

九、公路之寬度、容量

參考資料：蔡攀鰲，「公路工程」，第5章

參考資料：「公路工程」補充講義 Sections C.1 & C.4

C.1 服務水準

C.4 公路之寬度、容量

◎ 公路容量與服務水準

* 公路容量=表示公路之基本運輸能力，在天候及路面狀況良好時，每單位時間內公路某一斷面所能合理通過之最大車輛數(雙車道公路指全部兩個方向合併計算，多車道公路指某單向容納最多交通之一車道)

* 服務水準(LOS)：A~F 級[評定標準為何?]

A:自由車流

B:穩定車流(高速度) <= 郊區公路設計

C:穩定車流 <= 市區街道設計

D:高密度的穩定車流(低速度)

E:接近容量之不穩定車流

F:強迫性車流

* 服務流率=在某一特定服務水準下，每小時公路某一斷面所能合理通過之最大車輛數

* 分析容量之理想條件：

1. 不受兩旁車輛及行人之干擾
2. 車流內僅有小汽車
3. 車道寬 3.7m 以上，側向障礙物在 1.8m 外
4. 郊區公路設計平均行駛速率 110 kph，無超車視距之障礙

→理想條件之公路容量，雙車道兩向車道合計或多車道每一車道皆為 2,000 輛/小時

→我國現在採用 2,400 輛/小時

* 影響容量之因素：

道路因素：車道寬、橫向淨寬、線形、坡度

交通因素：大型車所佔比例、交通干擾

[小客車當量與小客車單位]

$$\text{尖峰小時因素 } PHF = \frac{V}{4V_{15}}$$

$$\text{大貨車調整係數} = \frac{100}{100 - P_T + E_T P_T}$$

$$\text{大客車調整係數} = \frac{100}{100 - P_B + E_B P_B}$$

◎ 容量、服務流量之計算

※高速公路與未分隔式多車道公路

1. 實際路況之容量 C (=>E 級服務水準)

$$C = 2000 NWT_C$$

W=車道寬與障礙物調整係數(表 5-5, 5-6)

T_C=大型車調整係數(表 5-14, 5-16)

2. 服務流量 SV

$$SV = 2000N \left(\frac{V}{C} \right) WT_L$$

$$SV = (MSV)WT_L$$

$$SV = C \left(\frac{V}{C} \right) \frac{T_L}{T_C}$$

V/C=服務流量/容量比(表 5-1, 5-2)

W=車道寬與障礙物調整係數(表 5-5, 5-6)

T_L=已知服務水準之大型車調整係數(表 5-14, 5-16)

MSV=理想情況最大服務流量(表 5-1, 5-2)

※雙車道公路

1. 實際路況之容量 C (=>E 級服務水準)

$$C = 2000W_C T_C$$

W_C=車道寬與障礙物調整係數(表 5-7)

T_C=大型車調整係數(表 5-15, 5-17)

2. 服務流量 SV

$$SV = 2000 \left(\frac{V}{C} \right) W_L T_L$$

$$SV = (MSV)W_L T_L$$

$$SV = C \left(\frac{V}{C} \right) \frac{W_L T_L}{W_C T_C}$$

V/C =服務流量/容量比(表 5-3)

W_L =車道寬與障礙物調整係數(表 5-7)

T_L =已知服務水準之大型車調整係數(表 5-15, 5-17)

MSV =理想情況最大服務流量(表 5-3)

◎車道數之決定

$$C = 2000 N W T_C$$

$$SV = C \left(\frac{V}{C} \right) \frac{T_L}{T_C}$$

$$DDHV = (AADT)(K)(D)$$

$$K = \frac{30HV}{AADT}$$

※高速公路平原區、 $V_r=110$ kph、車道寬 3.75m、右側路肩 3.5m、左側路肩 1.0m、分向綠地寬 12m、大貨車 5%、 $DDHV=3,200$ veh/hr，試決定其車道數與服務等級。

※ $AADT=22,000$ 輛、 $K=0.15$ 、 $D=0.60$ 、大貨車 8%、大客車 5%、 $PHF=0.91$ 、車道寬 3.3m、分向綠地寬 4m、右側障礙物 1.2m、左側無障礙物、2%上坡 0.8km，試以 C 級服務水準決定其車道數。

