

圓環行車動線與標線改造評估 -以臺南市後甲圓環為例

Evaluation of Roundabout lane and marking modification -Take the Houjia Circle in Tainan City as an example.

張祐馨 Yu-Hsin Chang¹

蔡怡玟 Yi-Wen Tsai¹

溫谷琳 Ku-Lin Wen²

摘要

臺南市城市道路空間規劃構想，承襲過去於日治時期之臺南市舊城區路網規劃為圓環與放射線道路做為路網幾何依據，造就現今臺南多處圓環之景象，現今共有九處圓環於臺南市市區。圓環在交通號誌與道路設計方面存在不一致性和標示牌不易理解之因、不合理的車道配置等問題，而臺南市多處圓環於車流高峰時期出現車流溢流、停滯現象、駕駛不熟悉等問題，導致臺南用路人之行車效率與安全降低。因此，本研究旨以臺南市東區後甲圓環為例，以後甲圓環現況為基準之前提下，對於原有之圓環標線與行車動線提出建議方案。研究結果顯示當前後甲圓環當前效率問題，且提出之方案效率方面皆優於原先圓環路網，這些建議方案有助於提升圓環的交通流動性與安全性。本研究以法規與工程面提出綜合研擬方案，以提高圓環行車效率，並希望能夠為臺南市圓環的設計和管理提供有價值的參考，同時對其他台灣地區或其他國家的類似交通設施改善提供借鑒。

關鍵詞：圓環、道路標線改造、交通控制。

一、緣起

圓環作為城市道路規劃中的特殊交通設施，具有其獨特的特點和功能，可增加行車效率與安全。臺南市總共可看到多達九個圓環存在於市區的道路交通系統中。這些圓環源於日治時期的城市空間配置規劃，旨在方便巡邏和救災。然而，隨著時間的推移，交通號誌和道路斷面的變化，以及圓環設計和標示牌面不一致，導致圓環使用者常常感到困惑，甚至造成交通事故的發生。根據臺南市政府統計，圓環的事故率偏高，其中主要的肇事型態為繞行圓環的機車與右轉出圓環的汽車碰撞，這些事故不僅對交通參與者的安全造成威脅，也對交通流動性和效率產生不良影響。

¹國立成功大學交通管理科學系研究生。

²國立成功大學交通管理科學系助理教授（聯絡地址：70101 臺南市東區大學路1號成功大學交通管理科學系；電話：06-2757575 轉 53203；E-mail: 11108038@gs.ncku.edu.tw）。

高雄市政府交通局於民國 111 年 9 月施工改善前金區中華五福圓環，拆除部分分隔島、調整動線，讓機車也能直行。完工後，機車便無需繞行圓環，有效提升動線的直覺性與便利性。臺南市歸仁圓環於民國 111 年 12 月完成圓環標線改造工作，透過重新布設使圓環車流使用路人更具安全與效率性。金門縣政府於榜林圓環設置槽化標線及反光桿，並請求環內車先行，以維護行車安全。目前也尚有許多圓環正在實施改造計畫，以冀於保持效率的同時，建造令人更為信任且富有效率的道路環境。本研究為改善臺南市圓環的行車動線和標線問題，主要以臺南市東區後甲圓環為例進行深入研究。本研究首先分析該圓環的交通特點和問題，並提出相應的改善建議，並透過交通模擬軟體評估實施可行性，旨在提升圓環的行車效率和安全性，具體研究內容將涵蓋以下方面，第二章為文獻回顧、第三章為動線方案規劃準則、第四章進行模擬與分析，最後提出本研究之結論。

1.1 研究目的與範圍

本研究的目標是通過分析後甲圓環的交通量數據，以及利用 SUMO(Simulation of Urban Mobility)模擬軟體模擬改造前後的車流和車道配置規劃。我們將主要集中在後甲圓環路段的平均旅行效率進行分析。綜合考慮圓環的特點和限制，提出相應的行車動線和標線改造方案，以期能夠有效提升交通流動性和安全性。本研究研究路段及路口如圖 1 計畫範圍圖所示。



