中華民國運輸學會

台灣地區多車道郊區公路容量及特性研究（一）

期末簡報(修正版)

計畫主持人：曾平毅　副教授

協同主持人：林豐博　教授

簡報內容

一、前言

二、容量分析架構

三、自由速率調查與分析

四、流率與速率關係之調查與分析

五、無號誌影響區之容量分析

六、結論與建議

一、前言

I-1

- 多車道郊區公路包括單向兩車道以上的：
  1. 市郊公路位於都市邊緣，其平面交叉口的距離一般在2公里以下。
  2. 城際公路經過鄉村或未開發之地區，以連接城市，其平面交叉路口之距離可能相當遠。
- 現行分析方法，只涉及不受號誌化路口影響之路段，應用範圍有限。欠缺本土性資料，可靠度不高。且無適用於分析號誌化路口之方法。

一、前言

- 本(第一)期計畫目的：
  1. 訂定一容量分析架構，以作為修訂公路容量手冊第11章分析方法之指導方針。
  2. 展開初步現場調查，以了解多車道郊區公路之重要交通特性。
  3. 建立分析多車道郊區公路較迫切需要的模式雛形(protptype)及資料，並提供一初步容量分析方法，作為修訂公路容量手冊第11章的基礎。
  4. 訂定後續研究方案。

一、前言

- 研究範圍限於現存多車道城際公路。
- 工作對象為單向兩快車道加一慢車道，車流受號誌影響不顯著之平直路段。

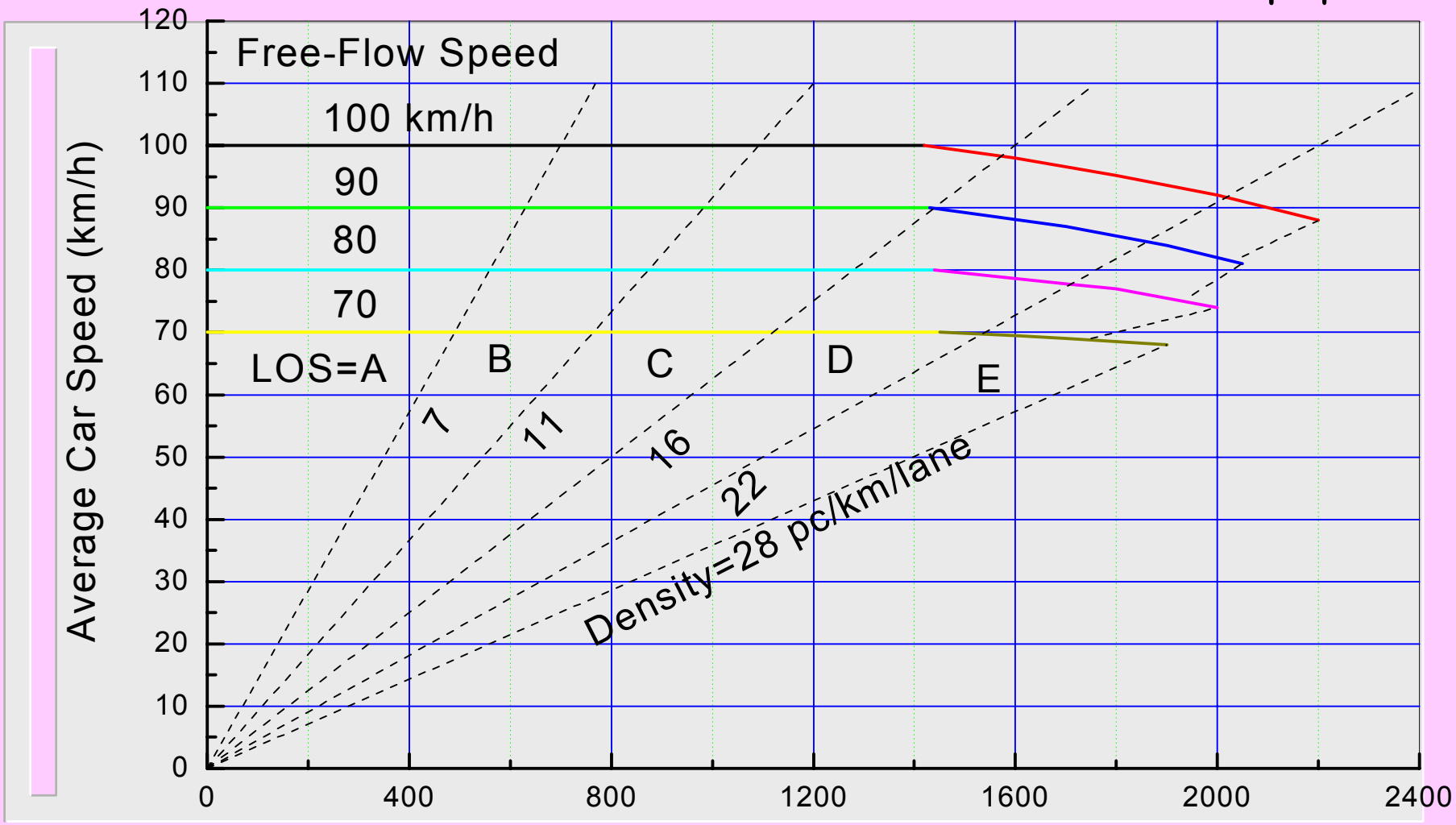
省道27%

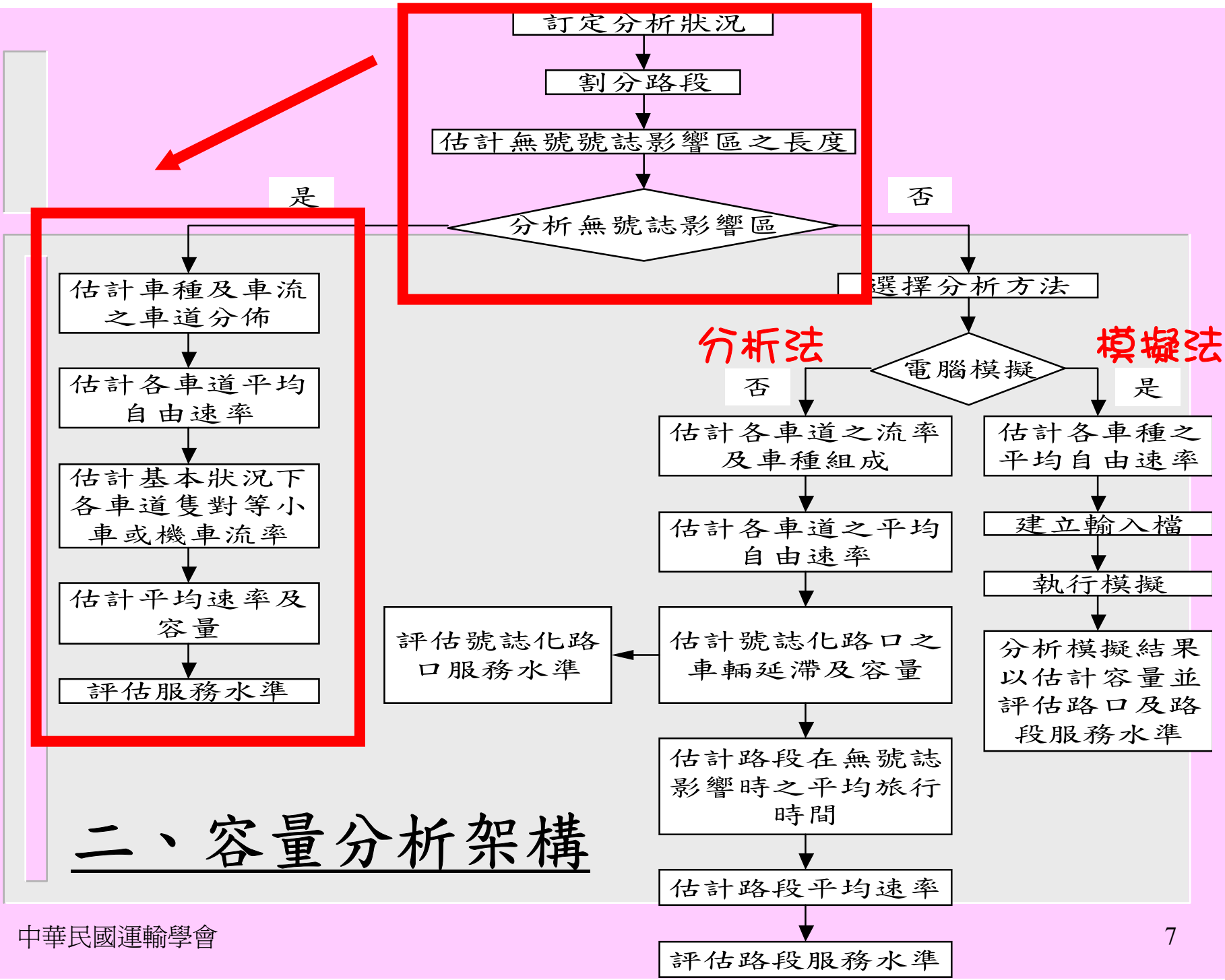
縣道16%

- 主要工作項目如下：
  1. 訂定容量分析架構。
  2. 建立估計平均自由速率的方法。
  3. 建立劃分路段為號誌影響區及無號誌影響區之標準及方法。
  4. 調查分析平直基本路段平均速率與流率關係。
  5. 建立初步分析無號誌影響區之方法。
  6. 擬定後續研究方案。

