

77-28-140

# 一般公路容量調整因素之研究

交通部運輸研究所

中華民國七十七年十月

出版品名稱 中文：一般公路容量調整因素之研究 外文：			
行政機關出版品統一編號 09104770155		運輸研究所出版品編號 77-28-140	
本所計劃：鄭賜榮 主持人 研究人員：陳天賜		合作單位：丁國樑、張有恒 計劃主持人 研究人員：顏憶如、江利明、李秉壬、 吳世賢、賴文泰	
研究方式： <input type="checkbox"/> 自行辦理—主辦單位： <input checked="" type="checkbox"/> 合作辦理—受委託單位：國立成功大學交通管理科學研究所 地址：台南市大學路一號 聯絡電話：(06)236111		研究期間 自 76年 10 月 至 76年 6 月	
關鍵詞：基本容量、小客車當量值、交通組成、臨界間距、密度、反應時間、超車行為、極值法模擬模式、車輛屬性、模式驗證、願望速率、到達速率、最大流量、動(靜)態車長、最大偏向角，偏向距。			
摘要：本研究係以城際間之雙車道與多車道公路為研究對象，經由現場交通資料調查與整理，應用極值法(Extreme Value Method)推導求得路型、快車道寬度、慢車道寬度對一般公路之容量影響值，此外並構建車流模擬模式加以驗證分析。			
出版日期	頁數	工本費	本出版品取得方式
77年11月			<input checked="" type="checkbox"/> 洽本所免費贈閱 <input checked="" type="checkbox"/> 洽本所訂購 <input type="checkbox"/> 其他( ) (限公營或公益機關團體)
管制等級 本出版品： <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 解密日期為 年 月 日 <input type="checkbox"/> 承辦單位視情況辦理解密 <input checked="" type="checkbox"/> 一般		本表： <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 解密日期為 年 月 日 <input type="checkbox"/> 承辦單位視情況辦理解密 <input checked="" type="checkbox"/> 一般	
備註：			

# 目 錄

## 第一章 緒論

1.1 研究緣起.....	1
1.2 研究範圍.....	1
1.3 研究目的.....	2
1.4 研究內容.....	2
1.5 研究方法.....	3
1.6 研究程序.....	4

## 第二章 文獻回顧

2.1 前期研究方法與結果.....	6
2.2 容量調整因素.....	9
2.3 雙車道相關模擬模式.....	9

## 第三章 資料之蒐集與調整

3.1 車流特性資料.....	17
3.1.1 調查方法之選定.....	17
3.1.2 調查工作之排程.....	18
3.1.3 調查地點的選定.....	20
3.1.4 調查之進行.....	27
3.2 模擬模式之資料分析.....	28
3.2.1 人的資料.....	28
3.2.2 車輛的資料.....	31
3.2.3 道路資料.....	35
3.2.4 交通特性資料.....	36

## 第四章 雙車道模擬模式的構建

4.1	模擬模式構建之程序.....	43
4.2	車流模擬系統整體之架構.....	45
4.3	模式的構建.....	49
4.3.1	車輛產生與屬性.....	49
4.3.2	行為狀態分析.....	51
4.3.3	車流運作.....	54
4.4	模擬模式的輸入與輸出.....	60
4.5	SLAM II 模擬語言輔助程式設計 .....	61
4.6	模式的主程式與副程式.....	62
4.7	模式驗證.....	66
4.8	模擬結果分析.....	70
4.8.1	雙車道基本容量.....	70
4.8.2	調整因素.....	71

## 第五章 一般公路容量調整因素之分析

5.1	資料搜集.....	75
5.2	車流特性初步分析.....	77
5.3	極值法之理論.....	79
5.4	研究方法之應用與調整因素之分析.....	85

## 第六章 結論與建議

6.1	結論.....	96
6.2	建議.....	97

## 表 目 錄

表 2.1	大型車與小客車於不同混合比下之小客車當量值.....	8
表 2.2	機車與小客車於不同混合比下之小客車當量值.....	9
表 2.3	多車道公路路寬及橫向淨寬之調整因素(美國).....	10
表 2.4	多車道公路路型調整因素(美國).....	11
表 2.5	雙車道公路路寬及路肩寬之調整因素(美國).....	11
表 3.1	攝影調查地點基本資料.....	24
表 3.1	攝影調查地點基本資料(續一).....	25
表 3.1	攝影調查地點基本資料(續二).....	26
表 3.2	車輛願望速率卡方檢定統計表.....	30
表 3.3	車輛尺寸.....	31
表 3.4	側向摩擦係數和速率之關係.....	36
表 3.5	車輛到達間程卡方檢定統計表.....	37
表 3.6	車輛到達速率卡方檢定統計表.....	38
表 4.1	車輛屬性表.....	50
表 4.2	車輛動態追蹤表.....	67
表 4.3	變換車道數及其他資料表.....	68
表 4.4	車輛到達速率模擬輸出卡方檢定表.....	69
表 4.5	車輛到達速率驗證表.....	70
表 4.6	車輛流量驗證表.....	70
表 4.7	理想狀況模擬輸入資料.....	72
表 4.8	模擬結果表.....	73
表 5.1	四車道一般公路合併之容量極值.....	88

表 5.2	四車道一般公路慢車道之容量極值.....	89
表 5.3	雙車道一般公路合併之容量極值.....	90
表 5.4	雙車道一般公路慢車道之容量極值.....	91
表 5.5	一般公路慢車道容量極值表.....	92
表 5.6	一般公路慢車道容量極值建議使用表.....	93
表 5.7	四車道一般公路車道寬及慢車道寬之調整因素值.....	94
表 5.8	四車道一般公路路型之調整因素值.....	94
表 5.9	雙車道一般公路車道寬及慢車道寬之調整因素值.....	95

# 圖 目 錄

圖 1-1	研究程序流程圖.....	5
圖 2-1	路寬及路肩寬對容量之影響(瑞典).....	12
圖 2-2	臨界間距與被超車速率關係圖.....	15
圖 2-3	間距接受機率曲線圖.....	15
圖 3-1	調查流程.....	19
圖 3-2	攝影調查地點.....	23
圖 3-3	反應時間累積分佈圖.....	29
圖 3-4 (a)	靜態車長.....	32
圖 3-4 (b)	動態車長.....	32
圖 3-5	最大偏向角及偏向距.....	35
圖 3-6	超車接受臨界間距之累積機率分佈圖.....	40
圖 3-7	超越車輛速率累積機率分佈圖.....	41
圖 3-8	超車時間累積機率分佈圖.....	42
圖 4-1	模擬步驟流程圖.....	44
圖 4-2	車輛產生程序圖.....	47
圖 4-3	車流運作邏輯圖.....	48
圖 4-4	行為狀態間之可能移轉.....	53
圖 4-5	變換車道前車間距變化圖.....	55
圖 4-6	決定超車行為分析圖.....	56
圖 4-7	放棄超車行為分析圖.....	58
圖 4-8	車輛排序串列.....	60
圖 4-9	程式架構圖.....	63

圖 5-1	調查因素之分析流程.....	76
圖 5-2	飽和流量之變動範圍.....	78
圖 5-3	抽樣時段劃分圖.....	80
圖 5-4	漸近分析之說明圖.....	83
圖 5-5	漸近極值轉換類型圖.....	84
圖 5-6	台中—烏日路段流量漸近極值圖.....	86

# 第一章 緒 論

## 1.1 研究緣起

公路容量計算是公路設計、交通運輸規劃與績效評估的基礎。目前我國尚無統一的公路容量手冊，若直接引用國外的數據或資料，往往會發生計算結果不合理的現象，進而影響道路規劃設計之品質，因此，亟需研訂適合國內交通特性之公路容量手冊。

交通部運輸研究所從事台灣地區公路容量之研究已有兩年，先後完成公路容量手冊草案，以及各種道路交通特性之分析與基本容量及各車種小客車當量值之訂定。本研究乃是進一步針對影響一般公路容量之調整因素作深入分析，俾供交通部運輸研究所據以研擬「台灣地區公路容量手冊」之參考。

## 1.2 研究範圍

本研究係以台灣地區之一般公路為分析對象，依據一般公路之定義，研究對象為除高速公路系統以外之郊區公路。比較前期之分類，將研究範圍分為下述三大部份：

1. 雙車道之一般公路。
2. 四車道有中央分隔的一般公路。
3. 四車道無中央分隔之一般公路。

影響一般公路容量之因素有車種組成、幾何設計、以及駕駛行為等等，本研究衡量各項因素之重要性以及時間、經費之限制，所選定

之分析項目包括：四車道之路型、快車道寬、慢車道寬、及雙車道之快車道寬、慢車道寬、方向比以及限制超車區域等項。

### 1.3 研究目的

本研究之主要目的有二：

1. 經由國內大規模的交通調查，資料整理分析，進而研訂城際間一般公路之容量調整因素值，逐步修訂交通部運研所七十五年度所擬之「公路容量手冊草案」。
2. 瞭解國內道路幾何設計，駕駛特性間之相互關係，進而發展出具有代表性的道路車流運作模擬模式，以補充實測調查方法所無法獲得之資料及數據。

### 1.4 研究內容

本研究之主要內容包括：

#### 1. 文獻回顧

經由文獻之整理與分析，找尋適當的研究方法，範圍包含：

- (1) 回顧路型、快車道寬、慢車道寬，方向比以及限制超車區域等容量調整因素之國內外相關文獻。
- (2) 檢討國內外有關道路車流運作模擬模式之文獻，以供建立模式之參考。

#### 2 交通調查

本研究考慮容量調整因素之項目，配合研究經費與時間之限制，收集整理全國省、縣之道路實質資料及流量調查資料，俾進行交通調查計劃之研擬。其項目包括：調查地點、調查時間、調查項目、人

力之安排、調查工具之準備以及與有關單位之協調。而在實際調查之前，更包含調查表格之設計、印製以及調查員編組、講習等工作，並事先與運研所協調，以便有效地展開全面調查。

調查地點依道路類型分為雙車道及四車道兩種，其中四車道又分為有中央分隔與無中央分隔二類，如此共可分成三組不同之道路類型，每組調查路段之數目以能概括道路實質條件之變化範圍為原則，且每路段必須符合一般公路之要求。

### 3. 分析內容

一般公路之容量除在鄰近都市地區受道路兩旁土地發展或交叉路口密度影響之外，車道容量之影響因素尚包括：路型、快車道寬、慢車道寬、車種組成、坡度、坡長、曲率半徑與限制超車區域長度等項目。本研究衡量上述各項因素之重要性與前二年交通部運輸研究所之研究結果。所進行分析之調整因素，包括四車道之路型、快車道寬、慢車道寬以及雙車道之快車道寬、慢車道寬、方向比、限制超車區域等因素。

## 1.5 研究方法

由於一般公路具有車流不受干擾之特性，路段中也無縮減車道的情況，是故不易出現飽和之現象，即使出現該現象，亦無法維持較長久之時間，況且在飽和或接近飽和的情況下，所能觀測的所謂最大流量值，更有相當大的差距，亦即呈現不穩定現象，此現象在過飽和的情況尤其顯著。換言之，一般公路之飽和流率乃可能在瞬間產生但又不穩定。另外，由各地點觀測得知，城際間公路目前在正常運作下也沒有過飽和的狀況發生，亦即沒有速率低而密度高、接近擁擠的情況。故若以傳統車流理論來配適實測資料之速率—密度曲線，往往無法

獲得具有足夠代表性之最佳曲線。本研究為克服該項困難，以獲得有效之飽和流率值，故思以極值法將實測資料分成數個週期（Cycle），於每一週期再細分數個區段（Interval），計算每區段之流率，選取每週期內之最大值，進而運用統計上之趨近極值分配法（Asymptotic Extreme Value Distribution），推得最大流量。

此最大流量值若非單純小客車，則須應用前期研究所得之小客車當量加以轉換，由此得到之特定容量與理想狀況下之容量值相比較，即成為此狀況之調整因素。

## 1.6 研究程序

本研究依下述流程進行各項工作，如圖 1-1 所示，茲說明如下：

1. 基於研究動機，確定研究之目的。
2. 擬定研究內容與工作項目，並界定研究之範圍。
3. 協調公路局及各有關單位，蒐集國內已完成之道路設計、交通流量等資料，加以整理、分析後，進一步確定調查地點。
4. 蒐集國內外有關一般公路路型、路寬、及路肩寬等容量調整因素之研究文獻。
5. 研擬調查計劃：如調查方法、調查事項、人員配置、調查日期等。
6. 從事調查表格設計、印製與調查人員講習編組。
7. 進行各類型公路之交通調查及攝影工作。
8. 將調查所得之資料加以彙總與整理。
9. 進行車流特性之整理分析，如行車間距、速度、密度與流量等項目。
10. 將各個特定狀況下之公路最大流量與基本容量相比較，即可獲得此一狀況下之調整因素值。
11. 構建雙車道公路之模擬模式，進而求取相關之調整因素。
12. 結論與建議。

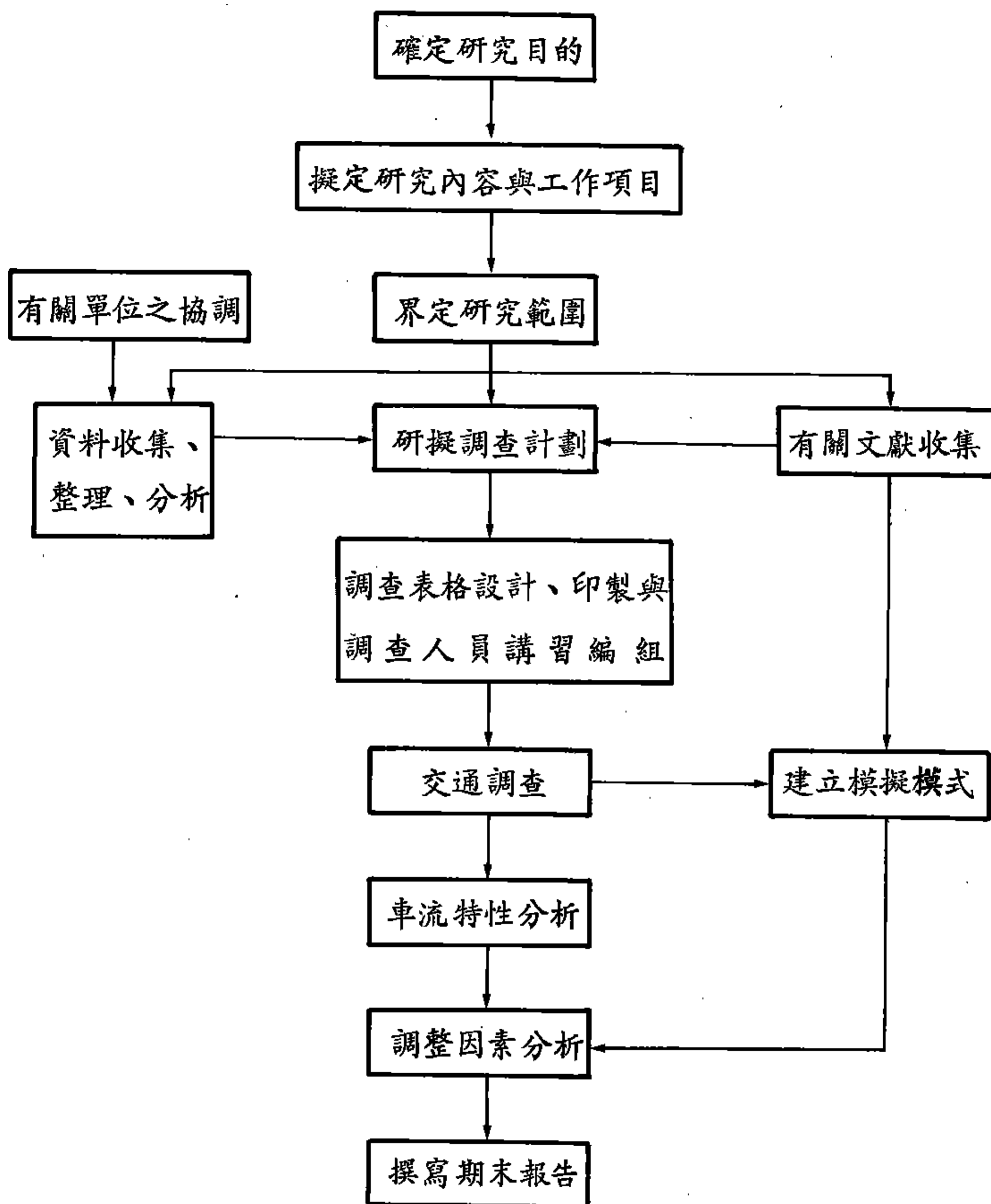


圖 1-1 研究程序流程圖

## 第二章 文獻回顧

本研究之研究範圍包括兩大部分，一部份是關於容量調整因素之分析，另一部份則是雙車道車流模擬模式之構建，是故文獻回顧亦分成調整因素與車流模擬兩部份加以說明。

### 2.1 前期研究方法與結果

關於郊區公路飽和流量之研究方法，主要依據流量—密度—速度曲線關係，車輛行車間距（Headway）、到達率和速率分配，及跟車理論等原理來推導，大致可分為統計模式，最小行車間距模式，極值法及模擬等四個方法，分別說明如下：

#### 1. 速率—流量—密度統計分析模式〔1〕〔7〕

此一方法是經由長期實際調查資料，建立流量，密度及速率間之關係，而後從流量—速率曲線之彎折點上找出容量及其速率值。對於郊區公路基本容量之求導，可考慮採用此一方法，惟須甚多長期實測資料及大量經費之配合，才能使基本容量值具有相當的意義。

#### 2. 最小行車間距模式〔8〕

所謂行車間距之一般定義為「同一車道上行駛之連續來車，自前車的前端至後車之距前端長度」謂之，可以時間（秒）表示，亦可以距離（公尺）表示。

當交通量超過某一範圍後，絕大多數車輛應會保持必不可少的行車間距追隨前車而行，故經由調查資料，可求出最小平均安全行車間距用以推算基本容量，惟須取得擁擠車流資料，以平均之概念求最

小行車間距。

### 3. 極值法〔14〕

極值法之基本精神在於：公路流量達到飽和流量（即容量）之狀態，為瞬間發生之事件，不會一直延續著，故其將調查時段劃分成很小之單位時間（如30秒等），然後求取某特定時段內之最高單位時間流量（極值），再將此單位時間內之最高流量依趨近極值分配統計理論，求導出極限值，再轉化成小間流量，用以估求基本容量。此一方法之資料搜集容易，且分析過程相當簡便，然而，以此極值方法所求得之容量會因特定時段長短而異，特定時段過短時會產生容量高估之情形，為本方法之最大缺失。補救方法為人為主觀判斷容量值的範圍，再選擇適當的時段長短。

### 4. 模擬法〔9〕〔21〕〔25〕

由於車流特性、交通特性極為複雜，且實際調查很難直接獲得基本容量值，故有模擬方法之發展，利用電子計算機，將微觀所得之車與車間相互影響的特性資料寫成程式，用來模擬真實之交通特性，以求得基本容量值。

前期研究中，四車道以速率—流量—密度統計分析模式求得之基本容量值為2100（PCU/每時/每車道），雙車道則以最小間距法來求導，所得之基本容量值為2900（PCU/每時/兩車道）。而歐美國家所求得的四車道與雙車道基本容量值分別為2000PCU/每時/每車道）與2800（PCU /每時/兩車道）〔22〕

至於小客車之當量，由前期之研究可知：

影響小客車當量值的因素很多，主要可歸納成車輛、道路本身以及車流中交通組成比例：〔22〕

1. 車輛因素：包括車輛尺寸及運作特性。

2. 道路因素：包括道路的路面水準、曲率半徑、坡度、及坡長等。因

為不同車種之重能比與機械特性不同，故道路因素對不同車種之影響不同。

3. 交通組成比例：不同百分比會有不同的當量值。

關於小客車當量之研究，一般可奠基於行駛速率、超車行為，及對道路之佔有率等，而小客車當量值之求導，則有迴歸分析法（如速率折減率法、車隊跟車法、雅加達法等）、超車觀測法（如Walker方法、改良HCM法、當量延滯法等）、間距法（如時間間距法、空間間距法等）、特性法（如車道使用比例法、最大流率比較法等）及模擬法等五大類。

前期研究首先以車隊選取之方式克服一般公路不易出現飽和現象之困擾，並配合最大流率比較法作為小客車當量之分析方法。由表2.1及表2.2中可知：大型車之小客車當量平均約為1.5左右，機車之小客車當量則約為0.3左右。

表 2.1 大型車與小客車於不同混合比下之小客車當量值

大型車混合比	0%	20%	40 %	60 %
車隊樣本數	59	72	45	16
行車間距之眾數值 (sec)	1.795	1.981	2.158	2.167
最大小時流量 (Vplph)	2005	1817	1668	1661
大型車之小客車當量值	0	1.52	1.506	1.345

註：混合比為80%、100%之情形極少，故不予列入。

表 2.2 機車與小客車於不同混合比下之小客車當量值

機車混合比	0 %	20 %	40 %	60 %	80 %	100 %
車隊樣本數	136	136	136	136	136	136
間距之衆數值 (sec)	1.593	1.390	1.154	0.842	0.681	0.678
最大小時流量 (Vplph)	2259	2590	3120	4275	5284	5309
機車之小客車當 量值	—	0.362	0.311	0.214	0.285	0.426

## 2.2 容量調整因素

一般而言，調整因素值之求導，可略分為兩步驟，首先須求得各類型道路之飽和流率，再以基本容量值為基礎，分別除各個飽和流率值，便可獲得各調整因素值。

由於一般公路之路型、路寬，與路肩寬等調整因素之研究，國內、外鮮有較完整之研究報告，是故僅節錄美國及歐洲瑞典之公路容量研究報告結果，如表 2.3、表 2.4、表 2.5 及圖 2-1 所示。

## 2.3 雙車道相關模擬模式

### 2.3.1 車流行為模擬模式的發展

本研究以模擬法來補充實測調查方法所無法獲得之有關方向比以及限制超車區域的資訊，故對有關雙車道公路車流行為的模擬模式加以探討。

表 2.3 多車道公路路寬及橫向淨寬之調整因素(美國)

橫向淨寬 (英尺)	調 整 因 素							
	單方向有障礙物				雙方向有障礙物			
	路寬(英尺)				路寬(英尺)			
	12	11	10	9	12	11	10	9
四 車 道 有 中 央 分 隔								
≥ 6	1.00	0.97	0.91	0.81	1.00	0.97	0.91	0.81
4	0.99	0.96	0.90	0.80	0.98	0.95	0.89	0.79
2	0.97	0.94	0.88	0.79	0.94	0.91	0.86	0.76
0	0.90	0.87	0.82	0.73	0.81	0.79	0.74	0.66
六 車 道 有 中 央 分 隔								
≥ 6	1.00	0.96	0.89	0.78	1.00	0.96	0.89	0.78
4	0.99	0.95	0.88	0.77	0.98	0.94	0.87	0.77
2	0.97	0.93	0.87	0.76	0.96	0.92	0.85	0.75
0	0.94	0.91	0.85	0.74	0.91	0.87	0.81	0.70
四 車 道 無 中 央 分 隔								
≥ 6	1.00	0.95	0.89	0.77	NA	NA	NA	NA
4	0.98	0.94	0.88	0.76	NA	NA	NA	NA
2	0.95	0.92	0.86	0.75	0.94	0.91	0.86	NA
0	0.88	0.85	0.80	0.70	0.81	0.79	0.74	0.66
六 車 道 無 中 央 分 隔								
≥ 6	1.00	0.95	0.89	0.77	NA	NA	NA	NA
4	0.99	0.94	0.88	0.76	NA	NA	NA	NA
2	0.97	0.93	0.86	0.75	0.96	0.92	0.85	NA
0	0.94	0.90	0.83	0.72	0.91	0.87	0.81	0.70

資料來源：〔19〕

表 2.4 多車道公路路型調整因素（美國）

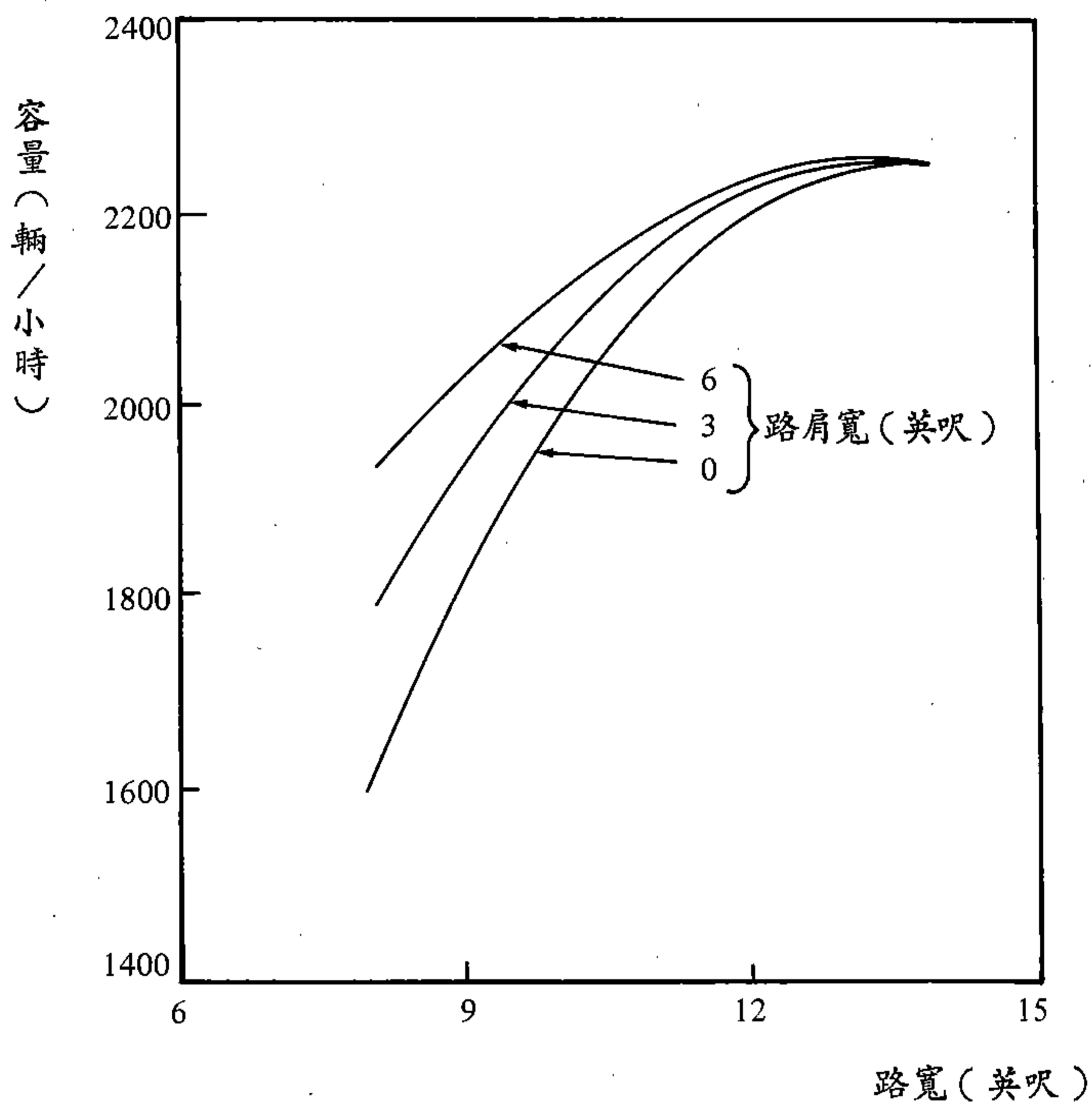
路 型	有 中 央 分 隔	無 中 央 分 隔
城 際	1.00	0.95
市 郊	0.90	0.80

資料來源：〔19〕

表 2.5 雙車道公路路寬及路肩寬之調整因素（美國）

	路 寬							
路 寬 ( 英呎 )	12 英呎		11 英呎		10 英呎		9 英呎	
	LOS A-D	LOS E	LOS A-D	LOS E	LOS A-D	LOS E	LOS A-D	LOS E
≥ 6	1.00	1.00	0.93	0.94	0.84	0.87	0.70	0.76
4	0.92	0.97	0.85	0.92	0.77	0.85	0.65	0.74
2	0.81	0.93	0.75	0.88	0.68	0.81	0.57	0.70
0	0.70	0.88	0.65	0.82	0.58	0.75	0.49	0.66

資料來源：〔19〕



資料來源：〔16〕

圖 2-1 路寬及路肩寬對容量之影響（瑞典）

1976年 Stock 和 May [21]，利用經驗數據和微觀行為 ( Microscopic Behaviour ) 方法進行電腦模擬。該系統考慮的變數包括：車種及性能、坡度和視距、超車決策等。模式假設沒有水平曲線存在，且對向來車均等速前進。

此命名為 SIMTOL 的模擬模式，認為駕駛人是否超車，主要取決於對向車道車流速平均速率的敏感度 ( Sensitivity )，其原因是駕駛人需要相當接近，才能確定對向來車的速率。此外，超車機會 ( Passing Opportunity ) 的接受率，則由間距接受曲線 ( Gap Acceptance Curve ) 來決定。

車輛間距分配 ( Headway Distribution ) 設為指數分配 ( Exponential Distribution )，現點速率 ( Sopt Speed ) 則接近常態分配 ( Normal Distribution )。最後 SIMTOL 並將駕駛行為分成七種暫態 ( Mode )。

另外，St. John [11] 於 1976 年，Wu, S.S. 和 Heimbach [12] 於 1981 年均針對各自的目的，提出郊區雙向雙車道微觀行為的模擬模式，研究模式和 Stock 大同小異，僅系統變數和引用的輸入資料略有差異而已。

近年來 ( 1977 年以後 )，印度和瑞典學者合作發展 VTI 模式 [13]，目的在解決印度郊區公路受非機械動力車輛干擾而嚴重延滯的情形。此模式有幾項特色。

- (1) 運用資料庫的大量統計資料。
- (2) 利用結構化規劃 ( Jackson Structured Programming, JSP ) 的技術，並使用模擬語言 SIMULA-67 撰寫程式。
- (3) 採用聯合統計數據推測及離散事件 ( Discrete Event ) 之處理方式。

國內方面，1983 年黃國平 [3] 利用二維平面座標模擬市區路

段混合車流；1987年顏憶茹〔6〕選用模擬語言 SLAM II來模擬郊區四車道公路，該模式除引用混合車流的概念外，並且發展動態車寬虛擬法及車道虛擬法，使系統中之車輛具有連續運行之能力。

