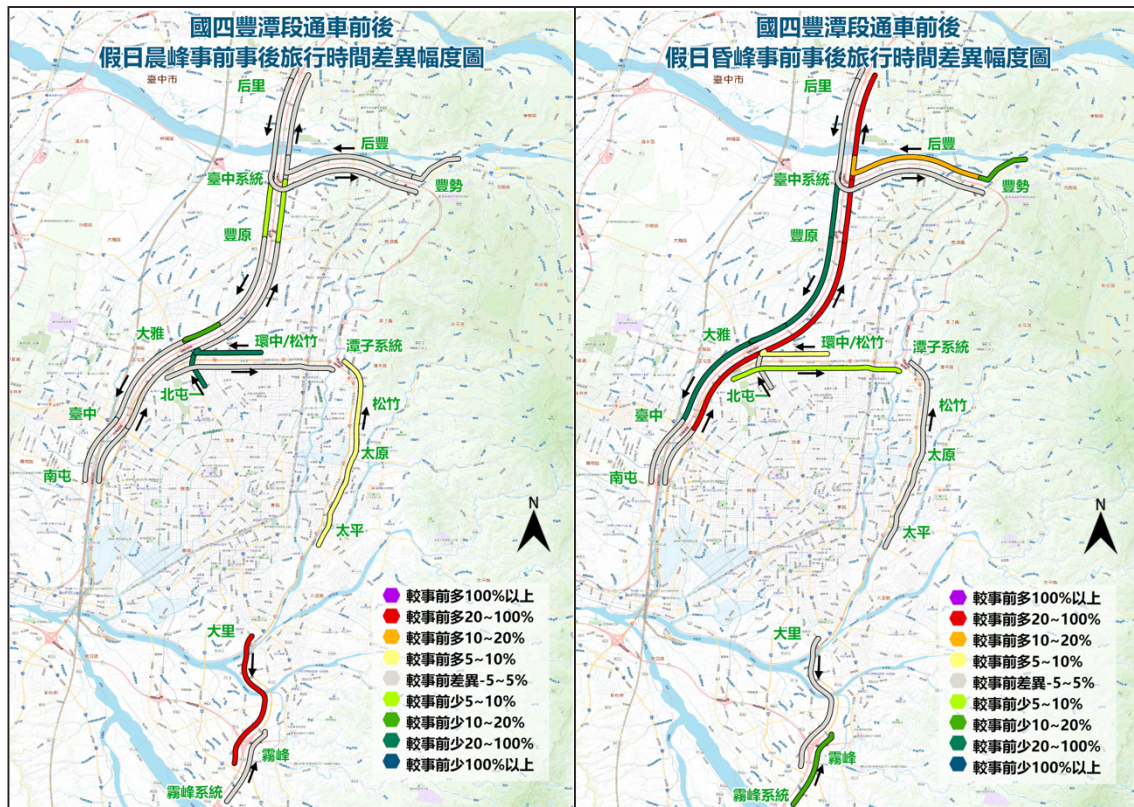


圖 7 國 4 豐潭段通車前後周邊路網旅行時間差異比較分析圖（假日）

3.3 使用者均衡分析

從前面的章節知道，國 4 豐潭段的通車確實轉移了國 1 雙向大雅至豐原的交通量，且多屬短程旅次（20KM）差異量約佔全部轉移量 35% 左右，而這些轉移的交通量主要透過潭子系統交流道、臺中系統交流道進行轉移，因此本研究為瞭解使用者對於新闢道路開通後，在路徑選擇上，使用者在考量時間成本等因素下，使用者的選擇行為會趨於平衡，路網交通趨勢趨於穩定。因此，本研究選擇三個路段進行探討分析，分別為國 1 豐原至大雅、國 4 潭子至潭子系統、國 3 霧峰至霧峰系統，並導入 1 年內的交通量變化分析。

從圖 8 可以觀察到，國 4 豐潭段通車後，國 1 豐原至大雅路段的雙向交通量均顯著減少。通車後的第一週內，北上交通量微幅下降，這種現象可能是用路人對新闢道路進行短期的試行，通車一個月後，交通量即顯著下降，當用路人逐漸瞭解國 1 豐原至大雅路段與新開通的國 4 豐潭段的旅行時間差異後，將會自行選擇最合適的道路作為主要的通勤路徑。可看出通車後南北向交通量約 3 個月後，交通趨勢逐漸穩定。

