

第七章 高速公路交織區段

目 錄

	頁次
7.1 緒論.....	7-1
7.2 受限制及不受限制之交織車流	7-4
7.3 型態 A 交織路段之分析方法	7-5
7.3.1 訂定交通狀況及幾何設計.....	7-5
7.3.2 估計尖峰 15 分鐘在基本狀況下之對等流率.....	7-5
7.3.3 估計不受限制之平均速率.....	7-6
7.3.4 檢驗交織車流是否受限制.....	7-8
7.3.5 決定服務水準	7-9
7.4 非型態 A 交織路段之分析	7-9
7.5 應用例題.....	7-10
參考文獻.....	7-12

圖目錄

	頁次
圖 7.1 交織路段示意圖	7-1
圖 7.2 匝道間之交織路段示意圖	7-1
圖 7.3 交織區段型態 A 車流示意圖	7-2
圖 7.4 交織區段型態 B 車流示意圖	7-3
圖 7.5 交織區段型態 C 車流示意圖	7-3
圖 7.6 應用例題簡圖	7-10

表目錄

	頁次
表 7.1 交織路段服務水準評估表	7-4
表 7.2 車道寬度與路側橫向淨寬調整因素	7-7
表 7.3 重型車種在各混合比下之小車當量值	7-8
表 7.4 各種交織路段型態平均行駛速率計算公式及檢驗公式	7-9

7.1 緒論

如圖 7.1 所示，交織(weaving)係指兩股以上同方向行駛之車流須不依靠號誌控制互相穿越的車流現象。交織路段可能是因為兩高速公路會合之後在短距離又分出而形成。如圖 7.2 所示，如一進口匝道及一出口匝道間之路段有一輔助車道，則該路段也形成一交織路段，如無輔助車道，則該路段不屬於交織路段。