圖 1 計畫範圍圖

二、文獻回顧

2.1 圓環改善案例

過去關於改善圓環道路環境中，(Pilko, Mandžuka et al. 2017)表示圓環需同時優化交通效率與交通安全，以達到友善的交通環境。作者運用多標準與同步多目標優化(multi-objective optimization, MOO)方法量化以解決無交通號誌之圓環，以獲得最佳化的圓環幾何設計元素與車與人的流量。(Ma, Liu et al. 2013)提出了一種綜合優化模型，同時優化信號化圓環交叉口的車道標線和時序。該模型利用先行圖和排隊圖方法將信號設置應用於進口道和圓環車道，形成統一的相位結構。通過案例研

究和敏感性分析，驗證了該模型的有效性和適用性。該模型的特點還包括能夠設定多個控制目標，以滿足具體需求和操作特點，以及節省成本、降低延遲、提高容量等優勢相對於傳統信號化交叉口的性能提升。

2.2 圓環之優缺點

依據台灣公路容量手冊(交通部運輸研究所, 2022)第十五章所述，圓環之優缺點分述如下。

1.圓環交岔路口之優點：

- (1)圓環妥善設計，在低於某一臨界交通量下，可提供連續不斷之交通流動，避免不必要之延誤。
- (2)車輛在圓環內循同一方向流動，無對向車流之干擾，消除了正面衝突機會，同時環內車速較低，安全性較高。
- (3)適合多條道路交岔口，可避免複雜號誌時相設計以及駕駛人對多時相之迷惑。
- (4)圓環內之分出與併入等交通流量，均為單一方向操作，極適用於左轉車流較多之路口。
- (5)設置與維修費用較低於立體交流道。

2.圓環交岔路口之缺點：

- (1)圓環容量較設計妥善之號誌時制路口容量小。
- (2)用地面積大，於寸土寸金之市區殊不經濟。
- (3)行人穿越交岔口破壞車輛進出圓環之連續性，而車輛對行人穿越亦有危險。
- (4)圓環交通量超過一臨界值時，延滯將驟增，極易造成交通擁擠及混亂。

三、案例交叉口現況特性與分析

3.1 道路幾何特性分析

本研究研究圓環為臺南市東區後甲圓環，由中華東路一段與裕農路交織，兩道路之詳細說明如下：

1.中華東路一段

現況路寬約 23 公尺，環內採分隔島實體分隔，雙向各劃設 3 快車道，快車道寬為 3.5 公尺，無設置路肩。

2.裕農路

現況路寬約 23 公尺，環內採分隔島實體分隔，雙向各劃設 3 快車道，快車道寬為 3.5 公尺，無設置路肩。

3.環外道路

現況路況約為 7 公尺，設有 2 機慢車道，機慢車道寬為 3 公尺，無設置路肩，路邊有劃設紅線禁止停車。

道路幾何現況與車道配置如表 1 道路路段之幾何現況所示，道路現況街景照片如圖 2 研究計畫範圍道路現況街景圖所示。

表 1 道路路段之幾何現況

路名	路寬 (m)	車道數			人行道	分隔型態	停車管制現況 (紅線)
		快車道	混合車道	機慢車道			
中華東路一段	23	3	-	-	無	實體	有
裕農路	23	3	-	-	無	實體	有
環外道路	7	-	2	-	無	-	有