從圖 9 可以看出，國 4 豐潭段通車後，國 4 潭子至潭子系統從通車後一個月的交通量即顯著增加，顯示出原先使用國 1 豐原至大雅路段的交通已轉移至國 4 豐潭段。西向的交通量約 2 個月交通趨勢就逐漸穩定，至於東向約的交通量約 5 個月交通趨勢就逐漸穩定。

而從圖 10 可以觀察到，國 4 豐潭段通車後，國 3 霧峰至霧峰系統路段的雙向交通量沒有明顯變化，僅在通車後的第一週有些微增加的趨勢，通車後的一個

月內交通趨勢就趨於穩定，主要可能是因該路段離國 4 距離較遠，用路人選擇的路徑考量上可能受較多因素影響，如旅行時間、道路壅塞狀況等，因此在該路段與通車前相較沒有明顯交通量大的變化及轉移。

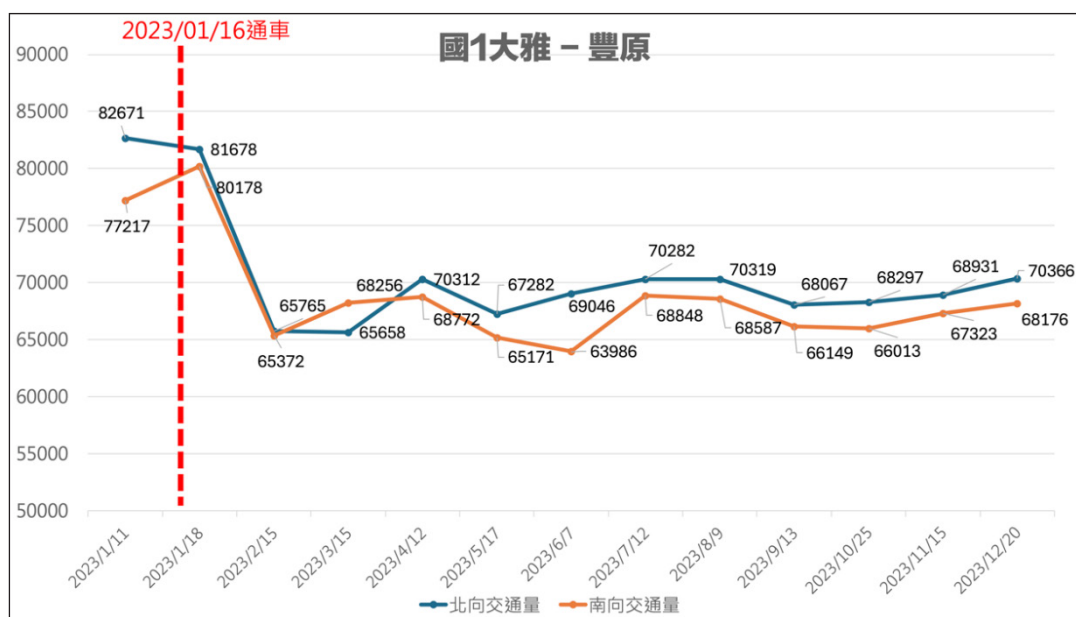


圖 8 國 4 豐潭段通車後國 1 大雅 - 豐原交通趨勢變化圖

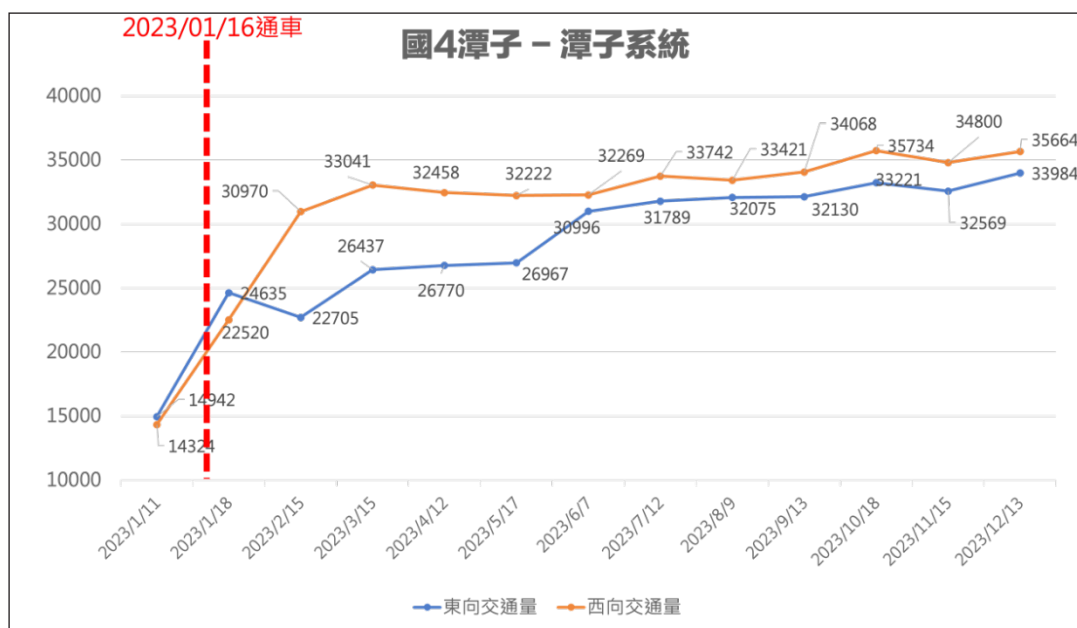


圖 9 國 4 豐潭段通車後國 4 潭子系統 - 潭子交通趨勢變化圖

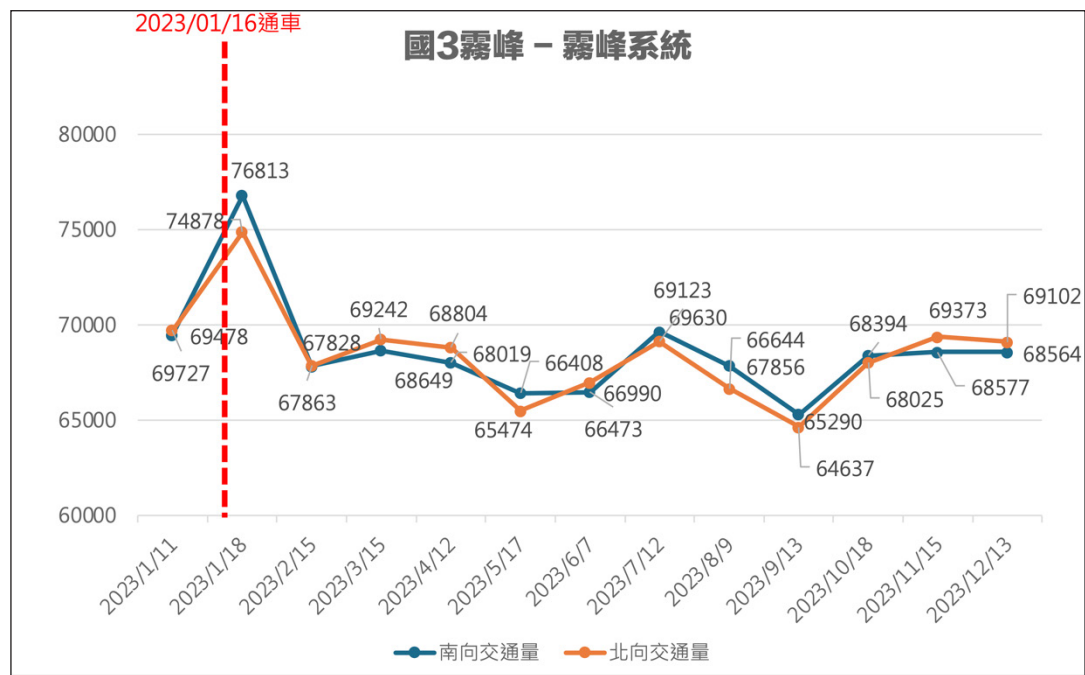


圖 10 國 4 豐潭段通車後國 3 霧峰系統 - 霧峰交通趨勢變化圖

四、結論