◎ 我國最新研擬修訂之「公路容量手冊」初稿

參考資料：

1. 龍天立、鄭賜榮，「臺灣地區公路容量手冊」，交通部運輸研究所委託，臺灣大學土木工程研究所，民國七十九年十月。

◎ 高速公路簡介

1. 全長 373.2km，四車道最多佔 84.8%，車道寬度全線均為 3.75m，外側路肩寬度 3m，設計速率 120kph 或 100kph，符合理想狀況
2. 系統組成：
 - (a) 高速公路基本路段
 - (b) 匝道
 - (c) 交織區段
 - (d) 收費站

◎ 高速公路基本路段之定義

1. 基本路段之範圍
2. 容量 C 以單方向每小時車流量(pcu/hr)表示
3. 基本容量(理想條件下)為 2400 pcphpl(每車道每小時通過之小客車數)
4. 理想狀況：
 - (a) 車道寬 3.75m
 - (b) 側向障橫向淨距最小為 1.8m
 - (c) 車流內僅有小客車
 - (d) 在平原區
5. 密度指某段時間內某段道路或車道上之平均瞬時車輛數(veh/km, veh/km/ln)

6. 服務水準以旅行速度為主，密度及流量與容量之比值(V/C)為輔，並依設計速率不同，分為 A~F 六級，如表 II.2.1 所示
7. 最大服務流率(MSF)=理想狀況 i 級服務水準下單位小時每車道之最大服務流量(pcp/hpl)
8. 服務流量(SF)=在現行道路設施與狀況 i 級服務水準之單方向每小時流量(veh/hr, vph)
9. AADT=平均每日交通量(veh, pcu)
10. DDHV=預測年方向設計小時交通量(vph, pcu/hr)

◎ 高速公路基本路段「分析」流程(圖 II.2-1)

※計算服務流率(SF)

流量分析係以尖峰小時內最高 15 分鐘小時流率為基礎，故須對需求容量加以轉換

$$SF = V / PHF$$

V = 尖峰小時需求容量(vph)

PHF = 尖峰小時因素，約為 0.80~0.96，若無調查值時建議用 0.90

※計算調整因素

1. 車道寬度與路側橫向淨寬調整因素(f_w)
(表 II.2.2)

2. 重型車輛調整因素(f_{HV})

(a) 高速公路非假日車流中，小客車約 65%、大客車約 7%、大貨車約 21%、聯結車約 7%

(b) 建議小客車當量值如表 II.2.3

(c) 重型車折減因素(f_{HV})

$$f_{HV} = \frac{1}{P_C E_C + P_B E_B + P_T E_T + E_{CN} P_{CN}}$$

※計算最大服務流量 MSF 或流量/容量比(V/C)

$$MSF = \frac{SF}{N(f_w)(f_{HV})}$$

$$\frac{V}{C} = \frac{SF}{C_j(N)(f_w)(f_{HV})}$$

$$C_j = 2,400 \text{ pcphpl}$$

※決定道路服務水準與密度
(查表 II.2.1 與圖 II.2-2)

$$k = \frac{(V/C)C_j}{u} = \frac{MSF}{u}$$

u = 平均旅行速率(km/hr)

k = 密度(pcu/km/ln)

※運作分析試算表(表 II.2.4)

◎ 高速公路基本路段容量「設計」流程(圖 II.2-3)

$$SF = \frac{DDHV}{PHF}$$

$$N = \frac{SF}{C_j(V/C)(f_w)(f_{HV})}$$

$$C_j = 2,400 \text{ pcphpl}$$

表 II.2.5 高速公路基本路段容量設計試算表

◎ 高速公路基本路段「規劃」流程(如同設計)

$$DDHV = AADT(K)(D)$$

$$SFL = \frac{C_j(V / C)}{P_C E_C + P_T E_T}$$

$$N = \frac{DDHV}{SFL(PHF)}$$

表 II.2.6 高速公路基本路段規劃試算表

K = 6.5~9.5% (7%)、D = 50.1%~65% (60%)

◎ 應用實例

評估服務水準與決定車道數
(運作分析、設計、規劃)

◎ 一般郊區公路簡介

1. 除高速公路系統外之郊區公路(多車道郊區公路、雙車道郊區公路)
2. 台灣地區郊區公路之特性：
 - a. 多處平面交叉口
 - b. 速限在 60kph 以下
 - c. 無爬坡道之設置
 - d. 乙種車輛達 40%~60%(vph)
 - e. 無大型休閒旅行車，但貨櫃車及性能不佳車輛影響嚴重