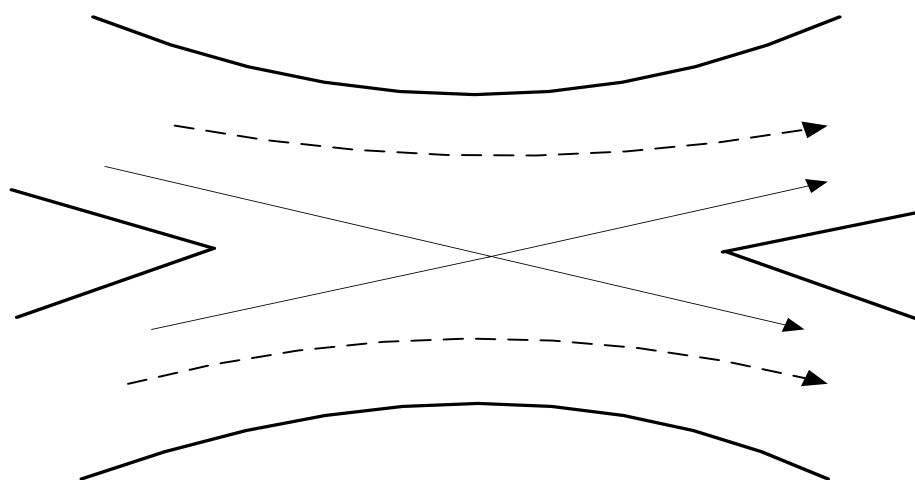


圖 7.1 交織路段示意圖

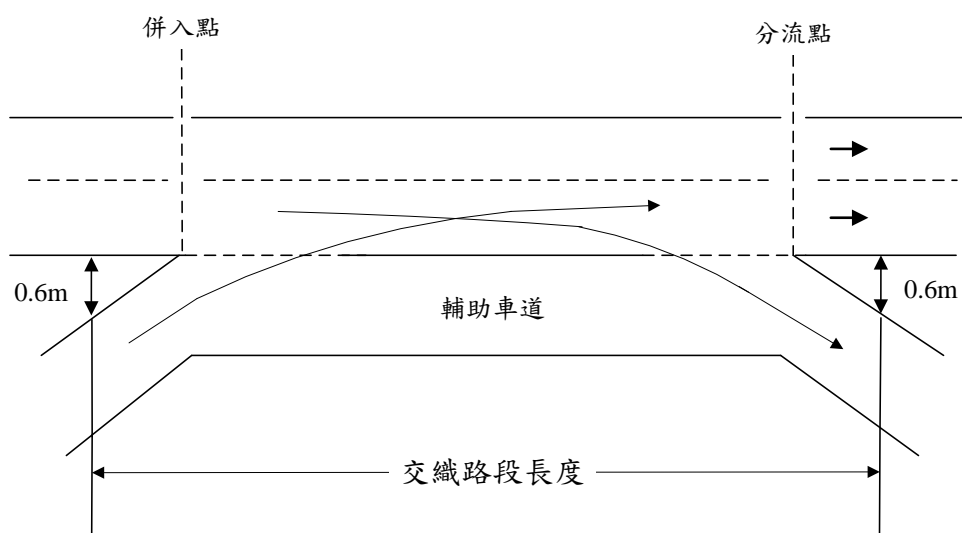


圖 7.2 匝道間之交織路段示意圖

臺灣目前沒有交織路段的現場資料以建立適用的容量分析方法。本章仍沿用民國 79 年之公路容量手冊[1]所介紹的方法。為說明方便

起見，茲先將幾個有關的名詞說明如下：

1. 交織路段長度：

由於交織路段長度限制了變換車道的空間(或時間)，因此影響了交織路段的容量。其長度定義為匝道併入點上游及分流點下游與路肩橫向距離 0.6 公尺處間之距離。假若交織路段長度超過 760 公尺以上，則視為各別進、出口匝道，容量分析以第五章或第六章有關匝道的分析方式處理。

2. 交織路段型態：

美國 1985 年公路容量手冊[2]將交織路段型態分為三種類型。型態 A 為交織的兩股車流均須變換一次車道，如圖 7.3 所示。型態 B 為交織的兩股車流中，其中有一股無須變換車道，另一股最多只變換一次車道，如圖 7.4 所示。型態 C 為兩股交織車流中，有一股無須變換車道，另一股至少須變兩次以上車道，如圖 7.5 所示。根據臺灣目前高速公路之特性，本文之討論著重於型態 A 之交織車流型態。

