

# 第十五章 圓環

## 目 錄

|                           | 頁次    |
|---------------------------|-------|
| 15.1 緒論.....              | 15-1  |
| 15.2 圓環特性分析 .....         | 15-1  |
| 15.2.1 圓環特點.....          | 15-1  |
| 15.2.2 圓環基本特性.....        | 15-2  |
| 15.2.3 間距接受特性.....        | 15-4  |
| 15.2.4 進入路口流向分布 .....     | 15-5  |
| 15.3 交織段及圓環容量 .....       | 15-8  |
| 15.4 服務水準及劃分標準 .....      | 15-11 |
| 15.5 分析方法.....            | 15-12 |
| 15.6 應用例題.....            | 15-12 |
| 15.6.1 例題 1：車道無分隔之圓環..... | 15-12 |
| 15.6.2 例題 2：車道有分隔之圓環..... | 15-16 |
| 參考文獻.....                 | 15-20 |

## 圖目錄

|                            | 頁次   |
|----------------------------|------|
| 圖 15.1 有車道分隔之圓環操作型式圖 ..... | 15-3 |
| 圖 15.2 圓環基本操作行為 .....      | 15-3 |
| 圖 15.3 車輛併入圓環示意圖 .....     | 15-4 |
| 圖 15.4 交織示意圖 .....         | 15-5 |
| 圖 15.5 車輛離開圓環示意圖 .....     | 15-5 |
| 圖 15.6 車道無分隔交織段之車流分布 ..... | 15-6 |
| 圖 15.7 車道有分隔交織段之車流分布 ..... | 15-6 |

## 表目錄

|                                 | 頁次    |
|---------------------------------|-------|
| 表 15.1 交織段與路口代號順序 .....         | 15-7  |
| 表 15.2 車道寬調整因素 .....            | 15-10 |
| 表 15.3 坡度調整因素 .....             | 15-10 |
| 表 15.4 地區型態調整因素 .....           | 15-10 |
| 表 15.5 右轉調整因素 .....             | 15-11 |
| 表 15.6 服務水準指標 .....             | 15-11 |
| 表 15.7 輸入資料 .....               | 15-13 |
| 表 15.8 尖峰 15 分鐘流率與交織折減容量 .....  | 15-15 |
| 表 15.9 交織段容量 .....              | 15-15 |
| 表 15.10 交織段及圓環的容量與服務水準 .....    | 15-16 |
| 表 15.11 輸入資料.....               | 15-17 |
| 表 15.12 尖峰 15 分鐘流率及交織折減流率 ..... | 15-18 |
| 表 15.13 交織段容量 .....             | 15-19 |
| 表 15.14 交織段及圓環的容量與服務水準 .....    | 15-19 |

## 15.1 緒論

行經多岔路口時，圓環的功用乃為提供在交通量不大的情形下，各向車流能不受干擾地行進，且圓環之造型優美，若設計得當，常成為都市重要地標。圓環容量分析係評定圓環容量，並評估其服務水準。

民國 79 年的「臺灣地區公路容量手冊」[1]中所介紹之分析方法乃依據美國 1965 年之公路容量手冊[2]。臺灣交通界對圓環之車流特性雖然有些研究之成果[3]，但目前的資料尚不足以修訂民國 79 年容量手冊中之方法。臺灣許多圓環已改成號誌化路口，本所尚未蒐集現存圓環交通特性的現場資料以更新分析方法，所以本章仍延用民國 79 年的方法。

## 15.2 圓環特性分析

### 15.2.1 圓環特點

都市道路圓環於都市設計者眼光中，具有幾種主要功能：一為提供都市景觀上之需要；此類圓環以美化市區或調節市街道路之單調感為主，其設置多半應配合綠蔭之道路，使都市成為花園城市，或點綴在千篇一律的街道上，使都市看起來更具活力與生意盎然。二為保存歷史的痕跡或象徵都市的特色：此類圓環如法國巴黎、麗正門圓環、北門圓環等，其設置應視保存歷史古蹟或都市特色之價值是否恆久？其紀念性之意義是否深遠？及視其實質影響力是否繼續存在？上述因素往往為設置此類圓環之主要考慮因素。三為提供交通上的需要：在社會經濟政治活動密集，旅次集中之地區，為求交通旅次之迅速疏散，都市設計者常為該區計畫輻射道路網，輻射路網匯集處，則以圓環為其交岔口，此類圓環之設計可以簡化各路口進入交通之行進操作，所有車輛皆循一定方向繞圓環而行，減少車輛衝突點，並提供連續不斷之交通流量，此類圓環極適於多條道路之交岔口。

於交通研究者眼光中，都市道路圓環亦有如下幾個特點：一、其具有單一之行駛方向，使行車簡單。二、車輛之併入、穿越、分出皆在圓環內予以完成。三、車輛須以低速行進，圓環之曲度令車無法快

速前進。

基於以上各點看法，都市道路圓環於實際應用上有其許多優點和缺點，從優缺點中，亦可瞭解圓環特性，茲將其優缺點條列如下：

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。

## 15.2.2 圓環基本特性

1. 幾何特性

圓環幾何特性指中心島形狀和大小、交織段寬度、長度、車道數、入口寬度，以及車道有無分隔等。

一般為節省圓環用地及考慮環內車輛操作運轉，中心島的形狀皆設計近圓形，其直徑在 30 公尺以上。英國近來研究的中小型圓環，其直徑、小圓環在 1~4 公尺，中圓環在 8~20 公尺，可大量節省用地，但車道線的布置不同於傳統圓環，各種設施及行駛注意事項亦與前大異。

一般而言，交織段愈寬、車流愈順暢；交織段愈長(亦即中心島半徑愈長)，交織的操作愈容易；入口寬度愈大，則車輛進入圓環操作愈容易；上述因素均會增大圓環容量。

圓環的車道數一般為提供進入車輛之併入、直行、迴轉等運作。因此至少有三個車道以上，至於車道有無分隔則會影響車流之交織型態，有分隔會增加右側車道直行車流與左側車道右轉車流之交織現象。臺灣地區圓環多有車道分隔，右側車道寬度較小時，一般僅有機車行駛，若寬度較大時，則可能為混合車流。左側車道一般禁行機車。