國 4 豐潭段通車後，國 1 豐原至大雅雙向的交通量皆顯著減少，平日減少範圍約在 12,000 至 16,000 輛左右，減少比例平均約 16%~18%，而國 4 后豐至豐勢雙向平日增加範圍約在 11,000 至 13,000 輛左右，增加比例平均約 95%~99%。這顯示出國 4 豐潭段通車確實吸引了原本行駛國 1 大雅至豐原路段的交通流量轉移至國 4。而轉移的旅次多屬短程旅次（20KM）差異量約佔全部轉移量 35% 左右，主要為臺中市往返臺中市，臺中市至南投縣、彰化縣的旅次，而這些轉移的交通量主要透過國 4 潭子系統交流道，及國 1 臺中系統交流道進行轉移。轉移的交通量在平日晨峰時段，造成了國 4 西向豐勢至臺中系統、台 74 西向太平至潭子系統通車後的旅行時間明顯增加，亦減少平日昏峰時段國 1 南下后里至臺中、國 4 臺中系統至豐勢的旅行時間，改善了交通狀況。而假日昏峰國 1 南下大雅至豐原通車後轉移至國 4 豐潭段，使旅行時間減少，亦改善了交通狀況。另國 1 北上大雅至豐原雖於通車後交通量減少，但假日昏峰時，國 4 往西透過臺中系統轉國 1 北上的交通量與國 1 北上主線交通量產生交織影響，導致國 1 北上后里至臺中間產生衝擊波現象，致使發生交通壅塞情況。