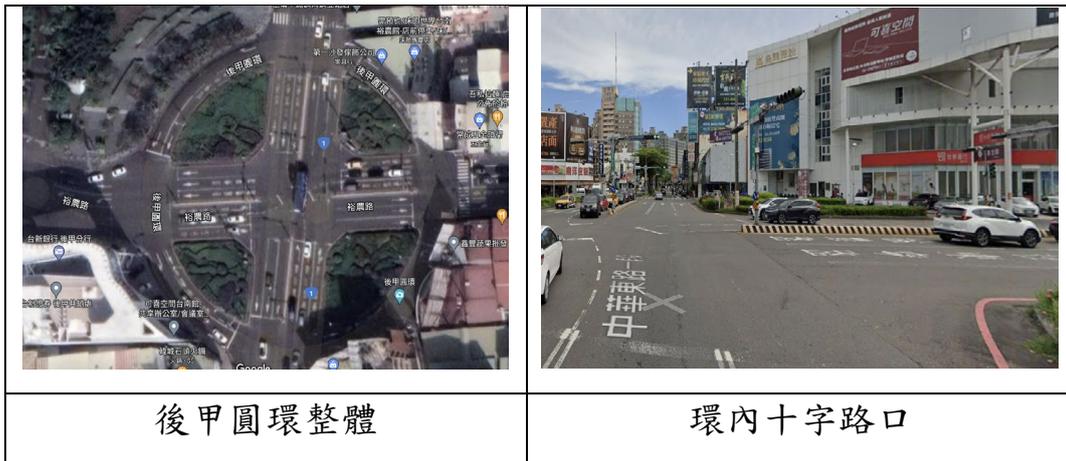


圖 2 研究計畫範圍道路現況街景圖

3.2 路段交通量歷史資料

本研究為瞭解後甲圓環交通量，參考臺南市政府交通局中華民國 104 年臺南市市區道路交通量調查及分析結案報告書，根據該計畫調查分析，路段交通量歷史資料如下：

3.2.1 中華東路

中華東路之路段交通量調查路段共計 7 處，包括下列 7 處路段：

1. 中華東路(小東路—凱旋路)
2. 中華東路(凱旋路—後甲圓環)
3. 中華東路(後甲圓環—裕農路 446 巷)

- 4.中華東路(裕農路 446 巷—東門路)
- 5.中華東路(東門路—崇善路)
- 6.中華東路(崇善路—崇明路)
- 7.中華東路(崇明路—大同路)

中華東路平日晨峰時在後甲圓環以北路段以往北方向(往永康區方向)交通量較多，服務水準介於 B~C 級，昏峰時交通量明顯較晨峰多，但方向性較不明顯，於昏峰時段雙向交通量皆大，服務水準降為 E~F 級。假日時段該計畫調查路段僅後甲圓環至凱旋路，晨昏峰路段交通量方向性較不明顯，服務水準為 B~C 級，昏峰交通量明顯較晨峰多。

表 2 平日中華東路晨峰路段交通量

路段		尖峰時間	方向	容量 (PCU)	流量 (PCU)	V/C
起點	迄點					
小東路	凱旋路	07:15~08:15	往南	2,200	1,423	0.65
凱旋路	小東路	07:15~08:15	往北		1,642	0.75
凱旋路	後甲圓環	07:20~08:20	往南	2,200	1,502	0.68
後甲圓環	凱旋路	07:15~08:15	往北		1,627	0.74
後甲圓環	裕農路 446 巷	07:20~08:20	往南	2,200	1,306	0.59
裕農路 446 巷	後甲圓環	07:05~08:05	往北		1,405	0.64
裕農路 446 巷	東門路	07:20~08:20	往南	2,200	1,525	0.69
東門路	裕農路 446 巷	07:10~08:10	往北		1,348	0.61
東門路	崇善路	07:15~08:15	往南	2,200	1,437	0.65
崇善路	東門路	07:20~08:20	往北		1,288	0.59
崇善路	崇明路	07:00~08:00	往南	2,200	1,313	0.60
崇明路	崇善路	07:10~08:10	往北		1,205	0.55
崇明路	大同路	07:05~08:05	往南	2,200	1,627	0.74
大同路	崇明路	07:00~08:00	往北		1,568	0.71

資料來源:臺南市市區道路交通量調查及分析結案報告書

表 3 平日中華東路昏峰路段交通量

路段		尖峰時間	方向	容量 (PCU)	流量 (PCU)	V/C
起點	迄點					
小東路	凱旋路	18:00~19:00	往南	2,200	2,202	1.00
凱旋路	小東路	17:50~18:50	往北		2,372	1.08
凱旋路	後甲圓環	17:10~18:10	往南	2,200	1,759	0.80
後甲圓環	凱旋路	17:00~18:00	往北		1,682	0.76
後甲圓環	裕農路 446 巷	17:20~18:20	往南	2,200	1,762	0.80
裕農路 446 巷	後甲圓環	17:10~18:10	往北		2,608	1.19
裕農路 446 巷	東門路	17:20~18:20	往南	2,200	1,753	0.80
東門路	裕農路 446 巷	17:10~18:10	往北		1,626	0.74
東門路	崇善路	17:25~18:25	往南	2,200	1,733	0.79
崇善路	東門路	17:00~18:00	往北		1,608	0.73
崇善路	崇明路	17:45~18:45	往南	2,200	1,620	0.74
崇明路	崇善路	17:15~18:15	往北		1,524	0.69
崇明路	大同路	17:15~18:15	往南	2,200	2,031	0.92
大同路	崇明路	17:05~18:05	往北		2,497	1.13