## 2. 車流特性

圖 15.1 顯示有車道分隔時，圓環車流操作之基本型式。如圖 15.2 所示，車輛在圓環之主要操作行為，有下述四種：

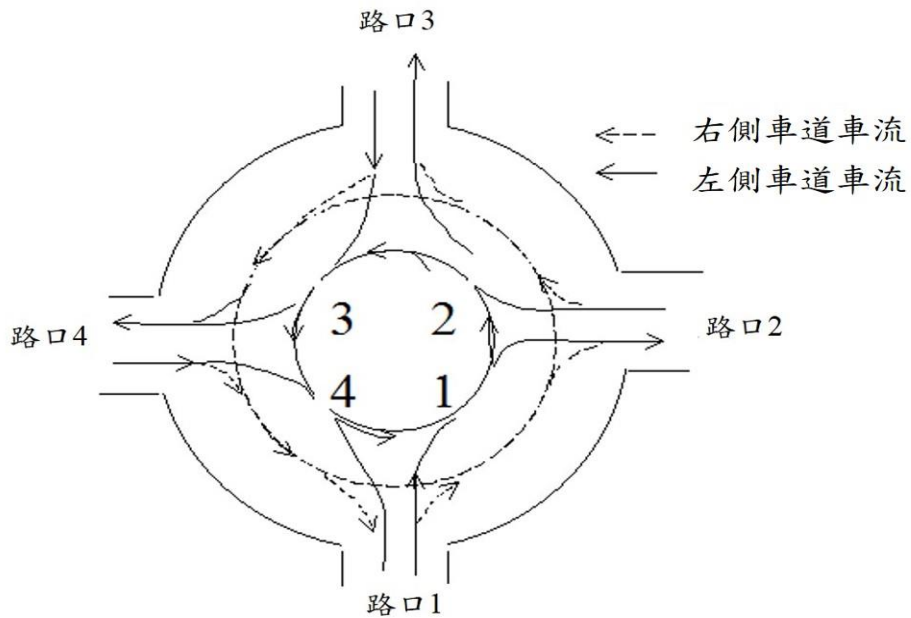


圖 15.1 有車道分隔之圓環操作型式圖

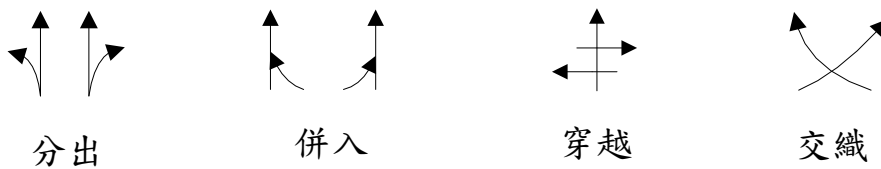


圖 15.2 圓環基本操作行為

- (1) 分出：自車流中分出，往左或右向行駛，左側及右側車道中皆有此特性。
- (2) 併入：由左、右之來車，併入另一車流，左側及右側中皆有此特性。

- (3) 穿越：車流與另一車流呈近乎直角交岔，於左側車道出圓環車輛與右側車道直進車發生衝突。
- (4) 交織：車流與另一車流呈低角度交錯，左側車道有此特性，右側車道有二車道以上者亦有此特性。

### 15.2.3 間距接受特性

圓環的操作由於無號誌控制，因此次車流欲併入或穿越主車流，必須利用主車流之間距（Gap）或餘間距（Lag），以併入或穿越主車流，一般可分「進入圓環階段」、「交織階段」，及「離開圓環階段」三部份來討論：

#### 1. 進入圓環階段：

車道無分隔圓環，欲進入圓環車輛須利用最外側車道之間距以併入，如圖 15.3(a)所示。車道有分隔圓環，欲進入右側道車輛須利用右側車道車流之間距以併入。欲進入左側道車輛須以兩段式進入圓環，即先利用右側車道上之間距，通過右側車道，再利用左側車道最外車道車流間距併入左側車道，兩段間可能利用分隔島暫停，或一次穿越而併入，如圖 15.3(b)所示。

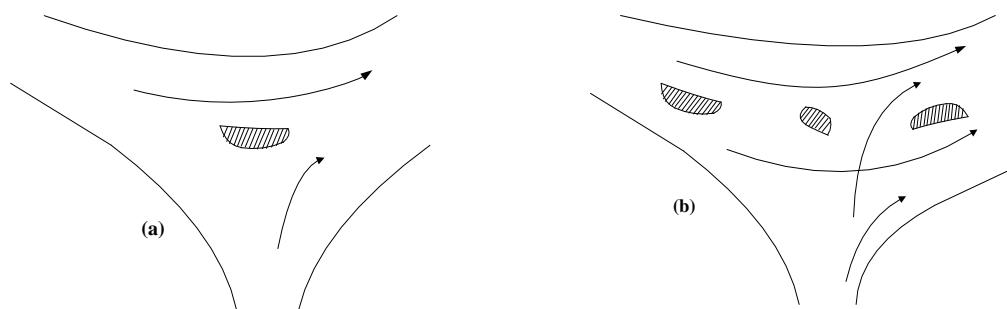


圖 15.3 車輛併入圓環示意圖

#### 2. 交織階段：

車道無分隔及有分隔之左側車道之交織段車流由各路口進入車輛形成之流網決定，一般可簡化為圖 15.4 所示之情況。其中  $V_{wa}$  及  $V_{wb}$  為交織車流率， $V_{n1}$  及  $V_{n2}$  為非交織車流率。