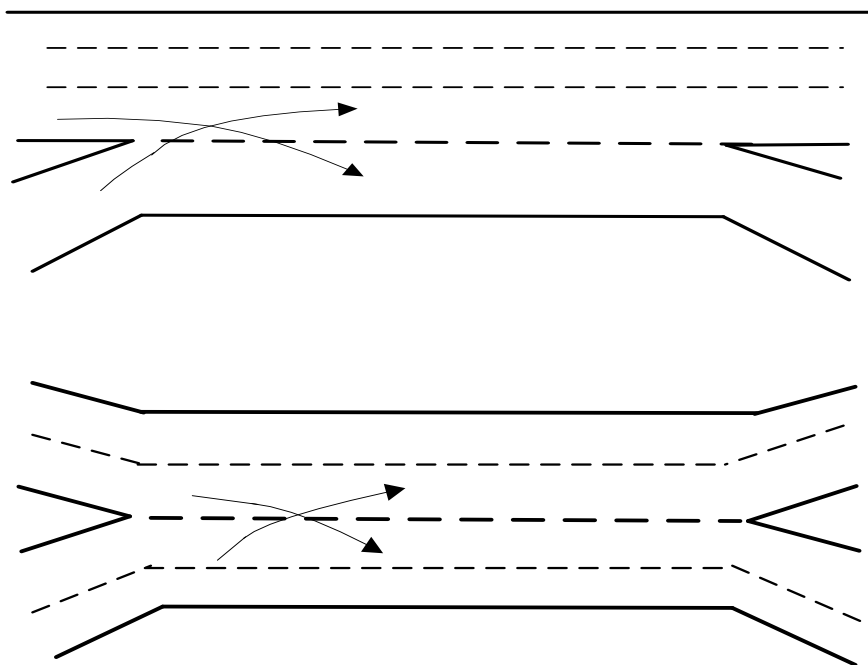


圖 7.3 交織區段型態 A 車流示意圖

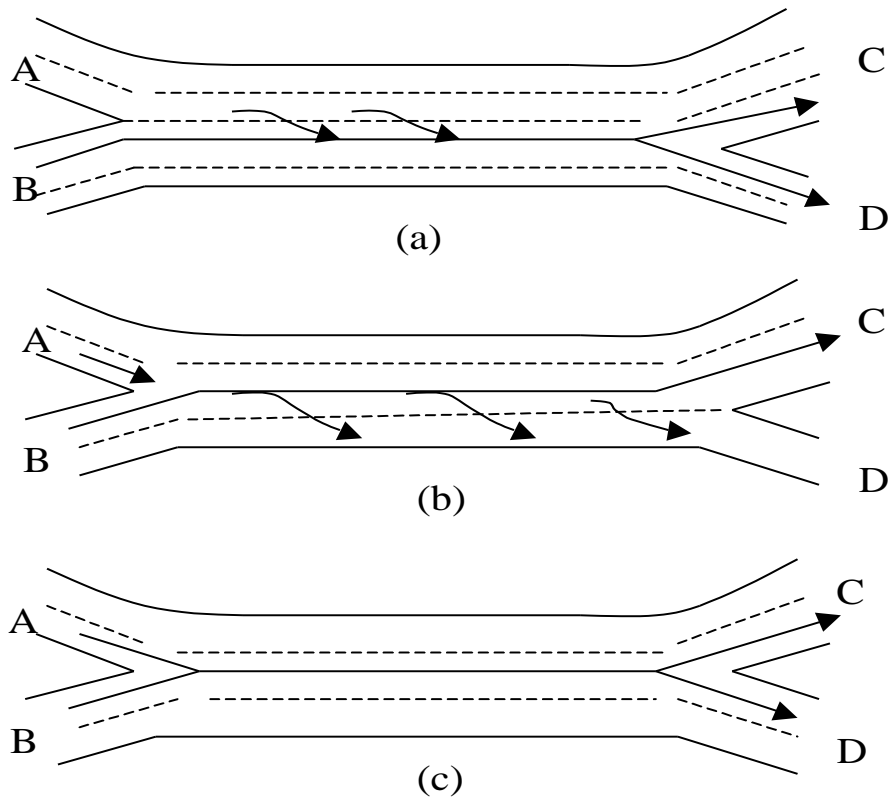


圖 7.4 交織區段型態 B 車流示意圖

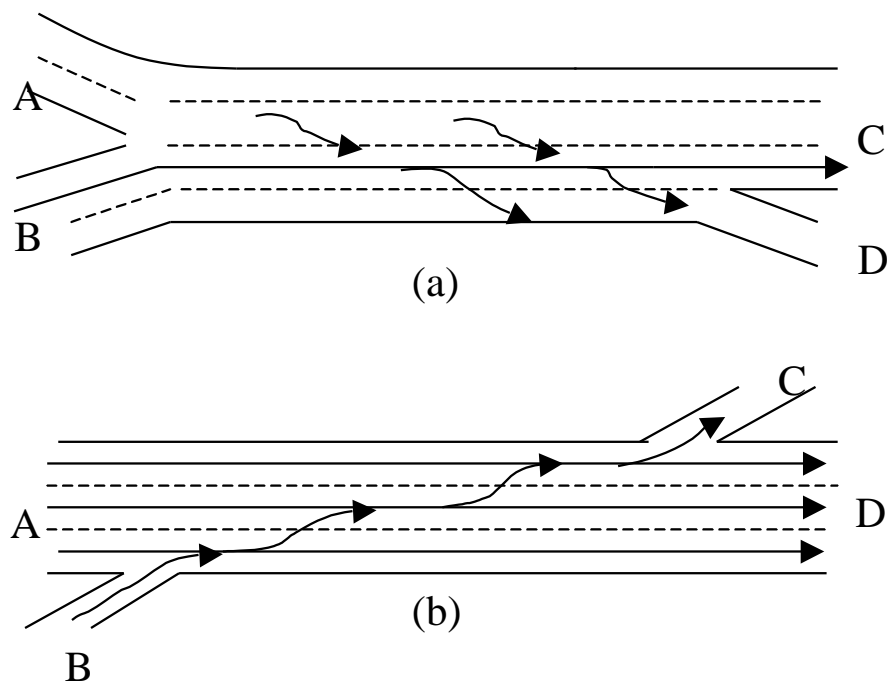


圖 7.5 交織區段型態 C 車流示意圖

3. 交織流率: 需要變換車道達成交織目的之流率總和。
4. 交織車道: 提供交織車流使用之車道。

如表 7.1 所示，交織路段之服務水準，主要以交織車輛及非交織車輛的平均行駛速率作為評定準則，分為 6 級，其所對應之行駛速率是一般評定路段服務水準所常用的指標，交織路段由於有變換車道的操作與干擾，所以其行駛速率隨流量之增減較高速公路基本路段敏感。交織路段之交織流量最大為 2,000 小車/小時，假若需求流率高於 2,000 小車/小時，則將發生阻塞情況，其對應之行駛速率為 45 公里/小時以下。

表 7.1 交織路段服務水準評估表

服務水準	交織車流平均速率 S_W (公里/小時)	非交織車流平均速率 S_{NW} (公里/小時)
A	79	85
B	71	76
C	64	68
D	56	60
E	45	45
F	< 45	< 45

資料來源：[2]。

7.2 受限制及不受限制之交織車流