本研究為瞭解使用者的選擇道路行駛路徑來完成其旅次目的之均衡狀況，分析了通車後 1 年主要路段交通量的變化趨勢，以瞭解不同路段在通車後的交通趨勢變化。從研究結果得知，國 1 大雅至豐原路段的雙向交通量均顯著減少，當用路人逐漸瞭解國 1 大雅至豐原路段與新開通的國 4 豐潭段的旅行時間差異後，會自行選擇最合適的道路作為主要的通勤路徑，該路段約 3 個月後，交通趨勢才會逐漸穩定，而在通車後原先使用國 1 雙向大雅至豐原路段的交通已轉移至國 4 豐潭段，在國 4 潭子系統至潭子西向的交通量約 2 個月交通趨勢就逐漸穩定，至於東向的交通量約 5 個月交通趨勢才逐漸穩定。研究發現，離國 4 豐潭段較遠的國 3 霧峰至霧峰系統路段的雙向交通量則沒有明顯變化，僅在通車後的第一週有些

微增加的趨勢，通車後的一個月內交通趨勢就趨於穩定，主要可能是因該路段離國4豐潭段距離較遠，用路人選擇的路徑考量上可能受較多因素影響，如旅行時間、道路壅塞狀況等，致使該路段與通車前相較沒有明顯交通量大的變化及轉移。

因此，用路人根據行駛經驗及路徑旅行時間等考量因素，選擇最適合的路徑來完成旅行目的，進而達到使用者的均衡情境。

參考文獻

- 馮正民、郭奕姝 (2007)，路線資訊類型對高速公路小汽車駕駛人路線移轉行為之影響，運輸計劃季刊，第三十六卷第四期，頁480、483。
- Duncan, L. C., Watling, D. P., Connors, R. D., Rasmussen, T. K., & Nielsen, O. A. (2023). "Formulation and solution method of bounded path size stochastic user equilibrium models", *Journal of Transportation Studies*.
- Lin, D. Y. (2023). "An N-Path Logit-Based Stochastic User Equilibrium Model", *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*.
- Bridging the User Equilibrium and the System Optimum in Static Traffic Assignment: A Review. (2023). *4OR - A Quarterly Journal of Operations Research*.
- Rodriguez, D., et al (2012). "The Impact of Highway Expansion on Population Growth and Land Use Change: An Integrated Modeling Approach", *Transport Policy*, 29, 71-82.
- Duranton, G., & Turner, M.A. (2011). "The Fundamental Law of Road Congestion: Evidence from US cities. *American Economic Review*", 101(6), 2616-2652.
- Litman, T. (2006). "The Future Isn't What It Used To Be: Changing Trends And Their Implications For Transport Planning", *Victoria Transport Policy Institute*.
- Graham, D.J., & Glaister, S. (2004). "Road Traffic Demand Elasticity Estimates: A Review", *Transport Reviews*, 24(3), 261-274.
- Cervero, R. (2003). Road Expansion, Urban Growth, and Induced Travel: A Path Analysis. *Journal of the American Planning Association*, 69(2), 145-163.
- Noland, R.B., & Lem, L.L. (2002). "Induced Travel: A Review of Recent Literature and the Implications for Transportation and Environmental Policy", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 7(1), 1-26.
- Litman, T. (2001). "Generated Traffic and Induced Travel: Implications for Transport Planning", *ITE Journal*, 71(4), 38-47.
- Noland, R.B. (2001). Relationships between Highway Capacity and Induced Vehicle Travel. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 35(1), 47-72.
- Hansen, M., & Huang, Y. (1997). "Road Supply and Traffic in California Urban Areas. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*", 31(3), 205-218.
- Ran, B., & Boyce, D. (1996). *Modeling Dynamic Transportation Networks: An Intelligent Transportation System Oriented Approach*. Springer.

- Sheffi, Y. (1985). *Urban Transportation Networks: Equilibrium Analysis with Mathematical Programming Methods*. Prentice-Hall.
- Beckmann, M.J., McGuire, C.B., & Winsten, C.B. (1956). *Studies in the Economics of Transportation*. Yale University Press.
- Wardrop, J.G. (1952). "Some Theoretical Aspects of Road Traffic Research. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*", 1(3), 325-378.