資料來源:臺南市市區道路交通量調查及分析結案報告書

表 4 假日中華東路晨峰路段交通量

路段		尖峰時間	方向	容量 (PCU)	流量 (PCU)	V/C
起點	迄點					
凱旋路	後甲圓環	11:00~12:00	往南	2,200	1,298	0.59
後甲圓環	凱旋路	11:00~12:00	往北		1,199	0.54

資料來源:臺南市市區道路交通量調查及分析結案報告書

表 5 假日中華東路昏峰路段交通量

路段		尖峰時間	方向	容量 (PCU)	流量 (PCU)	V/C
起點	迄點					
凱旋路	後甲圓環	17:25~18:25	往南	2,200	1,456	0.66
後甲圓環	凱旋路	17:25~18:25	往北		1,530	0.70

資料來源:臺南市市區道路交通量調查及分析結案報告書

根據歷史交通量資料之平假日比較分析，當時南紡夢時代即將開幕營運，中華東路的車流量將明顯增加，且後甲圓環是連接中山高速公路仁德交流道及通往市區主要道路。平日晨峰多為通勤(學)旅次，往北方向(往永康方向)車流量較多，昏峰多為返家旅次，往南方向車流量較多，假日時段則反之。

3.2.2 裕農路

裕農路之路段交通量調查路段共計 1 處，包括：

1. 裕農路(後甲圓環—中山高)

裕農路沿線以往商混合區及文教區為主，係臺南市東區通往永康與仁德的要道，可藉由後甲圓環銜接東寧路或中華東路通往市區，故晨昏峰時以往西方向(往臺南後火車站)交通量較多，服務水準為 B~C 級。裕農路離峰時段交通量較晨昏峰少，離峰服務水準為 B 級。

表 6 假日裕農路晨峰路段交通量

路段		尖峰時間	方向	容量 (PCU)	流量 (PCU)	V/C
起點	迄點					
後甲圓環	中山高	10:45~11:45	往東	2,000	873	0.44
中山高	後甲圓環	11:00~12:00	往西		1,113	0.56

資料來源:臺南市市區道路交通量調查及分析結案報告書

表 7 假日裕農路昏峰路段交通量

路段		尖峰時間	方向	容量 (PCU)	流量 (PCU)	V/C
起點	迄點					
後甲圓環	中山高	17:05~18:05	往東	2,000	1,027	0.51
中山高	後甲圓環	17:00~18:00	往西		1,267	0.63

資料來源:臺南市市區道路交通量調查及分析結案報告書

3.3 路邊、路外停車系統現況

本研究研究範圍內之圓環內道路皆設有紅線，禁止停車。

3.4 行人系統現況

行人安全議題近年來逐漸被重視並廣泛的討論，人行道、人行陸橋、行穿線等皆是保護行人安全的重要設施，本研究圓環周圍皆設有行穿線供行人穿越路口，惟西向行穿線設置離圓環較遠，靠近南紡夢時代之西北側設有時代公園供行人行走。

3.5 大眾運輸系統現況

圖 3 本研究範圍附近大眾運輸系統場站圖。圓環內無設置公車站牌，附近有南紡購物中心站、中華東路二段站及後甲站。



圖 3 本研究範圍附近大眾運輸系統場站圖

3.6 時制計畫現況

本研究於民國 111 年 12 月 21 日中午 12:30 至現場進行調查作業，後甲圓環內為特殊早開遲閉併左轉保護五時相，中午時段之時制計畫如表 8 所示：

表 8 平日中午後甲圓環時制計畫表

行車方向	分相號	綠燈(s)	黃燈(s)	全紅(s)	週期(s)
中華東路南北向	I	40	3	2	120
中華東路左轉	II	4	3	2	120
裕農路早開	III	5	3	2	120