交織路段上之交織車流如欲有充分的時間與空間以轉換車道，並且能維持一穩定而速率不低之行車狀況，則每一 A 型交織路段之交織車輛平均可用之交織車道數不能超過 1.4，B 型及 C 型交織車輛平均可用的交織車道數則各不超過 3.5 及 3.0 [2]。如果交織流率增大而欲維持穩定速率通過交織路段所需要的交織車道數超過在穩定行車狀況下可用之車道數，則交織車輛必須大幅降低車速以尋找適切間隙變換車道，如此在交織路段的操作中將產生不平衡的現象，這種車流狀況稱為「受限制」之交織車流。此時交織車道車速與非交織車道車速有了明顯的差距。

如穩定交織所需之車道數小於可用之交織車道數則此種狀況稱

為不受限制之交織，在分析交織路段時，有必要了解交織車流是否受限制。

7.3 型態 A 交織路段之分析方法

7.3.1 訂定交通狀況及幾何設計

在分析交織路段時必須考慮的交通狀況包括尖峰 15 分鐘之需求流率及其相關之交織流率與車種組成。幾何設計則包括車道數、車道寬、路肩寬、坡長及坡度、及交織路段長度。

尖峰 15 分鐘之需求流率如不能從現場資料或現存資料訂定，一般須從尖峰小時流率及尖峰小時係數以估計之，運轉分析所用之尖峰小時流率很可能是根據現場資料，規劃或設計用之尖峰小時流率則是預測值，此預測值可從下式訂定：

$$Q = ADT \times K \times D \quad (7.1)$$

此式中，

- Q = 單方向尖峰小時流率(輛/小時)；
- ADT = 設計年平均每日流量(輛)；
- K = 設計小時流量係數；
- D = 流量方向分布係數。

設計小時流量係數代表設計年中尖峰小時流量與平均每日流量之比例。都會區交織路段的尖峰小時流量係數很可能在 0.08 到 0.12 之間，遠離都會區的相關係數則很可能在 0.15 以上。