### 2.3.2 特殊車流行為探討

郊區雙車道公路有別於其他型式公路的車流行為，乃在於其超車行為（Overtaking Behaviour），此種特殊行為的產生，主要是因為雙車道公路為增加道路的效能而允許駕駛人在充足視距（Sight Distance）的路段，為達到願望速度，而利用對向車道的間距（gap）超越前方阻擋的慢速車。超車行為外國有諸多專文探討，茲分別簡述如下，以供本模式參考之用。

- (1) 1972年Guinness〔10〕提出交通流量（Traffic Volume）和超車頻率（Overtaking Frequency）、超車速率（Overtaking speed）間的理論關係，並作實證研究。
- (2) 1979年Sparman〔19〕提出變換車道（Lane-changing）的調查研究，其中牽涉到變換車道頻率和交通量，大型車比例間的關係。
- (3) 1980年Hoban〔13〕整理過去的資料，在其專文中提到超車間距（Overtaking Gap）以兩種形式表示：一種為臨界間距（Critical Gap）；另一種為間距接受機率（Probability of Acceptance）。其中間距接受機率（PA）可用下式表示：

$$P A = \frac{\text{某間距範圍接受超車次數}}{\text{出現某間距範圍的次數}} \dots\dots\dots (2-1)$$

另外，臨界間距則認為每位駕駛者欲超車前均以某一固定距離，作為拒絕或接受超車的準則，此為該車的臨界間距。一般而言，臨界間距可與被超越車速作成經驗關係曲線，如圖 2-2，而 PA 可利用

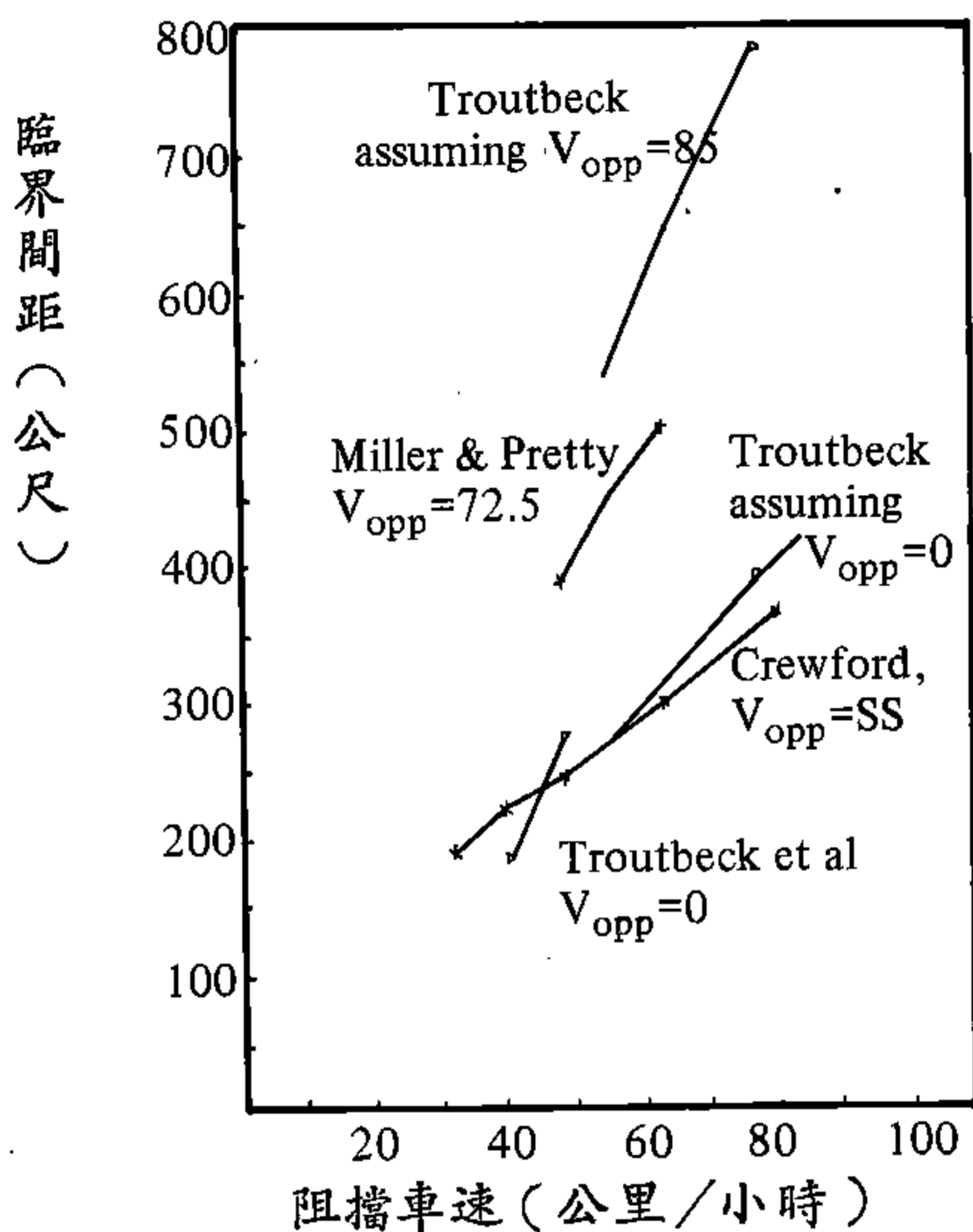


圖 2-2 臨界間距與被超車速關係圖

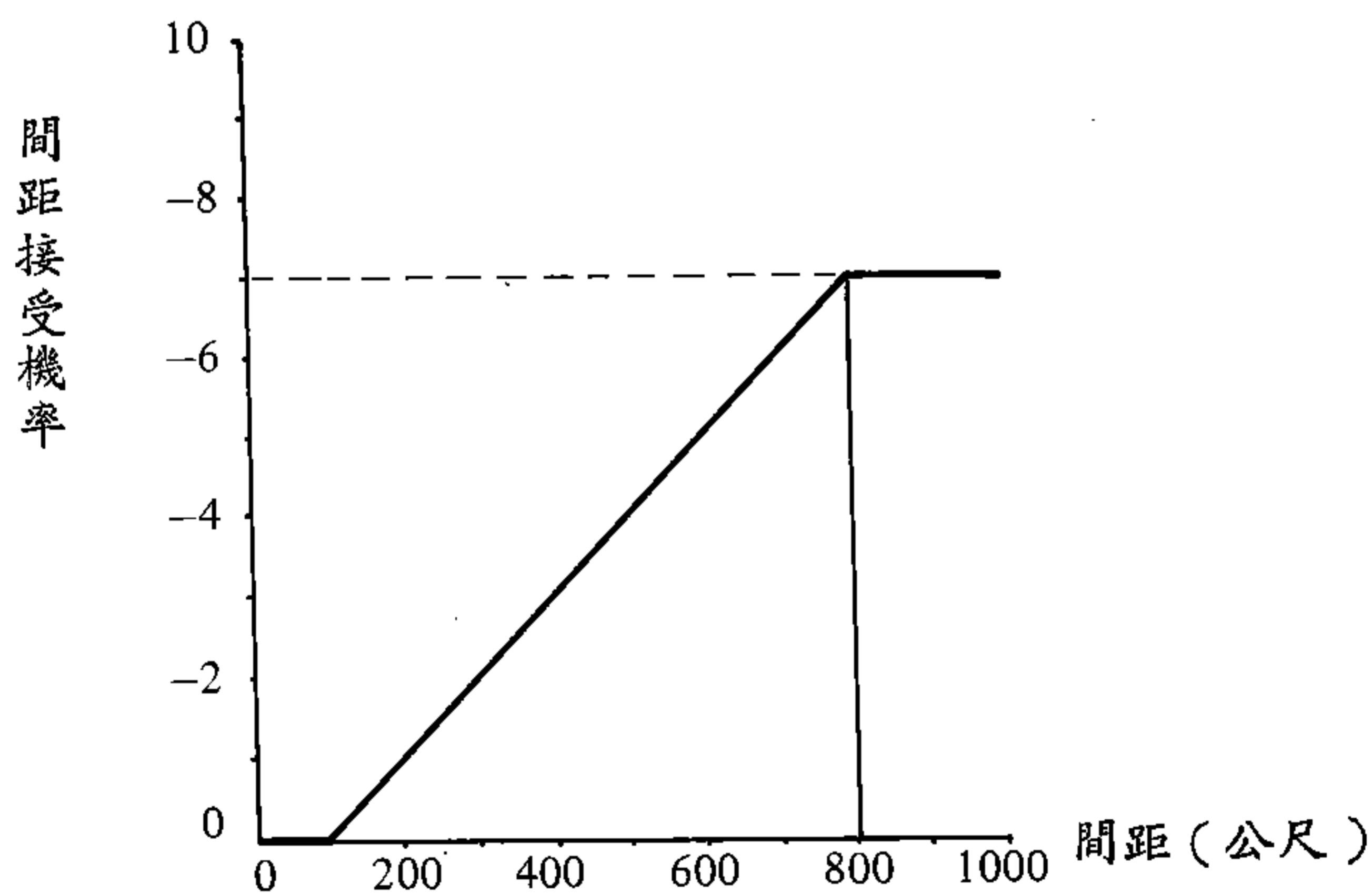


圖 2-3 間距接受機率曲線圖

大量調查數據作成圖 2-3 及公式 ( 2-2 ) 的函數關係。

$$P(X) = \begin{cases} 0 & , \text{當 } X \leq S_1 \\ a(X - S_1) / (S_2 - S_1), & \text{當 } S_1 < X \leq S_2 \cdots (2-2) \\ a & , \text{當 } X > S_2 \end{cases}$$

其中  $X$  = 視距

$S_1, S_2$  = 常數

- (4) 1982 年 Troutbeck [23] 利用實驗車實地調查，證實提高被超車的速率，將增加超車的時間。
- (5) 1982 年 Lieberman [15] 提出數學模式求導安全超車總距離 ( Safe Passing Distance )。其前提假設車輛位在一個臨界點時決定繼續進行或放棄超車。
- (6) 1982 年 Wilson 和 Best [24] 探討各種超車型式，並調查分析各類型式所佔的比例，經歸納共有五種主要超車型式。
- (7) 1983 年國內周義華和陳天賜 [2] 利用運動學的觀念，提出車輛轉彎最大偏向角可應用在模擬變換車道。

## 第三章 資料之蒐集與調整

一般而言，欲知道路交通狀況，首先須瞭解該道路系統現有的交通設施，與各種運具運行的數量和特性，以及在不同時間和環境下的交通變異情形。雖然，交通特性會隨時間、地點等之差異而有多種複雜的變化，但這些資料在衆多之觀測數值中，仍可發現具有某種程度之規則性。是故，交通工程就常藉由調查所得到的交通資料來評估道路使用之情形，以作為研究交通特性、規劃運輸設施及實施交通管理的依據。

本研究所需的資料可略分為兩大類：一為實際車流特性調查資料，一為模擬所需之資料。茲分述如下：

### 3.1 車流特性資料

本研究進行多項資料蒐集與實地調查以取得一般公路各道路類型之流量、速率、間程、密度、車種組成等資料，用以進行初步車流特性之分析，並推導最大流量值，作為計算調整因素之依據。

#### 3.1.1 調查方法之選擇

為了蒐集較具代表性的資料，此調查工作必須涵蓋平常日之尖峰時段，即分別對上、下午二個尖峰時段，進行2至3小時之調查。所需蒐集的項目包括：流量、速率、密度、間程、車種等，若採取人工現場作業方式，因作業項目繁雜，所需配置人員頗多，對於正確資料之獲取，難以有效控制。是故，為能確實掌握資料，本研究選用兩階

段調查法進行調查。第一階段係利用攝影之方式，將車流狀況攝入鏡頭，第二階段再以人工分析方式結合錄放影設備及微電腦之登錄系統，蒐集可用之資料，以便進行調整因素之分析。

### 3.1.2 調查工作之排程

在整個容量調整因素之分析研究中，調查工作是最基本，也是最重要之一環。舉凡調查地點、調查日期、攝影工作與技巧、資料蒐集之方式及資料之精確度等因素，均嚴重影響容量調整因素之分析結果。本研究為使容量調整因素之分析能達精確之地步，乃以圖 3-1 之程序進行調查，用以蒐集有效之資料。調查工作依序為：

1. 在一天二十四小時中，選定某時段進行資料蒐集之工作。
2. 由全國省、縣道中，選取所需之攝影調查地點。
3. 決定各調查地點之攝影日期。
4. 實地進行踏勘及攝影之工作。
5. 對拍攝完成之錄影帶進行初步之分析，判斷其是否符合需要。
6. 如果符合需要，則結合錄放影設備與微電腦，進行初步資料登錄之工作。
7. 若效果不佳，則放棄該錄影之資料，並分析其原因。
8. 依據該分析之原因，決定是否另擇調查日期，於原地點重新進行攝影工作？或是放棄該地點，另擇調查地點代之。

調查工作依上述之步驟，不斷地反覆進行，直至蒐集完成足以分析容量調整因素之資料為止。

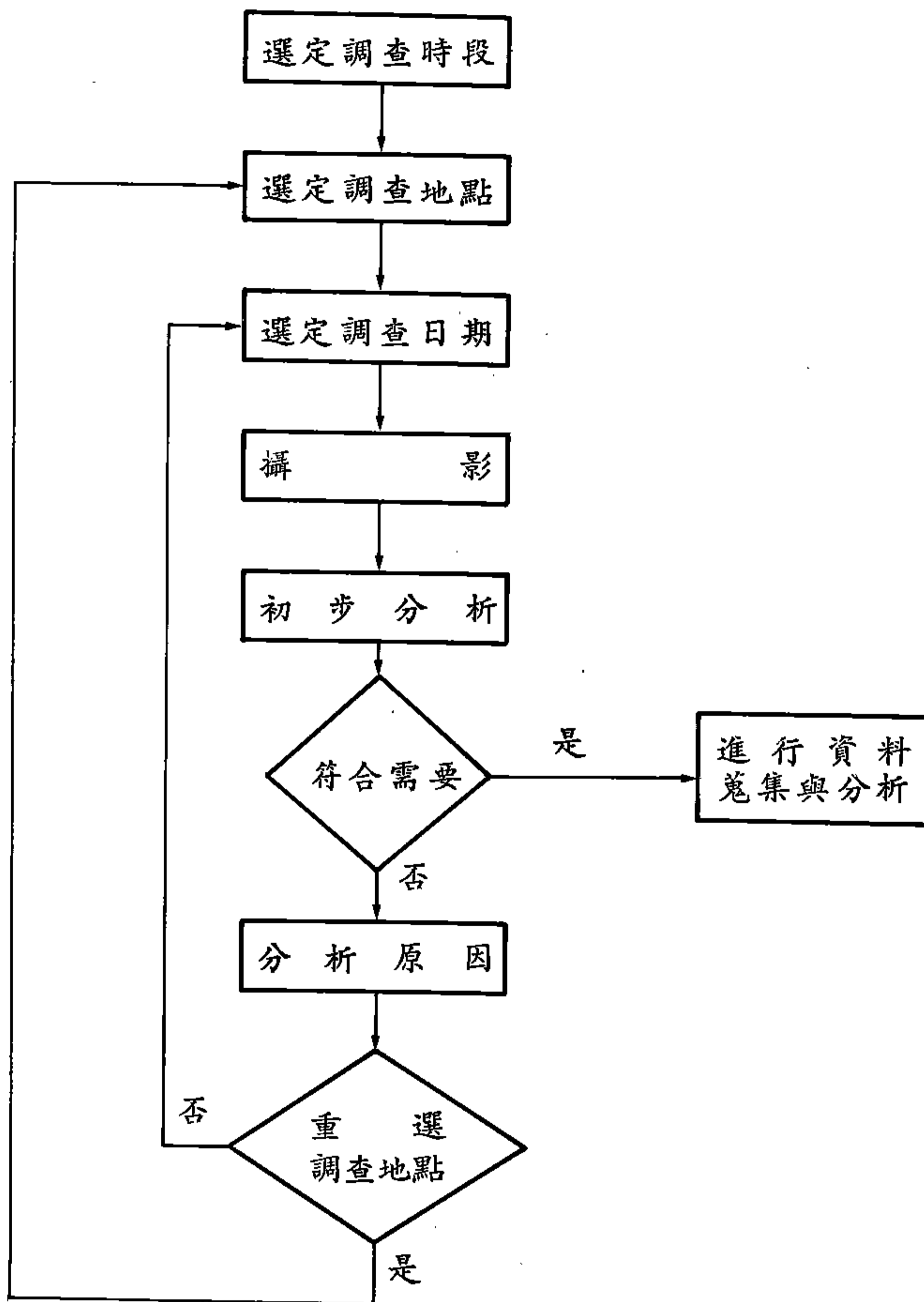


圖 3-1 調查流程

### 3.1.3 調查地點的選定

依照前面的敘述，一般公路共可分成三種不同的道路類型，本研究針對每一類型選取所需的調查地點。基本上，選擇調查站的準則如下：

1. 調查地點道路設計平直（最好是擁有一公里長之線型平直的路段）。
2. 車流特性須滿足連續及不受干擾的特性，也就是拍攝地點的前後各二百公尺以內，不可受到號誌變化的影響。
3. 尖峰小時的流量愈高愈好。
4. 車流中小汽車百分比愈高愈好，且機車的流量愈少愈好。
5. 確切調查地點，應能與調查方法配合。例如本研究採用攝影法，故在路旁須有較高之樓房，以便於架設攝影機。
6. 拍攝路段不可有路邊停車之現象。

本研究為分析容量調整因素所進行之選擇調查站的步驟如下：

#### 1. 調查站之初選：

除了考慮前期報告所蒐集之各路段資料外，尚由省公路局規劃處取得全國省、縣道各調查站歷年（55年～75年）的流量資料，將流量過低之調查站刪除，餘下之省道42個地點，縣道54個地點，共96個地點，作為可能的調查地點。

#### 2 調查地點之分析、整理

本研究蒐集上述96個地點之幾何設計資料，並刪除山區及東部山區等十個調查地點，再將剩餘的86個地點依其路型、路寬、路肩寬及慢車道寬等資料加以分類，作為實地攝影調查地點選擇之依據，其基本資料見附錄A。

#### 3. 選定之調查地點

本研究由上述各分類中選取流量較高之27個調查地點進行攝影，經

初步之分析，發現有些地點之分析結果，並不盡理想，因此有些地點則另擇日期重新攝影，而有些地點則必須放棄，另擇其他地點取代之。茲將本研究所有攝影調查的地點列舉如下：

- (1)永康—台南（四車道，城際公路）—無中央分隔。
- (2)新化—台南（雙車道，市郊公路）。
- (3)台南—仁德（四車道，市郊公路）—有中央分隔。
- (4)仁德—關廟（四車道，市郊公路）—有中央分隔。
- (5)高雄—屏東（四車道，城際公路）—有中央分隔。
- (6)高雄—後庄（四車道，城際公路）—無中央分隔。
- (7)大林—牛稠子（四車道，市郊公路）—有中央分隔。
- (8)大湖—岡山（四車道，城際公路）—有中央分隔。
- (9)台中—烏日（四車道，市郊公路）—有中央分隔。
- (10)沙鹿—清水（雙車道，市郊公路）。
- (11)王田—彰化（四車道，市郊公路）—有中央分隔。
- (12)台中—彰化（四車道，城際公路）—有中央分隔。
- (13)台中—大里（雙車道，市郊公路）。
- (14)台中—霧峰（四車道，市郊公路）—有中央分隔。
- (15)彰化—草屯（四車道，市郊公路）—無中央分隔。
- (16)南崁—桃園（四車道，市郊公路）—無中央分隔。
- (17)中壢—龍潭（雙車道，城際公路）。
- (18)五權—埔頂（雙車道，城際公路）。
- (19)省市界—板橋（四車道，市郊公路）—有中央分隔。
- (20)中和—景美（雙車道，市郊公路）。
- (21)樹林—板橋（雙車道，城際公路）。
- (22)泰山—新莊（雙車道，市郊公路）。
- (23)新莊—板橋（雙車道，城際公路）。

(24)板橋—中和（四車道，城際公路）—有中央分隔。

(25)新店—木柵（雙車道，市郊公路）。

(26)南港—六堵（雙車道，城際公路）。

(27)六堵—基隆（雙車道，城際公路）。

具有進一步分析價值之調查地點則有二十個，見圖 3-2，其基本資料表列於表 3.1。

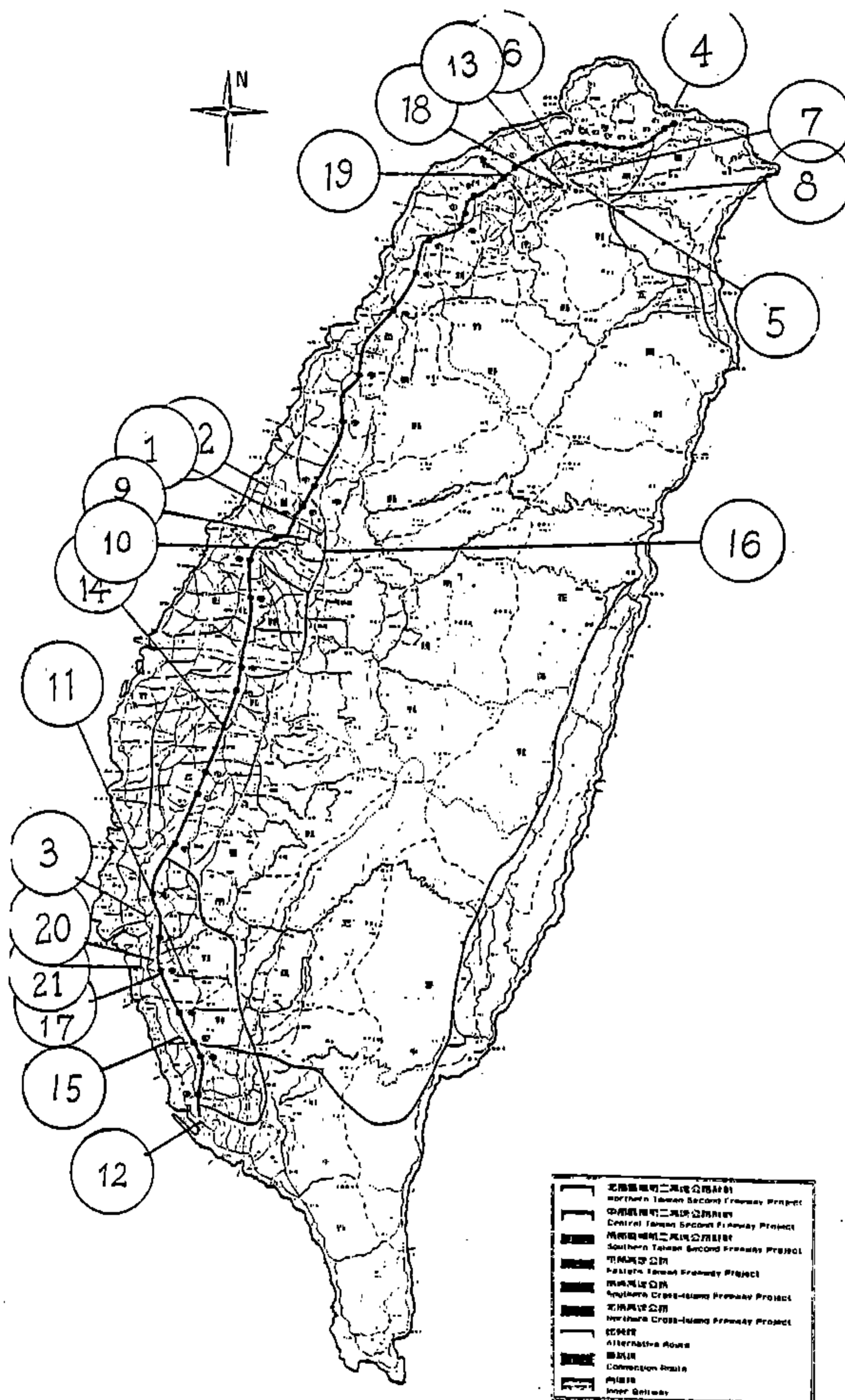


圖 3-2 攝影調查地點

表 3.1 攝影調查地點基本資料

地點 基本資料	台 大	中 里	沙 清	鹿 水	西 中洲寮	六 基	堵 隆	樹 板	林 橋	泰 新	山 莊	新 板	莊 橋
拍攝地點	台 3	台 1	台 19	台 5	縣 114	縣 106	縣 106	縣 106	縣 106	縣 106	縣 106	縣 106	縣 106
道路進出口數/公里	6	0	5	1	3	8	4						
路旁住宅數/公里	25	大於 50	56	1	70	60	70						
*道路交叉口數/公里	2	10	11	1	3	1	2						
道路型態	雙車道	雙車道	雙車道	雙車道	雙車道	雙車道	雙車道	雙車道	雙車道	雙車道	雙車道	雙車道	雙車道
	市 郊	市 郊	市 郊	市 郊	市 郊	市 郊	市 郊	市 郊	市 郊	市 郊	市 郊	市 郊	市 郊
車道寬(公尺)	3.75	3.85	4.0	3.6	3.6	3.3	3.5						
路肩寬(公尺)	2.36	1.50	2.7	5.0	3.0	2.5	2.0						
橫向淨寬(公尺)	2.36	3.90	4.0	6.0	3.80	2.5	2.0						

\*交叉口：無號誌交叉路口

表 3.1 攝影調查基本資料(續一)

地點 基本資料	新店 木柵	台中 烏日	台中 彰化	仁德 關廟	高雄 屏東	省市界 板橋	大林 牛稠子
拍攝地點	台 9	台 12 甲	台 1	縣 182	台 1	台 3	台 1
道路進出口數/公里	3	9	4	3	3	5	3
路旁住宅數/公里	32	大於 100	30	5	30	50	0
*道路交叉口數/公里	1	6	1	0	1	2	2
道路型態	雙車道	四車道 有中央分隔	四車道 有中央分隔	四車道 有中央分隔	四車道 有中央分隔	四車道 有中央分隔	四車道 有中央分隔
	市 郊	市 郊	城 際	市 郊	城 際	城 際	市 郊
車道寬(公尺)	3.0	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.70
路肩寬(公尺)	4.0	6.10	4.45	2.5	2.5	2.0	3.40
橫向淨寬(公尺)	4.0	6.10	5.0	2.5	2.5	2.0	6.80

\*交叉口：無號誌交叉路口

表 3.1 攝影調查地點基本資料(續二)

地點 基本資料	大 岡	湖 山	台 霧	中 峰	台 仁	南 德	板 中	橋 和	桃 南	園 坎	永 新	康 化	台 永	南 康
拍攝地點	台 1		台 3		縣 182		縣 106		台 4		台 4		台 20	
道路進出口數/公里	8		4		3		3		6		6		8	
路旁住宅數/公里	0		37		21		60		40		40		大於 100	
*道路交叉口數/公里	1		0		0		3		1		1		12	
道路型態	四車道 有中央分隔	四車道 有中央分隔	四車道 有中央分隔	四車道 有中央分隔	四車道 有中央分隔	四車道 有中央分隔	四車道 有中央分隔	四車道 有中央分隔	四車道 有中央分隔	四車道 有中央分隔	四車道 有中央分隔	四車道 有中央分隔	四車道 有中央分隔	四車道 有中央分隔
	城 際	城 際	市 郊	市 郊	市 郊	市 郊	城 際	城 際	市 郊	市 郊	市 郊	市 郊	市 郊	市 郊
車道寬(公尺)	3.70		3.5		3.5		3.5		3.5		3.6		3.45	
路肩寬(公尺)	4.20		4.2		2.5		1.7		1.5		0.7		0.80	
橫向淨寬(公尺)	4.20		4.2		3.0		1.7		2.5		0.8		0.80	

\*交叉口：無號誌交叉路口

### 3.1.4 調查之進行

#### 1. 調查時間之選定

為能正確獲得各路段最大流量等相關之資料，本研究乃採一天中流量最大的兩個時段：一為上午尖峰（取兩小時，約為上午（7:15～9:15），一為下午尖峰（取兩小時，約為下午（4:30～6:30），為調查及拍攝的時段。

#### 2 調查工作日程安排

尖峰小時調查時段之日程安排，均以星期一到星期五等非假日為考慮之對象，依照所選定之調查地點，由二組工作人員負責進行，每一個地點各作一次上午尖峰及下午尖峰的拍攝工作。本研究主要針對正常情況下的車流特性進行分析，天候因素頗為重要，因此，拍攝工作均以採取天候狀況良好的日子為準。

#### 3. 人員的配置

攝影調查乃利用攝影機實地拍攝車輛在道路上之運行情形，以獲得交通量以及各項車流特性資料，進而推算最大流量值，據以求導公路容量之調整因素值。

本研究係由二組工作人員（每組兩人）利用兩套錄影設備進行拍攝。而攝影調查工作進行有下列四個步驟：

##### 步驟 1：攝影機的使用。

工作人員先經過講習，對攝影機的各個組件及其功能進行了解，熟悉其性能，並對電池的換裝、充電、錄影帶的裝入及退出、白平衡、對焦、光圈及腳架的架設等動作反覆練習，再實地拍攝，確認熟練無誤後才進行實地攝影工作。

##### 步驟 2：選擇架設攝影機的地點。

必須選取樓房陽台，以便取得良好的攝影視距範圍，並且儘量讓

鏡頭與道路垂直，以免車陣相互阻擋之情形干擾以後視覺辨認，影響分析的準確性。

步驟3：設立基準線。

以白漆在道路二側路肩設立寬約0.5~1公尺的基準線(Reference Line)，兩線相距至少五十公尺，以作為計算車流率的基準。

步驟4：進行實地拍攝。

在天候允許下，選擇尖峰的時段拍攝，並且避免攝影機鏡頭正對太陽，以得到較佳的攝影效果。

整個攝影過程依上述四個步驟進行，經攝影調查後的錄影帶可在電視機放映，並同時利用2至4部PC電腦配合語言之設計，將車輛通過兩條基準線的時間及車種，直接鍵入電腦。如此，可同時獲得交通流量、車種分佈、速度、時間、間程(Headway)之基本資料，不但可以節省人力，而且錄影帶亦可反覆利用，藉以獲得較精確的資料。