裕農路南北向	IV	35	3	2	120
裕農路左轉	V	13	3	2	120

四、設計動線方案規劃之準則

4.1 車道寬度設計標準

根據營建署市區道路及附屬工程設計規範(內政部, 2023), 市區道路橫斷面設置單元尺寸表, 主要道路之汽車道最小 ≥ 3 公尺, 慢車道則以 ≥ 3.5 公尺適宜, 後甲圓環約為半徑 50 公尺之圓環, 於方案擬定時, 本研究參考此規範來規畫車道配置及車道寬度, 如表 9 所示。

表 9 市區道路橫斷面設置單元尺寸表

斷面單元		道路功能分類	
		主要道路	備註
汽車道		≥ 3.0 (最小)	
最外側車道	一般	≥ 3.0 (最小)	非實體分隔設計, 騎車到之最小寬度比照 2.2.1 節辦理, 且不宜大於 4.5 公尺。
	實體分隔	> 4.5 (宜)	實體分隔設計且為單一車道時, 車道家路肩寬度宜大於 4.5 公尺。
機車道	一般	≥ 1.5 (最小)	多機車道之車道總寬不宜小於 2.5 公尺。
		≥ 2.5 (多車道)	
	實體分隔	≥ 3.0 (最小)	受限於道路寬度且機車道旁設有汽車道者, 其寬度不得小於 2.5 公尺。
慢車道	一般	≥ 2.0 (最小)	當各車道寬度已採本規範最小值設計時, 道路寬度仍不足者, 得將慢車道之最小寬度由 2 公尺調整為 1.5 公尺。
	實體分隔	≥ 3.5 (宜)	
		≥ 2.5 (最小)	

單位：公尺

4.2 車種分流設計

本研究亦考慮車種分流及車種混流在安全性及道路使用效率上孰輕孰重。若干研究皆顯示在相同車流量的條件下，前後車速差越大時，事故發生機率越高；又有其他研究顯示機車因靈活性較汽車高上許多，在面對前方障礙物或較慢速車輛時，有更高的機會能閃避障礙物或慢速車輛，因此將速度相對穩定的汽車集中在快車道、靈活性高的機車集中在機慢車優先道在路段中是相對安全的作法，車速較慢的機車騎士不會行駛快車道，減少遭汽車或大型車輛撞擊之風險，速度較快者也可輕易超越慢速機車。車種分流最重要之優點在於當機車與其他機車發生事故時，傷亡程度定較機車與大型車輛發生事故小，又因事故是隨機性發生的，為減少事故傷亡程度，交通管理單位如此之做法相對合理。在效率方面，因汽車要超越前車之難度較機車高上許多，機車因其靈活性高而較不受前方慢速車輛之影響，因此讓速度相當的汽車集中在快車道、靈活性較高之機車集中在慢車道，對於道路使用方面有較高的效率。

目前後甲圓環的設計，機車須繞道，跟高雄的中華五福圓環的設計有點相像，不過後甲圓環外環部分是設置紅線不能停車的，但還是有一些商家跟違停，機車也必須與轉彎的車流交織，其實這裡隱含了蠻大的意外風險，因此，本研究預計透過模擬的方式，探討行車動線改造是否能夠提升道路使用效率。據營建署市區道路及附屬工程設計規範之市區道路橫斷面設置單元尺寸表，主要道路之汽車道最小 ≥ 3 公尺，慢車道則以 ≥ 3.5 公尺適宜，後甲圓環約為半徑 50 公尺之圓環，於方案擬定時，本研究會參考此規範來規畫車道配置及車道寬度。

五、交通模擬與分析

本研究運用 Simulation of Urban MObility (SUMO) 交通微觀模擬軟體進行模擬，SUMO 為德國航空太空中心研發，具多種工具支持交通模擬仿真。透過創建模擬路網模擬道路環境、定義可行使車種與車流量。於模擬參數設置部分，車種設計小客車與普通重型機車做為模擬車種。並透過相關參數進行模擬，包含時制計畫與車流量，時制計畫部分依照實地探勘與錄影結果進行模擬，並分析相關績效與運行結果，進而提出相關討論。