7.3.2 估計尖峰 15 分鐘在基本狀況下之對等流率

基本狀況包括：

1. 車道寬 = 3.75 公尺。
2. 路肩寬 = 外側為 3 公尺，內側為 1 公尺。
3. 直線平坦路段。

4. 晴朗天氣及良好鋪面。
5. 車流屬小車。

根據分析時所設定之幾何設計及車種組成，尖峰 15 分鐘在基本狀況下之對等流率可估計如下：

$$V = \frac{Q}{PHF \times f_{HV} \times f_w} \quad (7.2)$$

此式中，

V = 尖峰 15 分鐘在基本狀況下之單方向對等流率(小車/小時)；

Q = 尖峰小時之單方向流率(輛/小時)；

PHF = 尖峰小時係數；

f_{HV} = 車種調整因素；

f_w = 車道及橫向淨寬調整因素(見表 7.2)。

車種可分成小車、大客車、大貨車及聯結車，車種及坡度調整因素可從下式估計之：

$$f_{HV} = \frac{1}{P_1 E_1 + P_2 E_2 + P_3 E_3 + P_4 E_4} \quad (7.3)$$

此式中，

P_i ($i=1,2,3,4$) = 各車種 i 之比例(所有車種 P_i 值之和必須等於 1.0)；

E_i ($i=1,2,3,4$) = 各車種 i 之小車當量值(見表 7.3)。

7.3.3 估計不受限制之平均速率

交織車流及非交織車流之平均速率須分別估計。

1. 交織車流平均行駛速率(S_w ，公里/小時)

$$S_w = 0.88 \left[24 + \frac{80}{1 + 0.078(1 + V_R)^{2.2} (V/N)^{1.0} / L^{0.9}} \right] \quad (7.4)$$

此式中，

V_R = 交織流率(V_w)與總流率(V)之比率 V_w/V ；

V = 交織路段尖峰 15 分鐘總流率(小車/小時)；

N = 交織路段總車道數；

L = 交織路段長度(公尺)。

2. 非交織車流平均行駛速率(S_{NW} ，公里/小時)

$$S_{NW} = 0.88 \left[24 + \frac{80}{1 + 0.006(1 + V_R)^{4.0} (V/N)^{1.3} / L^{1.0}} \right] \quad (7.5)$$

表 7.2 車道寬度與路側橫向淨寬調整因素

橫向淨距 (公尺)	調 整 因 素, f_w							
	單 邊 障 礙 物				雙 邊 障 礙 物			
	車 道 寬 (公尺)							
	3.75	3.50	3.25	3.0	3.75	3.50	3.25	3.0
4 車道(每方向雙車道)								
≥ 2.0	1.00	0.97	0.91	0.86	1.00	0.97	0.91	0.86
1.6	0.99	0.96	0.90	0.85	0.99	0.96	0.90	0.85
1.3	0.99	0.96	0.90	0.85	0.98	0.95	0.89	0.85
1.0	0.98	0.95	0.89	0.84	0.96	0.93	0.87	0.82
0.6	0.97	0.94	0.88	0.84	0.94	0.91	0.86	0.81
0.3	0.93	0.90	0.85	0.81	0.87	0.85	0.80	0.76
0	0.90	0.87	0.82	0.78	0.81	0.79	0.74	0.70
6 或 8 車道(每方向 3 或 4 車道)								
≥ 2.0	1.00	0.96	0.89	0.84	1.00	0.96	0.89	0.84
1.6	0.99	0.95	0.88	0.83	0.98	0.94	0.87	0.83
1.3	0.99	0.95	0.88	0.83	0.98	0.94	0.87	0.83
1.0	0.98	0.94	0.87	0.82	0.97	0.93	0.86	0.82
0.6	0.97	0.93	0.87	0.82	0.96	0.92	0.85	0.81
0.3	0.95	0.92	0.86	0.81	0.93	0.89	0.83	0.78
0	0.94	0.91	0.85	0.74	0.91	0.87	0.81	0.76