## 3.2 模擬模式之資料分析

模擬模式所劃分的資料可分成四類—人、車輛、道路和交通特性。以下分別就各類資料加以說明。

### 3.2.1 人的資料

樣式中有關於人的資料，僅考慮影響車流行為較大的兩項因素：一為反應時間(Reaction Time; PIJR Time)，另一為願望速率(Desired Speed)。車流運行時，車輛的速率及其與前車保持的安全距離之長短，與駕車者的反應能力有關。由於國內並無反應時間之資料，且此資料調查困難，故直接引用美國運輸及交通工程師手冊

〔 6 〕所提供的數據，轉換成累積機率，如圖 3-3 所示。當車輛「產生」進入系統時，由此分配抽樣，所得到的反應時間值，即為該車屬性之一。

累積機率

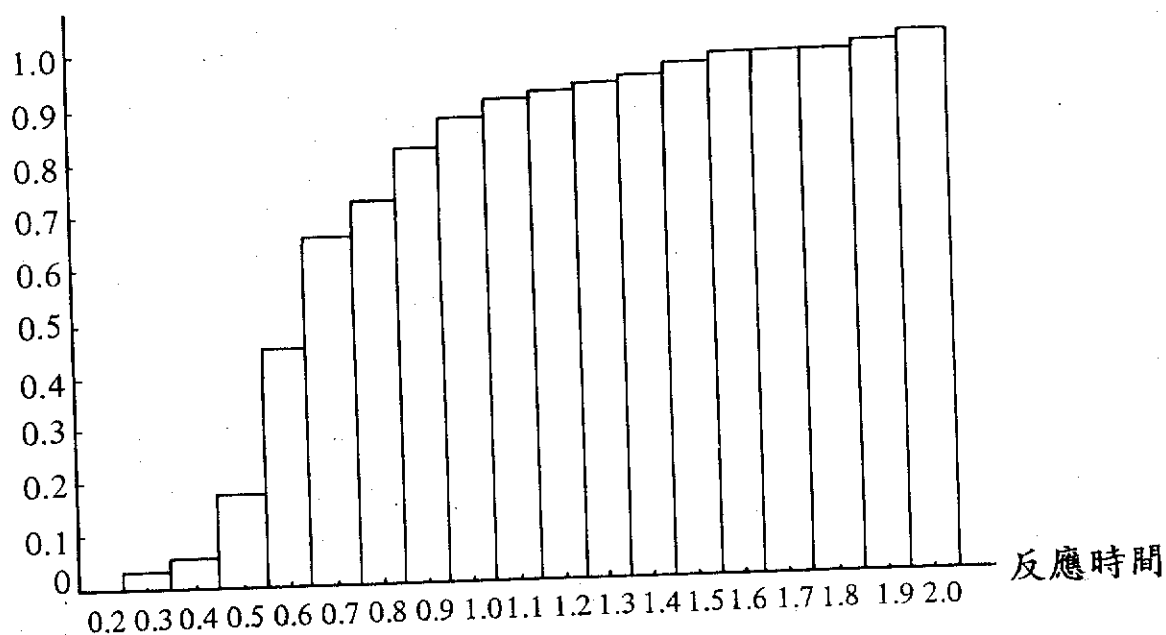


圖 3-3 反應時間累積分佈圖

資料來源：〔 6 〕

願望速率是指車輛在無干擾的情況下（自由車流），駕駛者所希望達到的行駛速率。一般選定兩車間程大於六秒至九秒以上者為「無干擾」的準則〔 4 〕。通常願望速率分配採用常態分配來配適，其亦為車輛的屬性之一。

模擬模式採用的願望速率乃是由（台中一大里）路段攝影調查資料中搜集車輛間程大於八秒以上者的行駛速率，經由分組後，以下方檢定得之願望速率呈現常態分配，結果總彙如表 3.2。

表 3.2 車輛願望速率卡方檢定統計表

流 量	方 向	函 數 型 態	樣 本 數	平 均 數	變 異 數	自 由 度	卡方計算值 ： $\chi^2$	卡方拒絕值 $\chi^2(0.05v)$	是 否 接 受
高	往台中	常態分配	212	68.43	173.33	9	11.85	16.92	是
	往大里	常態分配	198	67.52	162.40	9	9.90	16.92	是
低	往台中	常態分配	104	70.66	76.30	8	6.41	15.51	是
	往大里	常態分配	132	68.98	88.77	8	8.56	15.51	是

### 3.2.2 車輛的資料

車輛的資料包括尺寸和性能，亦即包括車長、車寬及加減速率和轉彎偏向時間等。分別說明如下：

1. 車輛的尺寸，如表 3.3 所列。

表 3.3 車輛尺寸 (公尺)

實體長	實體寬	有效車長		有效車寬
		動態	靜態	2.05
4.00	1.55	(式 3.2)	5.50	
有效尺寸=車輛實體尺寸+安全餘裕 ( 1.5m )				

資料來源：〔 3 , 6 〕

所謂靜態車長是指車輛處於停止狀態時與前車車頭之距離，動態車長則定指車輛行進中與前車車頭間之距離，示意圖如圖 3-4 (a)、(b)。

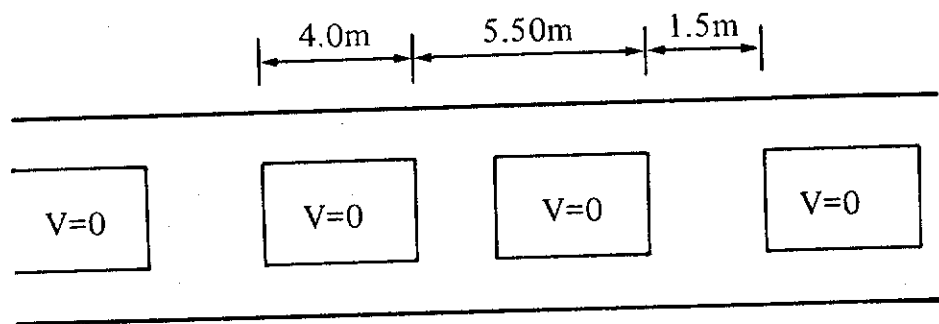


圖 3-4 (a)靜態車長

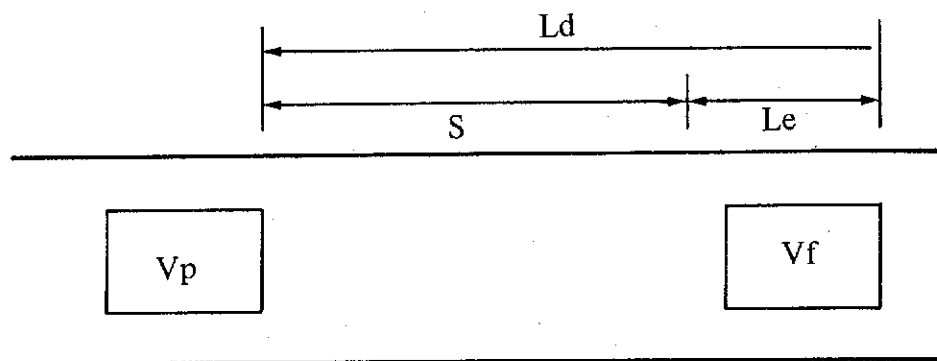


圖 3-4 (b)動態車長

圖 3-4 靜態車長與動態車長

圖 3-3 (b)中， $S$  代表兩車間之安全煞車距離，可由下式求得：

$$S = V_p * RT_p + \frac{1}{2D} (V_p - V_f)^2 * C \dots\dots\dots (3.1)$$

$V_p$  : 後車車速 (公尺)

$RT_p$  : 後車反應時間 (秒)

D : 後車的平均減速率 (公尺/秒<sup>2</sup>)

$V_f$  : 前車的速率 (公尺/秒)

$C = 0$  , 當  $V_f > V_p$  時

$C = 1$  , 當  $V_f < V_p$  時

圖中  $L_d$  表動態車長, 則

$$L_d = S + L_e \dots\dots\dots (3.2)$$

S : 安全煞車距離 (公尺)

$L_e$  : 靜態有效車長 (公尺)

## 2. 車輛的性能—加減速率和轉彎偏向時間

車輛正常的加減速能力, 依照當時的行駛速率, 有以下的關係式:

$$a = \frac{dv}{dt} = \alpha - \beta v \dots\dots\dots (3.3)$$

a : 速率變化 (公尺/秒<sup>2</sup>)

v : 當時的速率 (公尺/秒)

$\alpha, \beta$  : 常數

本研究根據國內加速率的調查數據 [ 3 ] 加以迴歸得:

$$a = 2.9478 - 0.062997 * v \quad R^2 = 0.98$$

a : 加速率 (公尺/秒<sup>2</sup>)

v : 速率 (公尺/秒)

減速率國內則缺乏資料, 故引用國外數據 [ 6 ] 加以迴歸得:

$$\alpha = -2.8792 + 0.05697 * v$$

$\alpha$  : 減速率 (公尺/秒<sup>2</sup>)

v : 速率 (公尺/秒)

已知車輛的加減速能力, 可得車輛在初速  $v_0$ , 加減速時間 t 後的速率和行駛距離。

$$v = (\alpha/\beta)(1 - e^{-\beta t}) + v_0 e^{-\beta t} \dots\dots\dots (3.4)$$

$$x = (\alpha/\beta)(t) - (\alpha/\beta^2)(1 - e^{-\beta t}) + (v_0/\beta)(1 - e^{-\beta t}) \dots\dots\dots (3.5)$$

$v$  : 加減速後之速率 (公尺/秒)

$x$  : 加減速間移動之距離 (公尺)

$t$  : 加減速時間 (秒)

$v_0$  : 初速 (公尺/秒)

$\alpha, \beta$  : 加減速與速率關係式中之參數

車輛的轉彎偏向時間，乃假設車輛轉彎為一種等速率圓周運動，然後依運動學公式求得單位時間車輛所能偏向的最大角度，或最大水平偏向距，參見圖 3-4。

所謂最大偏向角係指車輛於行進中，在駕駛者舒適及安全的條件下，每單位時間內所能偏轉之最大角度，而在此最大偏向角下，車輛行進後之位置與原來位置之水平距離即為最大偏向距。

行駛中之車輛欲改變行進軌跡時，須先求得偏向角，以選取行進路線。本研究直接引用國內之研究成果，由下述關係式來推求車輛（小型車或大型車）之偏向角。

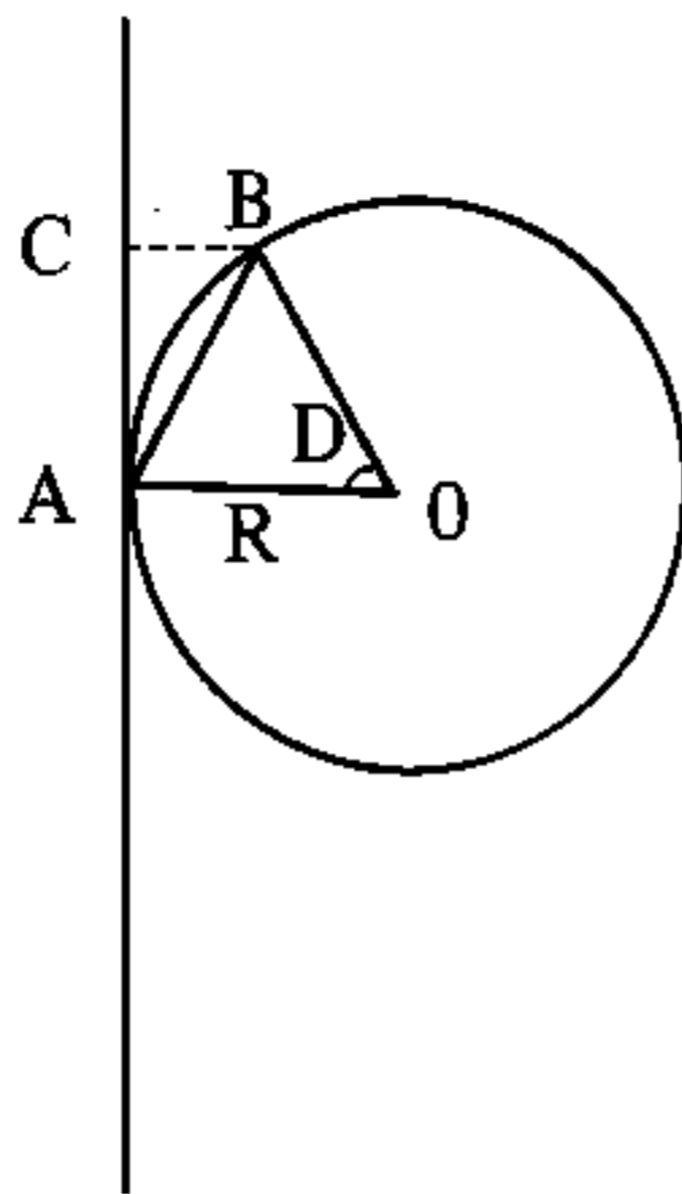
$$ANG = 0.001375 + 0.1722/v \dots\dots\dots (3.6)$$

其中：

$ANG$  : 偏向角 (徑度)

$v$  : 速率 (公尺/秒)

依上述公式可知：系統內之車輛在不同之速率情形下會有不同之偏向距，經由轉換，可得車輛轉彎之偏向時間。



$\angle CAB$  : 偏向角

$BC$  : 最大偏向距

$R$  : 半徑

$AB$  : 單位時間內之行進距離 ( $V, \Delta t$ )

圖 3-5 最大偏向角及偏向距

### 3.2.3 道路資料包括車道寬、路肩寬、模擬路段長度和路面側向摩擦係數。

車道寬和路肩寬均設定為理想狀況寬度，分別為 3.75 公尺與 2.36 公尺，模擬路段長設定為 3 公里。當求導轉彎偏向時間，必須考慮到路面側向摩擦係數，然而側向摩擦係數與車速、路面材料、氣候狀況及輪胎等因素有關，國內尚無此項資料，故採用 AASHTO 的建議值，依不同的速率，有不同的  $f$  值，如表 3.4 所示。

表 3.4 側向摩擦係數和速率之關係〔 6 〕

速率 (KPH)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
f	0.17	0.17	0.16	0.15	0.15	0.14	0.13	0.13	0.12	0.11

3.2.4 交通特性資料包括車輛到達型態，車輛到達的間程分配、車輛願望速率分配和與超車有關的諸變數資料。

交通特性資料是反映地區性差異的依據，本研究是將國內一般雙車道公路攝影調查所獲得的初級資料（見本章 3.1），進一步整理分析，以決定國內此類道路交通特性的型態及其參數，由實際觀測的數據值作為模式的輸入資料，並用以驗證（Validate）模式的可用性。

一般而言，描述車輛到達型態有兩種方式：一為連續式函數間程法（Continuous Headway Method），一為間斷函數計數法（Discrete Count Method）。所謂連續式函數間程法是以連續型的機率分配函數，描述車輛到達的時間間程；間斷式函數計數法，則是以間斷型機率分配函數，描述單位時間內車輛的到達數。由於前法在模擬時應用較為簡便，故一般常採用之。

車輛到達間程的分配檢定，定依正反兩方向車道及在連續兩小時的道路攝影調查資料中，分別取較高流量三十分鐘及較低流量三十分鐘之資料作為檢定樣本。檢定結果彙集整理後如表 3.5。由表 3.5 可發現：不管高低流量，郊區雙車道公路車輛的到達間程，經卡方檢定，在  $\alpha = 0.05$  的顯著水準下均符合指數分配（Exponential Distribution）。

至於車輛到達速率的分配檢定，則由台中大里路段攝影調查中可獲得車輛通過固定距離路段（50 公尺）的旅行時間，由此可求得每輛

車到達攝影路段的平均速率，再經卡方檢定，顯著水準為 0.05 時，可發現車輛到達速率分配為常態分配 ( Normal Distribution )，結果彙總於表 3.6。

有關車輛超車變數的探討，國內未曾有相關之研究，本研究乃參考國外文獻，並實地搜集超車資料，以便進行超車接受臨界間距、超車速率及超車時間等變數之分析。

表 3.5 車輛到達間程卡方檢定統計表

流 量	方 向	函數型態	樣本數	平均數	變異數	自 由 度	卡方計算 值 $x^2$	卡方拒絕值 $x^2_{0.05, v}$	是否 接受
高	往 台 中	指數分配	636	3.07	9.42	12	12.34	21.03	是
	往 大 里	指數分配	681	2.88	8.29	12	10.67	21.03	是
低	往 台 中	指數分配	390	5.49	30.1	10	14.55	18.31	是
	往 大 里	指數分配	409	6.51	42.4	10	13.01	18.31	是

表 3.6 車輛到達速率卡方檢定統計表

流 量	方 向	函數型態	樣本數	平均數	變異數	自 由 度	卡方計算值 $\chi^2$	卡方拒絕值 $\chi^2_{0.05, v}$	是否 接受
高	往 台 中	常態分配	630	50.48	144.74	12	11.17	21.03	是
	往 大 里	常態分配	680	47.40	196.06	12	13.90	21.03	是
低	往 台 中	常態分配	379	62.63	92.58	10	9.36	18.31	是
	往 大 里	常態分配	406	58.53	103.78	10	10.11	18.31	是

由於上述資料無法由攝影調查中獲得，是故本研究另採試驗車法 ( Test Car ) 進行調查，試驗車上備有兩套測速槍，一個碼錶及記錄表格等，每次需要四位調查人員，將試驗車固定於某一速率，在測試路段上來回行進，用以蒐集其他車輛超越該車時之速率、間距、所需時間及該次超車行為是否成功等資料，每個固定速率都要至少蒐集三十個以上的樣本。

超車接受臨界間距 ( Critical Gap of Acceptance ) 乃由

試驗車固定速率下蒐集的樣本，經整理成累積機率分佈，供模擬系統隨機抽樣之用，如圖 3-6 所示。圖中縱軸為累積機率 ( Probability Mass Funtion )，橫軸為接受超車的臨界間距，VI 表示試驗車作為阻擋車時的固定速率。

超越車超車時的速率與被超車的速率有密切的關係，經由試驗車之調查，亦可獲得超越車的超車速率累積機率分佈，如圖 3-7。圖中縱軸為累積機密，橫軸為超車速率，VI 為試驗車作為阻擋車時的固定速率。

超車時間則與追趕阻擋車的時間 ( Catching up Time, 即兩車間距除以速率差 ) 有關，整理成累積機率分佈如圖 3-8。圖中縱軸為累積機率，橫軸為超車時間，追趕時間以 2.5 秒以下、2.5 秒至 3.5 秒、3.5 秒至 5 秒、及 5 秒以上分別考慮之。

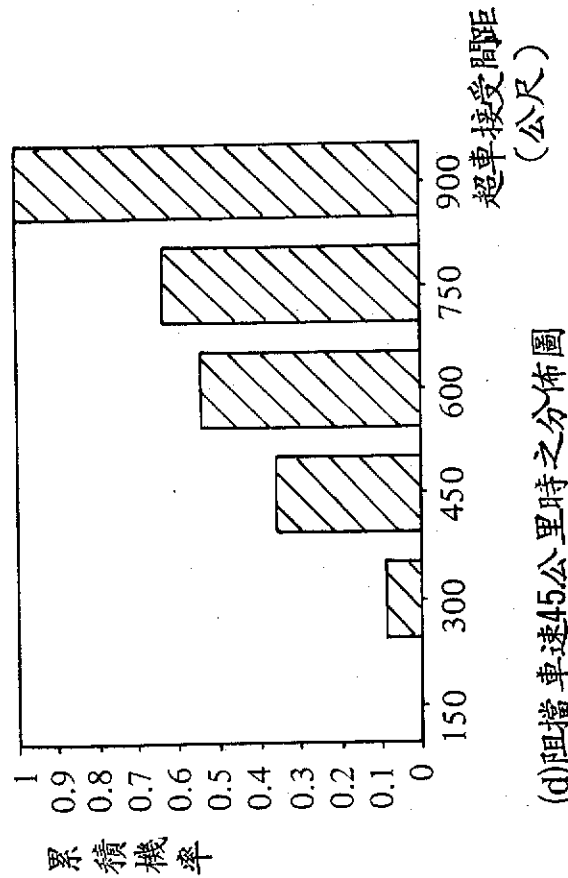
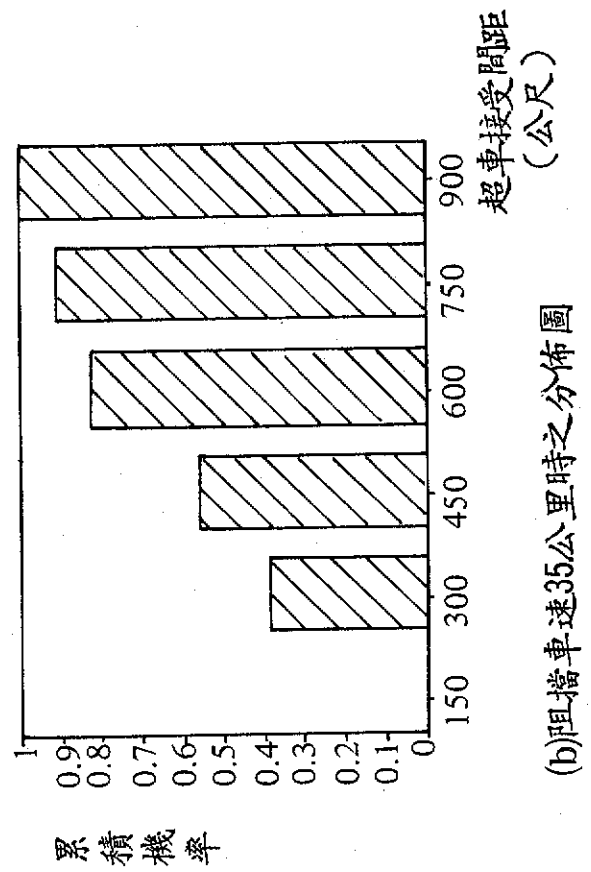
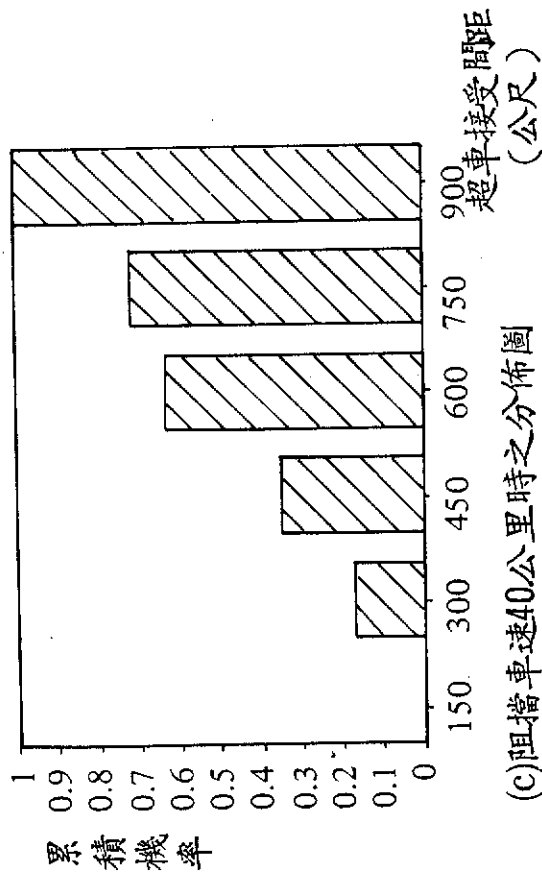
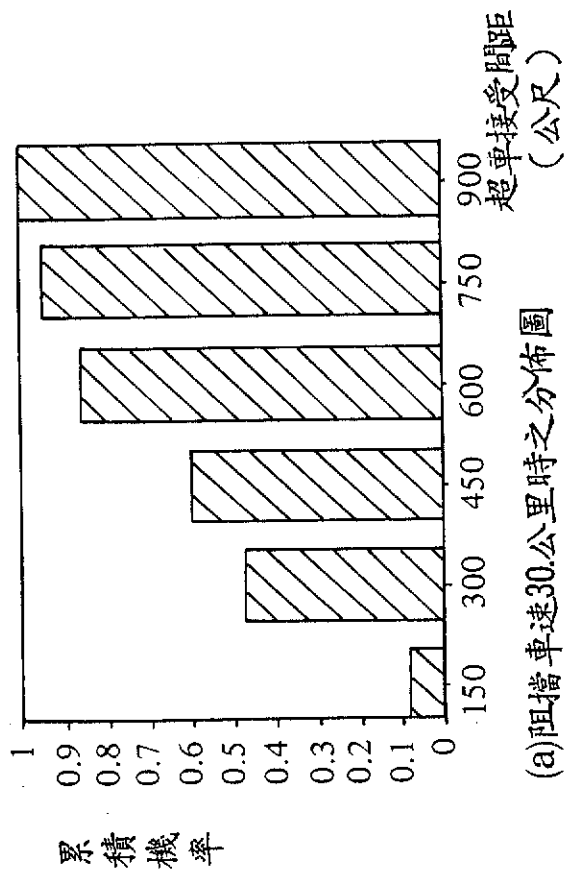
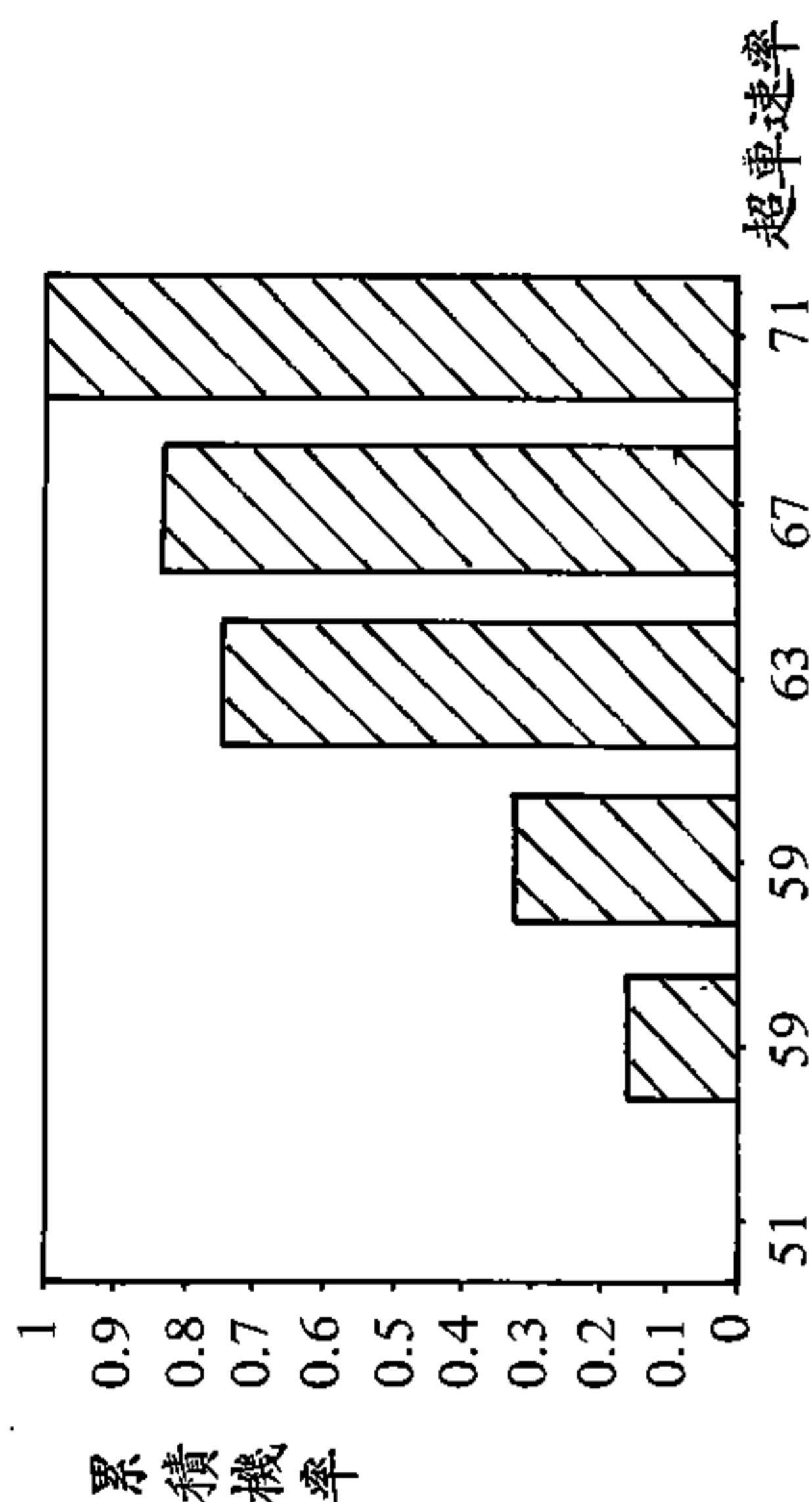
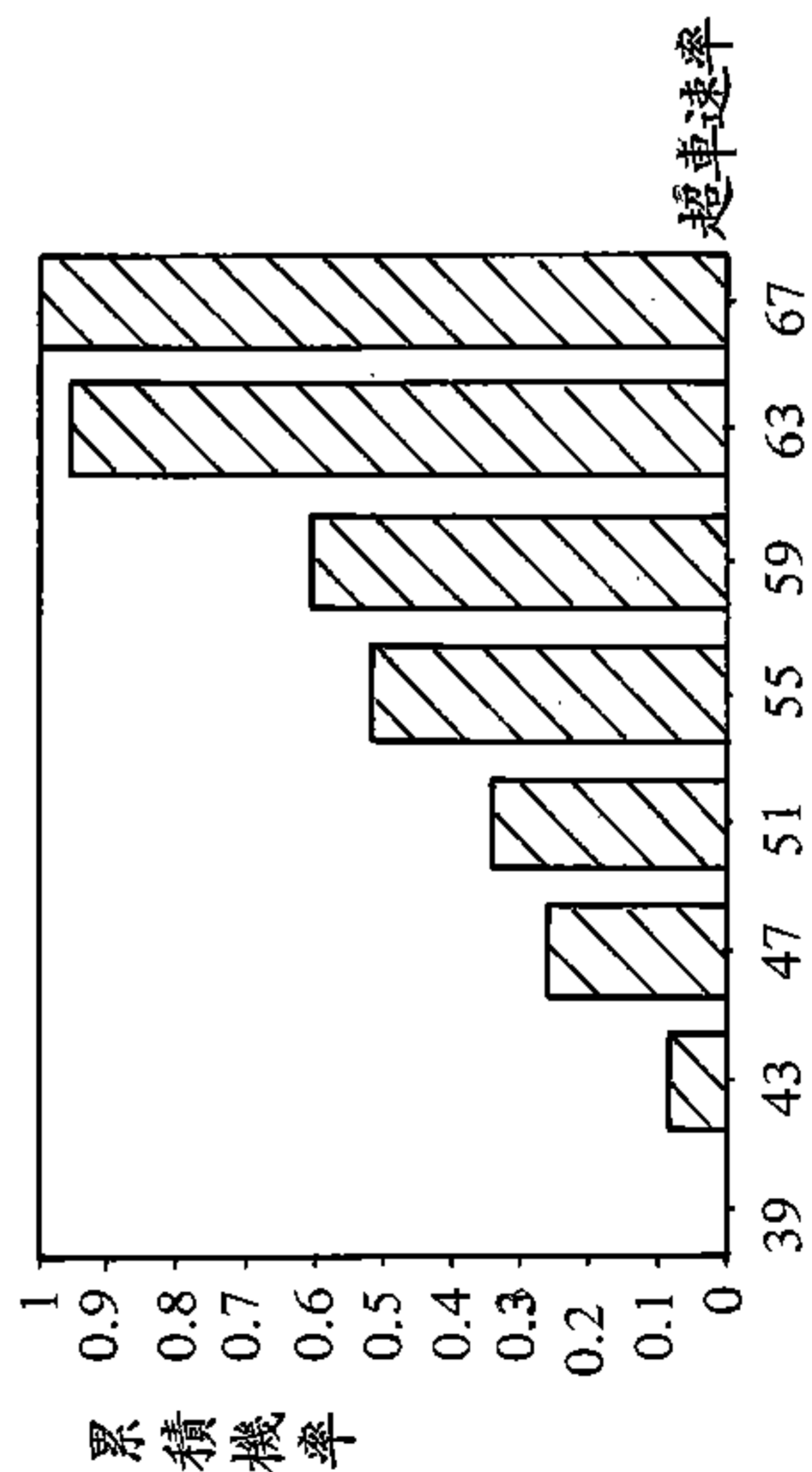