5.1 方案模擬與績效評估

本研究應用實地探勘之車流量資料 (2022/12/20 平日下午 1 時) 與時制計畫進行模擬校分析，小客車與普通重型機車設計速限為 50 km/hr。模擬地形參考台南市後甲圓環，詳細資料可參考第三章所提及之車道寬度、車道配置以及車種分流，本研究擬定兩種方案與現況進行模擬比較，評估的績效有平均旅行時間、車道損失時間與平均停等延滯，以下就兩種方案進行說明：

5.1.1 僅十字路口通行

本方案為將後甲圓環規劃為僅十字路口，車道配置於裕農路及中華東路一段皆為雙向共 8 車道，2 左轉快車道，4 直行混合車道，2 直行右轉混合車道，號誌

時制採用左轉保護四時相，原本環外道路可規劃為綠地使用，如圖 4 所示。



圖 4 僅十字路口方案示意圖

5.1.2 僅圓環通行

本方案為將後甲圓環規劃為大圓環，汽車與機車皆行駛於環外道路，車道配置一共為 4 車道，分為外側、中側與內側，供車輛分出、併入、穿越及交織，採用無號誌化路口，中間原本十字路口之環內道路亦可參考湯德章圓環規劃為綠地，如圖 5 所示。



圖 5 僅圓環方案示意圖

本研究之詳細模擬流程圖如圖 6 所示。車流量部分主要以裕農路與中華東路一段過去車流數據作為車流數據參考來源，當中又分為小客車車流與普通重型機車車流兩種，環內小客車車流轉向比共分為三方向-左轉、直行與右轉，依序車流

比例分配數值為 20%、50%、30%。普通重型機車部分因無左轉路徑，故直行與右轉轉向比分別為 60%與 40%，詳細車流量如表 10 所示。

表 10 車流模擬轉向比

路段	方向	環內十字路口 汽車車流量 (輛)	環內汽車 轉向比例分配 (%)			環外 機慢車道 (輛)		環外機慢車 轉向比例分配 (%)		
			左	直	右	汽車 車流量	機車 車流量	左	直	右
裕農路	往東	1048	20%	50%	30%	524	524	-	60%	40%
	往西	1336				668	668	-	60%	40%
中華東路一段	往南	1558				779	779	-	60%	40%
	往北	1439				719	719	-	60%	40%

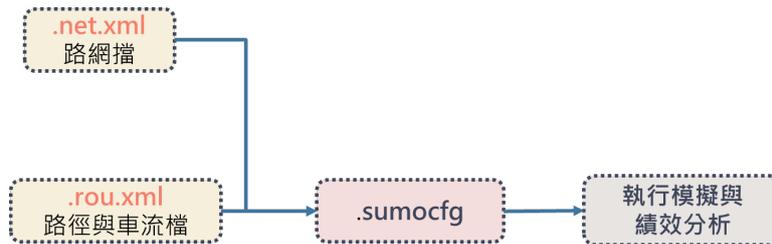


圖 6 模擬流程示意圖

5.2 情境分析與結果

5.2.1 方案運行結果

方案模型運行概況如圖 7 至圖 9 所示，在圖片中，以顏色作為平均車輛速度的示意圖，顏色參考彩虹顏色順序作為依據，越接近紅色部分代表車速為 0 m/s，表示可能具有擁塞情況，或是正在等待綠燈通行；越接近紫色則代表車速越快，並無阻塞現象產生。車速單位為 m/s。

1. 原方案運行結果

圖 7 為原方案模擬示意圖，可以發現不論號誌切換於何時相，圓環之十字路口與圓環皆處於壅塞現象，顯示整個環內平均速度為 0 m/s，需要採取相關改善設施以減緩道路阻塞現象。