表 7.3 重型車種在各混合比下之小車當量值

車種	混合比	平原區	爬坡路段				
			0~3%	4%	5%	6%	7%
小車	—	1.00	1.00	1.50	2.00	2.50	3.50
大客車	20%	1.70	2.27	2.83	3.40	4.53	9.06
	40%	1.75	2.33	2.92	3.50	4.67	9.34
	60%	1.80	2.40	3.00	3.60	4.80	9.60
	80%	1.84	2.45	3.07	3.68	4.91	9.82
	100%	1.90	2.53	3.16	3.80	5.07	10.14
大貨車	20%	2.21	2.84	3.96	5.0	6.80	13.59
	40%	2.29	2.91	4.09	5.25	7.01	14.01
	60%	2.36	3.00	4.20	5.40	7.20	14.40
	80%	2.43	3.06	4.30	5.52	7.37	14.73
	100%	2.51	3.16	4.42	5.70	7.61	15.21
聯結車	20%	2.51	4.54	5.66	6.80	9.06	17.16
	40%	2.65	4.66	5.84	7.00	9.34	17.68
	60%	2.78	4.80	6.00	7.20	9.60	19.20
	80%	2.92	4.90	6.14	7.36	9.82	19.64
	100%	3.05	5.06	6.32	7.60	10.14	20.28

7.3.4 檢驗交織車流是否受限制

首先利用以下公式估計在不受限制下，所須占用交織車道數 N_w ：

$$N_w = 2.70(N)(V_R)^{0.571}(L/30.48)^{0.234}/S_w^{0.438} \quad (7.6)$$

型態 A 之交織路段可讓交織車流使用的最多車道數 $N_{w(max)}$ 之平均值為 1.4。所以當 $N_w > 1.4$ 時交織車流受限制，當 $N_w \leq 1.4$ 時，交織車流不受限制。

若是交織車流受限制，則重新計算平均行駛速率 (S_w 與 S_{NW}) 其公式如下：

1. 交織車流平均行駛速率 (S_w ，公里/小時)

$$S_w = 0.88 \left[24 + \frac{80}{1 + 0.096(1 + V_R)^{2.2}(V/N)^{1.0}/L^{0.9}} \right] \quad (7.7)$$

2. 非交織車流平均行駛速率(S_{NW} ，公里/小時)

$$S_{NW} = 0.88 \left[24 + \frac{80}{1 + 0.01(1 + V_R)^{4.0}(V/N)^{0.88}/L^{0.6}} \right] \quad (7.8)$$

7.3.5 決定服務水準

查表 7.1 由 S_W 及 S_{NW} 決定交織車流與非交織車流服務水準。交織車流 V_W 之最大流率限制為 2,000 小車/小時。假若交織需求流量超過 2,000 小車/小時，則可能產生阻塞，使路段服務水準下降至 F 級。

7.4 非型態 A 交織路段之分析

上節分析程序僅以型態 A 為分析對象，而其他型態之交織路段的分析程序皆相同，惟其平均行駛速率之計算方式有所差異，各型之交織路段平均行駛速率計算公式詳見表 7.4 所示。