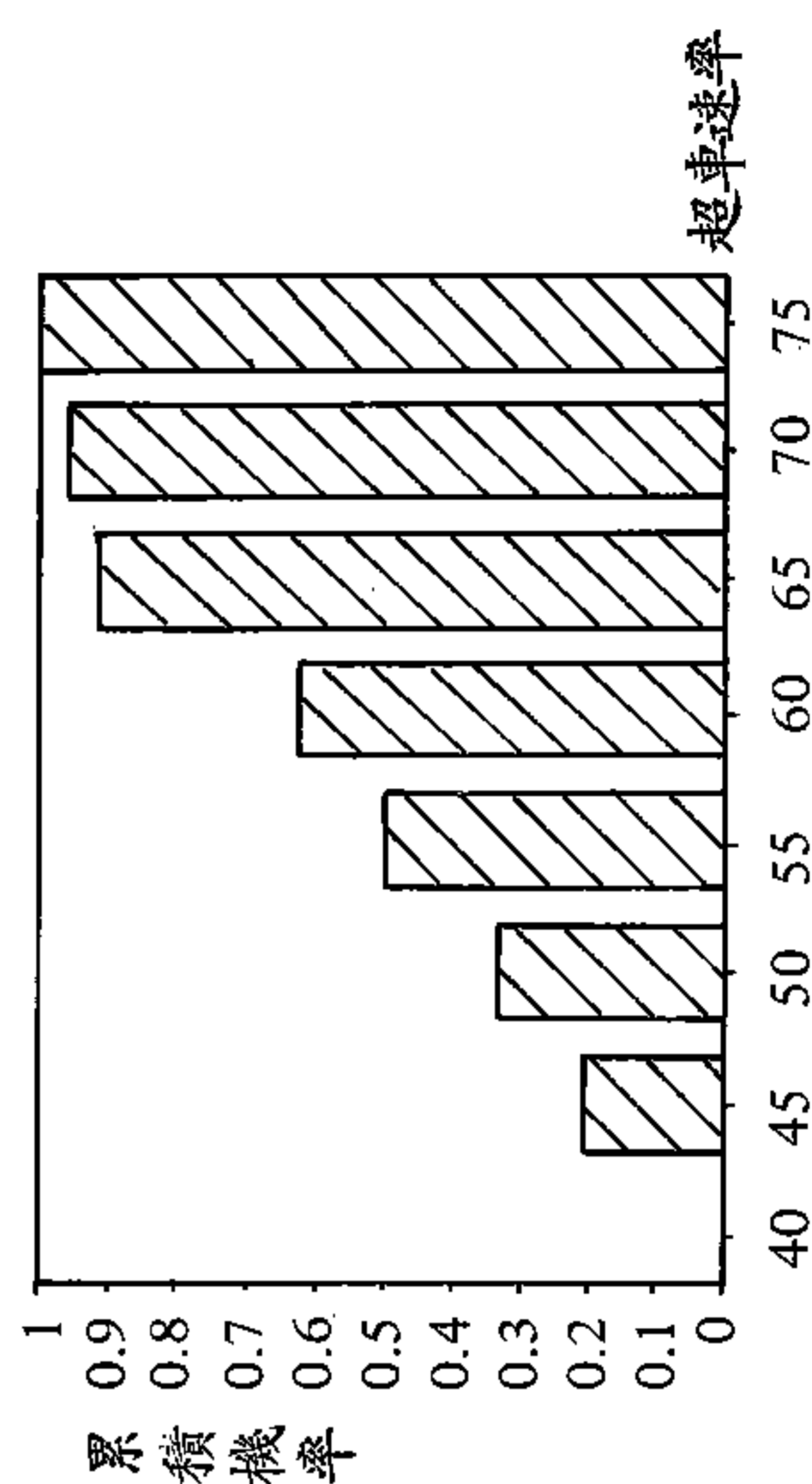
圖 3-6 超車接受臨界間距之累積機率分佈圖



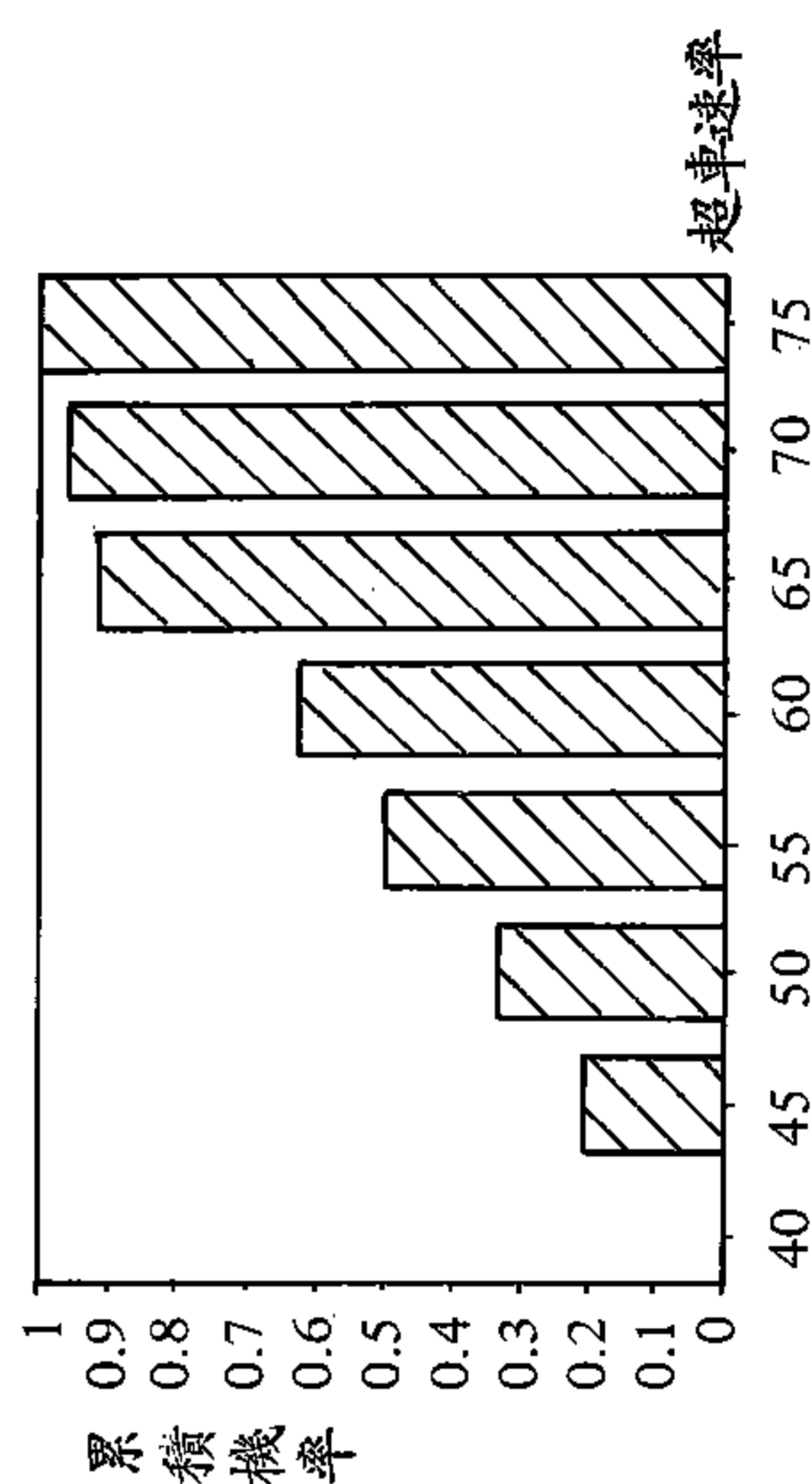
(a)阻擋車速30公里時之分佈圖



(b)阻擋車速35公里時之分佈圖

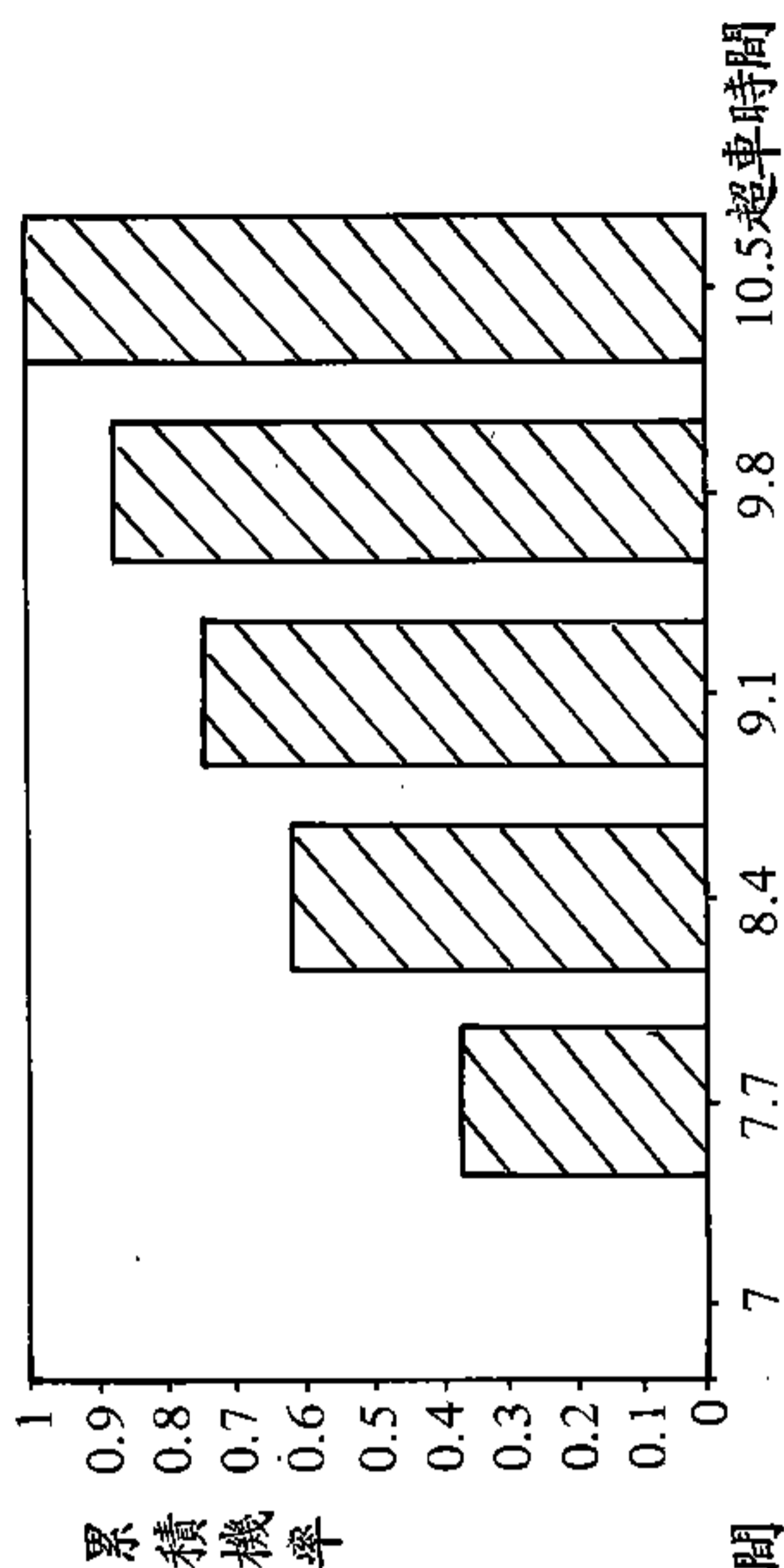


(c)阻擋車速40公里時之分佈圖

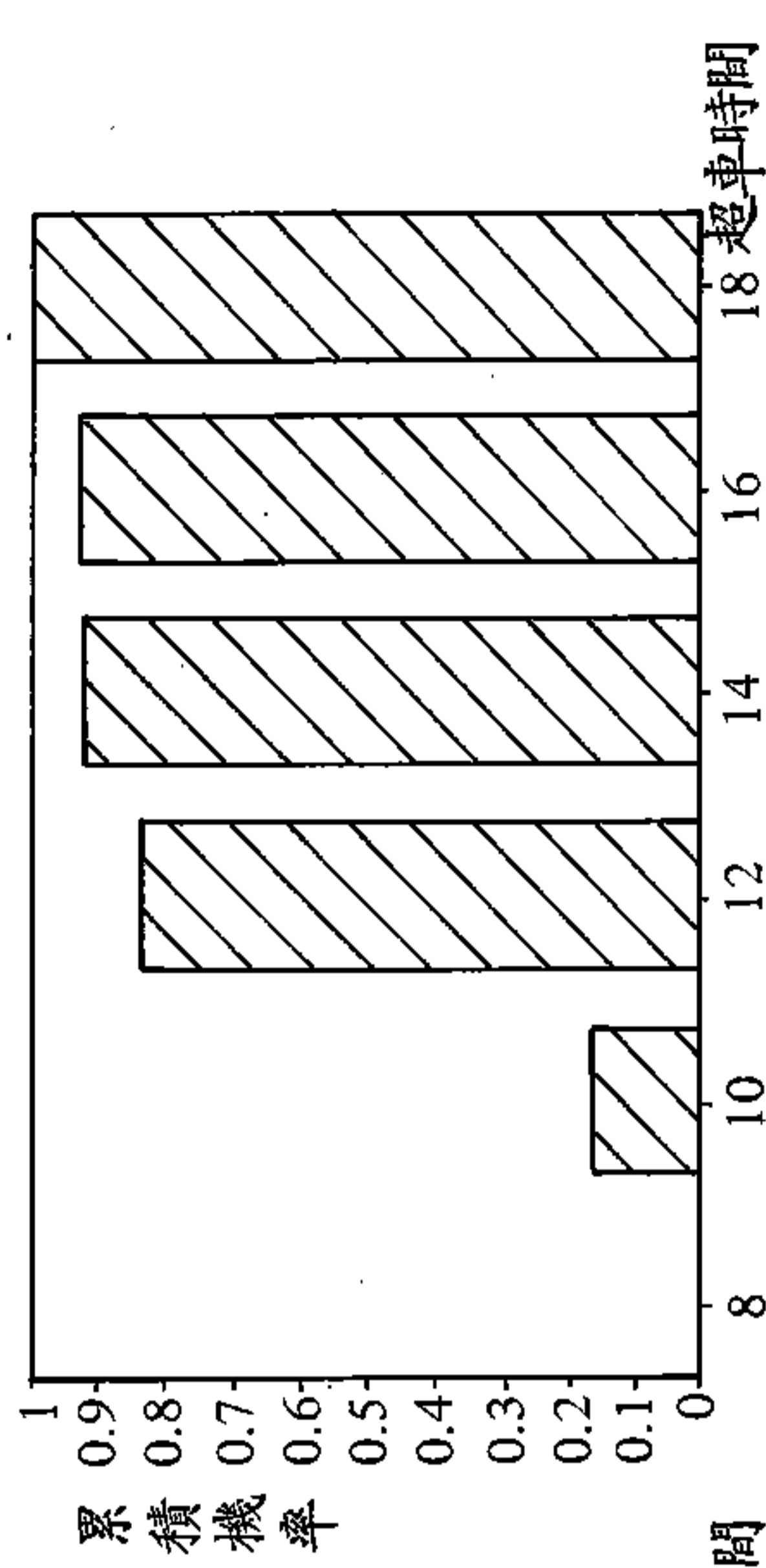


(d)阻擋車速45公里時之分佈圖

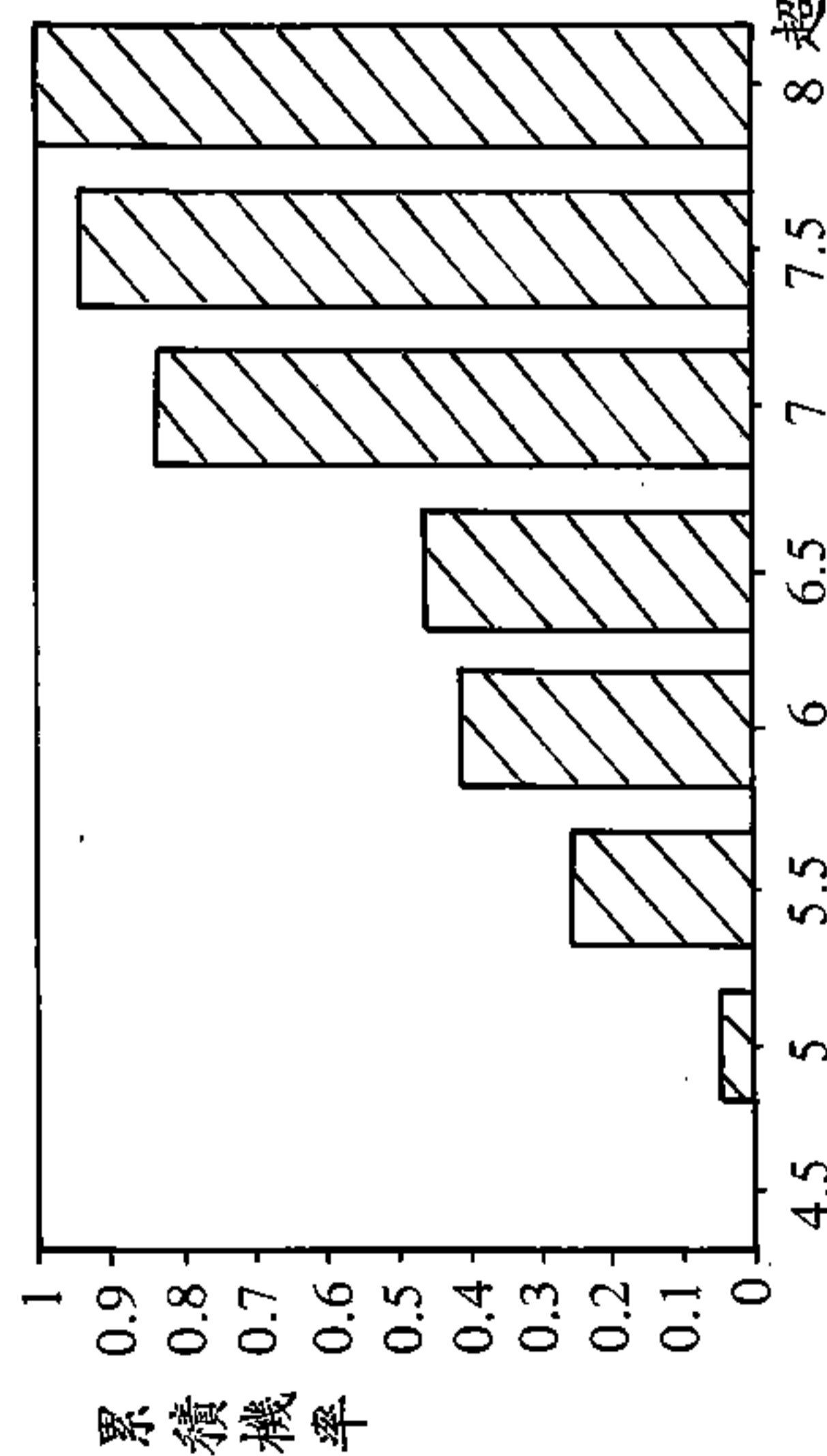
圖 3-7 超車速率累積機率分佈圖



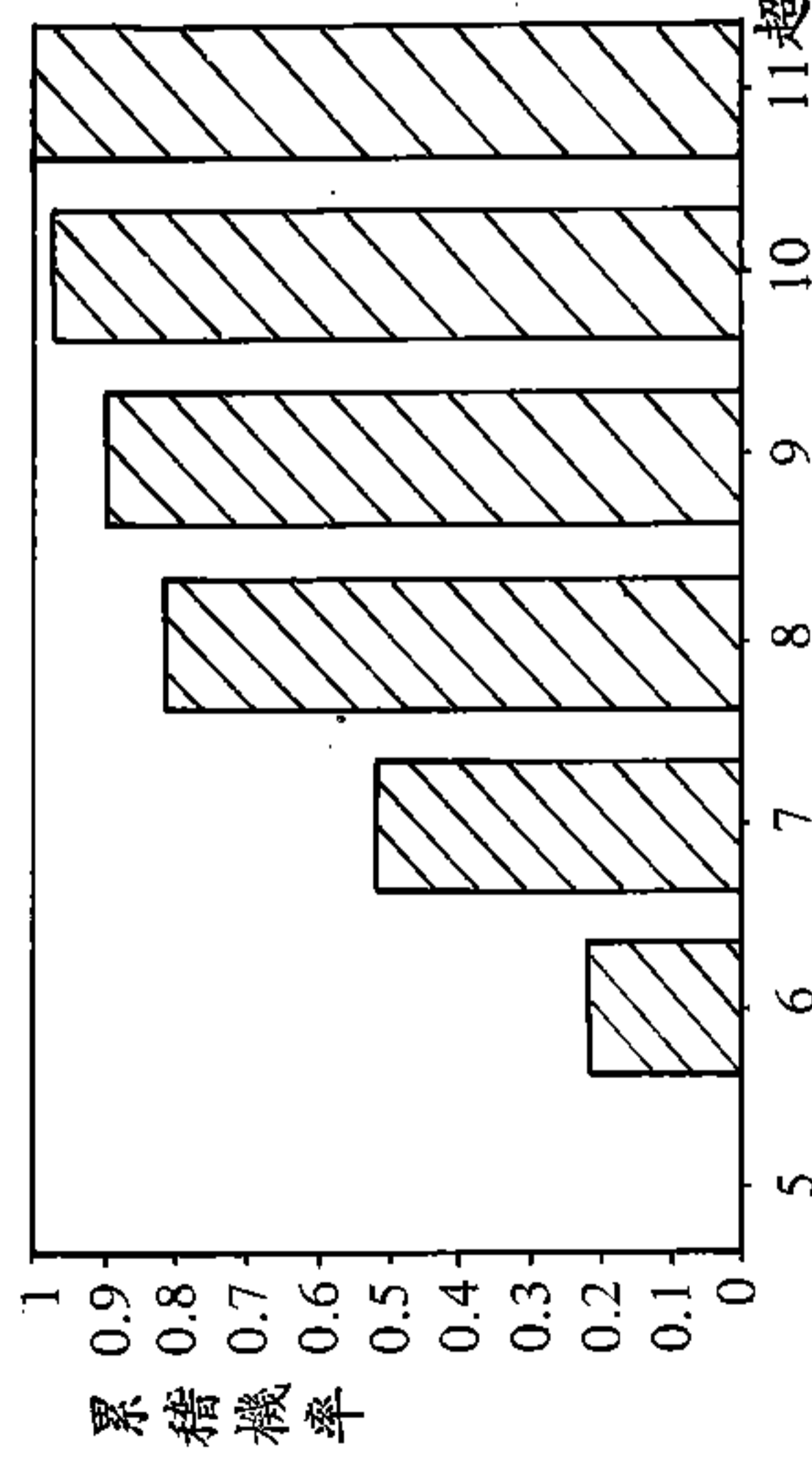
(a)追趕時間 2.5 秒以下者



(b)追趕時間 2.5 秒至 3.5 秒者



(c)追趕時間 3.5 秒至 5.0 秒者



(d)追趕時間 5.0 秒以上者

圖 3-8 超車時間累積機率分佈圖

## 第四章 雙車道模擬模式的構建

台灣地區絕大多數之一般公路，無論在尖峰或非尖峰時段，均未能出現流量趨近飽和或超過飽和的現象，使得本研究進行之實測調查工作雖耗費了大量的人力、經費和時間仍無法獲得完整的資料以配適速率——密度關係曲線；其中，由於分析雙車道限制超車區域所需的資料，更難以實測調查之方式來取得，是故無法構建雙車道混合車流模擬模式，以完成限制超車區域之容量分析。

本章將針對一般公路雙車道之道路類型，依序說明模式構建之程序，系統整體之架構、車輛之產生、車流之運作、資料之輸入與輸出，並且對程式加以說明。

### 4.1 模擬模式構建之程序

在構建模式之前，必須瞭解模式構建之程序。一般而言，完整之程序大約包含下述十二個步驟（參見圖4-1）。茲分別說明如下：

1. 觀察實際系統之運作及現象，以界定問題。
2. 確定目標及工作計劃，並進而訂定系統範圍。
3. 進行系統互動分析，決定模式之變動，構建模擬系統。
4. 蒐集資料，並將原始資料轉換成適合於模式輸入之型態。
5. 選擇一程式設計語言，撰寫電腦程式。
6. 校估程式之邏輯、指令、符號等，直至無誤為止。
7. 驗證模式確能符合真實系統之運作。
8. 擬定實驗設計，多次模擬所欲評估之替選方案。

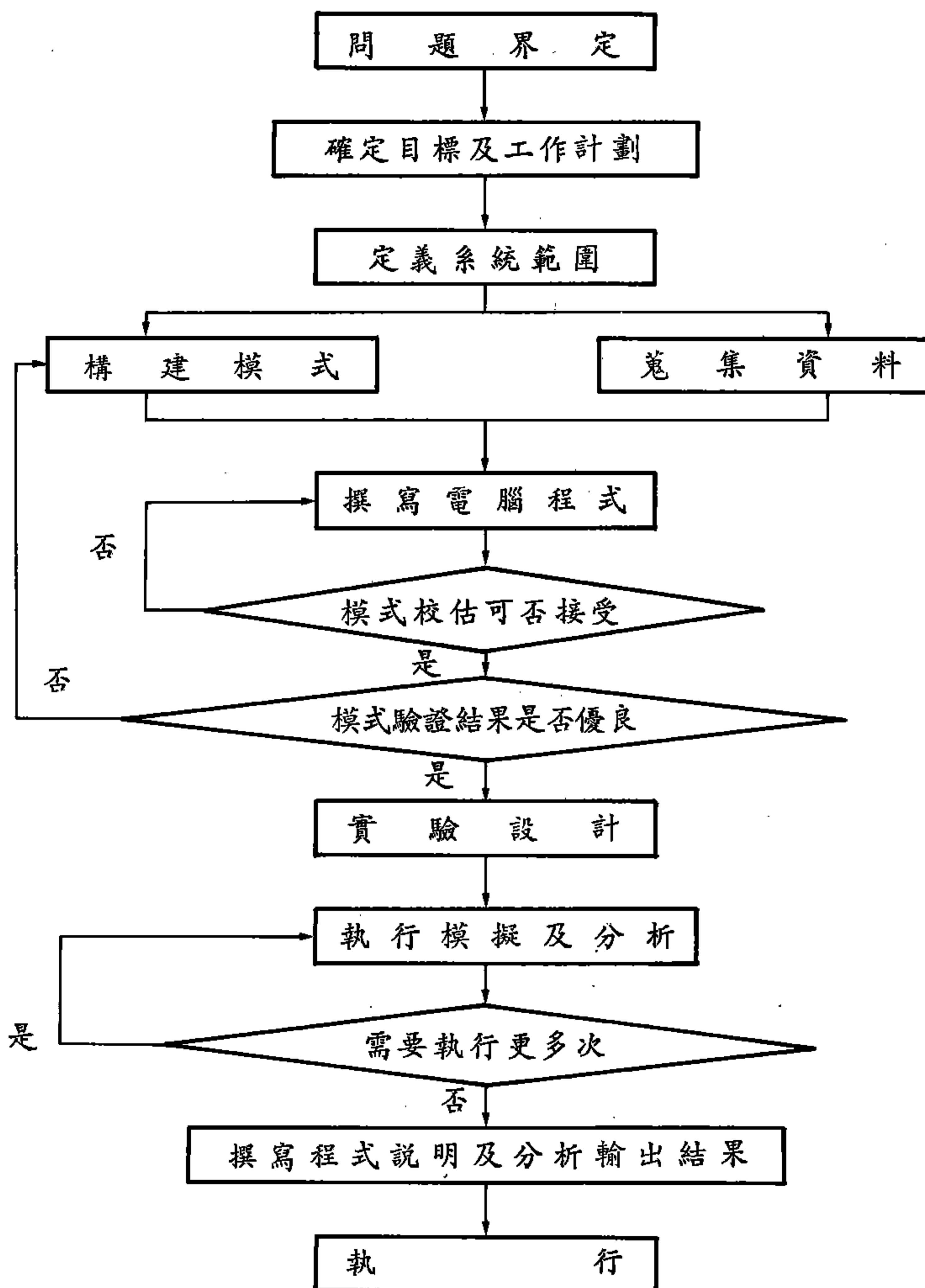


圖 4-1 模擬步驟流程圖

9. 模擬之執行，並分析輸出結果。
10. 決定是否需再執行。
11. 撰寫程式說明及輸出結果。
12. 執行選定之方案。

## 4.2 車流模擬系統整體之架構

本節所描述的是車流模擬之思維邏輯，此乃整個模擬模式構建之基礎。有關車流模擬系統整體之架構，大致可略分為兩大部分，一為車輛之產生，一為車流之運作，茲分述如下：

### 1. 車輛之產生

一開始構建模式，首先必須設定模擬之平面空間，接著必須分別構建不同方向之車輛產生器，使其在模擬之時段內，不斷地產生車輛；而後，車輛於預定之時間，帶著應有之屬性，以合理之方式進入系統，成為系統內車流之一部分。如圖 4-2 所示。