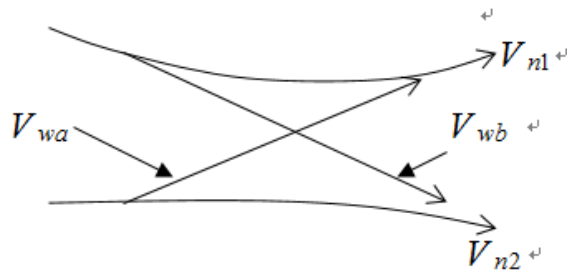


圖 15.4 交織示意圖

### 3. 離開圓環階段：

車道無分隔及有分隔右側車道之車輛欲離開圓環，於交織完成後，直接右轉駛離圓環，如圖 15.5(a)。有分隔左側車道之車輛須利用右側車道直進車流之間距，穿過右側車道以駛離圓環，如圖 15.5(b) 所示。

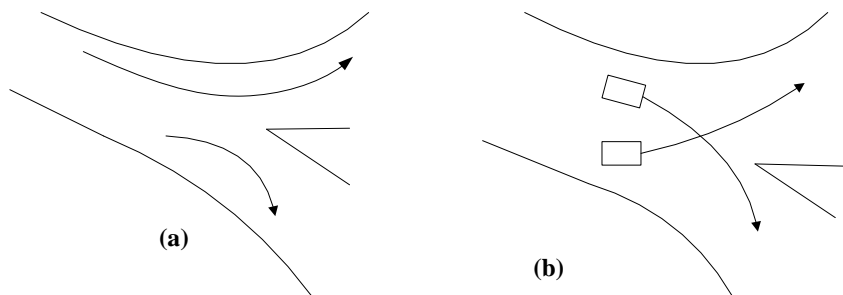


圖 15.5 車輛離開圓環示意圖

## 15.2.4 進入路口流向分布

進入圓環之車輛可能行駛數個交織段，至少一個，最多為全部交織段，而各進入路口流量總和與各交織段流量總和之比例，隨不同圓環有不同值，此比值與圓環容量關係密切，該比值愈大，表示能進入圓環之總流量愈大，亦即圓環容量愈大。相反地，若比值愈小，表示能進入圓環之總流量愈小，亦即圓環容量愈小。

如圖 15.6 及 15.7 所示，下列參數可代表每一交織段車流分布：

$V_{n1}$  = 交織段內側不交織之車流率(小車/小時)；

$V_{n2}$  = 交織段外側不交織之車流率(小車/小時)；

$V_{wa}$  = 經過交織段但不從交織段下方第一路口離開之交織車流率(小車/小時)；

$V_{wb}$  = 經過交織段而從交織段下方第一路口離開之交織車流

率(小車/小時)；

$V_i$  = 交織段流率，亦即經過交織段*i*之總流率(小車/小時)；

$R_i$  = 右轉率，亦即從交織段下方第一路口離開之車流率  
( $V_{n2}+V_{wb}$ )與總交織段流率  $V_i$ 之比值。

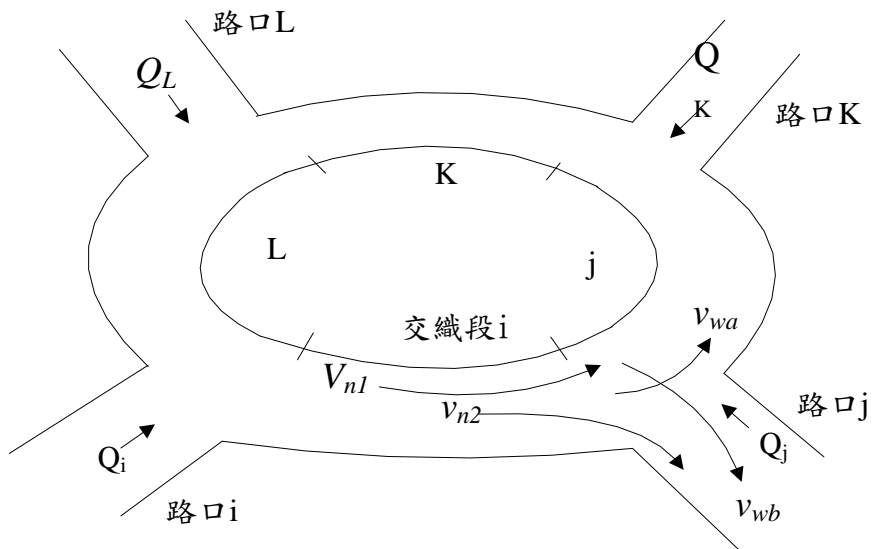
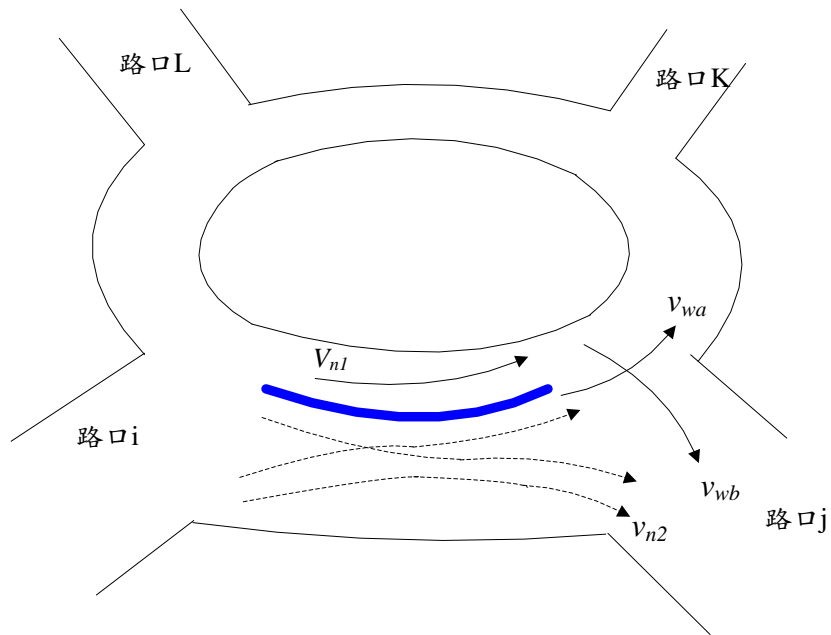