表 7.4 各種交織路段型態平均行駛速率計算公式及檢驗公式

$S_W \text{ 或 } S_{NW} = 0.88 \left[24 + \frac{80}{1 + a(1 + V_R)^b(V/N)^c/L^d} \right]$									
型態	項目	交織車流				非交織車流			
		a	b	c	d	a	b	c	d
A	無限制	0.078	2.2	1.0	0.90	0.006	4.0	1.30	1.0
	受限制	0.096	2.2	1.0	0.90	0.006	4.0	0.88	0.6
B	無限制	0.055	1.2	0.77	0.50	0.006	2.0	1.42	0.95
	受限制	0.088	1.2	0.77	0.50	0.005	2.0	1.30	0.90
C	無限制	0.055	1.8	0.80	0.50	0.008	1.8	1.10	0.50
	受限制	0.055	2.0	0.85	0.50	0.007	1.6	1.00	0.50
檢驗交織車流是否受限制之公式									
型態	所需交織車道數檢驗公式 N_w								最大交織車道數 $N_{w(max)}$
A	$2.70N \times V_R^{0.571} \times (L/30.48)^{0.234} / S_W^{0.438}$								1.4
B	$N[0.085 + 0.703V_R + (71.57/L) - 0.011(S_{NW} - S_W)]$								3.5
C	$N[0.761 - 0.004L - 0.003(S_{NW} - S_W) + 0.047V_R]$								3.0

資料來源：[1,2]。

7.5 應用例題

某交織路段之尖峰小時需求車流率如下圖所示，此路段之車輛只包含小型車及大貨車。交織區段長 457 公尺，車道寬 3.75 公尺之路肩寬 2 公尺，並位處平原區，尖峰小時係數為 $PHF=0.95$ ，試求該交織區段之服務水準。

解：

1. 估計在基本狀況下之流率

- (1) 車道寬及路側橫向淨寬調整因素，查表 7.2 得 $f_w=1.0$ 。
- (2) 車種調整因素計算：從表 7.3 得知小型車之小車當量為 $E_1=1.0$ ，大貨車之小車當量為 $E_2=2.21$ 。