### 2 車流之運作

關於系統內之車輛，首先判斷該車位於原車道，抑是脫離原車道？若脫離原車道則表示其可能的行為狀態，有變換車道、決定超車或放棄超車、結束超車、切回原車道等項；若未脫離本車道則表示可能的行為狀態，有自由行駛、跟隨前車、自由前導、被超越及有來車等項。

非行駛於原車道的車輛若處於變換車道之狀態，則以等速率前進；若已變換車道完畢，則判斷該車是否決定超車或放棄超車？若決定超車，則設定超車時間、加速超車、並且設定阻擋車及反向來車的行駛型態，以配合超越車使其完成超車之行為。若放棄超車則必須切回原車道，切回前必須尋找足夠的安全切入距離。

位於原車道的車輛，若被後面的來車所超越或是前方有來車，則以等速及減速相互運用以配合超越車，若為自由前導車則表示該車已達願望速率且與前方車之距離足夠讓預備超越的車輛放棄超車時，安全切回原車道。若為自由狀態，則表示與前車距離大於安全之間距，以決定速率的變化幅度。自由或跟隨狀態下，前車的速率已達到願望速率不再增加，而後車速率若不及其願望速率的90%時，則考慮變換車道，變換車道前須察看相鄰車道的超車視距是否足夠。

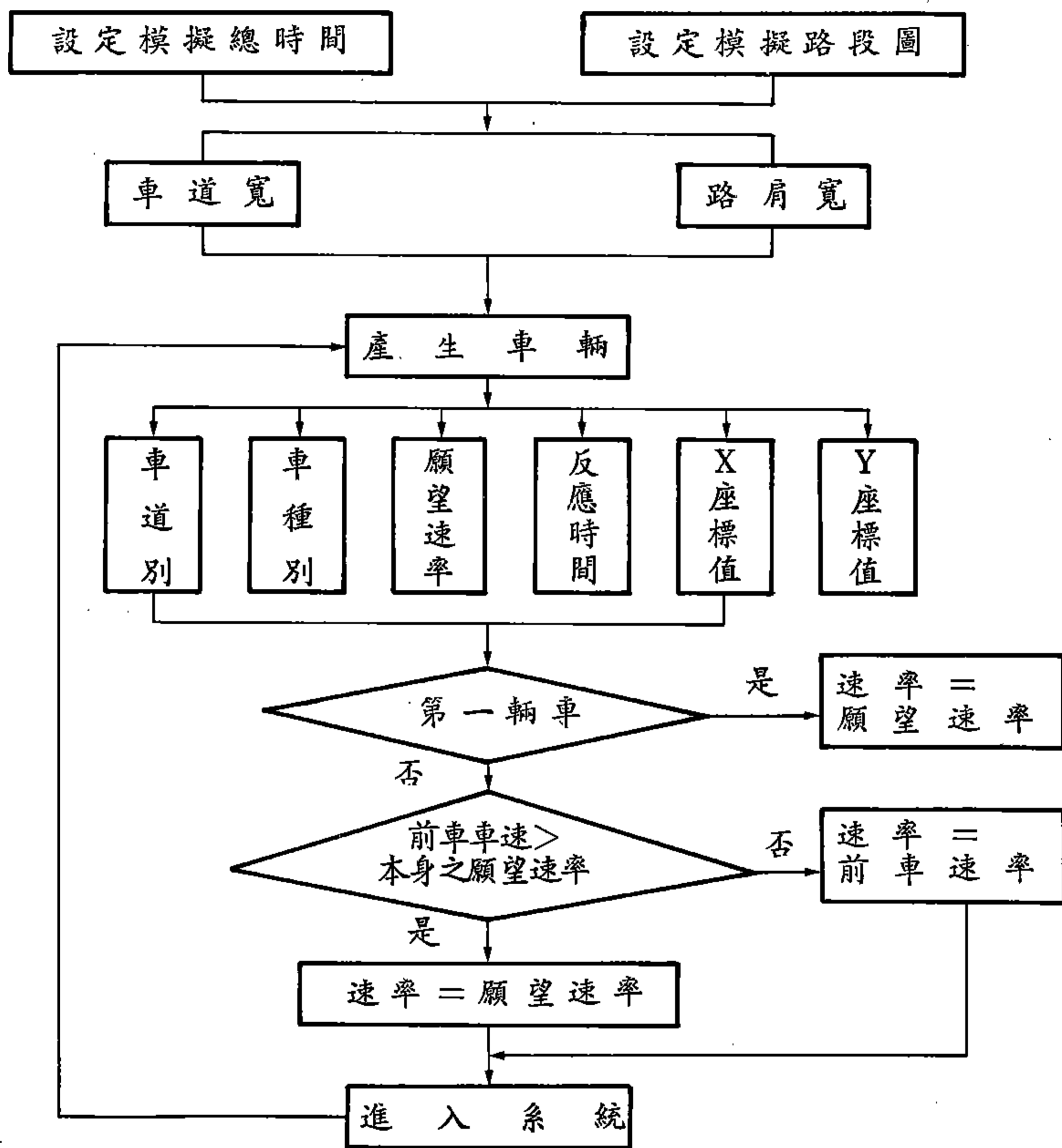


圖 4-2 車輛產生程序圖

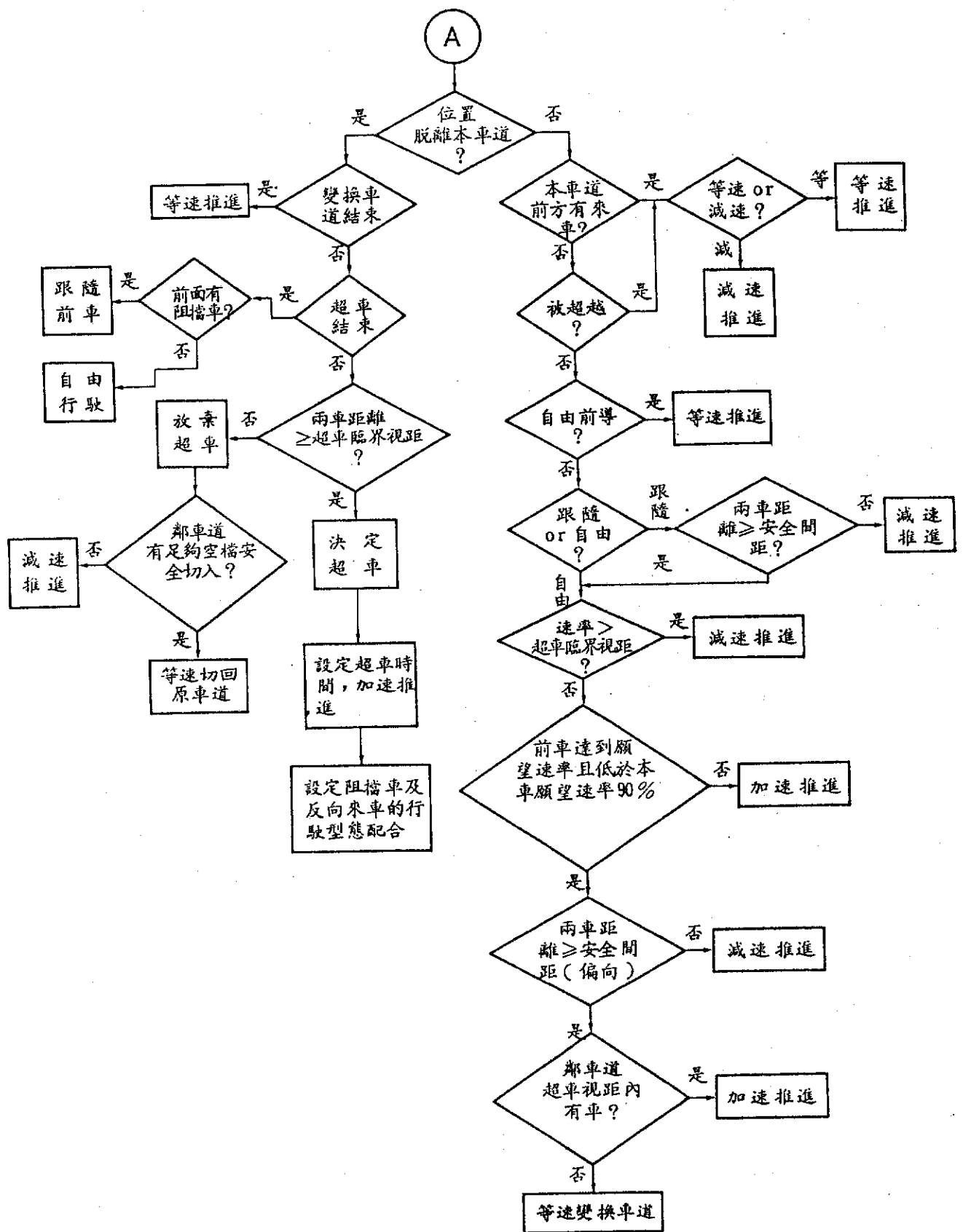


圖 4-3 車流運作邏輯圖

## 4.3 模式的構建

構建模式之初，首先必須了解模式所需資料的型態；並以微觀（Microscopic）的方式探討車流運行的邏輯；本研究以透過編號「串列」（Sort）和定時「掃描」（Scan）的方式處理車輛之間的關係，並在「推進」（Advance）中完成車輛和時間推進的工作。如此「串列—掃描—推進」反覆進行，便使車流得以運行。為使車流行為邏輯安排較有條理，本模式運用狀態指標（State Index）來作狀態轉移（State-to-State）的依據。至於特殊車流行為則是利用數學模式加以控制。

最後，本研究使用模擬專用語言 SLAM II（Simulation Language for Alternate Modeling）輔助程式設計，以提高程式設計的效率。

此外，為配合微觀行為及未來之發展，亦構建二維座標連續模擬模式，以使模式將來之擴充更具彈性。

### 4.3.1 車輛的產生與屬性

為使車輛能有效地在模擬系統中運行，必須於車輛產生後賦予該車應有之屬性（Attributes），用以界定車輛性質或控制車輛的行為。車輛屬性包括兩類：一為不變屬性，二為可變屬性。所謂不變屬性是指如反應時間、願望速率等不因時間、位置的改變而改變的屬性；至於可變屬性是指如車輛位置、車速等會隨時間之改變而有所變動之屬性。

根據上述，吾人可建立車輛屬性表格如表 4.1。

表 4.1 車輛屬性表

I 屬性變數	ATTRIB(I)
* 1	系統編號：正表正向車道；負表反向車道
2	到達收集點之時間
3	車頭前端中心點X座標值
4	車頭前端中心點Y座標值
5	車輛串列排序值
* 6	願望速率
* 7	反應時間
8	行駛速率
9	加減速率：正表加速；負表減速；0表等速
10	所在位置指標：1表原車道；0表脫離原車道
11	行為狀態指標：1表自由；2表自由前導 3表跟隨；4受制於前方來車 5表被超越；6表變換車道 7表結束變換；8表放棄超車 9表決定超車；10表結束超車 11切入原車道；12表結束切入
12	等速，加速時間計數指標
13	減速時間計數指標

註：\* 為不變屬性，其餘皆為可變屬性

### 4.3.2 行為狀態分析

為能有條理的控制系統內之車流運作，本研究詳細分析郊區雙車道的車流行為後，將車流行為歸納成12種行為狀態，用以描述單輛車當時之狀態。車輛在系統中的行為狀態隨時改變，而由某一狀態改變成另一種狀態之現象稱為狀態轉移，狀態轉移提供了車輛前後行為關係的依據。12種行為狀態分別為：

1. 自由狀態：

車輛到達願望速率後，與前車仍保持安全間距並等速前進。

2. 自由前導車狀態：

車輛速率達到願望速率後，與前車保持一段相當的距離，足夠超越前車安全切入之用。

3. 跟隨前車狀態：

車輛被前車阻擋且無超車機會，以致於採用低於願望速率的速率行駛。

4. 受制於前車狀態：

前車為正在進行變換車道的反向車，本車速率因此受到限制，以等速或減速配合前方變換車道車輛的動作。

5. 被超越中狀態：

車輛因速率過低而使後隨車產生超車的行為，當該車處於被超越狀態時，車輛等速或減速以配合超越車的動作。

6. 變換車道狀態：

由原向車道偏向至反向車道行駛的動作稱為變換車道（Lane-changing），變換車道期間假設該車採等速率變換。

7. 結束變換車道狀態：

結束變換車道的瞬間是一個重大的行為改變點，接下來須決定超越

前車或放棄超車。

8. , 9. 放棄超車狀態、決定超車狀態：

車輛結束變換車道後，根據前車與反向來車的條件判斷是否繼續超車，若條件不適於超車則車輛的行為轉為變成放棄超車狀態；若條件合乎超車則轉變為決定超車之狀態。

10. 結束超車狀態：

本模擬模式超車之處理是以超車時間來計算，是故在車輛決定超車時，便可推求出結束超車的時刻。經過此一時刻後車輛便轉換成另一狀態，不再繼續超車。

11. 切入原車道狀態：

由反向車道上欲結束變換車道放棄超車行為或已完成超車動作必須回到原向車道時之狀態，稱作切入原車道狀態。

12. 結束切入狀態：

此狀態的目的是結束整個超車行為。以上 12 種行為狀態的細部邏輯參考附錄 B。另外，圖 4-4 表示各行為狀態間的可能轉移。

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		自由	自由前導	跟隨	受制前車	被超越	變換車道	結束變換	拒絕超車	決定超車	結束超車	切入原道	結束切入
1	自由	*	*	*	*		*						
2	自由前導	*	*		*								
3	跟隨	*		*			*						
4	受制前車	*			*								
5	被超越			*		*							
6	變換車道						*	*					
7	結束變換								*	*			
8	拒絕超車								*			*	
9	決定超車									*	*		
10	結束超車											*	
11	切入原道											*	*
12	結束切入												

「\*」星號表示狀態移轉的可能選擇

圖 4-4 行為狀態間之可能移轉

### 4.3.3 車流運作

對車流模擬模式而言：如何在模擬模式中，有效地控制車流，使其運作能以合理之方式進行，是最為重要的一環。

本節乃針對模式中車流之處理方式，分別詳述之。

#### 1. 變換車道 ( Lane-Changing )

當車輛受前車阻擋，且該車速率未達願望速率時，若前車車速已達願望速率，則該車將採取變換車道之行為以超越前車，提高行車速率，但並非每一被阻擋車均會考慮超車，由國外之研究可知約有10%的車輛仍願意以低於願望速率繼續跟隨。

變換車道前，須先確定本身與前車的距離是否會引起擦撞（假設變換車道為等速率運動），若兩車間之距離過短，則須先減速再變換車道，若距離足夠即可直接變換車道。變換車道前兩車間之距離是否足夠，可用以下公式求得：

$$G_t \geq G_t - \min = d_1 + d_2 + d_3 - d_i$$

$$\begin{aligned} G_t - \min &= V_p * (t_1 + t_2 + t_3) - V_i * (t_1 + t_2 + t_3) \\ &= (V_p - V_i) * (t_1 + t_2 + t_3) \dots\dots\dots (4.1) \end{aligned}$$

$G_t$  = 兩車實際距離

$G_t - \min$  = 變換車道時兩車之最小安全距離

$V_p$  = p 車車速 (公尺/秒)

$V_i$  = I 車願望速率 (公尺/秒)

$t_1$  = p 車由原向車道轉向至反向車道所需要的轉彎  
偏向時間 (Sec)

$t_2$  = p 車由反向車道急切入原向車道所需要的時間  
(Sec)

$t_3$  = p 車反應時間 (Sec)

如圖 4-5 所示，I 車為阻擋車，P 車欲變換車道，若此時兩車之空間間程（ $Gt$ ）足夠變換車道用，則  $Gt$  必須大於等於  $(d_1 + d_2 + d_3) - d_i$ ，換言之，車頭距必須足夠令 P 車變換主反向車道且在緊急狀況時，得以取消超車行為，回到原車道，而尚能與 I 車保持跟隨之安全間距。

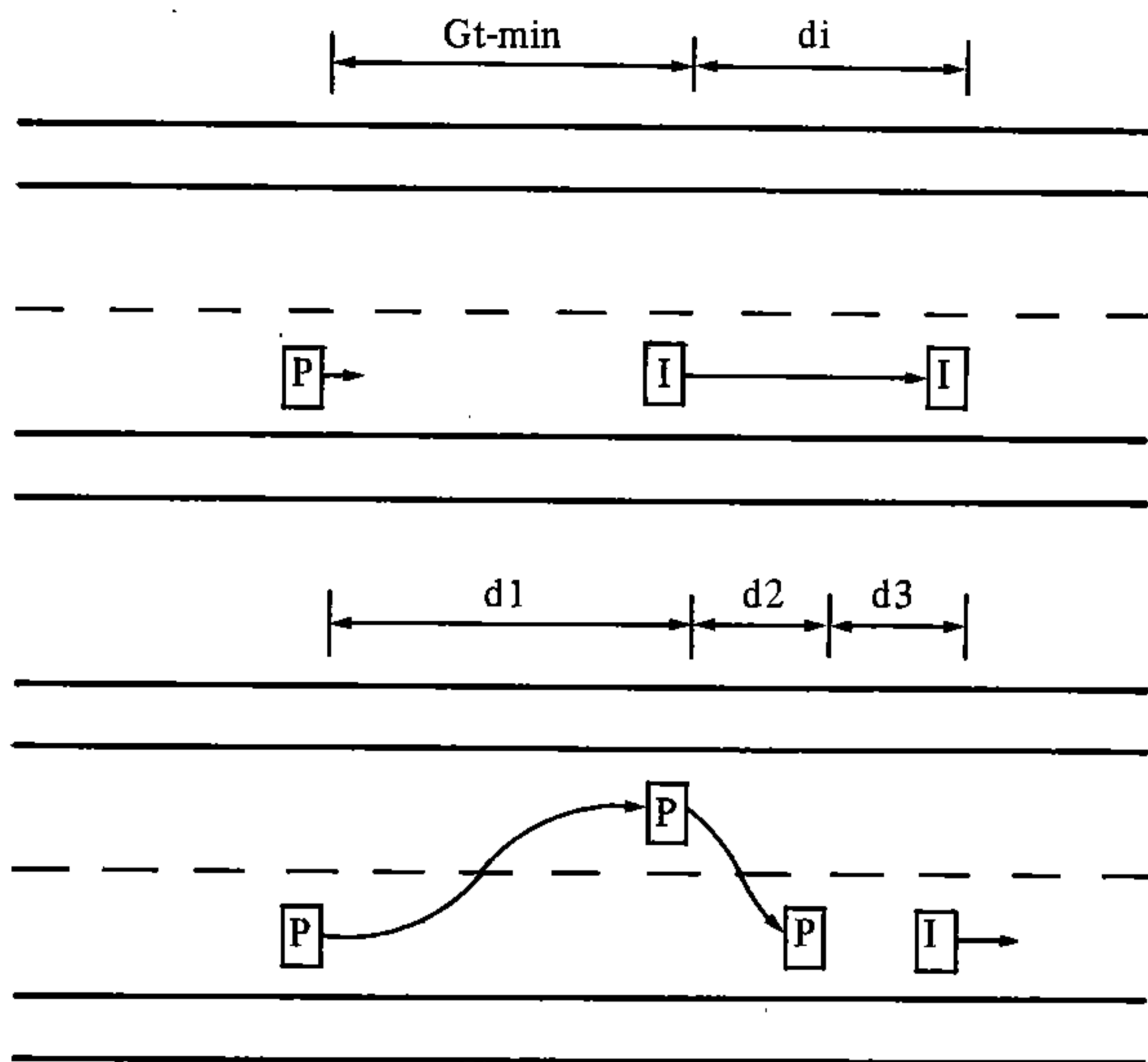


圖 4-5 變換車道前車間程變化圖（上下圖）

## 2. 超車 (Overtaking or Passing)

超車行為包括決定超車 (Decide to Overtake) 和放棄超車 (Abort Overtaking) 兩類型，兩者的選擇根據為可取得視距 (Sight Distance Available) 的大小，以圖解說明如下：

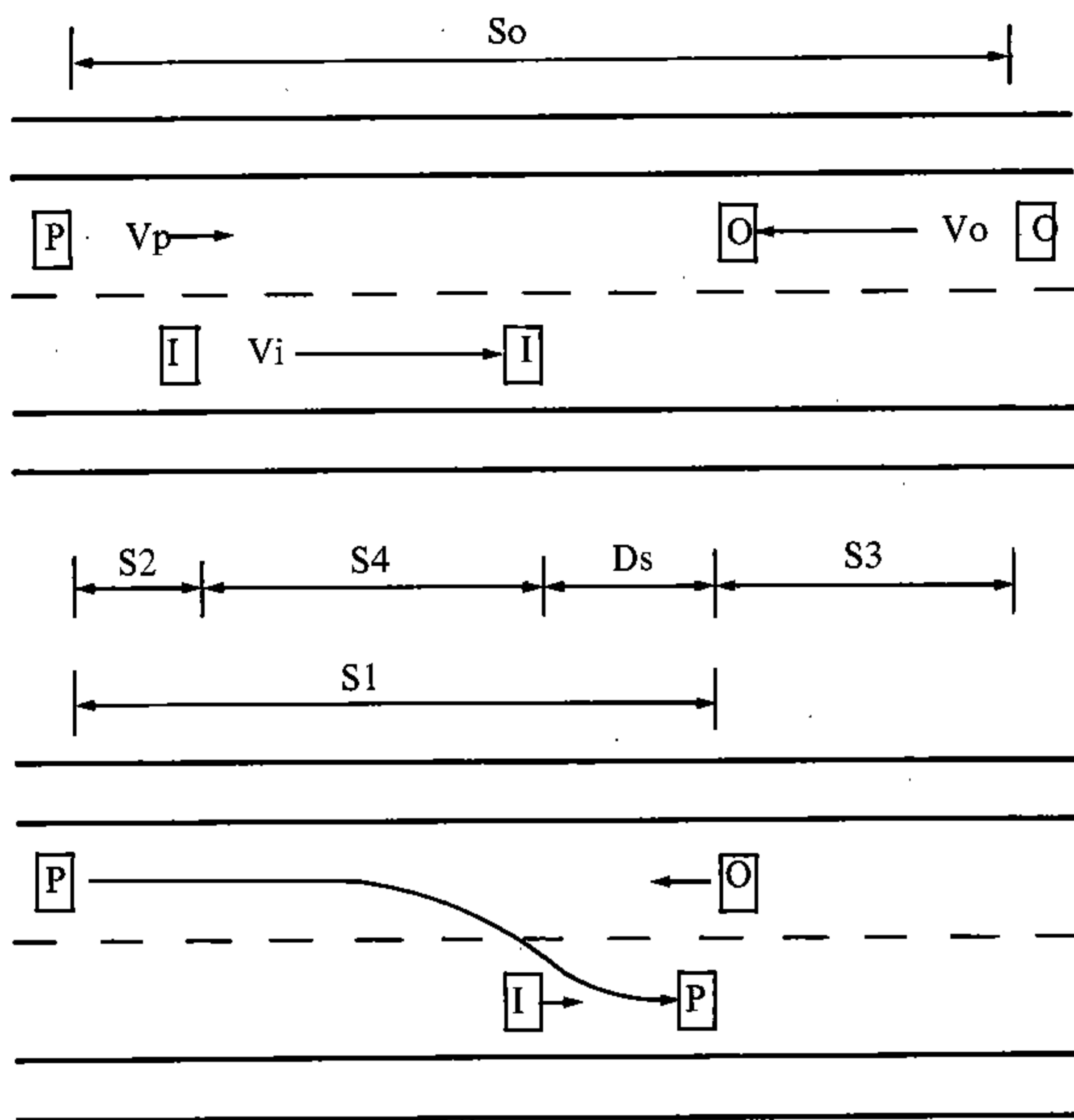


圖 4-6 決定超車行為分析圖

圖 4-6 中，P 車為超越車，I 車為阻擋車，假設有來車 O 車，其對 P 車而言，視距為  $S_o$ 。此時，P 車剛結束由原向車道轉至反向車道的變換車道動作，車速為  $V_p$ ；前方 I 車車速為  $V_i$ ，與 P 車車頭相距  $S_2$ 。

本文對超車的選擇判斷步驟如下：

- (1) 當 P 車在 x 處（結束變換車道點），根據阻擋車的車速  $V_i$  決定超車臨界間距（Critical Gap），以實際可得間距比較，若

實際可得間距小於超車所需的臨界間距則放棄超車，否則須進一步判斷。

- (2)以P車和I車兩車頭距 $S_1$ 及兩車速率差 $(V_p - V_i)$ 決定P車的超車時間。
- (3)若P車在超車時間內均加速前進，則可得超車過程中P車的總行駛距離 $S_1$ 。
- (4) $S_3 = S_0 - S_1$ ，為來車O車在超車時間內所能行駛的最大距離。
- (5)若O車在超車時間內均減速前進所得的總行駛距離仍大於 $S_3$ ，則P車必須放棄超車，若P車可能繼續超車則計算O車在超車時間內等速與減速時間的比例。
- (6) $S_4 = S_6 - S_2 - S_3 - D_s$ ， $D_s$ 為I車在Y處與P車的安全間距， $S_4$ 為阻擋車I車在超車時間內所能行駛的最大距離。
- (7)若I車在超車時間內均減速前進所得的總行駛距離仍大於 $S_4$ ，則P車亦須放棄超車，若P車不必放棄超車則計算I車在超車時間內等速與減速時間的比例。

圖4-7中，A車放棄超車，I車為原先的阻擋，F車為後面來車。當A車於圖4-6的x處經判斷放棄超車以後，A車必須在適當的機會切入原車道，此適當機會決定於A車與I車間之距離是否足以使A車安全的切入。假設A車在x處為一適當機會切入原車道，則此時A車與阻擋車之空間間程 $(S_c)$ 至少必須符合下述公式：

$$S_c = S_a + D_s - S_i \dots\dots\dots (4.2)$$

$S_a$  = A車切入時的行駛距離

$D_s$  = A車切入後的安全間距

$S_i$  = I車在A車切入時的行駛距離

其中

$$S_a = V_a * t \dots\dots\dots (4.3)$$

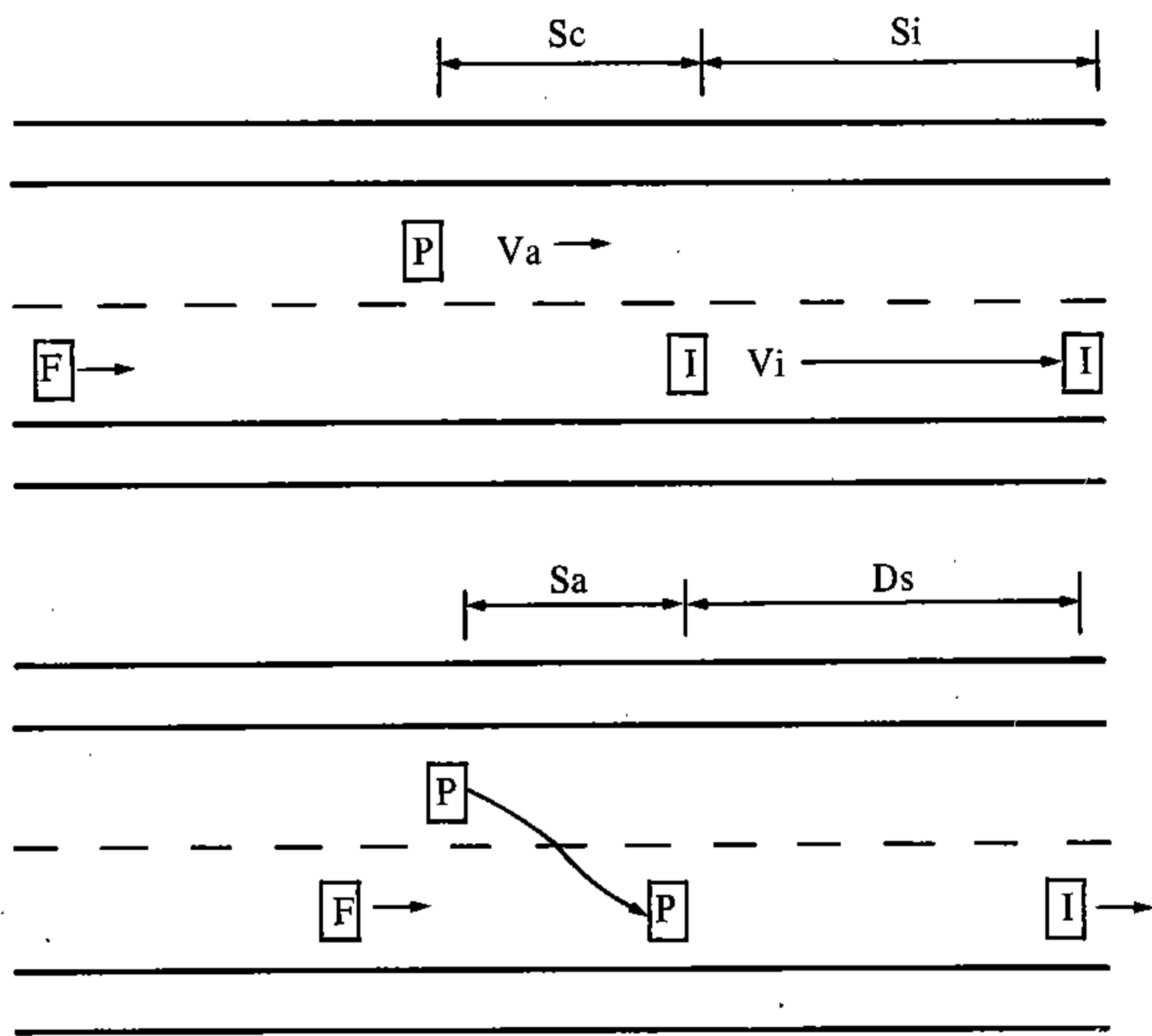


圖 4-7 放棄超車行為分析圖

$$D_s = V_a * RT_a + L_e + \frac{(V_a - V_i)^2}{2D} * C \dots\dots\dots (4.4)$$

$$S_i = V_i * t \dots\dots\dots (4.5)$$

$V_a$  = A 車車速 (公尺/秒)