一、前言

1-4


Free-Flow Speed
100 km/h
90
80
70
LOS=A
B
C
D
E
7
11
16
22
Density=28 pc/km/lane
Average Car Speed (km/h)
Flow Rate (Cars/h/Lane)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
0
400
800
1200
1600
2000
2400


訂定分析狀況
劃分路段
估計無號號誌影響區之長度
分析無號誌影響區
是
否
估計車種及車流之車道分佈
估計各車道平均自由速率
估計基本狀況下各車道隻對等小車或機車流率
估計平均速率及容量
評估服務水準
選擇分析方法
分析法
電腦模擬
模擬法
否
是
估計各車道之流率及車種組成
估計各車道之平均自由速率
估計號誌化路口之車輛延滯及容量
評估號誌化路口服務水準
估計路段在無號誌影響時之平均旅行時間
估計路段平均速率
評估路段服務水準
估計各車種之平均自由速率
建立輸入檔
執行模擬
分析模擬結果以估計容量並評估路口及路段服務水準

二、容量分析架構

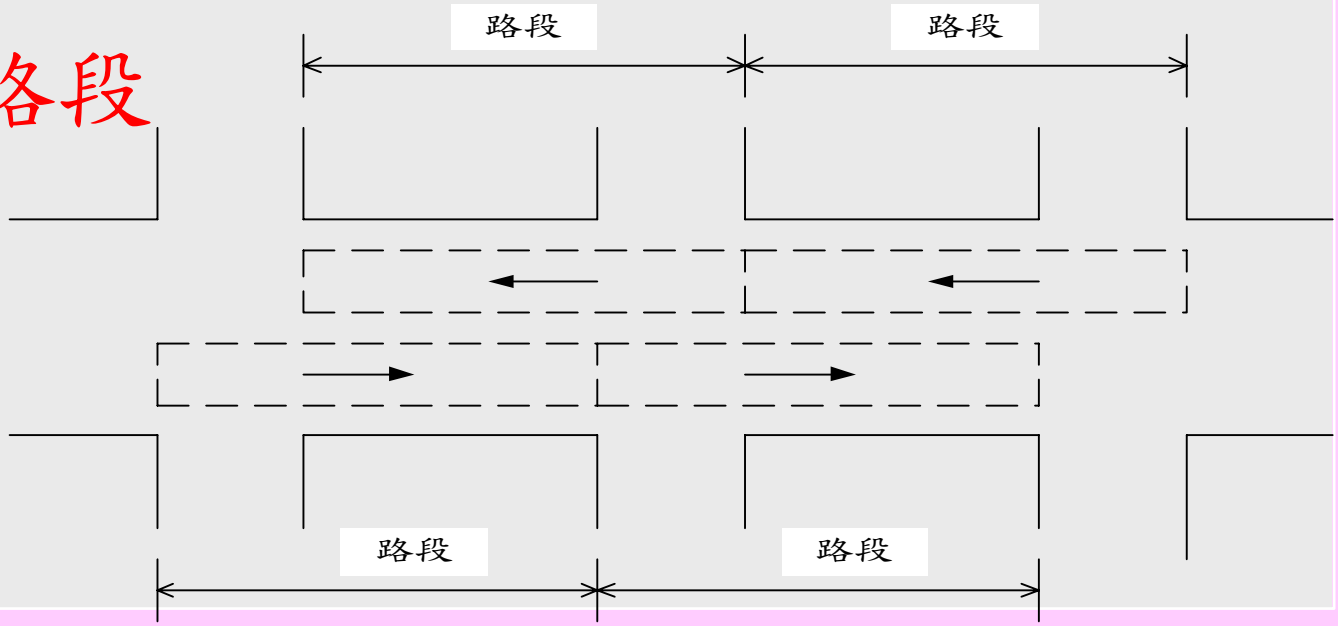
二、容量分析架構

訂定分析狀況

1.分析時段　2.幾何設計　3.車流狀況

4.交通控制　5.環境

割分路段



二、容量分析架構

2-3

分析無號誌影響區

1.估計車種及車流之車道分佈

2.估計各車道之自由速率
(以訂定各車道代表性流率與速率關係)

3.估計各車道在基本狀況下之對等小車或機車流率(轉換成小客車當量)

4.利用對等小車或機車流率及代表性流率與速率關係以估計平均速率及容量

5.評估服務水準

二、容量分析架構

2-4

分析號誌化路口及路段

1.路口L.O.S.常以車輛延滯為指標，路段的L.O.S.則以平均速率為指標。分析方法包括模擬法及公式、圖表法。

2.目前號誌化路口間距常在1km以下，即使不連鎖，到達一路口的車流也會受上游路口燈號影響。很難用分析性模式來代表。如有連鎖，則建立一可靠的延滯模式之困難度更會大為增加。

二、容量分析架構

2-5

多車道郊區公路之容量研究工作

*1.建立一估計無號誌影響區長度之方法。

2.探討在號誌化路口及無號誌影響區的車種及車流之車道分佈特性，並建立一估計分佈方法。

*3.探討平均自由速率之特性並建立估計各車道及車種平均自由速率之方法。

*4.訂定基本狀況及在基本狀況下快車道及慢車道之流率與速率的關係。

5.訂定無號誌影響區及號誌化路口不同車種及行進方向之當量。

註：＊與底線部分為本期完成部分。

二、容量分析架構

2-6

*6.建立分析無號誌影響區服務水準之方法。

7.調查號誌時相設計現況。

8.調查及分析各種時相內無衝突及有衝突車流在不同車道使用之型態下(如專用或共用)停等車疏解及間距使用之特性。

*9.根據車流特性微調及測試一現存電腦模擬模式

10.蒐集號誌化路口延滯樣本測試及修改模擬模式

11.修訂「2001年台灣公路容量手冊」有關郊區多車道公路及號誌化快速公路之分析方法，並編訂模擬模式使用者手冊以納入容量手冊。

三、自由速率調查與分析

3-1

研究自由速率之重要性

1. 因自由速率很可能是影響路段在無號誌控制時流率與速率關係之一主要因素，自由速率可用以訂定最可能的流率與平均速率的關係以利分析無號誌影響區。
2. 自由速率可做為割分一路段為號誌影響區及無號誌影響區之依據。
3. 利用電腦模擬或公式、圖表來分析一路段，自由速率為一不可缺乏之資料。