圖 15.6 車道無分隔交織段之車流分布



—— 左側車道車流                      - - - - - 左側車道車流

圖 15.7 車道有分隔交織段之車流分布



圖 15.6 及 15.7 亦顯示估計常見 4 路口車道無分隔及有分隔之車流分布的方法。此兩圖中之各路口依次序訂定為路口 i、j、K 及 L。路口 i 及路口 j 之間的路段為交織段 i，路口 j 與路口 K 之間的路段為交織段 j，其餘兩路段依序為交織段 K 及交織段 L。在分析交織段  $i=1$  時，j，K，L 之值各為 2、3 及 4。

此外，其他與流率相關之參數有如下的定義：

$Q_D$  = 從路口  $p$  ( $p=i, j, K, L$ ) 進入圓環之流率(小車/小時)；

$Q_{ph}$  = 從路口  $p$  ( $p=i, j, K, L$ ) 進入而從路口  $h$  ( $h=i, j, K, L$ ) 離開之流率(小車/小時)，在車道有分隔之圓環， $Q_{ph}$  代表左側車道車輛之分布；

$q_{ph}$  = 從路口  $p$  ( $p=i, j, K, L$ ) 進入而從路口  $h$  ( $h=i, j, K, L$ ) 離開之機車，相當於小車之流率(小車/小時)。

在利用圖 15.6 及 15.7 分析車流分布時，各交織段及其相關之路口代號順序如表 15.1 所示。

表 15.1 交織段與路口代號順序

| 交織段 | 路口代號順序 |   |   |   |
|-----|--------|---|---|---|
|     | i      | j | K | L |
| 1   | 1      | 2 | 3 | 4 |
| 2   | 2      | 3 | 4 | 1 |
| 3   | 3      | 4 | 1 | 2 |
| 4   | 4      | 1 | 2 | 3 |

### 1. 分析圖 15.6 之車流分布

#### (1) 非交織車流率

$$V_{n1} = Q_{KK}$$

$$V_{n2} = Q_{ij}$$

#### (2) 交織車流率

$$V_{wa} = Q_{ii} + Q_{ik} + Q_{iL} + Q_{LK} + Q_{LL}$$

$$V_{wb} = Q_{jj} + Q_{kj} + Q_{Lj}$$

(3)交織段流率

$$V_i = V_{n1} + V_{n2} + V_{wa} + V_{wb}$$

(4)右轉率

$$r_i = (V_{wb} + V_{n2}) / V_i$$

2.分析圖 15.7 之車流分布

(1)非交織車流率

$$V_{n1} = Q_{KK}$$

$$V_{n2} = q_{ij}$$

(2)交織車流率

$$V_{wa} = Q_{ii} + Q_{ik} + Q_{iL} + Q_{LK} + Q_{LL} + q_{ii} + q_{ik} + q_{iL} + q_{kk} + q_{LL} + q_{LK}$$

$$V_{wb} = Q_{ii} + Q_{jj} + Q_{kj} + Q_{Lj} + q_{jj} + q_{Kj} + q_{Lj}$$

(3)交織段流率

$$V_i = V_{n1} + V_{n2} + V_{wa} + V_{wb}$$

(4)右轉率

$$r_i = (V_{wb} + V_{n2}) / V_i$$

### 15.3 交織段及圓環容量

根據美國 1965 年公路容量手冊之方法，圓環容量可估計如下：

$$C = \frac{\sum Q_i}{\sum V_i} \sum C_{wi} \quad (15.1)$$

此式中，

$C$  = 圓環容量 (小車/小時)；

$Q_i$  = 從路口  $i$  進入圓環之流率 (小車/小時)；

$V_i$  = 交織段  $i$  之流量 (小車/小時)；

$C_w$  = 交織段  $i$  之容量 (小車/小時)。

式(15.1)之容量指在不短於 15 分鐘之時段內，經常能進入一交織段或能從各路口進入圓環之最高流率。此外，所有流率代表尖峰 15

分鐘之流率而且所有車輛必須根據其小車當量先轉換成相當的小車數。尖峰 15 分鐘之相當小車流率可估計如下：

$$Q_{15} = \frac{Q_{60}}{f_{HV}(PHF)} \quad (15.2)$$

此式中，

$Q_{15}$  = 尖峰 15 分鐘小車流率 (小車/小時)；

$Q_{60}$  = 尖峰小時流率 (小車/小時)；

$f_{HV}$  = 車種調整因素；

$PHF$  = 尖峰小時係數。

車種調整因素可估計如下：

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_1(E_1 - 1) + P_2(E_2 - 1)} \quad (15.3)$$

此式中，

$P_1, P_2$  = 機車及重車之各別比例；

$E_1$  = 機車之小車當量(建議值：0.3)；

$E_2$  = 重車之小車當量(建議值：2.8)。

各交織段之容量  $C_{Wi}$  可估計如下

$$C_{Wi} = C_i - KV_{W2} \quad (15.4)$$

此式中，

$C_i$  = 交織段  $i$  在只有直進車流(非交織車流)時之容量 (小車/小時)；

$K$  = 交織折減因素(建議值：2.0)；

$V_{W2}$  = 二交織車流(圖 15.6 或 15.7 中之  $V_{wa}, V_{wb}$ )中較小車流之流率 (小車/小時)；

$KV_{W2}$  = 交織折減容量 (小車/小時)。

式(15.4)利用  $KV_{W2}$  以調整直進容量。此式假設當流率等於流量時，各交織路段有  $V_{W2}$  存在，此  $V_{W2}$  造成車流之衝突，因而減少直進

之容量。但  $V_{w2}$  是根據流率未趨近容量的車流狀況所估計得的一交織流率，此流率一般會比在流率等於流量狀況下之交織流率低，所以從理論的觀點而言，式(15.4)可能高估各交織段之容量。

交織段之直進容量  $C_i$  (小車/小時)可估計如下

$$C_i = 1900Nf_wf_gf_p f_R \quad (15.5)$$

此式中，

$N$  = 交織段  $i$  之車道數；

$f_w$  = 車道寬調整因素(查表 15.2)；

$f_g$  = 坡度調整因素(查表 15.3)；

$f_p$  = 地區型態調整因素(查表 15.4)；

$f_R$  = 右轉率調整因素由右轉率及行人衝突數(查表 15.5)。

表 15.2 車道寬調整因素

| 車道寬 (m) | 2.4~2.7 | 3.0~3.9 | 4.0~4.9 | 5.0~5.9 | 6.0~6.9 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 調整因素    | 0.9     | 1.0     | 1.1     | 1.5     | 2.0     |