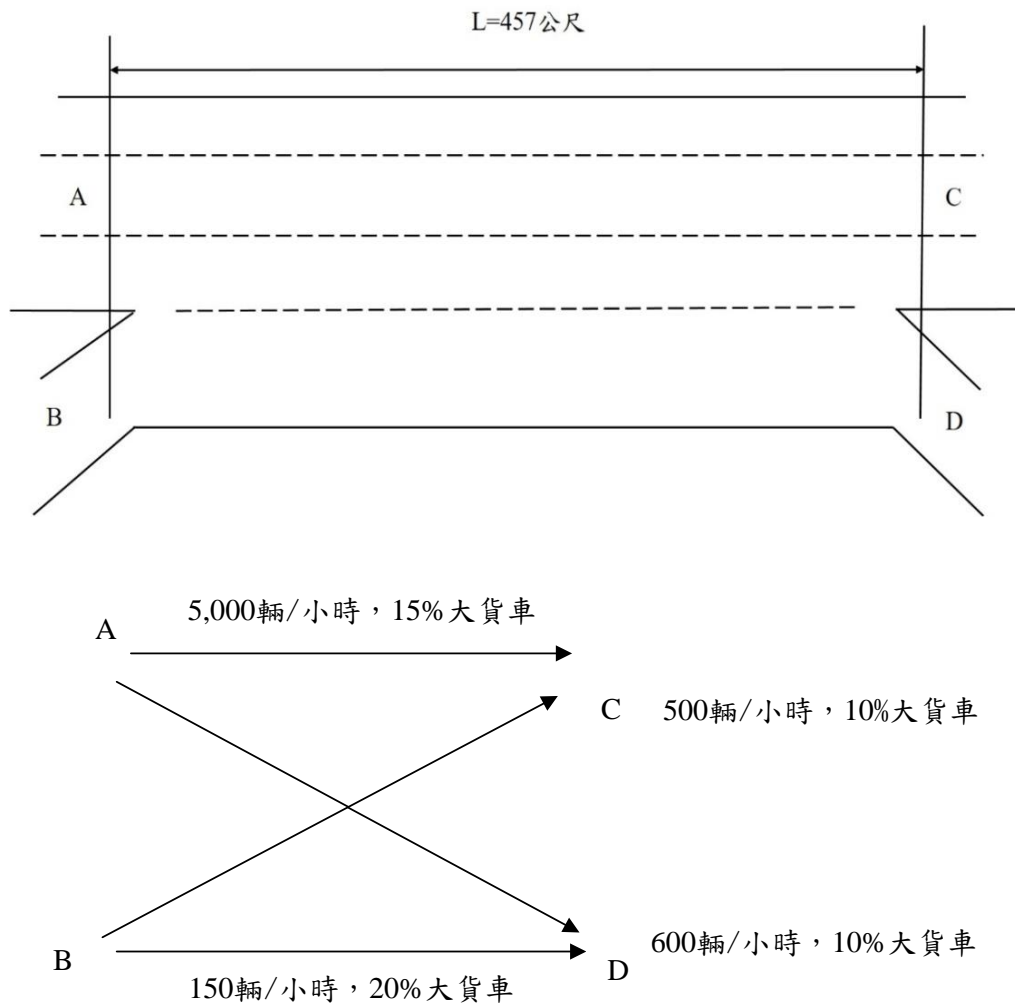


圖 7.6 應用例題簡圖

(3) 根據式(7.3)，方向 AC，AD，BC 及 BD 之各車流的 f_{HV} 可從式(7.3)估計如下：

$$\text{從 A 到 C, } f_{HV} = \frac{1}{(0.85 \times 1 + 0.15 \times 2.21)} = 0.85$$

$$\text{從 A 到 D, } f_{HV} = \frac{1}{(0.9 \times 1 + 0.1 \times 2.21)} = 0.89$$

$$\text{從 B 到 C, } f_{HV} = \frac{1}{(0.9 \times 1 + 0.1 \times 2.21)} = 0.89$$

$$\text{從 B 到 D, } f_{HV} = \frac{1}{(0.8 \times 1 + 0.2 \times 2.21)} = 0.81$$

(4) 估計基本狀況下之流量(式 7.2)

$$\text{從 A 到 C, } V_{AC} = \frac{5,000}{0.95 \times 0.85 \times 1} = 6,192 \text{ (小車/小時)}$$

$$\text{從 A 到 D, } V_{AD} = \frac{600}{0.95 \times 0.89 \times 1} = 710 \text{ (小車/小時)}$$

$$\text{從 B 到 C, } V_{BC} = \frac{500}{0.95 \times 0.89 \times 1} = 591 \text{ (小車/小時)}$$

$$\text{從 B 到 D, } V_{BD} = \frac{150}{0.95 \times 0.81 \times 1} = 195 \text{ (小車/小時)}$$

總車流率為 $V = 6,192 + 710 + 591 + 195 = 7,688$ 小車/小時，其中交織流率為 $591 + 710 = 1,301$ 小車/小時，非交織車流為 $6,192 + 195 = 6,387$ 小車/小時。所以 $V_R = (591 + 710) / 7,688 = 0.169$ 。

2. 估計平均行駛速率

先假設交織車流不受限制，則式(7.4)中， $V_R = 0.169$ ， $V = 7,688$ ， $N = 4$ ，而且 $L = 457$ ，所以 $S_w = 59$ 公里/小時，從式(7.5)則可求得 $S_{NW} = 69$ 公里/小時。

從式(7.6)亦可知 $N_w = 1.23$ ，這表示交織車流需有 1.23 車道可使用，其流動才不會受限制。因能使用之車道數為 1.4，所以此例中之交織車流不受限制，在此情況下，上述 S_w 及 S_{NW} 之值可接受，不必重新用式(7.7)及式(7.8)重新估計。

3. 訂定服務水準

本例題之交織需求流率為 1,301 小車/小時，未超過交織容量 (2,000 小車/小時)，所以車流未進入壅塞狀況。因為交織流率之平均速率為 $S_w = 59$ 公里/小時，可從表 7.1 知其服務水準為 D 級。

非交織車流之平均速率為 $S_{NW}=69$ 公里/小時，表 7.1 顯示其服務水準為 C 級。整個交織路段之服務水準受制於交織車流之服務水準，可視為 D 級。

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 209, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 1985.