◎ 多車道郊區公路之定義

1. 分類：平原區、丘陵區、山嶺區
2. 範圍(非阻斷性車流之區段)
3. 特性區分：
 - a.市區道路(平均旅行速率 10~25kph)
 - b.市郊道路(20~45kph)
 - c.城際公路(40~70kph)
4. 多車道容量分析方法：
 - (a)機慢車道寬度大於 1.5m 時，將快車道與機慢車道之容量分別處理
 - (b)機慢車道寬度不足 1.5m 時，將之併入汽車道當成車道加寬處理
5. 郊區公路容量之用途：

規劃、設計、運作分析

◎ 多車道郊區公路之分析流程

※分析考慮之因素：

1. 規劃階段
2. 設計階段
3. 運作分析

※基本容量之定義

1. 基本容量=在理想狀況下，單位時間可通過某一多車道公路之最大交通量；惟機慢車道之容量以汽車道之基本容量為基礎，並以慢車道寬度加以調整
2. 理想狀況：
 - (a) 車道寬 3.75m
 - (b) 橫向淨寬最小為 2.0m
 - (c) 車流內僅有小客車
 - (d) 在平原區
 - (e) 在城際地區為中央分隔式

※基本容量值之界定

1. 流量-密度-速率之關係(圖 III.1-1)
$$Q(\text{流量}) = u(\text{平均速率}) * k(\text{密度})$$
2. 建議國內一般公路四車道之基本容量為為每一車道 2100 pcphpl
3. 機慢車道之基本容量暫以車道寬 3.75m 為 2100pcu 計

※調整因素之界定

1. 交通量之調整

表 III.1.1 尖峰小時因素建議值

2. K 係數(表 III.1.2)

市區 12~15%、平原區 9~12%、丘陵區
與山嶺區 7~10%

(與美國 1985 HCM 相反)

3. D 係數(表 III.1.3)

城際 $D=0.65$ 、市郊 $D=0.60$

4. 當量分析

大型車 $PCE=1.34\sim1.52(1.5)$ (表 III.1.4)

機車 $PCE=0.57\sim0.72(0.65)$ (表 III.1.5)

表 III.1.6 & III.1.7 爲當量值建議表

5. 發展環境因素之調整(f_E)(表 III.1.8)

6. 車道寬綜合調整因素(表 III.1.9)

(表 III.1.10 & 表 III.1.11)

※服務水準之界定

表 II.2.12 服務水準評定準則建議表

◎計算步驟

※規劃容量分析

1. 將 $AADT(veh)$ 轉換爲 $AADT(pcu)$

2. 計算 $DDHV$ (表 III.1.2, III.1.3)

3. 選擇 i 級服務水準下之服務流率 SFL_i

4. 車道數計算

(f_E =發展環境因素，表 III.1.8)

$$V(pcu) = V(veh) * [P_C E_C + P_{TB} E_{TB} + P_{CN} E_{CN} + E_M P_M]$$

$$DDHV = AADT(K)(D)$$

$$N = \frac{DDHV}{SFL_i(f_E)(PHF)}$$

※設計容量分析

1. 選定設計 V/C 比

表 III.1.12 或 III.1.13，AASHTO 建議郊區公路 V/C=0.5、市郊道路 V/C=0.75

2. 分隔均勻設計路段，作個別容量分析

3. 求算流量(表 III.1.6~III.1.7)

4. 計算調整因素值(表 III.1.9~III.1.11)

5. 車道數及慢車道寬計算

$$SF_{car} = DDHV(1 - P_M) * [P_C' E_C + P_{TB}' E_{TB} + P_{CN}' E_{CN}] / PHF$$

$$SF_{motor} = DDHV(P_M E_M) / PHF$$

$$SF_{total} = DDHV * [P_C E_C + P_{TB} E_{TB} + P_{CN} E_{CN} + P_M E_M] / PHF$$

$$N = \frac{SF}{C_i(V/C)(f_W)(f_E)}$$

$$W = \frac{SF * 3.75}{C_i(V/C)(f_W)(f_E)} \geq 2.0m$$

※運作容量分析

1. 特性區分：有機慢車道、無機慢車道
2. 計算服務流量(表 III.1.1)
3. 計算調整因素值(表 III.1.7~III.1.10)
4. 計算 V/C 比(快車道、慢車道)
5. 決定服務水準等級(表 III.1.12)