三、自由速率調查與分析

3-2

自由速率之影響因素

號誌化路口間距、車道寬、路肩寬、中央分隔型態、坡度、曲度、車種、速限、路旁土地使用之性質及駕駛員特性等。各因素組合數量相當大，本計畫工作項目：

1. 整合現有資料以了解多車道公路之里程及幾何設計概況。
2. 實地踏勘以選擇調查地點。
3. 蒐集及分析資料並建立估計平均自由速率之方法。

三、自由速率調查與分析

3-3

自由速率之調查地點

1.沒有明顯的曲度及坡度。

2.路肩無停車位及停車。

3.路旁土地使用單純，少有住家及商店。

4.路口間距在0.5公里以上之路段。

5.有中央分隔島（實體分隔）。

本計畫共完成調查的地點共有36處，如期末報告表4.4所示(請參閱)。

三、自由速率調查與分析

3-4

路口間距與平均自由速率

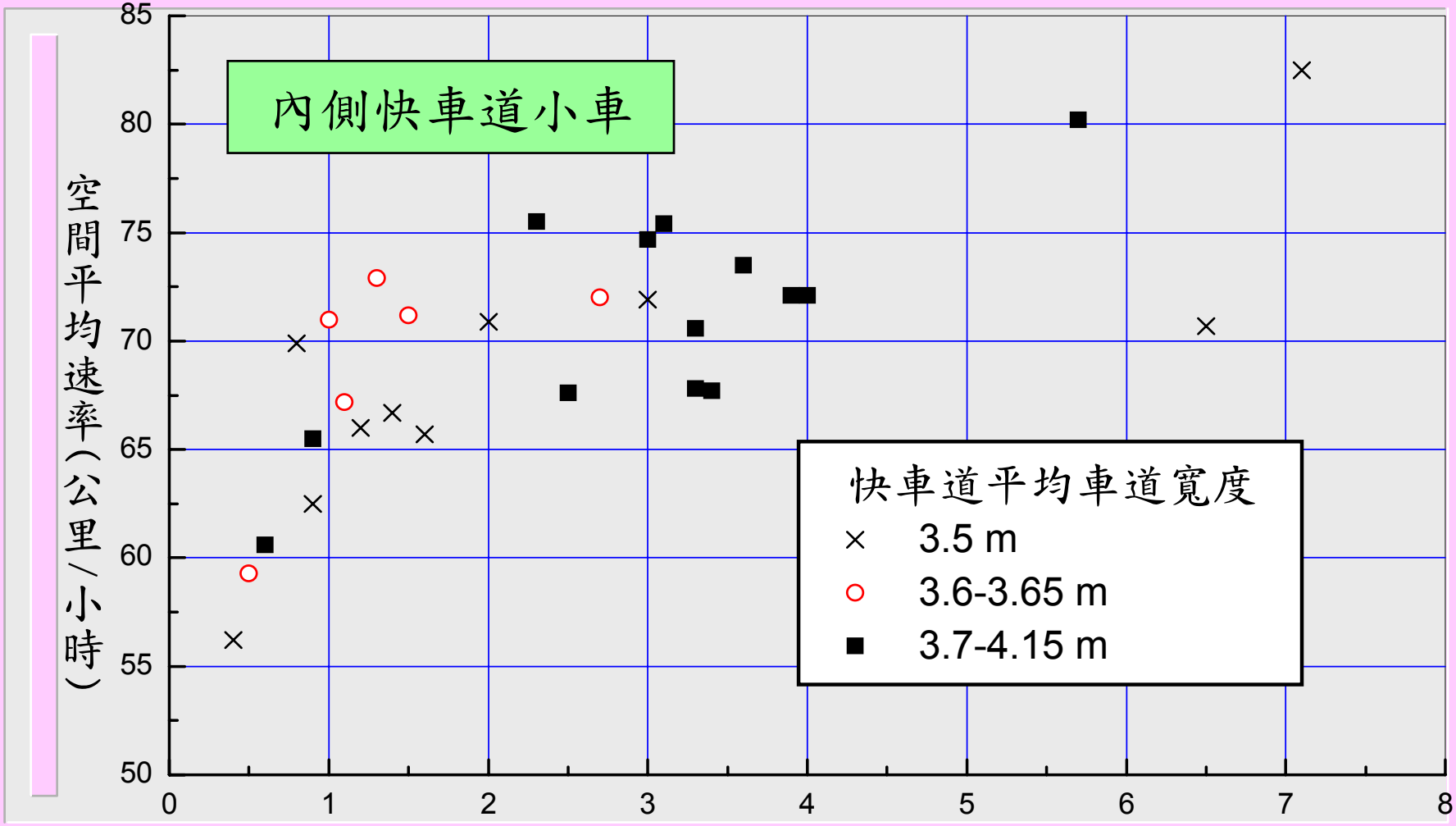
1.路口間距從大約0.5公里增到2.5公里時，平均自由速率迅速加快。間距到2.5公里及4公里之範圍時，則呈現穩定現象。