資料來源：[1]。

表 15.3 坡度調整因素

| 坡度%    | 下 坡  |      |      | 水 平  | 上 坡  |      |      |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|
|        | -6   | -4   | -2   | 0    | +2   | +4   | +6   |
| 坡度調整因素 | 1.03 | 1.02 | 1.01 | 1.00 | 0.99 | 0.98 | 0.97 |

資料來源：[1]。

表 15.4 地區型態調整因素

| 地 區 型 態     | 調 整 因 素 |
|-------------|---------|
| 市中心商業區(CBD) | 0.9     |
| 其 他 地 區     | 1.00    |

資料來源：[1]。

表 15.5 右轉調整因素

| 行人衝突數<br>(人/小時) | 右轉率  |      |      |      |      |      |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|
|                 | 0.0  | 0.2  | 0.4  | 0.6  | 0.8  | 1.0  |
| 0               | 1.00 | 0.97 | 0.94 | 0.91 | 0.88 | 0.85 |
| 50              | 1.00 | 0.97 | 0.93 | 0.90 | 0.86 | 0.83 |
| 100             | 1.00 | 0.96 | 0.92 | 0.88 | 0.84 | 0.80 |
| 200             | 1.00 | 0.95 | 0.90 | 0.85 | 0.80 | 0.75 |
| 400             | 1.00 | 0.93 | 0.86 | 0.80 | 0.73 | 0.66 |
| 600             | 1.00 | 0.91 | 0.83 | 0.74 | 0.65 | 0.56 |
| 800             | 1.00 | 0.89 | 0.79 | 0.68 | 0.58 | 0.47 |
| 1000            | 1.00 | 0.87 | 0.75 | 0.62 | 0.50 | 0.37 |
| 1400            | 1.00 | 0.84 | 0.67 | 0.51 | 0.35 | 0.18 |
| ≥1700           | 1.00 | 0.81 | 0.62 | 0.42 | 0.23 | 0.04 |

資料來源：[1]。

## 15.4 服務水準及劃分標準

圓環之服務水準依據流量/容量比(V/C ratio)劃分成如表 15.6 所示之 6 等級。此表之 V/C 比值須利用需求流率以估計之。如用現場流率以估計，則現場流率須根據車流不受圓環阻塞之情況下的觀查值。表 15.5 可用以評估各別交織段，也可用以評估整個圓環之作業。

表 15.6 服務水準指標

| 等級 | 交通特性描述          | V/C 值範圍              |
|----|-----------------|----------------------|
| A  | 自由車流            | $0.0 \leq V/C < 0.6$ |
| B  | 穩定車流 (少許延滯)     | $0.6 \leq V/C < 0.7$ |
| C  | 穩定車流 (延滯可接受)    | $0.7 \leq V/C < 0.8$ |
| D  | 近乎不穩定車流 (延滯可容忍) | $0.8 \leq V/C < 0.9$ |
| E  | 不穩定車流 (延滯不可容忍)  | $0.9 \leq V/C < 1.0$ |
| F  | 強迫車流 (已阻塞)      | $1.0 \leq V/C$       |

資料來源：[1]

## 15.5 分析方法

### 步驟一：輸入資料

輸入資料，包括圓環簡圖、車道有無分隔、路口數、地區型態、各交織段車道數、長寬、平均車道寬度及坡度、進入路口流量流向分布、尖峰小時係數及路口行人衝突數。地區型態包括市中心商業區(CBD)及非 CBD 之地區。交織段長度指二路口間交織段中心線長度。

### 步驟二：估計尖峰 15 分鐘小車流率及相關之車流分布特性

如輸入資料之流率為尖峰小時流率或車流中有不同車種，則可用式(15.2)將尖峰小時流率轉換成尖峰 15 分鐘小車流率。此外，須根據圖 15.6 或圖 15.7 估計相關車流分布的參數值。

### 步驟三：估計各交織段之容量

式(15.5)可先用於估計各交織段之直進容量  $C_i$ 。根據直進容量，各交織段之容量  $C_{wi}$  可從式(15.4)估計之。

### 步驟四：估計圓環容量

式(15.1)可用以估計圓環之容量  $C$ 。

### 步驟五：評估服務水準

各交織段之 V/C 比值可估計為  $V_{wi}/C_{wi}$ 。圓環之 V/C 比值則等於  $\sum Q_i/C$ 。根據這些 V/C 比值，表 15.6 可用以訂定各交織段及整個圓環之服務水準。

## 15.6 應用例題

### 15.6.1 例題 1：車道無分隔之圓環

此例之圓環的幾何設計及尖峰小時之車流狀況如表 15.7 所示。試估計交織路段及圓環的容量與服務水準。

解：

根據尖峰小時之車流分布及尖峰小時係數，表 15.7 中之流率可轉換成尖峰 15 分鐘之流率，結果如表 15.8 所示。此外，根據圖 15.6，各交織段的非交織流率  $V_{n1}$ ， $V_{n2}$  及交織流率  $V_{wa}$ ， $V_{wb}$  可估計如下：