$$SF_{car} = V_{car} * [P_C' E_C + P_{TB}' E_{TB} + P_{CN}' E_{CN}] / PHF$$

$$SF_{motor} = V_{motor} E_M / PHF$$

$$SF_{total} = V_{total} * [P_C E_C + P_{TB} E_{TB} + P_{CN} E_{CN} + P_M E_M] / PHF$$

$$V / C = \frac{SF}{C_i(N)(f_W)(f_E)}$$

$$V / C = \frac{SF}{C_i(W / 3.75)(f_W)(f_E)}$$

◎應用實例

評估服務水準與決定車道數
(規劃階段、設計階段、運作分析)

◎雙車道郊區公路

◎ 雙車道郊區公路之定義

1. 範圍(無號誌化交叉口或阻斷性車流之區段)
2. 爲雙快車道或雙汽車道
 - a. 標準雙車道：汽車道兩側設置機慢車專用道者(四級公路)
 - b. 混合雙車道：汽車道兩側未設置機慢車專用道者(五、六級公路)(佔 90%全長)
3. 分類：平原區、丘陵區、山嶺區
4. 雙車道容量分析方法：
 - (a)機慢車道寬度大於 1.5m 時，將快車道與機慢車專用道之容量分別處理
 - (b)機慢車道寬度不足 1.5m 時，將之併入汽車道當成車道加寬處理
5. 郊區公路容量之用途：
規畫、設計、運作分析

◎ 雙車道郊區公路之分析流程

※分析考慮之因素：

1. 規畫階段
2. 設計階段
3. 運作分析

※基本容量之定義

1. 基本容量=在理想狀況下，單位時間可通過某一雙車道公路雙向合計之最大交

通量；惟機慢車道之容量以汽車道之基本容量為基礎，並以慢車道寬度加以調整

2. 理想狀況：

- (a) 車道寬 3.75m
- (b) 橫向淨寬最小為 2.0m
- (c) 車流內僅有小客車
- (d) 在平原區
- (e) 設計速率不小於 60kph
- (f) 無禁止超車區
- (g) 方向性比例為 50/50
- (h) 無阻斷性交通設施(如號誌化交叉口等)

※基本容量值之界定

- 1. 建議以單位時間為 15 秒或 20 秒所求之最大小時流量 2,900 pcu 為雙車道之基本容量
- 3. 機慢車道之基本容量暫以車道寬 3.75m 為 2100pcu 計，並假設以 $W/3.75*(2100)$ 計算

※調整因素之界定

- 1. 交通量之調整

表 III.2.1 尖峰小時因素建議值

- 2. K 係數(表 III.2.2)(同表 III.1.2)

市郊區 12~15%、平原區 9~12%、丘陵區與山嶺區 7~10%

(與美國 1985 HCM 相反)

3. D 係數(表 III.2.3) (同表 III.1.3)

城際 $D=0.65$ 、市郊 $D=0.60$

4. 當量分析

大型車 $PCE=1.46\sim 1.59(1.5)$ (表 III.2.4)

機車 $PCE=0.21\sim 0.43(0.3)$ (表 III.2.5)

表 III.2.6 & III.2.7 爲當量值建議表

5. 方向性調整係數(f_d)(表 III.2.8)

6. 車道寬綜合調整因素(f_w)(表 III.2.9)

(表 III.2.10, 表 III.2.11)

※服務水準之界定

表 III.2.12 服務水準評定準則建議表

◎計算步驟

※規劃容量分析(同前，自行求算)

※設計及運作容量分析

1. 依不同設計服務水準，查得：

a. V/C 比：表 III.2.12 或 III.2.13

b. 方向性調整係數(f_d)(表 III.2.8)

c. 車道寬綜合調整因素(f_w)

(表 III.2.9, III.2.10, III.2.11)

d. 小客車當量值(表 III.2.6, III.2.7)