2.但如包括間距超過4公里之3路段的資料，則平均自由速率仍有繼續上升的趨勢，但上升趨勢緩慢。

3.路口間距對機車自由速率的影響較小。

四、自由速率調查與分析

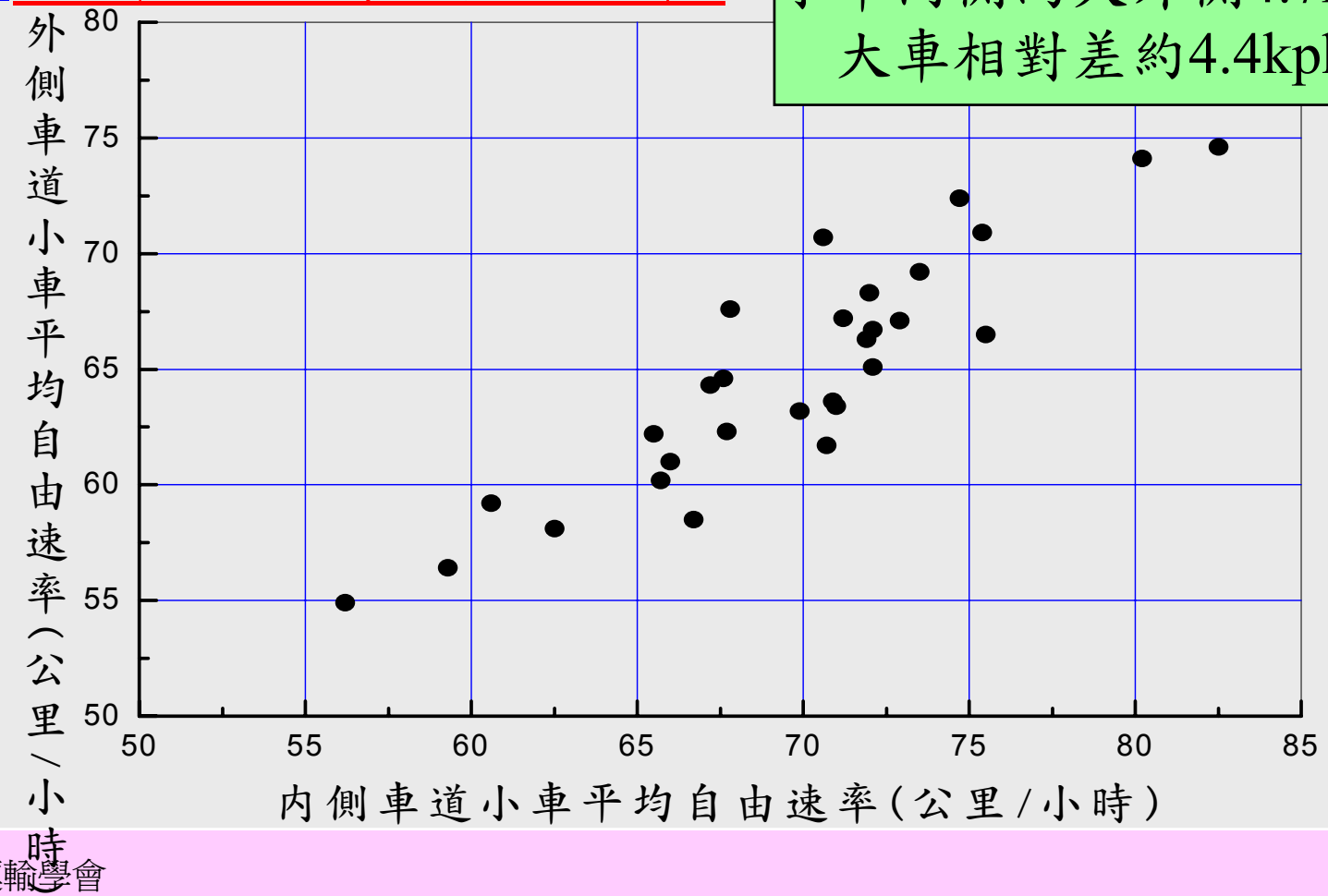
3-5



三、自由速率調查與分析

內外側快車道之比較

小車內側約大外側4.7kph
大車相對差約4.4kph



三、自由速率調查與分析

3-7

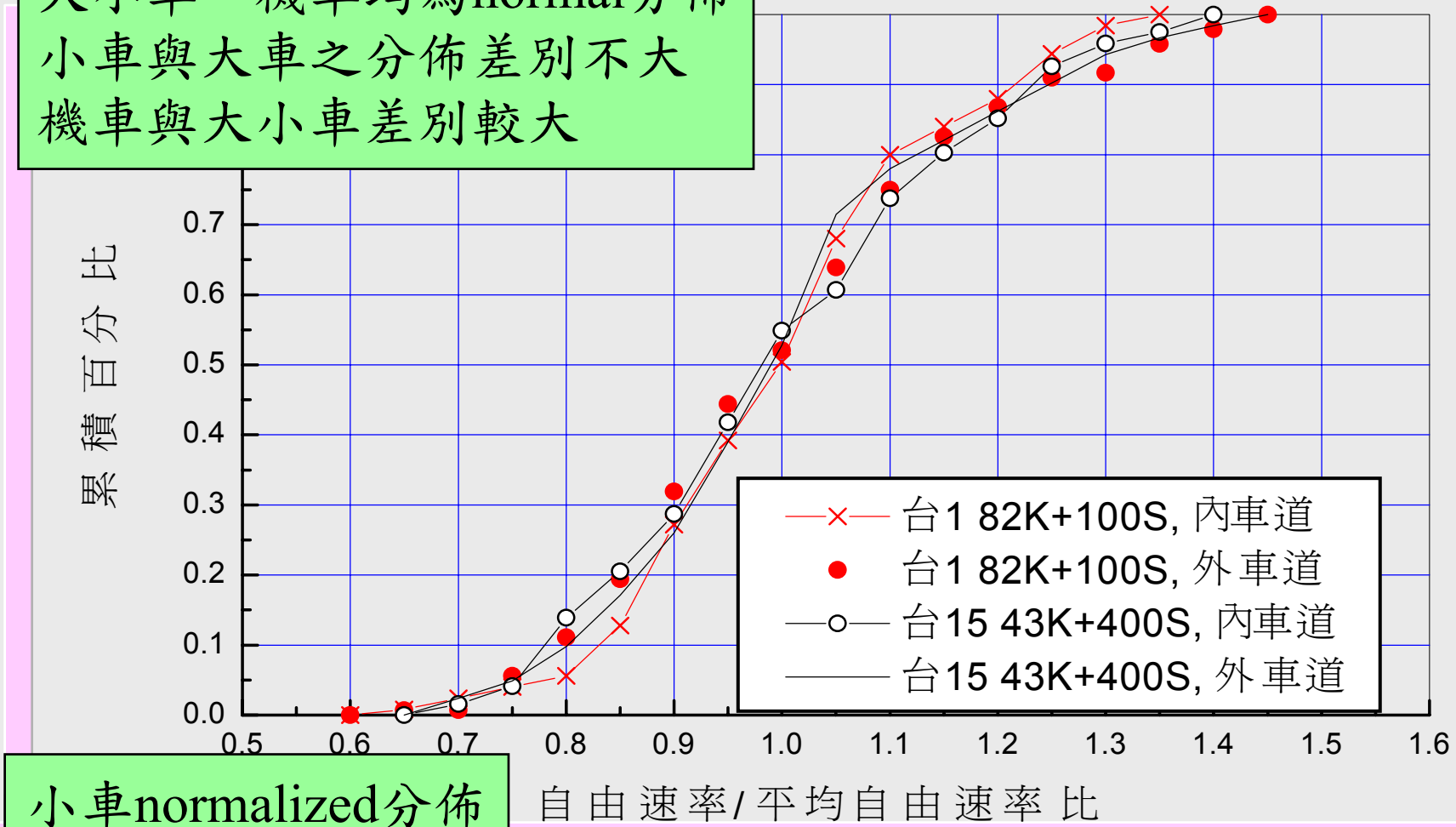
車種之間平均自由速率的關係

1. 內、外側快車道之大車之空間平均自由速率與內快車道小車之相對平均自由速率有明顯的線性關係。
2. 慢車道上機車之空間平均自由速率與內側快車道上小車之相對平均自由速率沒有很明顯的關係。
3. 內側快車道小車空間平均速率比同一車道上大車相對速率約高5.8 kph，比外側快車道上之大車空間平均速率約高9.3 kph。

三、自由速率調查與分析

3-8

大小車、機車均為normal分佈
小車與大車之分佈差別不大
機車與大小車差別較大



小車normalized分佈

三、自由速率調查與分析

車道寬與速限之影響

1.快車道寬度從3.5m增加到3.75m時，平均之空間平均自由速率約增高5kph。

2.慢車道寬度從1.8m增加到3m時，空間平均自由速率大約增加5kph。

3.路口間距0.9～2.1km，速限60kph路段低於速限70kph路段(約低2kph)。

4.速限對機車之平均自由速率沒有影響。

三、自由速率調查與分析

3-10

平均自由速率之估計

1.快車道小車平均自由速率

$V_{cs} = 49.5 + 15\,L$ $\quad L \leqq 1.0$

$V_{cs} = 61.0 + 3.5\,L$ $\quad 1.0 < L \leqq 2.0$

$V_{cs} = 67.5 + 0.25\,L$ $\quad 2.0 < L$ (路口間距)

如考慮速限(V_L)與車道寬(W)之影響

$(V_{cs})_a = V_{cs} - 0.2(70-V_L) + 1.67(W-3.63)$

時間平均速率（模擬使用）

$V_{ct} = V_{cs} + 1.4$

三、自由速率調查與分析

2.快車道大車平均自由速率

$V_{tt} = (V_{cs})_a - 5.5$

3.慢車道機車平均自由速率

$V_{ms} = 43.9 + 2.88L \qquad L \leqq 3.0$

$V_{ms} = 52.5 \qquad L > 3.0$

如考慮車道寬(W)之可能影響

$(V_{ms})_a = V_{ms} - 4.2(3\text{-}W) \quad W \leqq 3$

$(V_{ms})_a = V_{ms} + 2 \qquad W > 3$

機車時間平均速率 $V_{mt} = (V_{ms})_a + 3.7$

四、流率與速率關係之調查與分析

4-1

調查目的

1. 無號誌影響區之容量及服務水準的分析，必須根據該區內流率與速率的關係。
2. 流率與速率的關係可能受到車道寬、路肩寬、中央分隔型態、坡度、曲度、駕駛員特性等許多因素的影響。
3. 本計畫不在於探討這些因素對流率與速率關係的影響，而在於提供現場資料以協助訂定容量手冊所需之基本關係。