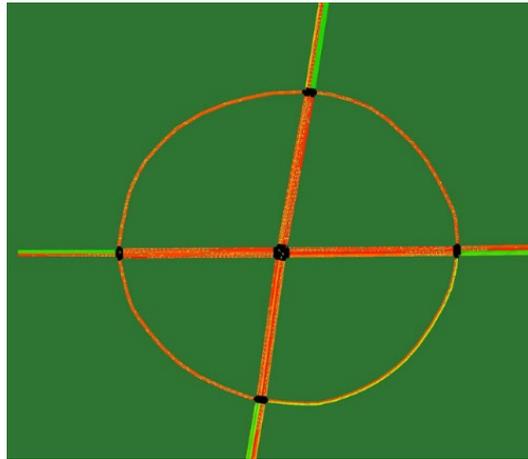


圖 7 原路口時制模擬示意圖

2. 僅十字路口通行運行結果

圖 8 為僅十字路口通行模擬概況，可以發現除了因停等紅燈而造成速度為 0 m/s 外，對向路段平均秒速約為黃色階段，黃色階段秒速約為 8.33m/s，約等於時速 30km/hr，顯示雖然仍有壅塞，但整體流動較高。

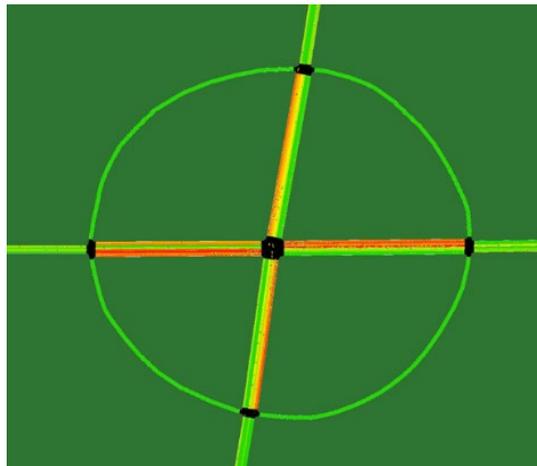


圖 8 僅十字路口通行模擬示意圖

3. 僅圓環通行運行結果

圖 9 為僅圓環通行模擬概況，因無號誌於此情境內，因此此情境紅色階段屬於行駛車速為 0 m/s。由圖 9 可發現，雖然在進入圓環前的路段雖有壅塞，但車輛進入圓環後，運行較為流暢。平均車速更可到達 45~55km/hr。

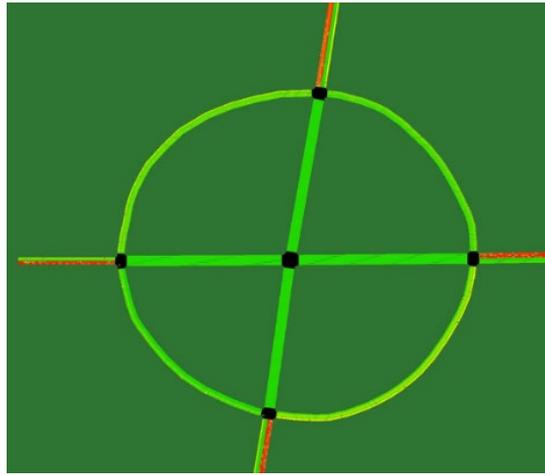


圖 9 僅圓環通行模擬示意圖

4.綜合比較

本研究對於三方案之相關產出績效進行彙整，如表 11 所示。績效指標包含平均道路長度、平均車速、平均旅行時間與平均等時間、平均車輛損失時間與平均平等延滯時間。平均車速部分以方案 3 為最佳選擇，平均車速為 30kph。平均旅行時間、等待時間、損失時間與停等延滯則為方案 2 較佳，平均通過此圓環旅行時間為 128 秒；平均旅行時間則為 68 秒；平均車輛損時時間為 90 秒；平均停等延滯時間為 245 秒。情境分析結果顯示，改善後之兩方案皆較優於原路口方案，符合本研究原先計畫緣起之結果外。除此之外，本研究於效率與安全方面進行綜合考量，認為方案 2-僅十字路口通行為較佳的改善方案。

表 11 三方案情境分析績效表

方案	1.原方案	2.僅十字路口通行	3.僅圓環通行
平均道路長度(m)	617.18	500.65	764.52
平均車速(m/s)	2.71	7.42	8.46
平均旅行時間(s)	423.35	127.57	167.1
平均等待時間(s)	293.79	67.22	71.62
平均車輛損失時間(s)	377.75	90.63	110.65
平均停等延滯時間(s)	296.43	245.25	429.54