表 15.7 輸入資料

|                           |   |       |          |     |            |     |          |     |
|---------------------------|---|-------|----------|-----|------------|-----|----------|-----|
| 圓環地點：                     | 時間：7:30~9:30  |       |          |     |            |     |          |     |
| 調查者：                      | 日期：   |       |          |     |            |     |          |     |
| 圓環簡圖：                     |  |       |          |     |            |     |          |     |
| 車道有無分隔：無                  | 路口數：4   |       |          |     | 地區型態：非 CBD |     |          |     |
| 交織段編號                     | 1   |       | 2        |     | 3          |     | 4        |     |
| 車道數 $N$                   | 3   |       | 3        |     | 3          |     | 3        |     |
| 平均車道寬 (公尺)                | 3.92  |       | 3.92     |     | 3.92       |     | 3.92     |     |
| 交織段長 (公尺)                 | 39.0  |       | 40.0     |     | 40.0       |     | 38.0     |     |
| 路面坡度 (%)                  | 0   |       | 0        |     | 0          |     | 0        |     |
| 路口編號                      | 1   |       | 2        |     | 3          |     | 4        |     |
| 尖峰小時流率<br>流向分布<br>(小車/小時) | $Q_{11}$  | 163   | $Q_{21}$ | 308 | $Q_{31}$   | 941 | $Q_{41}$ | 256 |
|                           | $Q_{12}$  | 403   | $Q_{22}$ | 150 | $Q_{32}$   | 191 | $Q_{42}$ | 457 |
|                           | $Q_{13}$  | 1,374 | $Q_{23}$ | 210 | $Q_{33}$   | 130 | $Q_{43}$ | 66  |
|                           | $Q_{14}$  | 129   | $Q_{24}$ | 247 | $Q_{34}$   | 275 | $Q_{44}$ | 51  |
|                           | $Q_{15}$  |       | $Q_{25}$ |     | $Q_{35}$   |     | $Q_{45}$ |     |
| 尖峰係數                      | 0.92  |       | 0.91     |     | 0.95       |     | 0.90     |     |
| 行人衝突數                     | 50  |       | 50       |     | 50         |     | 50       |     |

資料來源：[1]。

### 第 1 交織路段

#### 1. 非交織車流率

$$V_{n1} = Q_{33}$$

$$V_{n2} = Q_{12}$$

#### 2. 交織車流

$$V_{wa} = Q_{11} + Q_{13} + Q_{14} + Q_{43} + Q_{44}$$

$$V_{wb} = Q_{22} + Q_{32} + Q_{42}$$

### 第 2 交織路段

#### 1. 非交織車流率

$$V_{n1} = Q_{44}$$

$$V_{n2} = Q_{23}$$

## 2. 交織車流

$$V_{wa} = Q_{22} + Q_{24} + Q_{21} + Q_{14} + Q_{11}$$

$$V_{wb} = Q_{33} + Q_{43} + Q_{13}$$

### 第 3 交織路段

#### 1. 非交織車流率

$$V_{n1} = Q_{11}$$

$$V_{n2} = Q_{34}$$

#### 2. 交織車流

$$V_{wa} = Q_{33} + Q_{31} + Q_{32} + Q_{21} + Q_{22}$$

$$V_{wb} = Q_{44} + Q_{14} + Q_{24}$$

### 第 4 交織路段

#### 1. 非交織車流率

$$V_{n1} = Q_{22}$$

$$V_{n2} = Q_{41}$$

#### 2. 交織車流

$$V_{wa} = Q_{44} + Q_{42} + Q_{43} + Q_{32} + Q_{33}$$

$$V_{wb} = Q_{11} + Q_{21} + Q_{31}$$

根據各交織段之交織流率及非交織流率，其相關之交織段流率  $V_i$ ，較大之交織流率  $V_{w1}$ ，較小之交織流率  $V_{w2}$ ，及右轉率  $r_i$  可從圖 15.6 之公式估計而得。結果如表 15.8 所示。

各交織段直進容量及容量可從式(15.5)及式(15.4)估計之，結果如表 15.9 所示，表 15.10 顯示各交織段及整個圓環之 V/C 比值與其相關之服務水準。



表 15.8 尖峰 15 分鐘流率與交織折減容量

| 路口編號                          | 1        |       | 2        |       | 3        |       | 4        |     |
|-------------------------------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-----|
| 進入路口<br>流率流向<br>分布<br>(小車/小時) | $Q_{11}$ | 177   | $Q_{21}$ | 338   | $Q_{31}$ | 991   | $Q_{41}$ | 284 |
|                               | $Q_{12}$ | 438   | $Q_{22}$ | 165   | $Q_{32}$ | 201   | $Q_{42}$ | 508 |
|                               | $Q_{13}$ | 1,493 | $Q_{23}$ | 231   | $Q_{33}$ | 137   | $Q_{43}$ | 73  |
|                               | $Q_{14}$ | 140   | $Q_{24}$ | 271   | $Q_{34}$ | 289   | $Q_{44}$ | 57  |
|                               | $Q_{15}$ |       | $Q_{25}$ |       | $Q_{35}$ |       | $Q_{45}$ |     |
| 進入路口尖峰流率                      | $Q_1$    | 2,248 | $Q_2$    | 1,005 | $Q_3$    | 1,618 | $Q_4$    | 922 |
| 交織段編號 <i>i</i>                | 1        |       | 2        |       | 3        |       | 4        |     |
| 尖峰流率 $V_i$                    | 3,389    |       | 3,082    |       | 2,766    |       | 2,931    |     |
| 右轉率                           | 0.387    |       | 0.628    |       | 0.274    |       | 0.611    |     |
| $V_{W1}$                      | 1,940    |       | 1,703    |       | 1,832    |       | 1,506    |     |
| $V_{W2}$                      | 874      |       | 1,091    |       | 468      |       | 976      |     |
| 交織折減容量<br>$KV_{W2}$           | 1,748    |       | 2,182    |       | 936      |       | 1,952    |     |

註：流率與流量單位為小車/小時

資料來源：[1]。

表 15.9 交織段容量

| 交織段編號 <i>i</i>  | 1     | 2     | 3     | 4     |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| 理想每車道疏散容量       | 1,900 | 1,900 | 1,900 | 1,900 |
| 車道數 $N$         | 3     | 3     | 3     | 3     |
| 車道寬調整因數，表 15.2  | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   |
| 坡度調整因數，表 15.3   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   |
| 地區型態調整因素，表 15.4 | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   |
| 右轉調整因數，表 15.5   | 0.93  | 0.89  | 0.96  | 0.90  |
| 直進路口容量 $C_i$    | 5,301 | 5,073 | 5,472 | 5,130 |
| 交織段容量 $C_{Wi}$  | 3,553 | 2,891 | 4,536 | 3,178 |