四、流率與速率關係之調查與分析

4-2

調查地點

理想的調查地點：

1.平直路段。

2.路段長度超過3公里。

3.尖峰時間內之需求流率必須有時超過無號誌控制影響區之容量 。

4.如路段有大量機車，則路旁需有高相當於2、3層樓之高地或建築物，以架設錄影設備。

四、流率與速率關係之調查與分析

4-3

調查限制

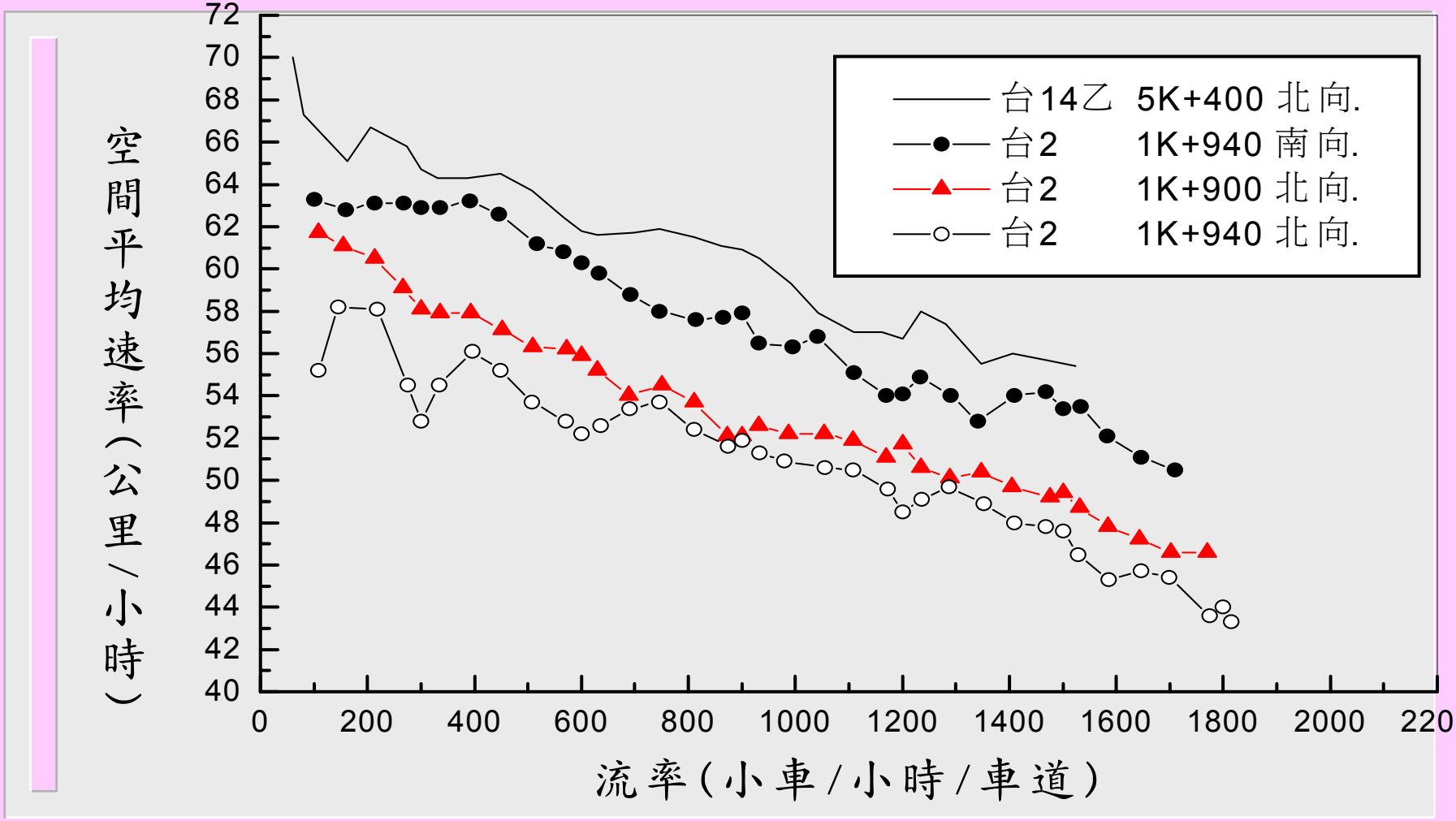
1.超過3公里之路段常有曲度或坡度。

2.號誌化路口間距長的路段通常遠離市區，因而即使在尖峰期間內流率仍偏低，故無法顯示在穩定及不穩定廣泛車流狀況下流率與速率的關係。

3.前述情況在慢車道上尤其顯著。

本計畫決定蒐集靠近市區、流率較高，而號誌化路口間距短於3公里的路段資料。

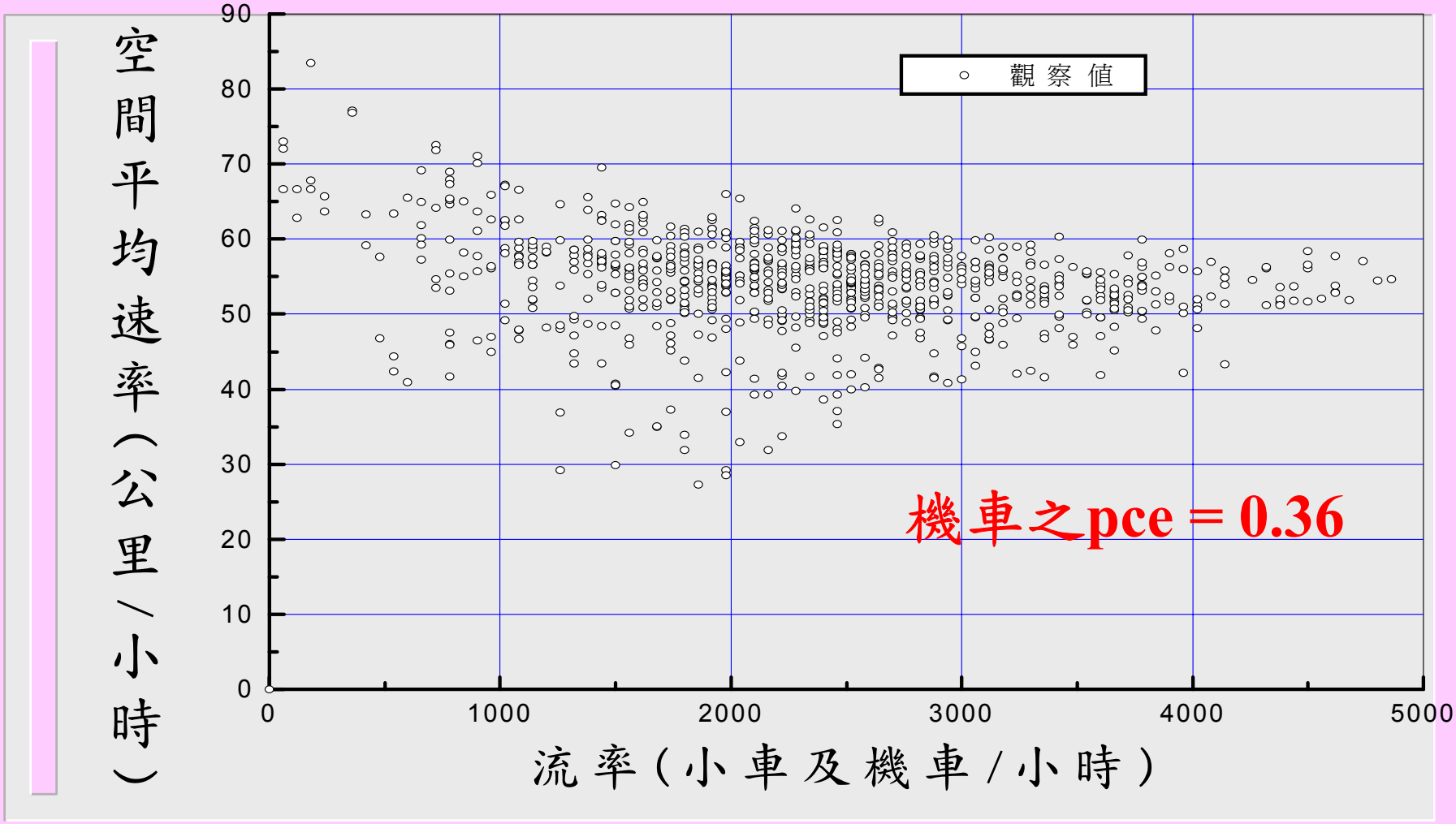
四、流率與速率關係之調查與分析



現場快車道流率與空間平均速率之關係

四、流率與速率關係之調查與分析

4-5



四、流率與速率關係之調查與分析

4-6

■現場資料之應用

1.由於所得之資料不能直接用以探討無號誌影響區內流率與速率的關係。

2.現場資料主要用以微調及測試SES模式。經以現場資料加以微調、測試及改良，SES可合理探討郊區多車道公路無號誌影響區內流率及速率的關係。

註：現場資料如附錄A。

四、流率與速率關係之調查與分析

4-7

SES之微調與測試

測試目的在於是否能合理的模擬停等車在號誌化路口疏解時之車流特性。

1.模擬之停等車疏解間距與停等位置的關係必須合理，其相關個別車輛疏解車距之分佈也必須合理。

2.綠燈開始後，停等車抵達在停止線上游一定點(如上游15公尺處)之平均到達車距與停等車位置的關係必須合理，其相關個別車輛到達車距分佈也必須合理。

四、流率與速率關係之調查與分析

4-8

SES之微調與測試

3.綠燈開始後，停等車在停止線上游一小路段(如15公尺處)上之平均滯留時間與停等位置的關係必須合理，其個別車輛滯留時間之分佈也必須合理。

4.號誌化路口之間之流率與速率關係必須合理模擬。

- 經以現場資料加以微調、測試及改良，SES可合理探討郊區多車道公路無號誌影響區內流率及速率的關係。

四、流率與速率關係之調查與分析

4-9

微調與測試資料

1.現有西濱快速公路主線在103K與縣道126交叉口之停等車疏解資料(西濱快)。

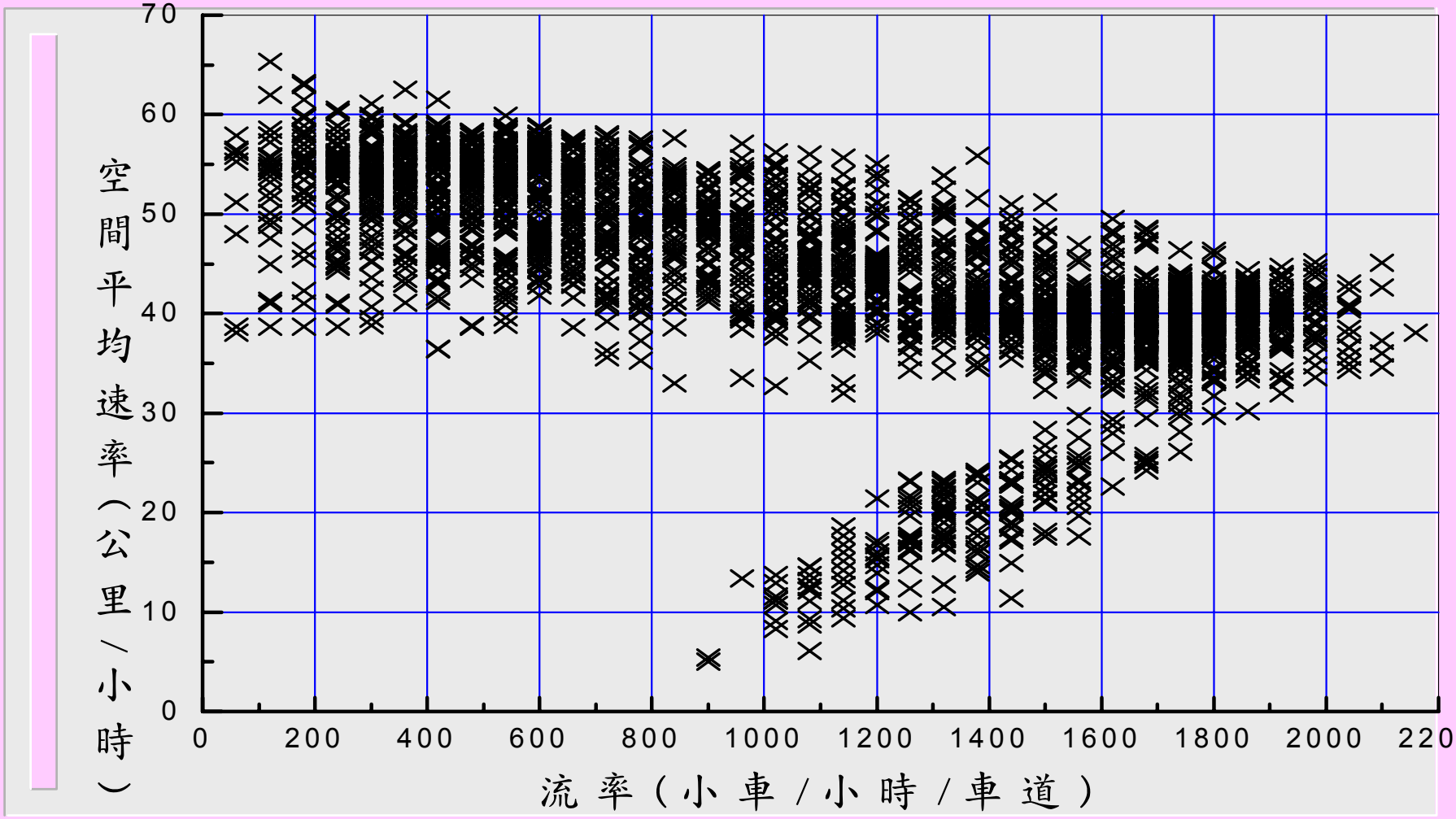