$V_i$  = I 車車速 (公尺/秒)

$RT_a$  = A 車的反應時間 (秒)

$t$  = 切入原車道的時間 (秒)

$L_e$  = 有效車長 (公尺)

$D$  = A 車平均減速率 (公尺/秒<sup>2</sup>)

$c = 0$  , 當  $V_a \leq V_i$

$c = 1$  , 當  $V_a > V_i$

將 (3.8)(3.9)(3.10)代入(3.7) 得

$$S_c = (V_a - V_i) * t + V_a * RT_a + L_e + \frac{(V_a - V_i)^2}{2D} * C$$

..... ( 4.6 )

### 3. 串列、掃瞄、與推進聯合處理

上述所討論的均是車輛的個體行為，但在實際的系統中，某一時刻的車流行為，卻是當時所有車輛相互影響的整體效應，故在模擬中為求與實況相符合，必須在同一時刻考慮系統中所有車輛的行為，並且在下一個時刻來臨前改變系統中所有車輛的相關屬性。因此首先必須假設時間能夠被分割成相等的時段 ( Time Slice )，以便於在每歷經一個固定的時段後得以更新 ( Update ) 系統內所有車輛的屬性，此種動作一般稱為掃瞄 ( Scan )，意指每隔一掃瞄時間，則必須完成掃瞄系統中所有車輛的工作、為配合真實時間不可分割的特性，通常掃瞄時間不宜過長，故本研究設定掃瞄時間為 0.1 秒。

為能有效地掌握系統車流之運作，必須將系統內的所有車輛在掃瞄前予以排序 ( Sort )，並且編號串列，以作為掃瞄的依據。

本文針對二維座標 ( Two-Dimension Coordinate ) 的特性，採用座標法 ( Axle Method ) [ 6 ] 以進行車輛之排序，換言之，即以座標作為車輛編號的準則，以數學式表示如下：

$$C = X * 10000 + Y \text{ ..... ( 4.7 )}$$

其中

$C$  = 排序值

$X = X$  座標值

$Y = Y$  座標值

每輛車均有一C值，C值愈大者編號愈小，依序可將系統內所有的車輛完成串連。

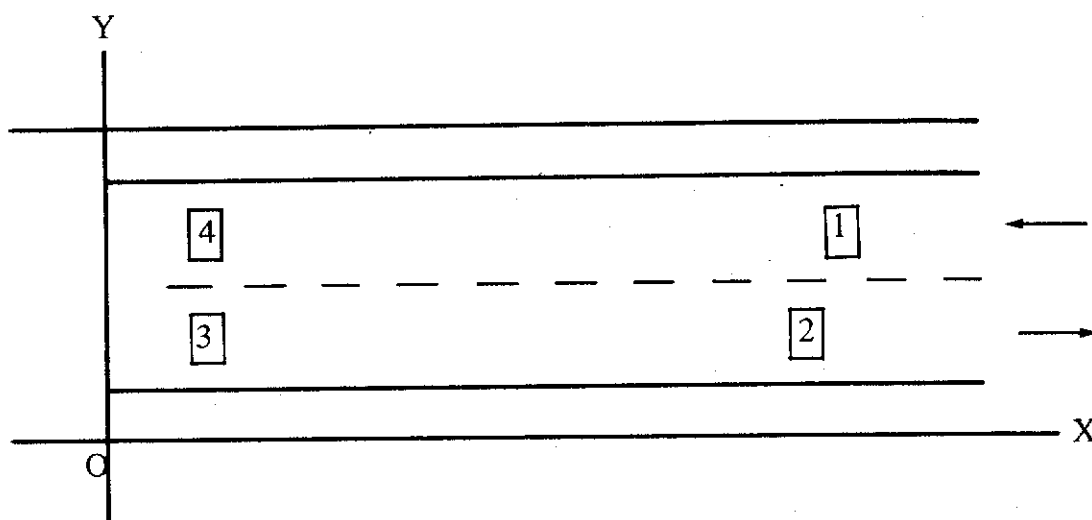


圖 4-8 車輛排序串列

圖 4-8 假設系統中有四部車正在運行，按照車頭中點的  $XY$  座標值給予排序編號，結果如圖中顯示。掃瞄時即先從 1 號開始，然後根據前後車與本身的屬性資料決定本身這一個掃瞄時間內的行為動態。1 號車掃瞄完畢後，接著 2 號車，依此類推，直到系統內的最後一輛車（4 號車）完成掃瞄為止。

#### 4.4 模擬模式的輸入與輸出

##### 1. 輸入資料

輸入資料包括：

##### (1) 道路幾何狀況資料

模擬路段長、車道寬、路肩寬、車道線座標。

## (2)車輛實體資料

有效車長、有效車寬、反應時間。

## (3)車流特性資料

各車道車輛到達時間分配、到達速率分配、願望速率分配及其平均值和變異數、超車間距接受累積機率、超車速率累積機率、超車時間累積機率。

## (4)其它

模擬總時間、掃描時間、收集資料地點之座標等。

## 2 輸出資料

輸出資料包括：

- (1)各車道 5 分鐘實際流量、空間平均速率、變換車道數、超車速。
- (2)雙向車道合併計算 5 分鐘之實際流量及空間平均速率。
- (3)1 小時雙車道總流量及空間平均速率。

## 4.5 SLAM II 模擬語言輔助程式設計

當模式構思建立完畢後，必須轉換成電腦程式，一般撰寫模擬程式以福傳（FORTRAN）語言最為常見。

目前已有專供模擬使用的套裝軟體（Package），不僅以各種方式提供模擬上的功能，並允許使用著以相容性的語言擴充模擬能力。SLAMII 便是其中的一種。

SLAMII 全名 Simulation Language for Alternate Modeling II，是美國普渡大學 Pritsker 教授及一些人開發多年完成的，具有模擬網路系統（Network）、離散事件（Discrete Event）系統、連續（Continuous）系統以及三者同時存在的系統的能力，使用者並可自行以福傳語言撰寫程式以擴大需要。

本研究將車流及其行為具有離散事件兼具連續的特性（車輛到達現象為離散事件，時間推進則為連續），故藉 SLAMⅡ 的功能協助程式設計，以收事半功倍的效果。

本模擬模式共分38個主副程式，約1800行敘述配合 SLAMⅡ 軟體的架構，本程式的架構如圖 4-9 所示。

## 4.6 模式的主程式與副程式

本模擬程式之結構共分為六級：主程式、一級副程式、二級副程式、三級副程式、四級副程式，以及五級副程式，詳細流程圖請參閱附錄 A。

### 1. 主程式 ( PROGRAM MAIN )

功能在連續各級副程式，並控制程式整體之運作。

### 2 一級副程式

#### (1) INTLC 副程式 ( SUBROUTINE INTLC )

輸入模擬所需資料，界定系統初始狀況，設定各變數初值、以及車輛之產生。

#### (2) STATE 副程式 ( SUBROUTINE INTLC )

將串列、掃描、推進串連起來，帶動模擬系統的運作。

#### (3) OUTPUT 副程式 ( SUBROUTINE OUTPUT )

模擬結束輸出總結果。

### 3. 二級副程式

#### (1) EVENT 副程式 ( SUBROUTINE EVENT )

於車輛進入系統時，賦予車輛應有的屬性，並設定下一輛車的到達時間。

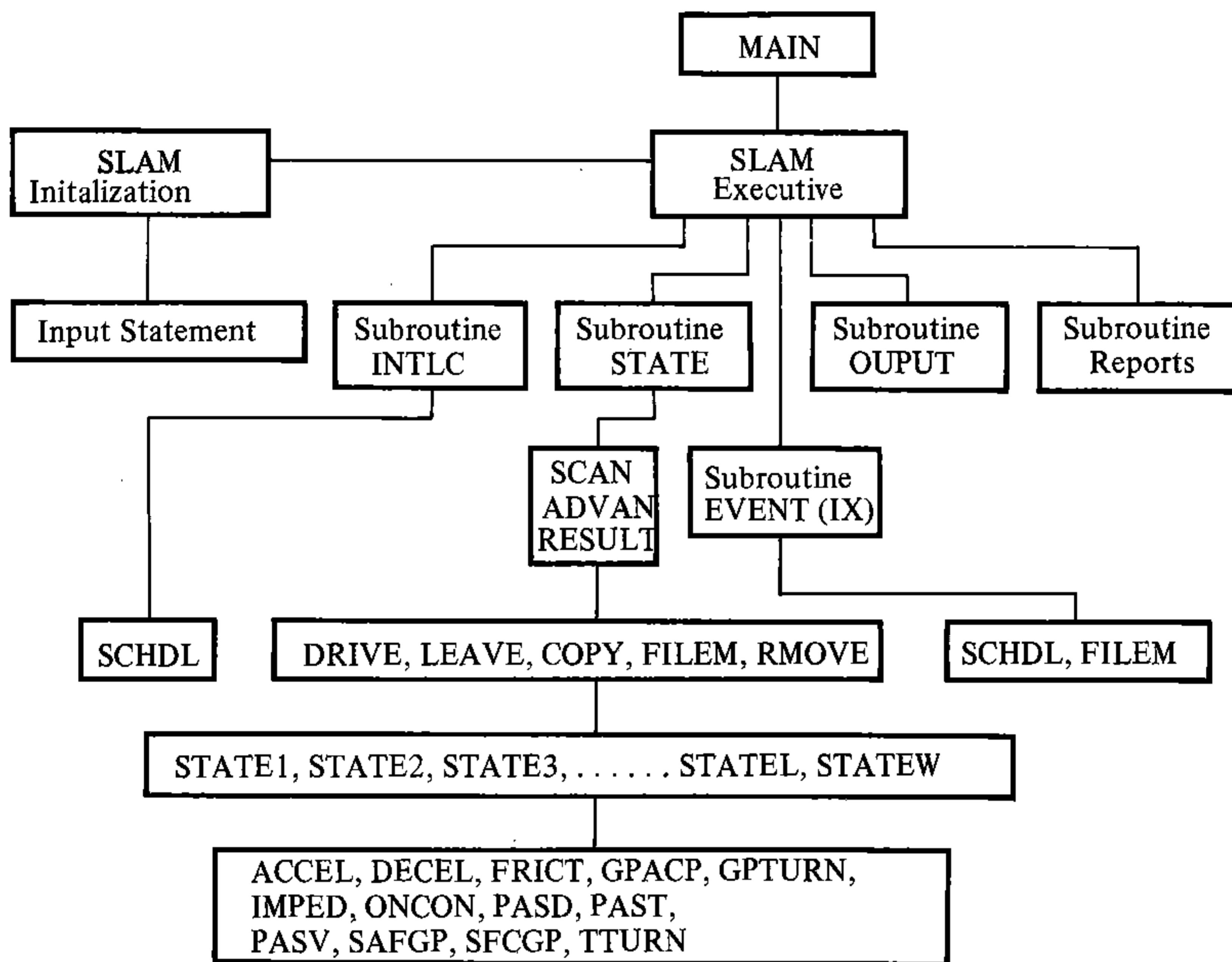


圖 4-9 程式架構圖

(2) SCAN 副程式 ( SUBROUTINE SCAN )

對系統中每一部車輛進行掃描工作。

(3) ADVAN 副程式 ( SUBROUTINE ADVAN )

計算掃描時間內，車輛的位置及速率的變化。

(4) RESULT 副程式 ( SUBROUTINE RESULT )

進行資料的收集與統計。

4. 三級副程式

(1) SCHDC 副程式 ( SUBROUTINE SCHDL )

安排車輛產生時間順序。

(2) FILEM 、 COPY 、 RMOVE 副程式 ( SUBROUTINE  
EILEM 、 COPY 、 RMOVE )

管理車輛屬性檔案的存取以及拷貝工作。

(3) DRIVE 副程式 ( SUBROUTINE DRIVE )

決定在原車道行駛車輛的行為狀態。

(4) LEAVE 副程式 ( SUBROUTINE LEAVE )

決定脫離原車道行駛車輛的行為狀態。

5. 四級副程式

(1) STATE 1 副程式 ( SUBROUTINE STATE 1 )

模擬自由狀態車輛的行為。

(2) STATE 2 副程式 ( SUBROUTINE STATE 2 )

模擬自由前導狀態車輛的行為。

(3) STATE 3 副程式 ( SUBROUTINE STATE 3 )

模擬跟隨狀態車輛的行為。

(4) STATE 4 副程式 ( SUBROUTINE STATE 4 )

模擬前方有反向來車的行為。

(5) STATE 5 副程式 ( SUBROUTINE STATE 5 )

模擬被超越車輛的行為。

(6) STATE 6 副程式 ( SUBROUTINE STATE 6 )

模擬變換車道中車輛的行為。

(7) STATE 7 副程式 ( SUBROUTINE STATE 7 )

模擬結束變換車道的行為。

(8) STATE 8 副程式 ( SUBROUTINE STATE 8 )

模擬放棄超車車輛的行為。

(9) STATE 9 副程式 ( SUBROUTINE STATE 9 )

模擬決定超車車輛的行為。

(10) STATE T 副程式 ( SUBROUTINE STATE T )

模擬結束超車的行為。

(11) STATE C 副程式 ( SUBROUTINE STATE C )

模擬切入原車道的行為。

## 6. 五級副程式

(1) ACCEL 副程式 ( SUBROUTINE ACCEL )

計算車輛當時速率下的加速率。

(2) DECEL 副程式 ( SUBROUTINE DECEL )

計算車輛當時速率下的減速率。

(3) FRICT 副程式 ( SUBROUTINE FRICT )

計算路面側向摩擦係數。

(4) GPACP 副程式 ( SUBROUTINE GPACP )

根據阻擋車速進行超車間距接受值之抽樣。

(5) GPTURN 副程式 ( SUBROUTINE GPTURN )

計算車輛轉彎偏向前所需的安全間距。

(6) IMPED 副程式 ( SUBROUTINE IMPED )

決定阻擋車被超越時應採取的行動。

(7) ONCOM 副程式 ( SUBROUTINE ONCOM )

決定前方來車應配合採取的行動。

(8) PASD 副程式 ( SUBROUTINE PASD )

計算超越車在超越中所行駛的總距離。

(9) PAST 副程式 ( SUBROUTINE PAST )

根據與阻擋車間距及兩車之速率差進行超车總時間之抽樣。

(10) PASV 副程式 ( SUBROUTINE PASV )

根據阻擋車速進行超车應採取的超越速率之抽樣。

(11) SAFGP 副程式 ( SUBROUTINE SAFGP )

計算車輛於當時之速率下，與前車應維持的安全間距（動態車長）。

(12) SFCGP 副程式 ( SUBROUTINE SFCGP )

計算車輛切入時的安全切入間距。

(13) TTURN 副程式 ( SUBROUTINE TTURN )

計算車輛轉彎偏向所需的時間。

## 4.7 模式驗證

模擬模式構建完成之後，為確定其具有描述實際系統狀況的能力，應對所建立的模式進行驗證 ( Validation )。一般驗證採用的方式除了檢視模式內部的運算及邏輯是否符合設計者的構想外；還須查核模擬結果與實測調查資料間的誤差是否在可接受之範圍內。若誤差太大，則必須回饋修正參數或模式，重覆驗證待可接受，再作進一步的分析應用。

本模式的驗證工作首先從內部驗證著手，如表 4.2 吾人隨意追蹤

一部車的動態。

表 4.2 車輛動態追蹤表

時 間	車 號	X 座 標	Y 座 標	願 望 速 率	現 點 速 率	加 減 速	行 為 狀 態
78.69	15	66.67	3.66	17.72	17.52	+1.86	3
78.79	15	68.43	3.66	17.72	17.71	+1.84	3
78.89	15	70.21	3.66	17.72	17.89	+1.83	3
78.99	15	71.99	3.66	17.72	17.70	-1.86	1
79.10	15	73.75	3.66	17.72	17.52	-1.87	1
79.20	15	75.50	7.32	17.72	17.52	0.00	6
79.30	15	77.25	7.32	17.72	17.52	0.00	6
83.79	15	159.58	7.32	17.72	17.52	0.00	6
83.89	15	161.33	7.32	17.72	17.52	0.00	7
83.99	15	163.07	7.32	17.72	17.33	-1.88	8
84.10	15	164.81	3.66	17.72	17.33	0.00	11

表 4.2 所示是追蹤車輛編號 ( ATRIB (1) ) 為 15 之車輛，追蹤時間由 78.7 秒開始至 84.0 秒止的主要動態。表中的結果顯示車輛運行遵照模式的構想，如行為狀態 ( Behaviour State ) 的轉移在時間 79.09 秒、79.19 秒、83.89 秒、83.99 秒至 84.0 秒共經歷自由 (1)、變換車道(6)、結束變換車道(7)、放棄超車(8)及切入原車道(11)等 5 個行為狀態；而在時間等於 78.89 秒時，由於該車速率 ( ATRIB (8) ) 已達到願望速率 ( ATRIB (6) )，故行為狀態由跟隨(3)轉變成自由

(1)。其它的屬性變化亦配合無誤。

除此之外，本模式每隔 5 分鐘統計變換車道數、決定超車數及放棄超車數的情況如表 4.3。

表 4.3 變換車道數及其他資料表

項目	時間	第 5 分鐘	第 10 分鐘	第 15 分鐘	第 20 分鐘	第 25 分鐘	第 30 分鐘
正向車道流量 (輛)		18	42	27	41	33	32
反向車道流量 (輛)		13	17	14	17	16	17
總流量 (輛 / 5 分鐘)		31	59	41	58	49	49
流率 (輛 / 小時)		372	708	492	696	588	588
平均速率 (公里 / 時)		70.6	57.9	65.0	56.7	60.4	58.9
正向變換車道數		19	9	14	11	16	8
正向決定超車數		8	2	7	3	5	3
正向放棄超車數		11	7	7	8	11	5
反向變換超車數		8	7	9	7	2	14
反向決定超車數		4	5	7	0	0	2
反向放棄超車數		4	2	2	7	1	13
總變換車道數		27	16	23	18	18	22
總決定超車數		12	7	14	3	5	5
總放棄超車數		15	9	9	15	12	18

由表 4.3 中不僅發現流量與速率間有正常之趨勢（速率隨流量之增加而減低），且變換車道數和決定放棄超車數間的關係均相當合理。

模式內部經驗證後，接著蒐集既定條件下之資料，並與實測資料相比較，比較的项目包括行駛速率和流量二部分。

#### 1. 行駛速率的比較

由表 3.6 中高流量部分得知：實際調查的資料顯示，車輛的到達速率分配均為常態，今由模式運作輸出的資料，透過卡方檢定，亦證明為常態分配，見表 4.4。

表 4.4 車輛到達速率模擬輸出卡方檢定表

流 量	方 向	函 數 型 態	樣 本 數	平 均 數	變 異 數	自 由 度	卡方計算 值 $X^2$	卡方拒絕值 $X^2_{0.05}$	是否 接受
低	正	常態分配	378	53.4	101.68	12	18.72	21.03	是
	反	常態分配	405	48.9	114.44	12	19.81	21.03	是
高	正	常態分配	631	46.7	161.32	10	14.85	18.31	是
	反	常態分配	679	46.6	142.59	10	16.77	18.31	是

將表 3.6 和表 4.4 之數據作一比較，結果發現雙車道的各車道車輛到達速率誤差百分比不超過 6%，因而可知模式具有相當之代表性。（見表 4.5）

表 4.5 車輛到達速率 (公里/小時) 驗證表

方 向	實際調查 平 均 值	模擬結果 平 均 值	誤差百分比 %
正	50.477	46.7	7.5
反	47.398	46.6	1.7

## 2. 流量的比較

模擬一小時的結果，其所得小時流量和實際資料比較，則誤差百分比不超過 7%，此種結果亦可接受。(見表 4.6)

表 4.6 車輛流量 (輛/小時) 驗證表

方 向	實際調查 流 量	模擬結果 流 量	誤差百分比 %
正	630	601	4.6
反	680	624	8.2

## 4.8 模擬結果分析

本研究的最終目的在求得國內雙車道之飽和流量值，以及不同方向比與超車限制區域之調整因素，茲分別說明。

### 4.8.1 雙車道基本容量

首先應用本模擬模式模擬理想狀況下的雙車道容量，唯事先必須

先尋找接近理想條件且流量較高的特性資料作為輸入之依據，才容易由模擬中求得飽和且符合要求的基本容量。

本研究界定之理想條件為：

1. 幾何設計平直、無坡。
2. 流量高，且小汽車百分比大。
3. 車道寬為 3.75 公尺。
4. 橫向淨寬為 2.36 公尺。
5. 方向分佈比為 50:50。

依上述條件選取台中一大里之攝影調查地點的資料作為輸入之依據，如表 4.7 所示。

由表 4.8 結果以最大之 5 分鐘流率換算小時流量，可推得最大流率（雙車道合計）約為 3012 輛／小時，平均速率約為 33.05 公里／小時。

#### 4.8.2 調整因素

本研究針對影響雙車道容量之各項影響因素加以分析，其中較不易由現場攝影實際觀測到的影響因素，如方向比、限制超車範圍等，則理論上可藉用模擬法在求得雙車道之基本容量後分別加以分析。此時的關鍵因素在於超車行為的模擬是否真實，由飽和流量的模擬結果可發現，除了起始短時間內有超車意圖，但被迫放棄外，全然沒有超車的機會。這似乎與一般的瞭解有差異。追究其原因，則關係到由實驗車收集到的超車資料是否能代表各種不同的超車行為，目前能運用的超車資料係根據以實驗車為前導車，觀測其後方跟隨車輛超越此前導車而獲得，至於在其他位置的超車行為或無法繼續超車而必須放棄而擠入車隊等複雜之情況，則無法由此已獲得的資料來推估求得。與之相關的車流運作模擬模式也未臻完善，仍有待改進。因此對於不同

表 4.7 理想狀況模擬輸入資料

輸 入 流 量	每 5 分 鐘 流 率 ( 輛 / 時 )			平 均 速 率 ( 公 里 / 小 時 )		
783 輛 / 時	636	864	744	58.28	49.00	47.76
	744	696	744	50.13	48.04	47.88
	780	792	792	48.34	50.45	47.34
	696	720	828	47.02	46.41	51.10
1310 輛 / 時	1344	1284	1308	48.63	46.17	46.41
	1020	1200	1128	49.58	45.69	46.02
	1500	1056	1224	44.54	46.17	45.36
	1236	1236	1164	46.41	48.28	45.96
1498 輛 / 時	1428	1284	1428	48.87	48.07	47.12
	1188	1272	1344	47.60	44.86	45.08
	1260	1092	1248	44.15	45.43	45.08
	1260	1428	1284	47.93	47.88	45.51
2400 輛 / 時	2232	2184	2076	47.91	47.18	47.21
	2040	1848	1884	47.22	47.18	47.00
	1944	2124	2112	46.85	46.97	48.24
	2016	1944	2328	46.65	45.17	46.28
2800 輛 / 時	2244	2100	2448	47.91	46.71	47.35
	2280	1860	2460	47.21	45.52	47.05
	2328	2400	2184	46.76	46.45	47.79
	2472	2124	2400	47.50	48.39	47.94
2998 輛 / 時	2460	2412	2640	46.42	46.98	47.50
	2244	2532	2376	46.14	45.34	46.87
	2568	2364	2508	45.47	46.70	46.21
	2424	2376	2424	48.77	46.99	48.34
3500 輛 / 時	2832	2844	2628	46.50	46.77	46.54
	2388	2808	2760	45.87	45.60	45.71
	2544	2568	2880	46.88	46.11	45.55
	2748	2544	2784	47.81	45.44	46.08
3998 輛 / 時	2988	2808	2904	45.88	44.91	44.90
	2988	3048	3156	44.66	44.58	46.81
	2916	3012	3000	45.37	45.02	45.27
	3036	3120	—	44.15	44.66	—

表 4.8 輸入流量與模擬結果

輸入 流量	每 5 分鐘流 率 ( 輛 / 時 )			平 ( 公	均 速 里 / 小	率 時 )
783 輛 / 時	636	864	744	58.28	49.00	47.76
	744	696	744	50.13	48.04	47.88
	780	792	792	48.34	50.45	47.34
	696	720	828	47.02	46.41	51.10
1310 輛 / 時	1344	1284	1308	48.63	46.17	46.41
	1020	1200	1128	49.58	45.69	46.02
	1500	1056	1224	44.54	46.17	45.36
	1236	1236	1164	46.41	48.28	45.96
1498 輛 / 時	1428	1284	1428	48.87	48.07	47.12
	1188	1272	1344	47.60	44.86	47.13
	1260	1092	1248	44.15	45.43	45.08
	1260	1428	1284	47.93	47.88	45.51
2400 輛 / 時	2232	2184	2076	47.91	47.18	47.21
	2040	1848	1884	47.22	47.18	47.00
	1944	2124	2112	46.85	46.97	48.24
	2016	1944	2328	46.65	45.17	46.28
2800 輛 / 時	2244	2100	2448	47.91	46.71	47.35
	2280	1860	2460	47.21	45.52	47.05
	2328	2400	2184	46.76	46.45	47.79
	2472	2124	2400	47.50	48.39	47.94
2998 輛 / 時	2460	2412	2640	46.42	46.98	47.50
	2244	2532	2376	46.14	45.34	46.87
	2568	2364	2508	45.47	46.70	46.21
	2424	2376	2424	48.77	46.99	48.34
3500 輛 / 時	2832	2844	2628	46.50	46.77	46.54
	2388	2808	2760	45.87	45.60	45.71
	2544	2568	2880	46.88	46.11	45.55
	2748	2544	2784	47.81	45.44	46.08
3998 輛 / 時	2988	2808	2904	45.88	44.91	44.90
	2988	3048	3156	44.66	44.58	46.81
	2916	3012	3000	45.37	45.02	45.27
	3036	3120	—	44.15	44.66	—

方向比與不同限制超車範圍如何影響飽和流量，截至目前為止並無具體的結果。

## 第五章 一般公路容量調整因素之分析

本研究所進行的調整因素分析，其整體研究流程如下所示：（參見圖 5-1）

1. 實地攝影調查及模擬模式之構建、執行。
2. 蒐集初步資料，並將資料轉換成可用之型態。
3. 將車輛化為同一單位（PCE）。
4. 車流特性初步分析。
5. 求得各路型之最大流量值。
6. 將各類路型之最大流量除以基本流量值，即可獲得該調整因素值。

換言之，將攝影所得之錄影帶，經由一連串程式之轉換、偵錯與整理所獲得之資料，除供流量—密度—速率等車流特性之初步分析外，再以極值法來推導最大流量值，以進行容量調整因素之分析。

### 5.1 資料搜集

資料收集過程乃是將錄影帶經由錄放影機之裝置，在電視螢幕上顯像，並使用組合語言發展之計時程式，將之應用在個人電腦上，其方式是：當車輛行抵錄影人員預先於路面上劃設之第一道基準線及第二道基準線時，由資料處理人員碰觸鍵盤上某些固定鍵，電腦即自動記錄時間及車種。最後，當作業告一段落時，電腦程式便可將資料處理成五個檔：

1. 車輛到達第一基準線之時間記錄檔。
2. 車輛到達第二基準線之時間記錄檔。

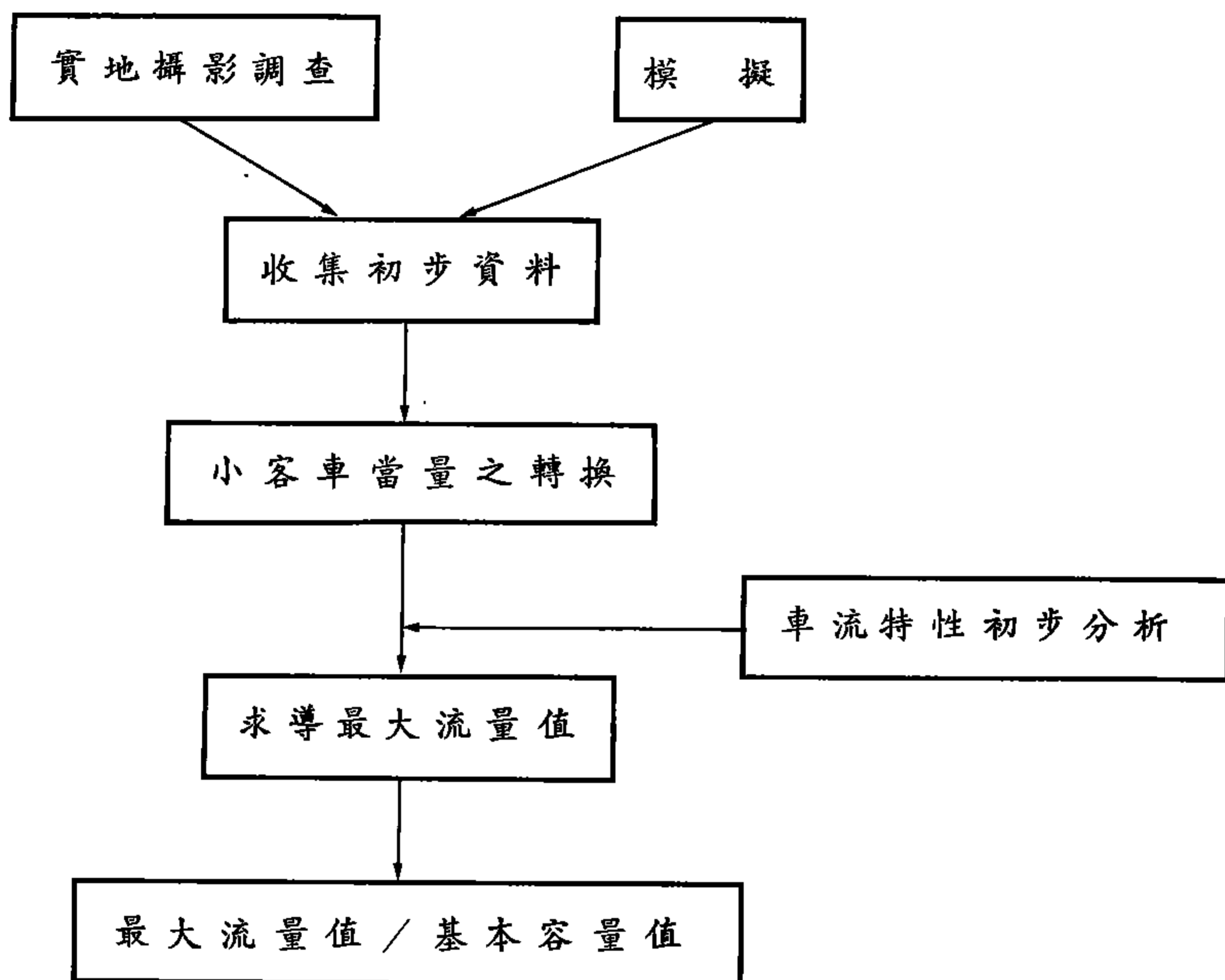


圖 5-1 調整因素之研究特性

3. 車輛間程檔。
4. 兩基準線間之旅行時間檔。
5. 車種分佈檔。

將上述檔案，經由一連串的偵錯、計算等資料處理之過程，可獲得正確之間程、到達時間、旅行時間及車種分佈檔，再以某一時段間隔換算小時流量、空間平均速率及相對應之密度等資料，以供進一步分析之用。