註：容量單位為小車/小時

資料來源：[1]。

表 15.10 交織段及圓環的容量與服務水準

|  |       |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|-------|
| 交織段編號 $i$  | 1     | 2     | 3     | 4     |
| 交織段容量 $C_{wi}$   | 3,553 | 2,891 | 4,422 | 3,178 |
| 尖峰流率 $V_i$   | 3,389 | 3,082 | 2,766 | 2,931 |
| $V_i / C_{wi}$   | 0.95  | 1.07  | 0.63  | 0.92  |
| 服務水準，表 15.6  | E     | F     | B     | E     |
| 路口編號 $i$   | 1     | 2     | 3     | 4     |
| 進入路口尖峰流率 $Q_i$   | 2,248 | 1,005 | 1,618 | 922   |
| 圓環容量<br>$C_i = \frac{\sum Q_i}{\sum V_i} \times \sum C_{wi}$ | 6,686 |       |       |       |
| $\frac{\sum Q_i}{c}$   | 0.87  |       |       |       |
| 圓環服務水準，表 15.6  | D     |       |       |       |

註：流量與流率單位為小車/小時

資料來源：[1]。

### 15.6.2 例題 2：車道有分隔之圓環

此例圓環有分隔島以分離機車及其他車種。圓環之幾何設計及尖峰小時之車流狀況如表 15.11 所示。試評估交織路段及圓環的容量及服務水準。

解：

評估此圓環運轉的程序與例題 1 相同。惟一不同之處在於估計各交織段。各交織段之非交織車流  $V_{n1}$ ， $V_{n2}$  及交織車流  $V_{wa}$ ， $V_{wb}$  可根據圖 15.6 估計如下：

#### 第 1 交織路段

##### 1. 非交織車流率

$$V_{n1} = Q_{33}$$

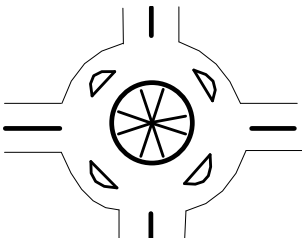
$$V_{n2} = q_{12}$$

##### 2. 交織車流率

$$V_{wa} = Q_{11} + Q_{13} + Q_{14} + Q_{43} + Q_{44} + q_{11} + q_{13} + q_{14} + q_{33} + q_{44} + q_{43}$$

$$V_{wb} = Q_{12} + Q_{22} + Q_{32} + Q_{42} + q_{22} + q_{32} + q_{42}$$

表 15.11 輸入資料

|                           |   |     |          |     |            |     |          |     |  |
|---------------------------|---|-----|----------|-----|------------|-----|----------|-----|--|
| 圓環地點：                     |   |     |          |     | 時間：        |     |          |     |  |
| 調查者：                      |   |     |          |     | 日期：        |     |          |     |  |
| 圓環簡圖：                     |  |     |          |     |            |     |          |     |  |
| 車道有無分隔：有                  | 路口數：4   |     |          |     | 地區型態：非 CBD |     |          |     |  |
| 交織段編號                     | 1   | 2   | 3        | 4   |            |     |          |     |  |
| 車道數 $N$                   | 4   | 4   | 4        | 4   |            |     |          |     |  |
| 平均車道寬 (公尺)                | 4.1   | 4.1 | 4.1      | 4.1 |            |     |          |     |  |
| 交織段長 (公尺)                 | 38  | 37  | 38       | 38  |            |     |          |     |  |
| 路面坡度 (%)                  | 0   | 0   | 0        | 0   |            |     |          |     |  |
| 路口編號                      | 1   | 2   | 3        | 4   |            |     |          |     |  |
| 尖峰小時流率<br>流向分布<br>(小車/小時) | $Q_{11}$  | 33  | $Q_{21}$ | 335 | $Q_{31}$   | 576 | $Q_{41}$ | 193 |  |
|                           | $q_{11}$  | 16  | $q_{21}$ | 167 | $q_{31}$   | 289 | $q_{41}$ | 96  |  |
|                           | $Q_{12}$  | 280 | $Q_{22}$ | 29  | $Q_{32}$   | 384 | $Q_{42}$ | 318 |  |
|                           | $q_{12}$  | 140 | $q_{22}$ | 14  | $q_{32}$   | 192 | $q_{42}$ | 159 |  |
|                           | $Q_{13}$  | 713 | $Q_{23}$ | 332 | $Q_{33}$   | 22  | $Q_{43}$ | 218 |  |
|                           | $q_{13}$  | 356 | $q_{23}$ | 166 | $q_{33}$   | 11  | $q_{43}$ | 110 |  |
|                           | $Q_{14}$  | 204 | $Q_{24}$ | 407 | $Q_{34}$   | 247 | $Q_{44}$ | 19  |  |
|                           | $q_{14}$  | 103 | $q_{24}$ | 203 | $q_{34}$   | 124 | $q_{44}$ | 9   |  |
|                           | $Q_{15}$  |     | $Q_{25}$ |     | $Q_{35}$   |     | $Q_{45}$ |     |  |
|                           | $q_{15}$  |     | $q_{25}$ |     | $q_{35}$   |     | $q_{45}$ |     |  |
| 尖峰係數                      | 0.95  |     | 0.92     |     | 0.94       |     | 0.90     |     |  |
| 行人衝突數                     | 50  |     | 50       |     | 50         |     | 50       |     |  |