2.台北市敦化北路直行車道與民生東路交叉口之停等車疏解資料(自行研究)。

3.表5.1所列調查地點之現場資料流率與速率關係之資料。

快車道與慢車道之車流特性模擬尚屬合理

四、流率與速率關係之調查與分析

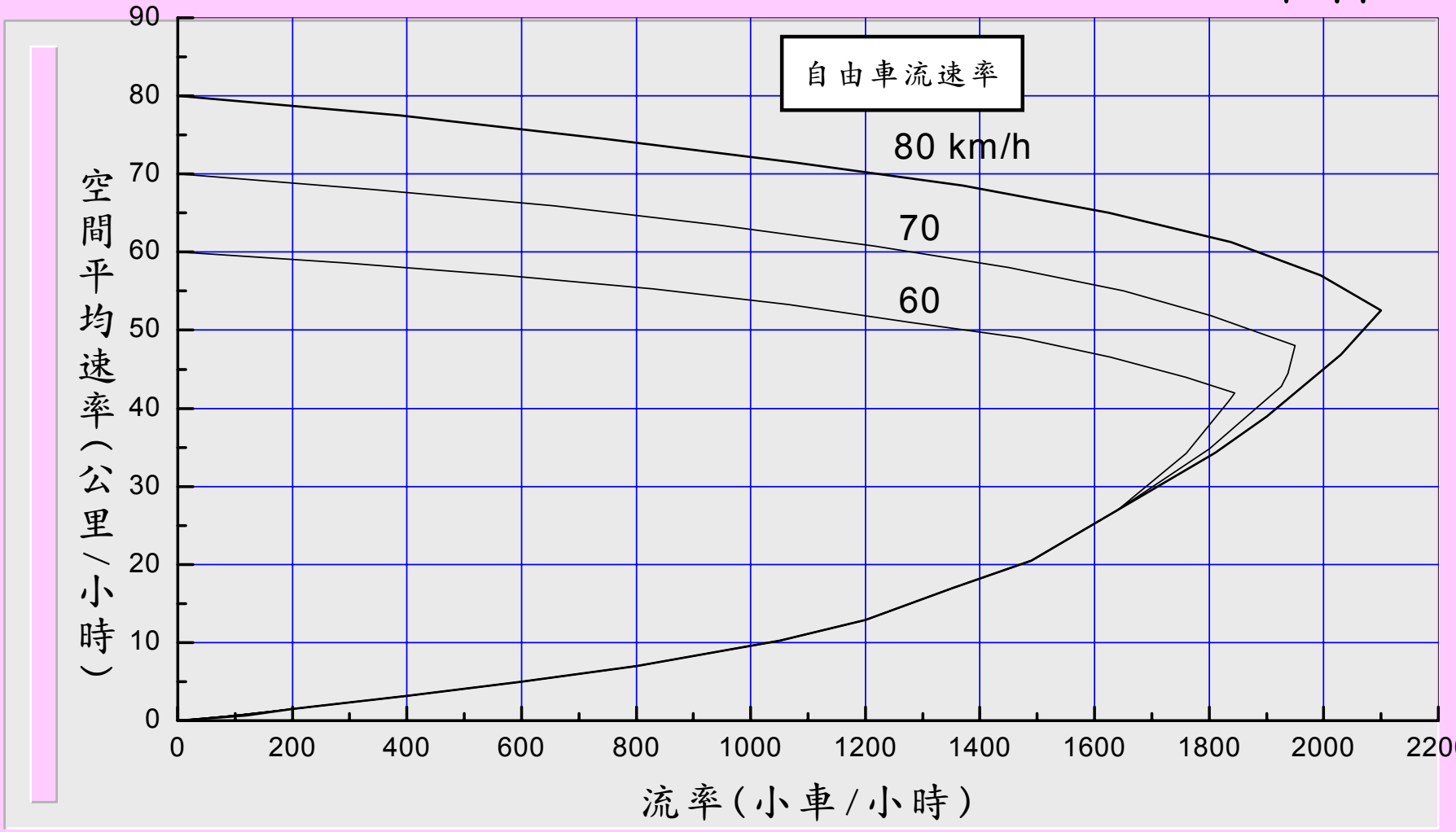
4-10



快車道模擬之每分鐘流率與速率關係

四、流率與速率關係之調查與分析

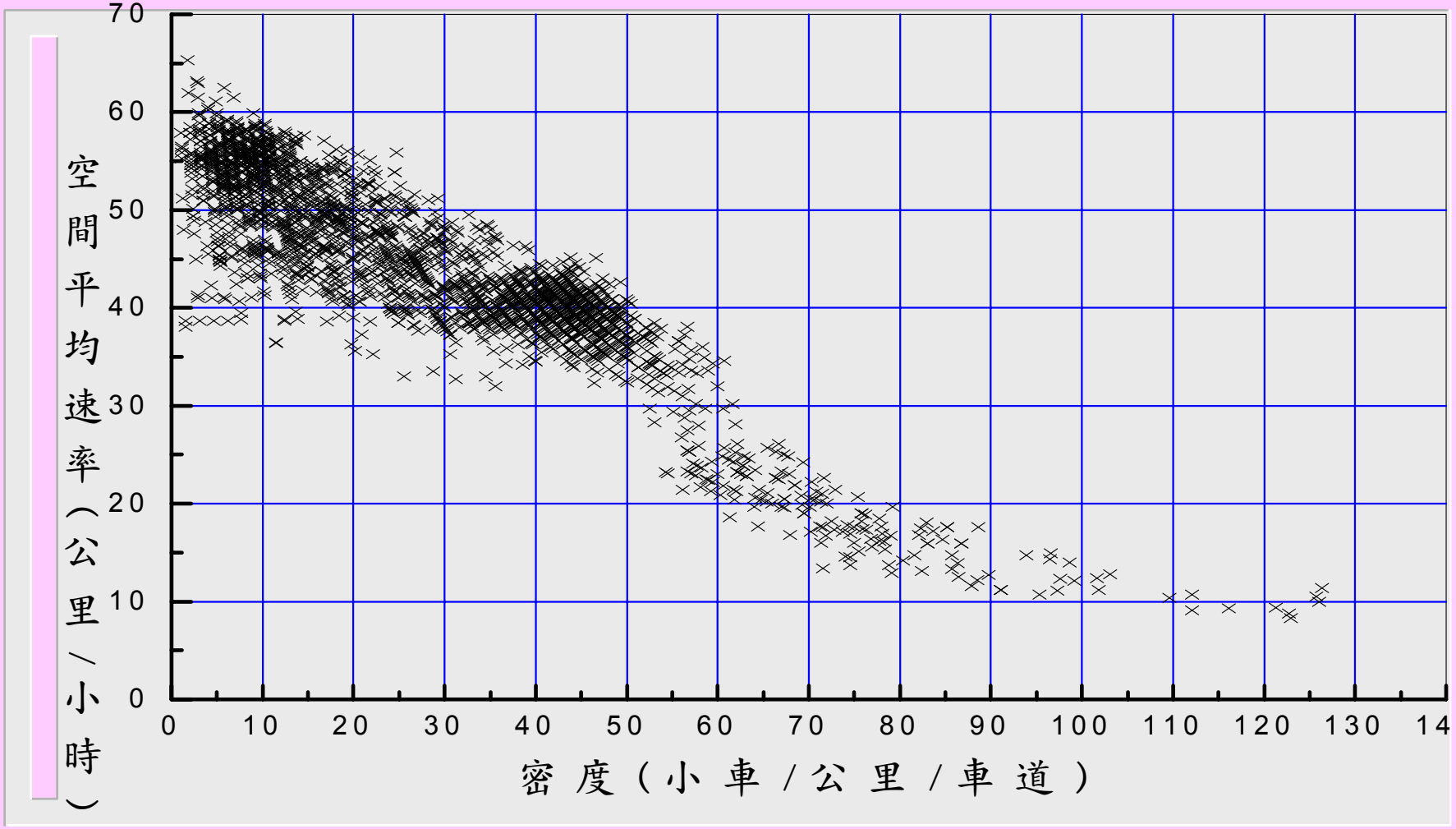
4-11



不同自由速率狀況下流率與速率關係

四、流率與速率關係之調查與分析

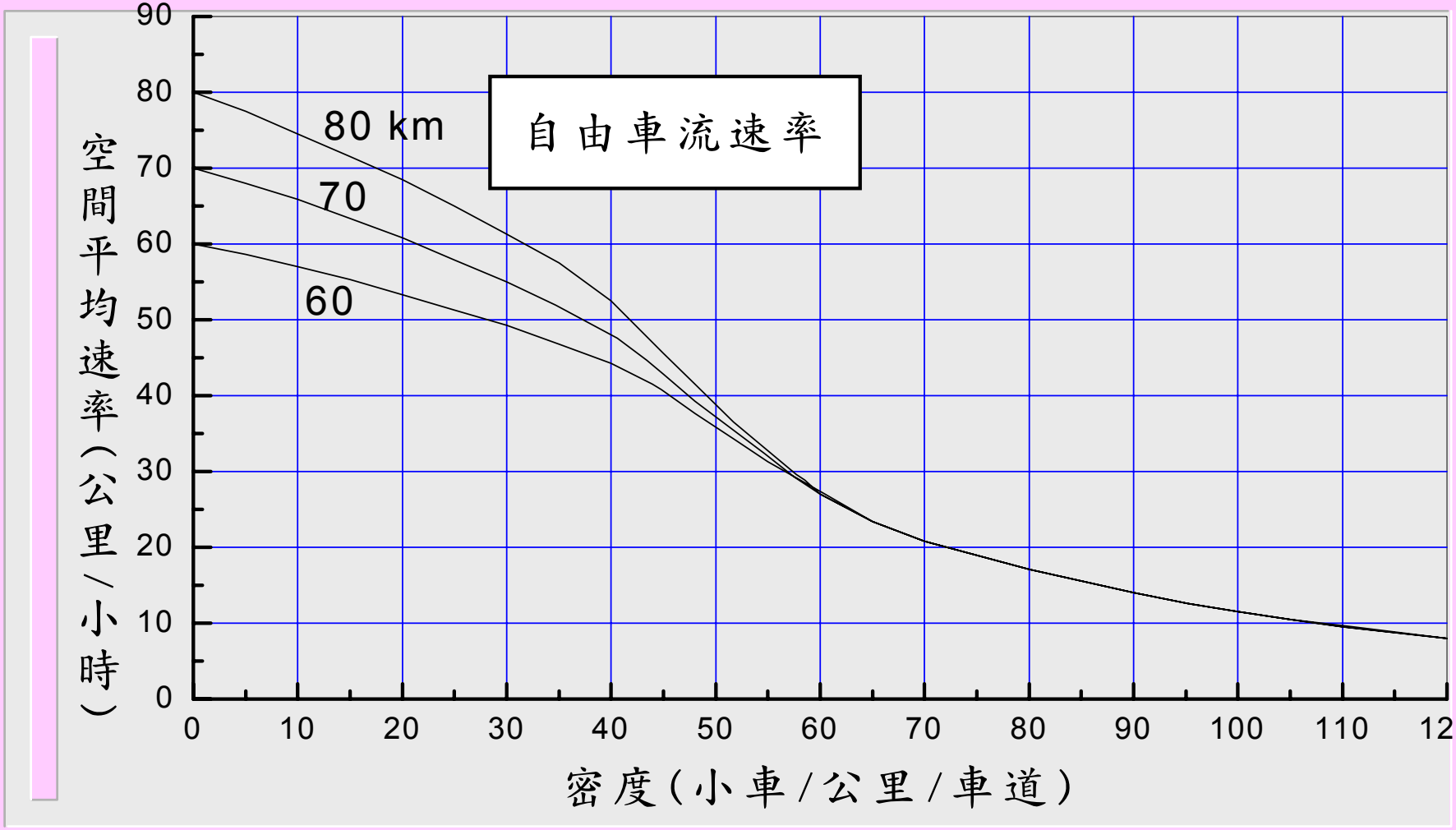
4-12



快車道模擬之每分鐘密度與速率關係

四、流率與速率關係之調查與分析

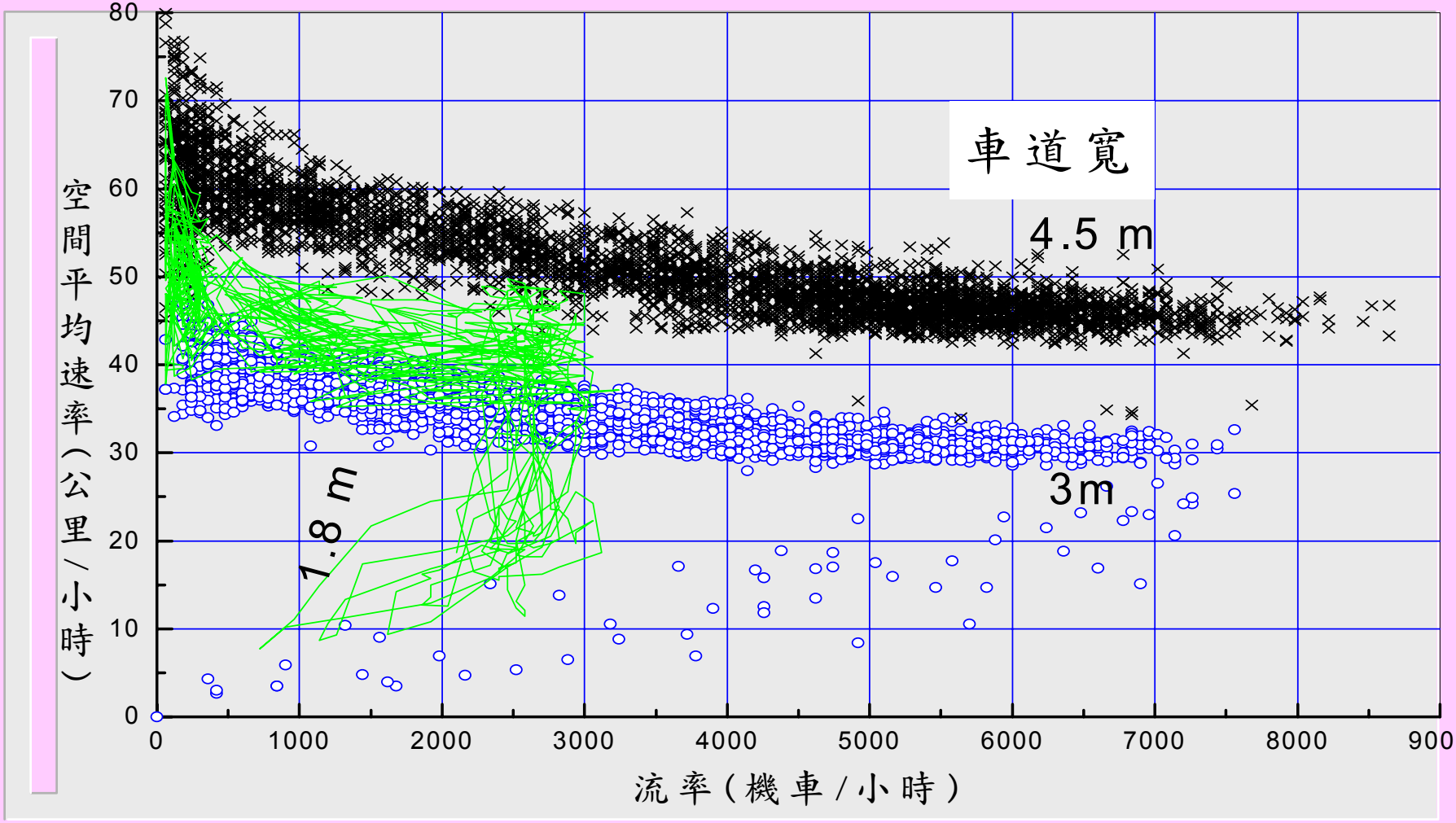
4-13



不同自由速率狀況下密度與速率之模擬關係

四、流率與速率關係之調查與分析

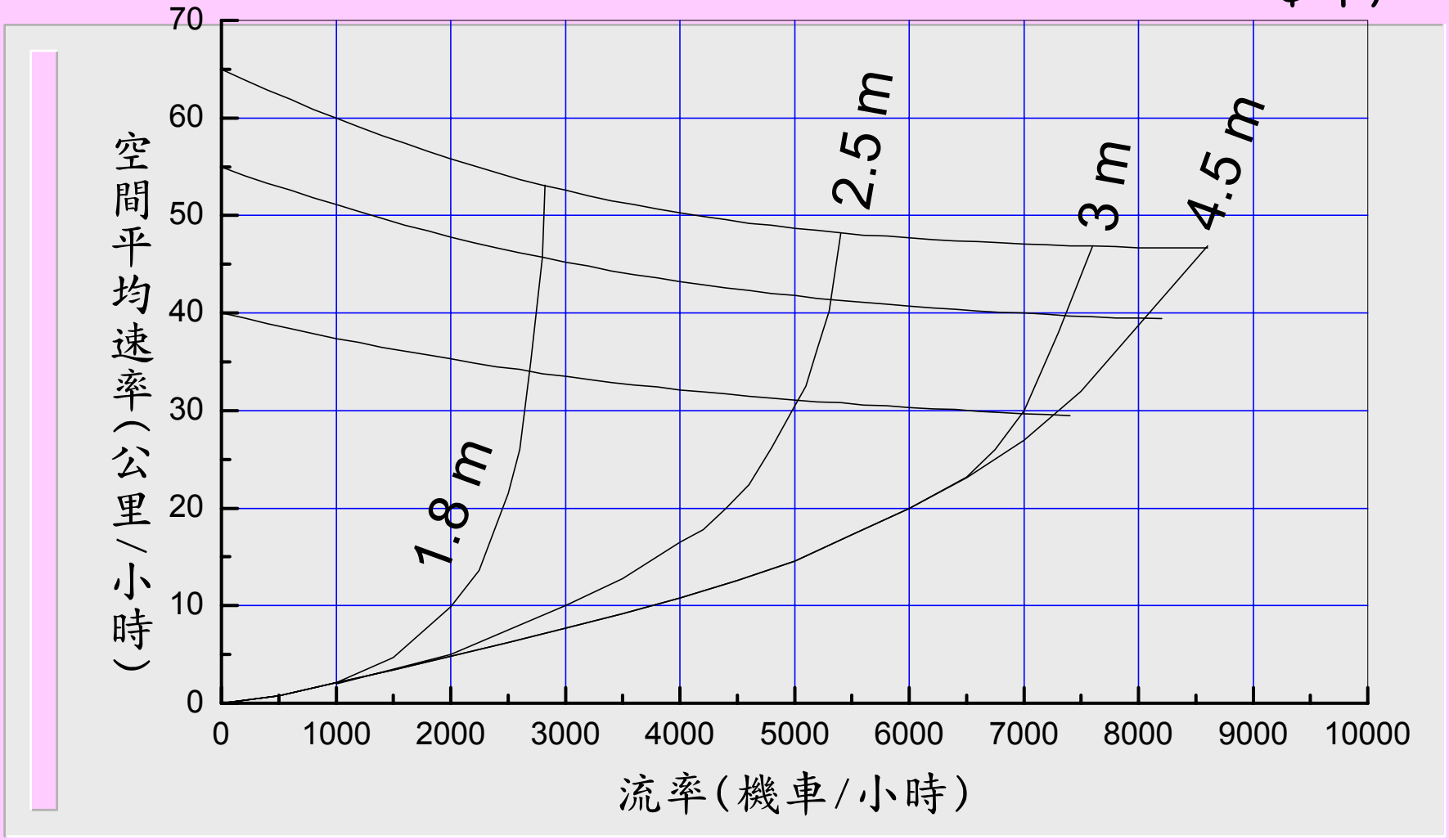
4-14



慢車道流率與空間平均速率之模擬關係

四、流率與速率關係之調查與分析

4-15



慢車道流率與空間平均速率模之代表性擬關係

五、無號誌影響區之容量分析

5-1

無號誌影響區長度之估計

1. 由自由速率資料發現，如號誌化路口之間距在2.5km以下，則無號誌影響區不存在。如間距長於2.5公里則有無號誌影響區段，但如該區長度太短(例如低於2km)則也沒有分析的價值。
2. 經分析尖峰期間停等車隊之影響區(約2.7km～3.2km)，建議可採用5km之號誌化路口間距，作為分析及不分析無號誌影響區之門檻值。

五、無號誌影響區之容量分析

5-2

■基本流率與空間平均速率的關係

平坦路段之基本關係如前所述。

■服務水準之劃分

1.慢車道寬度對機車車流有相當複雜影響。固定的密度標準不適合用以劃分慢車道之服務水準。

2.利用速率劃分慢車道之服務水準也有困擾

3.本計畫建議利用需求流率與容量之比值。

五、無號誌影響區之容量分析

5-4

分析程序

1.估計基本狀況之空間平均自由速率

快車道

$$V_{cs}=67.5+0.25L-0.2(70-V_L)+1.67(W-3.63)$$

慢車道(機車)

$$V_{ms}=52.5-4.2\,(3-W) \qquad W \leqq 3$$

$$V_{ms}=54.5 \qquad W > 3$$