## 5.2 車流特性初步分析

本研究以60秒為間隔，切割每一地點上、下午尖峰共四小時之調查資料，計算每一間隔之小時流量、速率及密度，並採用MINITAB套裝軟體繪出各地點的關係分佈圖，本報告僅選出7個具代表性之地點加以說明。參見附錄C，C-1，C-2及C-3是四車道有中央分隔之路型，C-4是四車道無中央分隔之路型，C-5，C-6及C-7則是雙車道之路型。

### 1. 四車道有中央分隔路型初步分析

由附錄C-1（台中—霧峰）、C-2（台中—彰化）及C-3（中和—板橋）中可約略得知：穩定車流之速率大約分佈在每小時40~80公里之間，而較大流量之速率約在每小時55公里左右，內車道車流之平均速率大於外車道車流之平均速率，約略高出每小時5公里左右。至於流量資料，內外車道並無明顯的差異。

### 2. 四車道無中央分隔路型初步分析

由台南—永康之關係分佈圖（附錄C-4）中，可約略看出：其穩定車流之速率大約分佈在每小時35~75公里間，內外車道之平均速率並無顯著之差異。將附錄C-3與C-4相比較可知：在同一

密度下，四車道有中央分隔之路型會有較大之流量。

### 3. 雙車道路型初步分析

由附錄 C—5（台中—大里），C—6（新店—木柵）及 C—7（沙鹿—清水）中約略可看出：雙車道之路型，其穩定車流之速率大約分佈在每小時 30~60 公里之間；由於雙車道之駕駛者所受到的干擾，往往較四車道之駕駛者為大，是故其車流速率之分佈情形亦偏低；而較大流量之速率約為每小時 30 公里左右。

由車流特性初步分析中可知：

1. 一般公路之車流特性不易掌握，其樣本點分佈很廣。
2. 不易出現流量飽和之現象。
3. 路段上的流量可能受到路段上游或下游交通瓶頸的影響，造成車流間歇性不規則之變化。
4. 即使在理想的情況下，所謂的飽和車流也是在一個相當大的範圍內變動。如圖 5-2 所示。

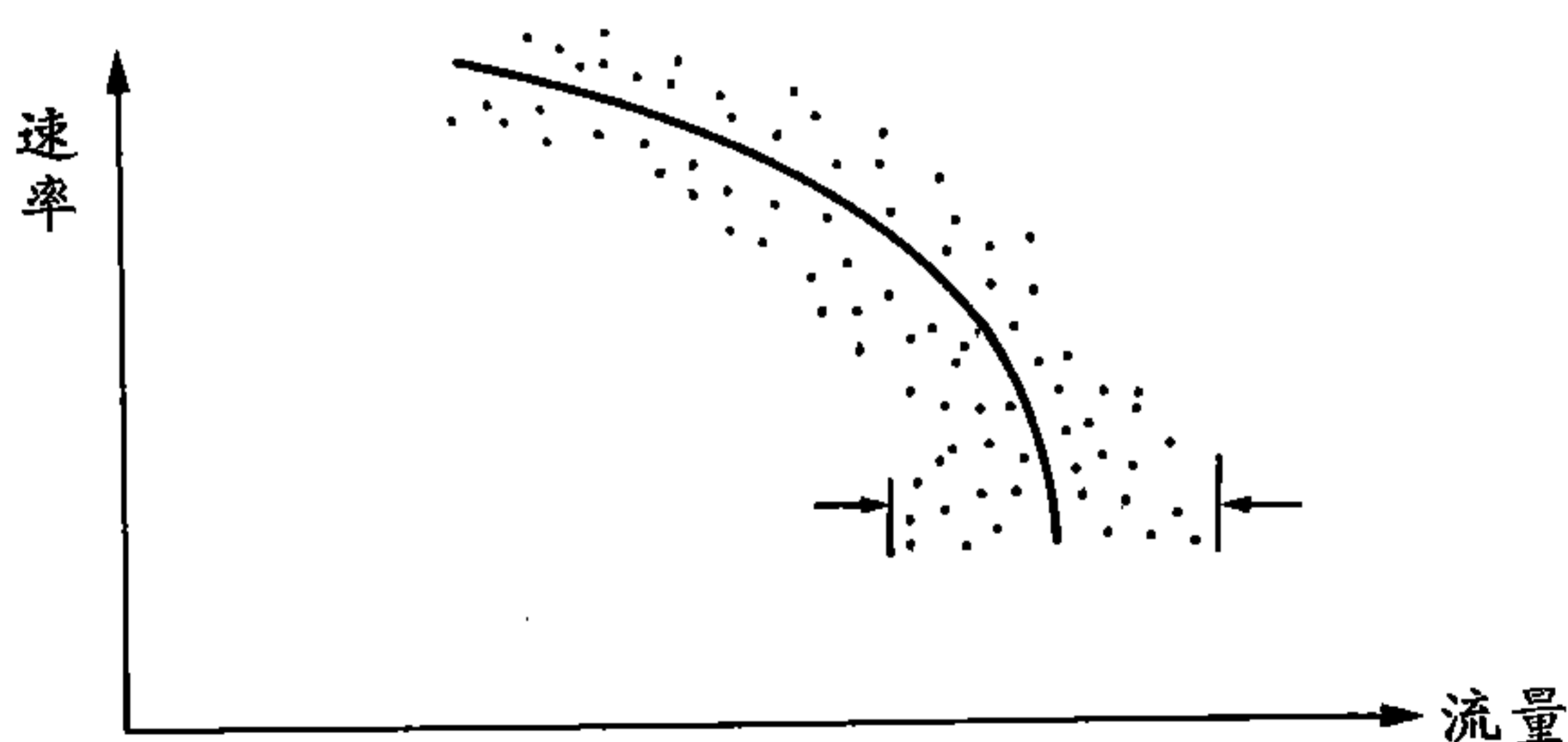


圖 5-2 飽和流量之變動範圍

資料來源：〔14〕

由於上述之因素，本研究在求導各類型路段之最大流量時，遭遇相當大的困難，曾經採用簡單配適曲線法及M—L矩陣法分別求導，但因配適曲線之判定係數值過低，且M—L矩陣法會因實測流量之大小而呈不穩定之變化，是故均未能獲得正確之結果，因而最後選用較不受實測流量大小之影響的極值法，作為求導各路段最大流量之方法。

### 5.3 極值法之理論

所謂極值法，其精神是在於：公路之飽和流量不論調查時間長短，必有一定極值存在，是故可將整個調查時段劃分成很小之單位，用以求得道路流量之極值，即為該路段之飽和流量。極值法主要有兩種統計上的理論：

#### 1. 直接機率法：

可由已知的車流機率分配（例如卜瓦森分配、常態分配）來求得極值。

#### 2. 漸近法

應用一些漸近的技巧來求得容量的上限值。這個方法在預測極值時乃是假設車流係處於一未知的機率時。

以上這兩種方法在國外常被用來作為海洋和河流氾濫的預測，並且行之有年。在交通流量的預測上，Hyde T, 和 Wright, C.C 兩位曾將之應用在倫敦，經由實際調查的資料而把數據套入此兩種方法加以研究。以下分別就此兩種方法作一簡單介紹：

#### 1. 直接機率法

抽樣時段

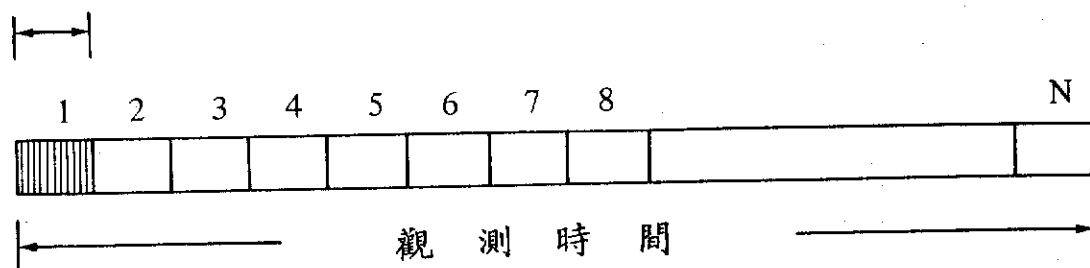


圖 5-3 抽樣時段劃分圖

每一抽樣時段 ( Sampling Interval ) 中皆包含了許多時縫 ( Time Slot )  $t$ ，圖 5-3 中每一個抽樣時段中的值必須是符合 IID 的情況 ( Independently Identical Distribution )，也就是它們必須是由同一個分配中所抽出彼此相互獨立的值。當然這也意味著這些數值必須隱含一個相同的平均到達率  $\mu$  的觀念，這是此法最不容易達成的地方。

其數學模式如下：

在任一已知的時段其流量 (  $N$  ) 小於  $x$  之機率

$$P(N \leq x) = F_r(x) \dots \dots \dots ( 5.1 )$$

∴ 所有時段流量小於  $X$  的機率值為：

$$F_r(x) \cdot F_r(x) \dots \dots \dots F_r(x) [ N \leq x ]$$

S 個時段

$$= F_r^s(x) \dots \dots \dots ( 5.2 )$$

$$\therefore \text{極值出現的機率} = F_r^s(x) - F_r^s(x-1) = g_{r,s}(x) \dots ( 5.3 )$$

$$\text{故極值的期望值} = \sum_{x=0}^{\infty} x \cdot g_{r,s}(0) \dots\dots\dots (5.4)$$

$$\begin{aligned} \text{變異數} = & \sum_{x=0}^{\infty} x^2 \cdot g_{r,s}(0) - \left( \sum_{x=0}^{\infty} x \cdot g_{r,s}(0) \right)^2 \\ & \dots\dots\dots (5.5) \end{aligned}$$

## 2 漸近法：

當車輛到達率分配未知，但觀測時間可以分成許多週期（大於20），此時，假設一個特徵值 $\mu$ 存在，使得在 $n_1, n_2, \dots, n_s$  共 $S$ 個抽樣時段中只有一個抽樣時段的觀測值會大於 $\mu$ 。

因此，吾人可導出下列的數學模式：

$$1 = S \cdot [1 - F(\mu)] \dots\dots\dots (5.6)$$

$$F(\mu) = 1 - \frac{1}{S} \dots\dots\dots (5.7)$$

$$\begin{aligned} \therefore \lim_{x \rightarrow \infty} F(x) = & 1 - \frac{1}{S} \left[ 1 + \sum_{i=1}^{\infty} \frac{(x - \mu)^i}{i!} \cdot (-1)^i \cdot \right. \\ & \left. \alpha^i \dots\dots\dots (5.8) \right] \end{aligned}$$

其中

$$\alpha = S f(\mu)$$

$$f(x) = dF(x)/dx$$

$$\text{令 } y = \alpha (x - \mu)$$

$$\therefore e^x = 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots\dots\dots + R_n \dots\dots\dots (5.9)$$

$$R_n = \frac{e^c \cdot x^{n+1}}{(n+1)!} \quad 0 < C < x \dots\dots\dots (5.10)$$

$$\therefore \lim_{S \rightarrow \infty} F(x) = 1 - \frac{1}{S} \cdot e^{-y} \dots\dots\dots (5.11)$$

$$P_s(x) = \overbrace{S(x) \cdot F(x) \dots\dots\dots S(x)}^S \\ = \left( 1 - \frac{1}{S} \cdot e^{-y} \right)^s \dots\dots\dots (5.12)$$

$$\therefore \lim_{v \rightarrow \infty} \left( 1 + \frac{1}{v} \right)^v = e \dots\dots\dots (5.13)$$

$$\therefore P_s(x) = e^{-e^{-y}} \\ = e^{-e^{-a(x-\mu)}} \dots\dots\dots (5.14)$$

而在西元 1928 年 Fisher 和 Tippett 曾就極值  $\phi(x)$  推出一個漸近的配置：

$$\phi_m(x) = \phi(A_m x + B_m) \text{——線性} \dots\dots\dots (5.15)$$

1955 年 Jenkinson 導出了一個轉換公式，形式如下：

$$x = a(1 - e^{-ky}) \dots\dots\dots (5.16)$$

而  $a \cdot K \geq 0$

$$\text{其中 } K = (\ln \sigma_1 - \ln \sigma_2) / \ln 2 \dots\dots\dots (5.17)$$

$$a = \mu_1 + \sigma_1 [T(2K+1) - T^2(K+1)]^{-1/2} \dots\dots\dots (5.18)$$

$a$  值即為所欲求得之極值。

(5.17) 及 (5.18) 式中之  $\mu_1, \sigma_1$ ，乃為每一週期中之最大的流量值 ( $x_i, i=1 \sim n$ ) 之平均數和標準差。參見圖 5-4。

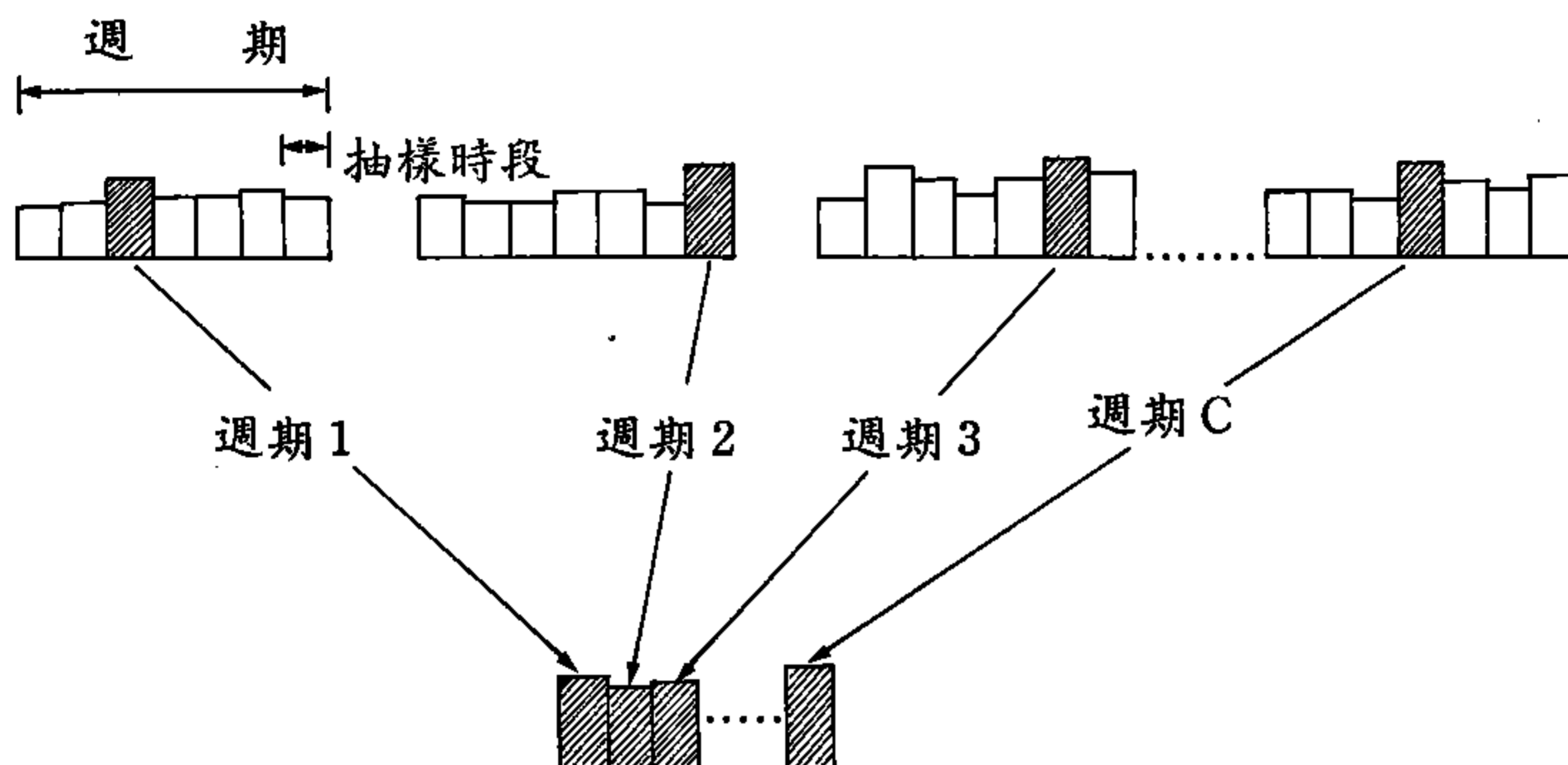


圖 5-4 漸近分析法之說明圖

資料來源：〔11〕

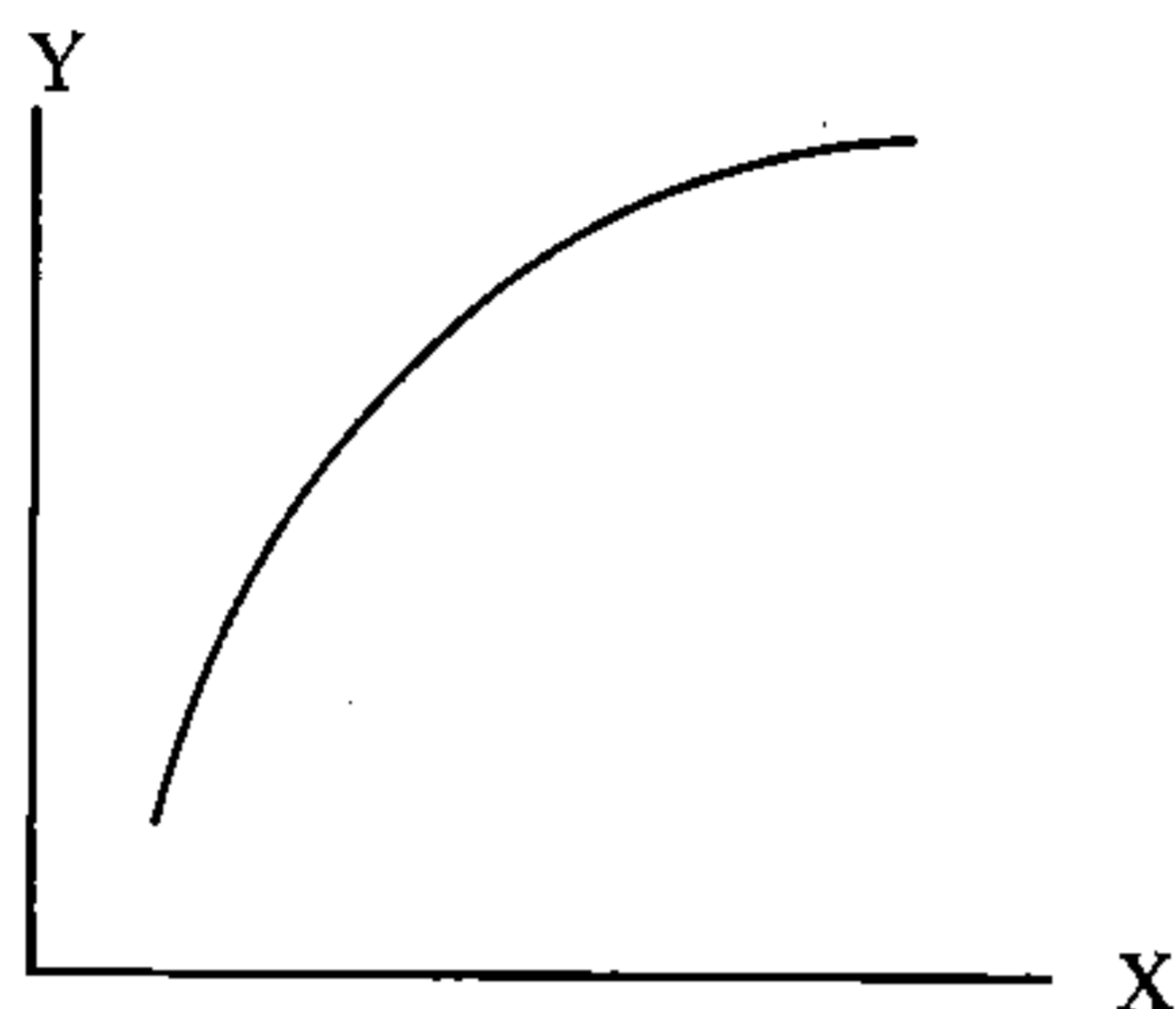
至於  $\sigma_2$ ，Jenkinson 建議採用下述的方法求得變異數  $\sigma_2^2$ ，再推得標準差  $\sigma_2$ ：

$$\sigma_2^2 = \frac{\sum_{i=1}^c W_i x_i^2}{\sum_{i=1}^c W_i} - \frac{\left( \sum_{i=1}^c W_i x_i \right)^2}{\sum_{i=1}^c W_i} \dots\dots\dots (5.19)$$

其中  $W_i = 2i - 1$

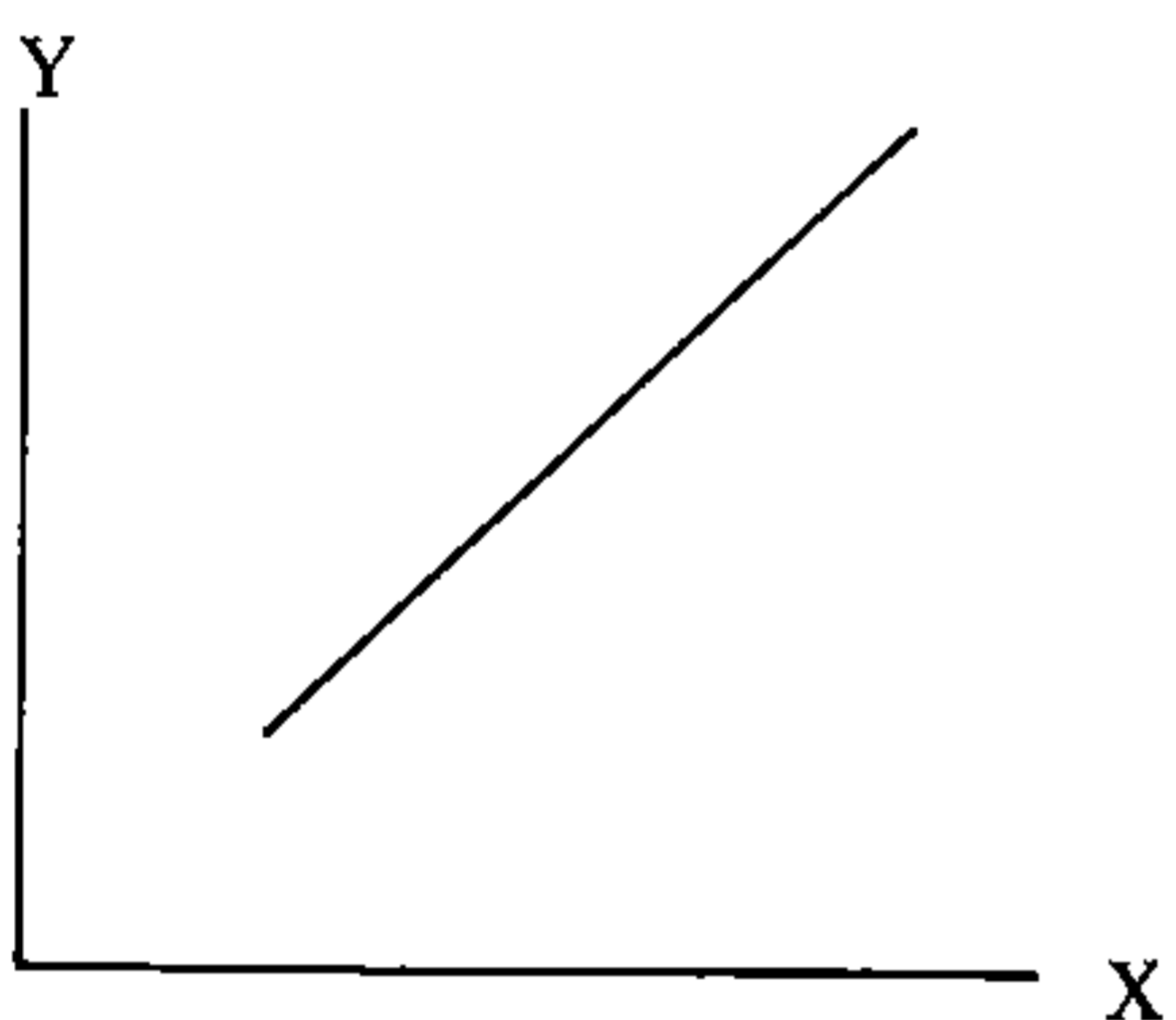
$x_i$ ：配對週期中之最大值

( 5.16 ) 轉換式受 $K$ 值的影響，會產生三種不同之轉換類型，如圖 5-5 所示。



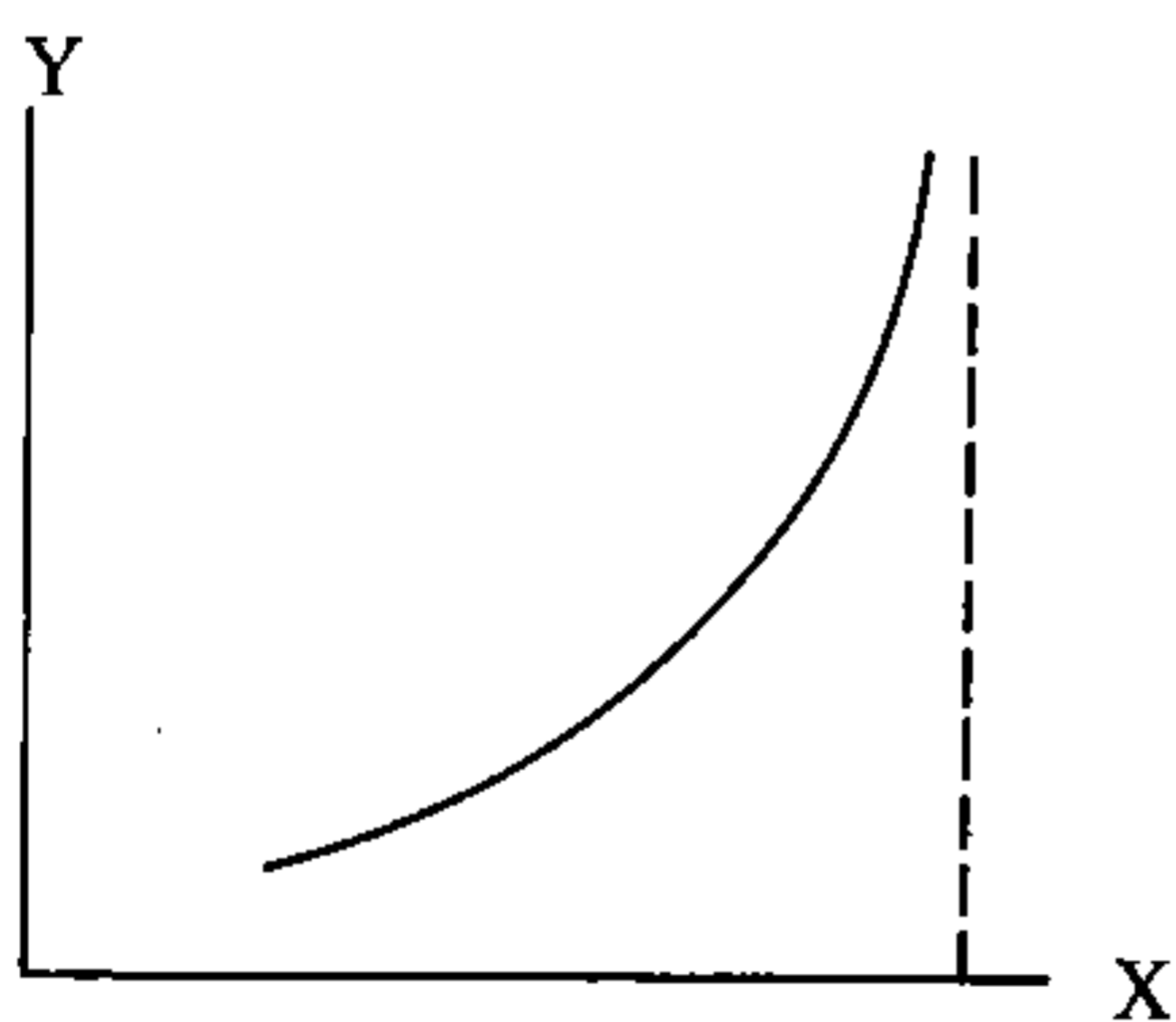
類型 I :  $K < 0$

隨  $X$  之遞增  
而遞減



類型 II :  $K = 0$

乃一常數  
( 斜率固定 )



類型 III :  $K > 0$

隨  $X$  之遞增  
而遞增

圖 5-5 漸近極值轉換類型圖

資料來源：〔14〕

雖然該轉換式有三種不同之型態，但由於路段流量有其最大極限，符合類型Ⅲ，而且該轉換式中有一限制式： $a$  乘  $k$  必須為正值，而  $a$  值即為我們欲求得之飽和流量值， $a$  值為正， $k$  值亦為正，即滿足此限制式。

## 5.4 研究方法之應用與調整因素之分析

本節首先選取一地點，說明如何應用極值法求導路段之飽和流量值，再將每一地點之飽和流量值與基本容量值相比較，用以說明台灣地區一般公路之容量，受快車道寬、慢車道寬等調整因素之影響。