六、結論與建議

6.1 結論

臺南因為日治時期的城市規劃而有眾多圓環，當時規劃後的道路有助於巡邏、救災，然而卻未能與時俱進，目前的圓環缺乏對於車流的適當導引與衝突改善，並不能達到兼顧安全與效率的設計需求。本研究根據公路容量手冊之準則來評估現況及兩種模擬方案，在臨界交通量的部分，若圓環妥善設計，在低於某一臨界交通量下，可提供連續不斷之交通流動，避免不必要之延誤。而當圓環交通量超過一臨界值時，延滯將驟增，極易造成交通擁擠及混亂，可以看到模擬出來的結果，現況的部分其實都是很壅塞的。

從安全的角度而言，因為車輛在圓環內循同一方向流動，無對向車流之干擾，消除了正面衝突機會，同時環內的線形正常來講會使得車速降低，安全性較高。

而以路口類型來看，圓環適合設計於多岔路口，可避免複雜號誌時相設計以及駕駛人對多時相之疑惑，而後甲圓環為十字路口圓環。因此，本研究認為十字路口方案較佳。容量部分，若妥善設計號誌可以使得十字路口的容量比圓環的容量來的佳，如表 12 所示。

表 12 本研究方案比較表

評估優劣準則	現況/圓環方案	十字路口方案
臨界交通量	X 圓環交通量超過一臨界值時，延滯將驟增	O
安全性	O 環內循同一方向移動，安全性較高	X
路口類型	X 適合多岔路口	O 後甲圓環僅為十字路口圓環
容量	X 容量不大	O 妥善設計號誌可使容量大
行人行進影響 車流之連續性	X 較高	O 較低

註：O 表示本研究方案以評估準則比較後，認為較優者；X 則為較劣。

6.2 研究限制與建議

本研究於 SUMO 建置各車道車流方向較難針對單一車道及單一車種進行紅燈右轉之設定，模擬時，並不如預期順利，因此於車道設定及號誌時制計畫輸入軟體

時皆有簡化，未來研究可以針對此項目調整修改，以更符合現況。

未來亦可針對臺南市九個不同圓環分別模擬，了解不同設計的圓環是否有適合改造行車動線設計。

最後，關於行人於圓環行進或穿越路段之安全性，後甲圓環位在南紡購物中心附近，有一定的人流，而我們當天在實地調查的時候過馬路也是相當危險的，行人穿越交岔口與車輛進出圓環有所衝突，影響車輛的續進，而車輛對行人穿越亦有造成危險之可能。後續可透過新增行人人流對於圓環交通流之安全與效率之影響。

參考文獻

- 交通部運輸研究所 (2022)。2022 年臺灣公路容量手冊。載於。
<https://www.iot.gov.tw/cp-78-209735-38e67-1.html>.
- 內政部 (2023)。市區道路及附屬工程設計規範。載於
<https://myway.cpami.gov.tw/wiki/wikiSession/1022>.
- 臺南市交通局(2022). "歸仁圓環標線大改造，車輛通行動線大不同." 檢自：
https://www.tainan.gov.tw/News_Content.aspx?n=13370&s=7938015.
- 臺南市交通局(2015). 臺南市市區道路交通量調查及分析結案報告書 檢自：
安得工程顧問有限公司.
- 李增汪(2020). "榜林圓環設置槽化標線及反光桿改善路況." 檢自：
https://www.kinmen.gov.tw/News_Content2.aspx?n=98E3CA7358C89100&sms=BF7D6D478B935644&s=DD7281D9103D7B82&Create=1.
- 林巧璉(2022). "高雄中華、五福路圓環 預計 10 月 5 日開放機車直行." 聯合新聞網。檢自：<https://udn.com/news/story/7327/6656238>.
- 溫正衡(2021). "臺南 9 處圓環號誌都不同 用路人易混淆事故率偏高." 公視新聞網。檢自：<https://news.pts.org.tw/article/518928>.
- Ma, W., Y. Liu, L. Head and X. Yang (2013). "Integrated optimization of lane markings and timings for signalized roundabouts." *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 36: 307-323.
- Pilko, H., S. Mandžuka and D. Barić (2017). "Urban single-lane roundabouts: A new analytical approach using multi-criteria and simultaneous multi-objective optimization of geometry design, efficiency and safety." *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 80: 257-271.