五、無號誌影響區之容量分析

5-5

2.訂定尖峰15分鐘車流狀況Q_{15}
(須先區分作業分析或規劃分析)

3.估計基本狀況下之對等流率Q_e
(考量車種調整係數)

4.評估服務水準
(以需求流率與容量比值)

■應用簡例（請參閱6.4.5節）

六、結論與建議

6-1

- 台灣郊區多車道公路有許多不同的幾何設計狀況。本次之中央實體分隔、單向2快及1慢車道、速限70kph，為省道基本路型。
- 2001年台灣HCM第十一章的分析方法不適用於分析郊區多車道公路的容量及服務水準。本案展開初步的研究以建立一改良的分析方法，其主要工作包括建立一分析架構，蒐集現場資料以了解自由速率之特性及流率與速率的關係，並提供一分析無號誌化影響區之分析程序。

六、結論與建議

6-2

研究成果：

1. 自由速率是決定流率與速率關係之一很重要的指標。
2. 號誌影響區最短為2.5公里。號誌化路口間距大約最少須有5公里時才有個別分析無號誌影響區的必要。
3. 根據現場所建立之估計平均自由速率的公式，目前只考慮號誌化路口間距、車道寬、速限之影響，未來宜擴充。

六、結論與建議

6-3

4.快慢車道與不同車種之自由時間平均速率與自由空間速率，可作為分析容量之基礎。

5.流率與速率關係之現場資料用以測試及微調號誌化快速公路模擬(SES)模式，結果顯示SES模式可合理模擬快慢車道之車流特性。

6.快車道在平均空間自由速率為80、70及60公里/小時狀況下之容量大約各為2,100、1,950及1,820小車/小時/車道。

六、結論與建議

7.慢車道之容量，1.8m寬約為2,600～2,800機車/小時，3.0m寬時增高到6,800～7,100機車/小時，車道寬4.5m時，容量小額增加到7,300～8,300機車/小時。

8.因快慢車道之車流特性不同，本計畫建議利用需求流率與容量之比值以劃分服務水準。

9.第六章的分析方法，只適用於平坦路段。坡度路段車流性質特殊，將來須利用現場資料建立分析坡度路段所需之流率與速率關係。

六、結論與建議

6-5

建議一：

欲建立一完整的方法以分析無號誌影響區，必須展開下列之後續研究工作：

1. 改良估計平均自由速率之模式
2. 蒐集並分析平直及坡度路段有不同快慢車道數時之流率與速率關係資料
3. 建立估計尖峰小時內車種之車道分佈模式
4. 討論本計畫所建議之服務水準劃分標準並作必要的修正

六、結論與建議

建議二：