2. 計算不同服務水準之車種調整因素(f_{HV})

$$f_{HV} = \frac{1}{P_C E_C + P_T E_T + P_{CN} E_{CN}}$$

$$(f_{HV})_{motor} = \frac{1}{E_M}$$

$$(f_{HV})_{total} = \frac{1}{P_C E_C + P_T E_T + P_{CN} E_{CN} + P_M E_M}$$

3. 求算不同服務水準之服務流率

$$SF_{car} = 2900(V / C)_i (f_d)(f_w)$$

$$SF_{motor} = 2100(V / C)_i (f_d)(f_w)(W / 3.75)$$

4. 將現況或預測交通量換成尖峰小時流量

$$v = \frac{V / f_{HV}}{PHF}$$

5. 計算 v/SF_i 並與服務水準核對

◎應用實例

評估服務水準、服務流率、與快慢車道之配置
(規劃階段、設計階段、運作分析)

【例題】

一、簡答與名詞解釋：

- (a) 尖峰小時因素
- (b) 公路容量、服務流量
- (c) 小客車當量
- (d) AADT與K因素之關係
- (e) 理想情況下，雙車道公路每車道之最大容量

二、依我國最新研擬修訂之「公路容量手冊」初稿之建議，我國高速公路、多車道郊區公路、與雙車道郊區公路之基本容量值為何？

三、試述分析公路容量時所設之理想條件為何？在此理想條件下，雙車道與多車道公路之每一車道之容量各為何？若尖峰小時因素為0.91，試決定四車道高速公路在此條件下，各級服務水準之最大服務流量。

四、某一新設計的郊區公路，位於丘陵區，其設計年的年平均每日交通量AADT=54,000輛/日， $K=0.10$ ， $D=0.65$ ，機車佔30%，大型車佔10%，聯結車佔8%， $PHF=0.83$ 。若雙向各有二線快車道，設計之車道寬=3.5公尺，中央有分隔，兩側慢車道寬度各為3.0公尺，路邊橫向淨距=0.5公尺。試決定快車道、與慢車道之服務水準為何？

五、某一新設計的雙車道公路郊區公路，位於丘陵區，其設計年的年平均每日交通量AADT=28,000輛/日， $K=0.10$ ， $D=0.65$ ，機車佔30%，大型車佔10%，聯結車佔8%， $PHF=0.83$ 。若設計之車道寬=3.5公尺，假設兩側慢車道寬度各為2.0公尺，路邊橫向淨距=0.5公尺，試決定標準雙車道公路之服務水準為何？

六、新設計的快速公路位於丘陵區，其基本交通調查資料為：設計年的年平均每日交通量AADT=24,000輛/日， $K=0.15$ ， $D=0.65$ ，大貨車佔10%，大客車佔8%， $PHF=0.83$ 。若設計之車道寬=3.5公尺，分向綠地寬=3公尺，障礙物在右側，且障礙物距車道右邊緣1.2公尺。路段全長12公里中，含5%之上下坡度長各2400公尺。試決定採用四車道及六車道時之服務水準為何？

七、某單位欲於丘陵區新設計一高速公路，其基本交通調查資料如下：AADT=30,000輛/日， $k=0.12$ ， $D=0.60$ ，大貨車佔10%，大客車佔5%， $PHF=0.83$ 。若設計之車道寬=3.6公尺，分向綠地寬=4公尺，側向

障礙物距車道右邊緣 1.2 公尺。路段全長 10 公里中，含 2% 之上下坡度長各 600 公尺。若擬採用 C 級服務水準，試決定所須之車道數；假若改用 D 級服務水準，所須之車道數又如何？

八、依我國最新研擬修訂之「公路容量手冊」初稿之建議，我國高速公路、多車道郊區公路、與雙車道郊區公路之基本容量值為何？又慢車道之容量如何估算？

九、某一新設計之高速公路，位於平原區，設計速率為 120kph，其擬設計之平均每日交通量為 35,000 輛，K 因子為 15%，方向分佈為 65%，大客車佔 12%，大貨車佔 15%，PHF=0.88。若設計之車道寬=3.75 公尺，分向綠地寬=4 公尺，側向無障礙物。若擬採用 C 級與 D 級服務水準，試決定所需之車道數各為何？

十、某一分隔式四車道郊區公路位於丘陵區，其調查之交通量為 3,800vph，方向分佈為 60%，大客車佔 10%，大貨車佔 12%，PHF=0.80。若雙向各有二線快車道，車道寬為 3.5 公尺，中央有分隔，路邊橫向淨距=0.5 公尺。試決定其服務水準？