資料來源：[1]。

### 第 2 交織路段

#### 1. 非交織車流率

$$V_{n1} = Q_{44}$$

$$V_{n2} = Q_{23}$$

#### 2. 交織車流率

$$V_{wa} = Q_{22} + Q_{24} + Q_{21} + Q_{14} + Q_{11} + q_{22} + q_{24} + q_{21} + q_{44} + q_{11} + q_{14}$$

$$V_{wb} = Q_{23} + Q_{33} + Q_{43} + Q_{13} + q_{33} + q_{43} + q_{13}$$

### 第 3 交織路段

#### 1. 非交織車流率

$$V_{n1} = Q_{11}$$

$$V_{n2} = q_{34}$$

2. 交織車流

$$V_{wa} = Q_{33} + Q_{31} + Q_{32} + Q_{21} + Q_{22} + q_{33} + q_{31} + q_{32} + q_{11} + q_{22} + q_{21}$$

$$V_{wb} = Q_{34} + Q_{44} + Q_{14} + Q_{24} + q_{44} + q_{14} + q_{24}$$

第 4 交織路段

1. 非交織車流率

$$V_{n1} = Q_{22}$$

$$V_{n2} = q_{41}$$

2. 交織車流率

$$V_{wa} = Q_{44} + Q_{42} + Q_{43} + Q_{32} + Q_{33} + q_{44} + q_{42} + q_{22} + q_{43} + q_{33} + q_{32}$$

$$V_{wb} = Q_{41} + Q_{11} + Q_{21} + Q_{31} + q_{11} + q_{21} + q_{31}$$

此例題之其他相關估計值列於表 15.12、15.13 及 15.14 中。

表 15.12 尖峰 15 分鐘流率及交織折減流率

| 路口編號                      | 1        |       | 2        |       | 3        |       | 4        |       |       |
|---------------------------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|-------|
| 進入路口流率<br>流向分布<br>(小車/小時) | $Q_{11}$ | 35    | $Q_{21}$ | 364   | $Q_{31}$ | 613   | $Q_{41}$ | 214   |       |
|                           | $q_{11}$ | 17    | $q_{21}$ | 182   | $q_{31}$ | 307   | $q_{41}$ | 107   |       |
|                           | $Q_{12}$ | 295   | $Q_{22}$ | 32    | $Q_{32}$ | 409   | $Q_{42}$ | 353   |       |
|                           | $q_{12}$ | 147   | $q_{22}$ | 15    | $q_{32}$ | 204   | $q_{42}$ | 177   |       |
|                           | $Q_{13}$ | 751   | $Q_{23}$ | 361   | $Q_{33}$ | 23    | $Q_{43}$ | 242   |       |
|                           | $q_{13}$ | 375   | $q_{23}$ | 180   | $q_{33}$ | 12    | $q_{43}$ | 122   |       |
|                           | $Q_{14}$ | 215   | $Q_{24}$ | 442   | $Q_{34}$ | 263   | $Q_{44}$ | 21    |       |
|                           | $q_{14}$ | 108   | $q_{24}$ | 221   | $q_{34}$ | 132   | $q_{44}$ | 10    |       |
|                           | $Q_{15}$ |       | $Q_{25}$ |       | $Q_{35}$ |       | $Q_{45}$ |       |       |
|                           | $q_{15}$ |       | $q_{25}$ |       | $q_{35}$ |       | $q_{45}$ |       |       |
|                           | 進入路口尖峰流率 | $Q_1$ | 1,943    | $Q_2$ | 1,797    | $Q_3$ | 1,963    | $Q_4$ | 1,246 |
|                           | 交織段編號 i  | 1     |          | 2     |          | 3     |          | 4     |       |
| 尖峰流率 $V_i$                | 3,563    |       | 3,728    |       | 3,625    |       | 3,459    |       |       |
| 右轉率                       | 0.458    |       | 0.554    |       | 0.390    |       | 0.532    |       |       |
| $V_{W1}$                  | 1,908    |       | 1,641    |       | 2,178    |       | 1,588    |       |       |
| $V_{W2}$                  | 1,485    |       | 1,886    |       | 1,280    |       | 1,732    |       |       |
| 交織折減容量 $KV_{w2}$          | 2,970    |       | 3,282    |       | 2,560    |       | 3,176    |       |       |

註：流量與流率單位為小車/小時

資料來源：[1]。

表 15.13 交織段容量

| 交織段編號 $i$       | 1     | 2     | 3     | 4     |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| 理想每車道疏解容量       | 1,900 | 1,900 | 1,900 | 1,900 |
| 車道數 $N$         | 4     | 4     | 4     | 4     |
| 車道寬調整因素，表 15.2  | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   |
| 坡度調整因素，表 15.3   | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   |
| 地區型態調整因素，表 15.4 | 1.0   | 1.0   | 1.0   | 1.0   |
| 右轉調整因素，表 15.5   | 0.92  | 0.91  | 0.93  | 0.91  |
| 直進路口容量， $C_i$   | 7,691 | 7,608 | 7,775 | 7,608 |
| 交織段容量， $C_{wi}$ | 4,721 | 4,326 | 5,215 | 4,432 |

註：容量單位為小車/小時  
資料來源：[1]。

表 15.14 交織段及圓環的容量與服務水準

| 交織段編號 $i$  | 1     | 2     | 3     | 4     |
|--|-------|-------|-------|-------|
| 交織段容量 $C_{wi}$   | 4,721 | 4,326 | 5,215 | 4,432 |
| 尖峰流率 $V_i$   | 3,563 | 3,728 | 3,625 | 3,459 |
| $V_i/C_{wi}$   | 0.75  | 0.86  | 0.70  | 0.78  |
| 服務水準，表 15.6  | C     | D     | C     | C     |
| 路口編號 $i$   | 1     | 2     | 3     | 4     |
| 進入路口尖峰流率 $Q_i$   | 1,943 | 1,797 | 1,963 | 1,246 |
| 圓環容量<br>$C = \frac{\sum Q_i}{\sum V_i} \times \sum C_{wi}$ | 9,037 |       |       |       |
| $\frac{\sum Q_i}{C}$                                       | 0.77  |       |       |       |
| 圓環服務水準，表 15.6  | C     |       |       |       |

註：容量單位為小車/小時  
資料來源：[1]

## 參考文獻

1. 「臺灣地區公路容量手冊」，79-27-160，交通部運輸研究所，民國79年10月。
2. *Highway Capacity Manual*, Special Report 87, Highway Research Board, Washington, D.C., 1965.
3. 周義華及劉瑞麟，「以模擬方法研究圓環交叉路口幾何設計與容量之關係」，運輸計劃，第二十二卷第三期，民國82年9月。