1. 只靠運輸研究所之研究計畫以蒐集資料，能在短期內建立一充裕資料庫的可能性不高。為減輕資料蒐集之負擔及縮短資料蒐集之時間，運輸研究所宜與有關機構協調，以建立一遍及全台灣的資料蒐集系統。
2. 號誌化郊區公路之容量及服務水準深受號誌控制之影響，所以分析號誌化路口及相關路段的工作，比分析無號誌影響區的工作還重要。

六、結論與建議

6-7

建議三：

傳統的圖表、公式分析法只能有效的分析獨立號誌化路口，而不能可靠的分析號誌化路口有互相影響時之交通作業。此外，其分析手續已複雜到難以讓一般交通工程人員了解，而且分析方法之應用也須依賴電腦軟體。美國的Transportation Research Board已在今年成立小組，以探討利用**電腦模擬**來分析號誌化公路設施的問題。

六、結論與建議

6-8

- 台灣發展模擬模式於號誌路口容量研究之建議：
  1. 了解號誌控制之現況
  2. 調查並分析車種之車道分佈及尖峰小時係數
  3. 調查及分析停等車疏解特性
  4. 蒐集車輛在路口之延滯及車隊長度樣本
  5. 蒐集路段平均速率與流率關係之樣本
  6. 利用現場資料以測試及微調現存模擬模式
  7. 修訂2001年台灣地區公路容量手冊號誌化路口之分析方法

六、結論與建議

6-9

郊區多車道公路容量研究之後續工作

建議

根據今年郊區多車道公路(一)研究工作之執行經驗，茲提出三項主要之後續工作建議，工作期程宜一次編列兩年，俾利於工作推展。

項目一（約3個月）：

蒐集及分析無實體分隔公路速限60或70kph 路段之自由速率資料，以評估實體分隔之影響。

六、結論與建議

6-10

項目二（最少15個月）：

1. 了解目前郊區公路尖峰小時內號誌控制方式(控制策略、時相安排、時制設計之範圍)。
2. 蒐集及分析與停等車疏解有關之特性，如車流之車道分佈、疏解間距與停等車位置之關係、車種之影響(pce)、行車方向之影響、衝突車流之影響、快慢車道疏解特性之不同、容量之估計等。
3. 蒐集延滯時間與車流及號誌控制之關係，以測試一現存模擬模式。
4. 微調模擬模式以作為容量分析之工具。

六、結論與建議

6-11

項目三（約6個月）：重新編寫HCM中「郊區多車道公路」之章節。此章可改名為：「郊區多車道及快速公路」

1.建立一分析程序

2.利用現場資料或模擬資料以描述車流特性與幾何設計及交通控制之關係

3.建立公式、圖表以補助分析

4.說明模擬模式之應用

SES模式改為Windows的工作亦將配合進行。

台灣地區多車道郊區公路容量及特性研究(一) 期末簡報

簡報完畢

敬請指正