### 5.4.1 極值法之應用

應用極值法求導道路飽和流量之程序為：

1. 取用車輛到達時間檔之資料，繪成時間與流量之變動關係圖。
2. 於該關係圖中截取流量較高且變動平穩之時段，作為總取樣時段。
3. 決定週期時段長，將總取樣時段分成數個週期。（週期數不可小於 20 個）。
4. 決定抽樣時段長，將週期再細分成數個抽樣時段。
5. 計算每一抽樣時段之流量。
6. 於每一週期中，抽選出流量最高者（ $x_i$ ）。
7. 計算所有週期最大流量值之平均數（ $\mu_i$ ）及標準差（ $\sigma_i$ ）。
8. 將每一週期之最大流量值兩兩比較，取較大者（ $x_i$ ），再加權求導  $x_i$  之標準差（ $\sigma_2$ ）。
9. 代入公式（5.17）及（5.18），便可求得  $k$  值及飽和流量值（ $a$ ）。

本節選取台中至烏日路段（四車段有中央分隔地點）作為極值法應用之說明。

台中至烏日路段之快車道寬 3.75 公尺，慢車道寬為 6.1 公尺，決定之週期長度為 300 秒，抽樣時段長 60 秒，共可獲得 35 個週期，即可得 35 個最大值，平均數（ $\mu_1$ ）為 3496.333；變異數（ $\sigma_1$ ）為 418.2333；兩兩配對最大值有 34 個，求得  $\sigma_2$  為 217.2994；k 值為 0.501，而 a 值則為 4387，是故板橋文化路單方向兩快車道之飽和流量為 4387（PCU/小時）。其流量漸近值圖見圖 5-6。

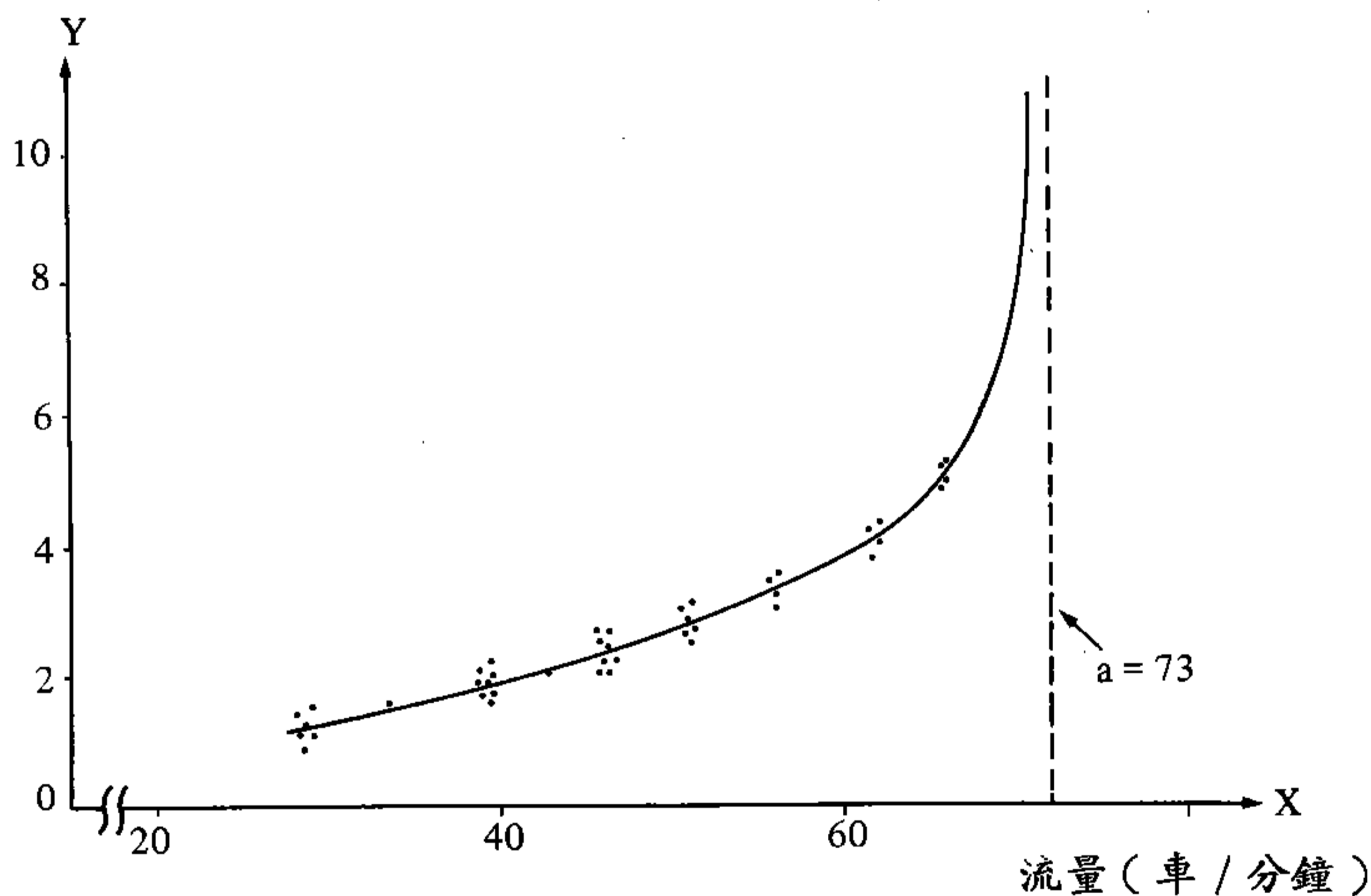


圖 5-6 台中—烏日路段流量漸近極值圖

#### 5.4.2 飽和流量之分析

由於一般公路有機車併行及穿梭之現象，為有效衡量各車道（內、外、及慢車道）之最大流量，擬以下述程序進行分析。

四車道之分析程序為：

1. 內、外車道合併計算最大流量。
2. 內、外及慢車道合併計算最大流量。
3. 由 2 減去 1，即得慢車道流量。
4. 將內、外車道合併之最大流量除以 2，便得每一車道之流量。

雙車道分析程序為：

1. 合併雙向快車道，計算最大流量值。
2. 合併鋪面所有車道（合併雙向快車道及雙向慢車道）計算最大流量值。
3. 將 2 減去 1 後再除以 2，即為單向慢車道之最大流量值。

依照上述分析程序，以極值法便可求得路段之飽和流量值，由表 5.1，5.2，5.3 及表 5.4 中可知，無論是四車道或是雙車道，各路段合併汽車道之容量會隨車道寬及慢車道寬之增加而增加，且慢車道之容量亦隨慢車道寬度之變化而作同方向之變動，本研究合併四車道及雙車道之研究成果，獲得慢車道於某一寬度時，其應有之最大流量值。（參見表 5.5 及表 5.6）

#### 5.4.3 調整因素之分析與應用

在上述各路段中，分別選出兩地點作為四車道及雙車道之理想狀況，此二地點之容量即為基本容量值，分別除其他路段之容量，即可獲得調整因素值。

四車道之理想地點為：省市界一板橋（即板橋文化路），其車道

表 5.1 四車道一般公路合併之容量極值

調 查 地 點	快車道寬 (公尺) B, C D, E	慢 車 道 (公尺) A, F	容 量 極 值 (PCU)	
			合併內外快車道 D + E	合併內外快車道 及慢車道 D+E+F
台 中—烏 日	3.75	6.1	4387	6444
台 中—彰 化	3.75	4.4	4265	6021
大 林—牛稠子	3.7	4.2	4254	5709
大 湖—岡 山	3.7	3.4	4237	5289
高 雄—屏 東	3.75	2.5	4219	5034
仁 德—關 廟	3.75	2.5	4205	5105
省市界—板 橋	3.75	2.0	4206	4924
台 中—霧 峰	3.5	4.2	4035	5513
台 南—仁 德	3.5	2.5	3946	4877
板 橋—中 和	3.5	1.7	3481	4412
桃 園—南 坎	3.5	1.5	3780	4314
永 康—新 化	3.6	0.7	3837	4041

表 5.2 四車道一般公路慢車道之容量極值

調 查 地 點	慢車道寬(公尺)	容量極值( PCU )
台 中—烏 日	6.1	2057
台 中—彰 化	4.4	1756
台 中—霧 峰	4.2	1478
大 林—牛稠子	4.2	1455
大 湖—岡 山	3.4	1052
台 南—仁 德	2.5	931
高 雄—屏 東	2.5	900
仁 德—關 廟	2.5	815
省市界—板 橋	2.0	724
板 橋—中 和	1.7	571
桃 園—南 坎	1.5	534
永 康—新 化	0.7	204

表 5.3 雙車道一般公路合併之容量值 |A|B||C|D|

調 查 地 點	快車道寬 (公尺) B, C	慢車道寬 (公尺) A, D	容 量 極 值 ( P C U )	
			合併雙向快車道 B + C	合併雙向快車道及 慢車道A+B+C+D
西 港 — 中 洲	4.0	2.7	3149	6871
沙 鹿 — 清 水	3.85	1.5	3039	4368
台 中 — 大 里	3.75	2.36	2979	4556
六 堵 — 基 隆	3.6	5.0	2985	5879
樹 林 — 板 橋	3.6	3.0	2918	4821
新 莊 — 板 橋	3.5	2.0	2863	4385
新 莊 — 泰 山	3.3	2.5	2741	4612
木 柵 — 新 店	3.0	4.0	2723	4794

表 5.4 雙車道一般公路慢車道之容量極值

調 查 地 點	慢車道寬(公尺)	容量極值( PCU )
六 堵 — 基 隆	5.0	1861
木 柵 — 新 店	4.0	1036
樹 林 — 板 橋	3.0	952
西 港 — 中 洲	2.7	949
新 莊 — 泰 山	2.5	936
台 中 — 大 里	2.36	789
新 莊 — 板 橋	2.0	761
沙 鹿 — 清 水	1.5	665

表 5.5 一般公路慢車道之容量極值表

慢車道寬 ( 公尺 )	容 量 極 值 ( P C U )
6.0	2057
5.5	1952
5.0	1861
4.5	1756
4.0	1252
3.5	1053
3.0	952
2.5	878
2.0	743
1.5	586
1.0	204

表 5.6 一般公路慢車道之容量極值建議使用表

慢車道寬（公尺）	容量極值（PCU）
6.0	2060
5.5	1950
5.0	1860
4.5	1760
4.0	1250
3.5	1050
3.0	950
2.5	880
2.0	740
1.5	590
1.0	200

表 5.7 四車道一般公路車道寬及慢車道寬之調整因素值

慢車道寬 快車道寬	3.75 公尺	3.5 公尺
6.0	1.045	0.982
5.0	1.029	0.971
4.0	1.014	0.960
3.0	1.009	0.951
2.0	1	0.942
1.0	0.991	0.915

表 5.8 四車道一般公路路型之調整因表值

路 型		有 中 央 分 隔	無 中 央 分 隔
調 整 因 素 值	城 際	1	0.998
	市 郊	0.996	0.969

表 5.9 雙車道一般公路車道寬及慢車道寬之調整因素值

快車道寬 慢車道寬	4.0 公尺	3.75 公尺	3.5 公尺	3.25 公尺	3.0 公尺
6.0 公尺	1.105	1.066	1.017	0.986	0.945
5.0 公尺	1.090	1.051	1.002	0.971	0.930
4.0 公尺	1.074	1.035	0.986	0.955	0.914
3.0 公尺	1.057	1.081	0.979	0.938	0.897
2.0 公尺	1.039	1	0.961	0.920	0.879
1.0 公尺	1.020	0.981	0.942	0.901	0.860

## 第六章 結論與建議

本研究針對一般公路之交通特性，深入分析路型、快車道寬及慢車道寬等因素對公路容量之影響程度；此外並構建雙車道模擬模式，以輔助調整因素分析之進行。茲將本研究所得之結論及建議，分別說明如下：

### 6.1 結 論

1. 由車流特性初步分析可知：四車道有中央分隔路型之穩定車流速率大約分佈於每小時 40 ~ 80 公里之間；四車道無中央分隔路型之穩定車流速率約分佈於每小時 35 ~ 75 公里之間，雙車道路型之穩定車流速約分佈於每小時 30 ~ 60 公里之間。
2. 由本研究多次攝影調查發現：台灣地區一般公路不易出現流量飽和或過飽和之現象，是故簡單配適曲線法，M—L 矩陣法及衆數法均不適用於其飽和流量之求導，唯有極值法才可克服上述困難，獲得較為正確之飽和流量。
3. 利用極值法求得四車道路型之基本容量為 2100PCU/ 小時/ 車道，其基本條件為：有中央分隔，快車道寬 3.75 公尺，慢車道寬為 2.0 公尺。
4. 利用極值法求得雙車道路型之基本容量為 3000PCU/ 小時/ 兩車道，其基本條件為：路寬 3.75 公尺，慢車道寬為 2.0 公尺，方向

比為 50 : 50 。

5. 道路之快車道容量不但受其車道寬度之影響，亦受到慢車道（含路肩）寬度之影響；由本研究之結果與美國公路容量手冊比較，可知國內道路之快車道寬、慢車道寬對道路容量之影響程度較美國為小。換言之，我國之一般公路容量調整因素值之變化幅度較美國為小。
6. 將我國一般公路四車道路型之調整因素與美國公路容量手冊相比，得知路型對我國道路容量之影響程度較美國為小，即路型調整因素值之變化幅度較美國為小。
7. 我國由於機車行駛於慢車道（含路肩），是故慢車道亦有其容量，但該容量較快車道之容量為小，於慢車道寬為 6.0 公尺至 1.0 公尺時，容量亦由 2050 PCU 變化至 200 PCU 。
8. 本研究所構建之雙車道模擬模式所獲得之基本容量值也非常接近 3000 PCU/小時/雙車道，與實測資料由極值法求得之基本容量相符合。此時車道寬符合基本條件，且方向比為 50 : 50 。
9. 有關雙車道不同方向比與不同限制超車範圍的模擬分析，由於超車資料之不完整，以及部分複雜的超車過程仍未能納入模擬模式，而無法進行，目前尚未獲得任何具體的結果。主要困難，在於多種複雜超車資料之收集不易，進而影響到此部份車流運作模式之構建。

## 6.2 建 議

1. 由於時間及經費之限制，使得本研究所調查資料略為不足或分析對象僅僅為單一時段的樣本或需採用內插法而得若干條件下之調整因素。但完整、正確之調整因素分析，需有充足之資料以為基礎，是故建議委託單位能提供充裕之經費以進行大規模的調查，才能使分析結果更臻於完整。

2. 本研究以攝影法進行調查，再由室內作業之方式搜集完整資料，可減少人為誤差，並可確保資料之真實性，建議國內相關之研究規劃單位加以採用。
3. 建議於進行快車道容量分析時，由於資料數量有限，係假定外側的慢車道均有相當數量的機車在行駛，甚或駛入快車道成為快慢混合的情況，而求得在路面標示為快車道範圍內的最大流量值。但如果外側慢車道上行駛的機車數量與一般的範圍相去甚遠，則快車道的容量必然受到影響。因此若資料充足，可依慢車道的機車流量劃分成若干等級，針對每一等級分析出快車道之最大流量，而求得機車數量對快車道容量的影響因素。
4. 有關二車道車流運作模式，由於許多複雜超車資料的缺乏而無法進行模擬的問題，可考慮在模式中定義更多的狀態，納入更完整，更嚴謹的邏輯判斷與數學推理，使得車流的運作能更符合實際狀況。另在資料收集方面，則需設法以實驗車在車隊中不同的位置觀測各種超車行為。當複雜的超車問題能解決後，即可進行方向比與限制超車區域的影響分析。
5. 本雙車道模擬模式採用不少外國資料，如此會使模擬系統與國內環境有所出入，降低模擬結果之代表性。因此建議國內應從速建立有關交通駕駛行為方面的資料檔案，供運輸規劃及研究單位之參考。
6. 本模擬式設計之初已考慮後續發展之彈性，是故後續研究可直接從混合車流方向着手，配合電腦繪圖技術，使得模擬之車流狀況能完全動態地顯示於螢光幕上，效果更佳。

## 參考文獻

### 一、中文研究

1. 中華民國運輸學會，「臺灣地區公路容量手冊研究報告」，交通部運輸研究所委託，民國 75 年 10 月。
2. 周義華、陳天賜，「混合車流模擬方法之初步研究」，中國工程學刊第六卷第二期第 65 頁至第 71 頁，民國 72 年。
3. 黃國平，「混合車流二維座標模擬式之建立與驗證」，臺灣大學土木工程研究所碩士論文，民國 72 年 6 月。
4. 樓乃基，「基本交通工程」，臺灣公路工程出版社，民國 74 年 5 月。
5. 鍾金龍譯，美國運輸工程協會主編，「運輸工程」，乾泰圖書有限公司，民國 74 年 7 月。
6. 顏憶茹，「城際公路基本容量與小汽車當量之研究」，成功大學交通管理科學研究所碩士論文，民國 76 年 6 月。
7. 亞聯工程顧問有限公司，「中山高速公路容量分析與交通管制措施之研究」，國道高速公路局委託，民國 71 年 10 月。
8. 王慶瑞，「飽和流量與號誌交叉口容量之研究」，運輸計劃季刊，第一卷第二期，民國 71 年 6 月，PP.147 ~ 176。

## 二、西文部分

9. Davila, M. C. and Lieberman, E. B. (1979), "Hybrid Macroscopic—Microscopic Traffic Simulation Model", Transportation Research Record 772, pp. 15-18.
10. Guinness M. P. (1972) ' "The Frequency of Overtaking on Two Lane Roads", N103 Sept. 1972 Series, An Foras Forbartha St. Martin's House, Dublin, Ireland.
11. Gynnerstedt G. Carlsson A., Westerlund B. (1977) ' "A Model for the Monte Carlo Simulation of Traffic Flow along Two-Lane Single-Carriageway Rural Roads", National Swedish Road & Traffic Research Institute (VTI).
12. Herman R. Lam T. (1972), "A Delimma in Overtaking on Two-Lane Roads", Traffic Engineering & Control, Vol. 14, No. 6, pp. 276-284.
13. Hoban C. J. (1980) ' "Overtaking Lane on Two-Lane Rural Highways", Ph. D. Dissertation, Monash University, Clayton, Victoria, Australia.
14. Hyde T., Wright C. C. (1986), "Extreme Value Methods for Estimating Road Traffic Capacity", Transportation Research 20B, pp. 125-138.
15. Lieberman E. B. (1982), "Model for Calculating Safe Passing Distances on Two-Lane Rural Roads", Transportation Research Record 869, pp. 70-76.
16. Organisation For Economic Co-Operation And Development (1982), "Traffic Capacity of Major Routes" Road Transport Research.
17. Palaniswamy S. P., Gynnerstedt G., Phull Y. R. (1985), "Indo-Swedish Road Traffic Simulation Model: Generlized Traffic System Simulator", Transportation Research Record 1005, pp. 72-80.
18. Prisker A. A. B. (1984), "Introduction to Simulation and SLAM II, 2nd Edition", Systems Publishing Co., West Lafayette, Indiana.
19. Sparmann D. U. (1979), "The Importance of Lane-Charging on Motorways", Traffic Engineering O-Control, Vol. 20, No. 6, pp. 320-323.
20. St. John A. D. (1976), "Nonlinear Truck Factor for Two-Lane Highways",

Transportation Research Record 615, pp. 49-53.

21. Stock W. A., May A. (1976), "Capacity Evaluation of Two-Lane, Two-Way Highways by Simulation Modeling", Transportation Research Record 615, pp. 20-27.
22. Transportation Research Board (1985), "Highway Capacity Manual", Special Report 209.
23. Troutbeck R. J. (1982), "Effect of Overtaking Vehicle Speed and Length on Overtaking Behaviour on Two-Lane Rural Roads", Traffic Engineering & Control, June 1982.
24. Wilson T., Best W. (1982), "Driving Strategies in Overtaking", Accident Analysis and prevention, vol. 14, No. 3.
25. Wu S. S., Heimbach C. L. (1981), "Simulation of Highway Traffic on Two-Lane, Two-Way Rural Highways", Transportation Research Record 806, pp. 21-28.

# 附 錄 A

## 初選地點分類彙總

表 A-1 四車道有中央分隔路型初選地點分類

路肩	路寬	慢	3 ~ 3.5	3.5 ~ 3.75
			3.5	3.75
0 { 0.5	0	1.5		鹽水—新營 縣 172 大小機 2793 9087 9473
		1.7	板橋—中和 縣 106 大小機 5671 25157 46445	
		2.0		省市界—板橋 台 3 大小機 6840 51975 63229
				中港—台中 台 12 大小機 4028 9414 8772
		2.5		高雄—屏東 台 1 大小機 5096 21684 29133
		2.65		台中—霧峰 台 3 大小機 21251 47619 62030
		2.75		豐原—台中 台 3 大小機 6714 16327 27911
		3.0		王田—台中 台 12 甲 大小機 7844 20596 22168
		3.85		景美—新店 台 9 大小機 5579 35776 27087
		4.0		丹鳳—塔寮坑 台 1 大小機 11511 29262 297836
	0.2	3.0		王田—彰化 台 1 大小機 5247 18058 19268
0.5 { 1.0	1.0			
		2.75		虎尾—北勢子 縣 158 大小機 2755 8930 6283
		1.0		新竹—內湖 台 1 大小機 8357 10302 16426
		4.75		彰化—草屯 台 14 大小機 1256 8416 6683
	2.5	2.0		仁德—關廟 縣 682 大小機 4893 19678 28114
		2.5	台南—仁德 182 大小機 1283 13306 12599	

表 A-2 四車道無中央分隔路型初選地點分類

路 肩	路寬		3.0 ~ 3.5			3.5 ~ 3.75		
	慢		3.5			3.75		
0 }	0	1.5	南坎—桃園 台 4	大小 小機	6000 22317 15756	板橋—光復橋 縣 114	大小 小機	3799 17115 49505
			溪湖—埔心 台 19	大小 小機	1913 7657 4833			
		2.0	縣市界—永康 台 20	大小 小機	1080 13139 34937			
			員林—田中 縣 141	大小 小機	977 4977 7187			
			溪湖—員林 縣 148	大小 小機	2362 7787 5921			
		2.5	鳳山厝—林口 縣 188	大小 小機	1716 4207 3918			
			鶯歌—三峽 縣 110	大小 小機	2805 4613 8145			
		3.0	鳳山—五甲 縣 183	大小 小機	2773 9438 22168			
		0.2	1.3			東勢—豐原 台 3	大小 小機	3021 7197 10469
		0.25	鹿港—刺桐脚 142	大小 小機	2231 8491 7061			
				大小 小機	1537 4163 5249			
		0.3	旗山—嶺口 台 21	大小 小機				
		0.5	2.5			苗栗—公館 台 6	大小 小機	3927 6182 12416
0.5 }	1.0	1.0	1.6			沙鹿—頭汴坑 縣 136	大小 小機	3916 4907 14006
	5.0	0	頭前厝—南投 台 3 甲	大小 小機	2279 13435 12599			

表 A-3 雙車道路型初選地點分類

路寬 路肩	3-3.25		3.25-3.5		3.5-3.75		
	3.0	3.15	3.35	3.5	3.6	3.75	
慢				埤頭—溪湖 台 19 大 3213 小 5103 機 10274			
				新屋—中壢 縣 114 大 2221 小 10477 機 11096			
				三峽—公館崙 縣 110 大 1141 小 5475 機 7983			
				知本—台東 台 11乙 大 607 小 3314 機 17414			
				彰化—刺桐 台 19 大 1684 小 16473 機 17788			
				中和—景美 縣 106 大 4278 小 25452 機 27614			
				和美—彰化 縣 134 大 1237 小 13604 機 27804			
				竹南—頭份 縣 124 大 1871 小 6109 機 9343			
				公館崙—新店 縣 110 大 1950 小 6955 機 11652			
				高雄—後莊 台 1乙 大 3575 小 8882 機 27304			

表 A-3 雙車道路型初選地點分類(續1)

路寬 路肩 慢		3-3-25		3.25-3.5		3.5-3.75	
		3.0	3.15	3.35	3.5	3.6	3.75
0.3	3.7				北港—嘉義 縣 150	大 1988 小 6928 機 4004	
	0	名間—集集 台 16 大 1767 小 3660 機 2172			林口—龜山 縣 105	大 781 小 5053 機 5823	
0.5	1.5	仁武—大樹 縣 186 大 1716 小 4207 機 3018			大坑—頭汴坑 縣 129	大 1938 小 3586 機 9830	
	0.5				吉安—壽豐 台 9 丙	大 1324 小 8416 機 35467	
2.0	4.0				楠梓—鳳山 縣 183	大 2382 小 9430 機 23993	
	0.6				頭份—珊瑚湖 縣 124	大 1317 小 5071 機 11150	
3.5	0						南港—六堵 台 5 大 7100 小 10217 機 7905
	0.5				鹿港—大城 台 17	大 627 小 5870 機 10804	林口—泰山 縣 106 大 1885 小 5572 機 6718
2	0.5				六堵—基隆 台 5	大 2030 小 10646 機 16590	
	0.5	鳳山—小港 182 甲 大 1461 小 5050 機 13660					新店—銀河洞 9 大 1297 小 5002 機 8825

表 A-3 雙車道路型初選地點分類 (續 2)

路寬 路肩		3-3.25		3.25-3.5		3.5-3.75	
		3.0	3.15	3.35	3.5	3.6	3.75
0.5 1.0	0	樹林—板橋 縣 114 機 12353 大 4768 小 19101			大雅—豐原 台 10 甲 大 2655 小 3642 機 9370		
	1.5				五權—埔頂 110 甲 大 3132 小 3642 機 11216		
	2.0						隆田—新市 台 1 大 3582 小 6715 機 8923
1.0 1.5	1.2				竹山—林內 台 3 大 2473 小 6035 機 5594		
	1.25						大園—中壢 縣 113 大 899 小 4244 機 9478
	1.35		新莊—樹林 縣 107 大 2702 小 9482 機 11532				
1.5	1.0				大甲—后里 縣 132 大 7295 小 2203 機 6501		
	1.5				林內—斗六 台 3 大 2758 小 6818 機 9347		
	1.5				泰山—新莊 縣 106 大 2416 小 10473 機 10214		

表 A-3 雙車道路型初選地點分類(續3)

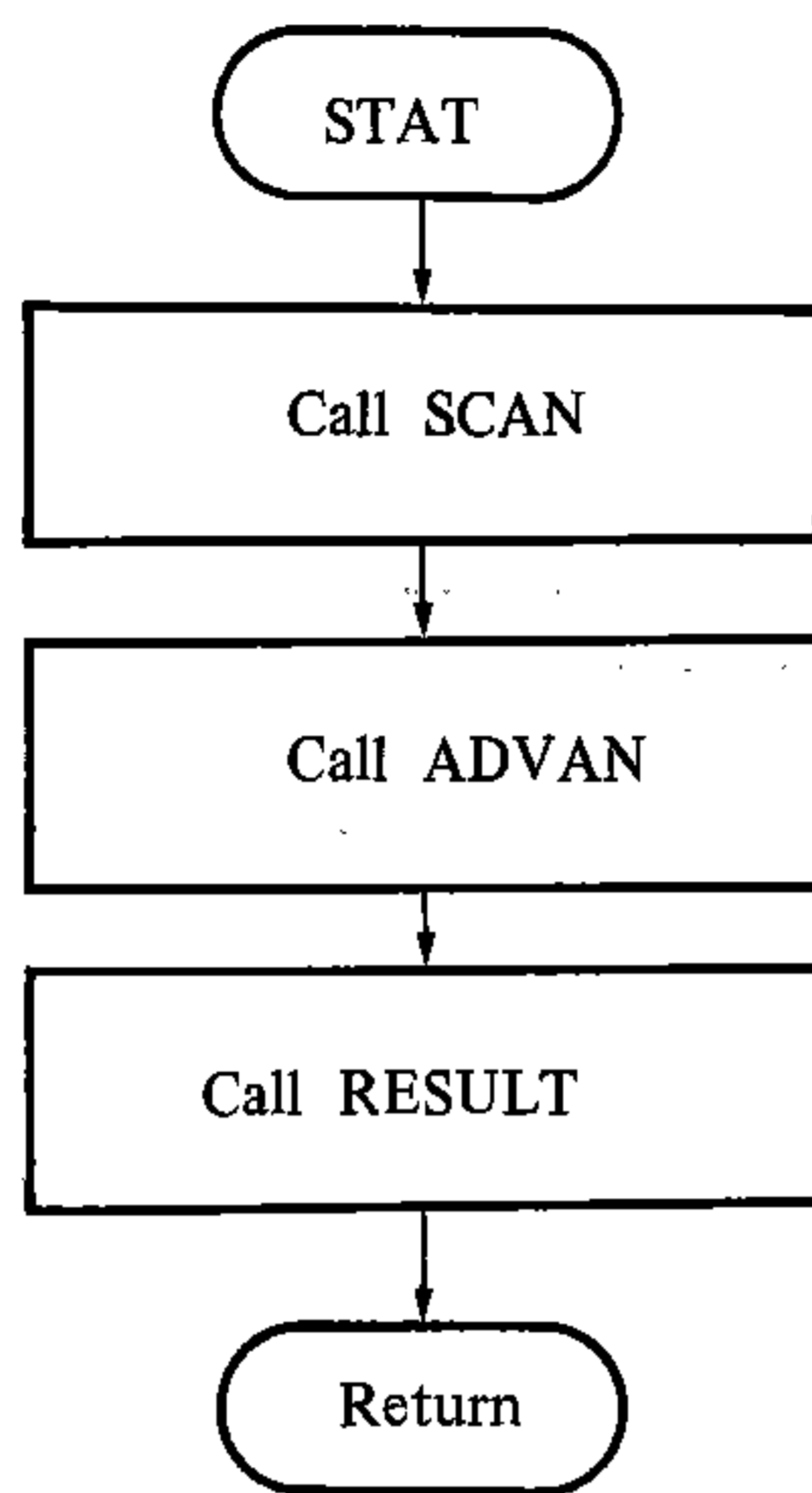
路肩	路寬	3-3.25		3.25-3.5		3.5-3.75	
		3.0	3.15	3.35	3.5	3.6	3.75
1.6	0	維新—岡山 縣 186 機 9023 大 1217 小 4103					
1.65	0			三峽—鶯歌 縣 110 機 7067 大 1280 小 4562			
2.0	0				烏松—高雄 縣 乙 183 機 8708 大 706 小 6477		鹽埔—屏東 縣 185 機 10777 大 820 小 2965
	1.25				中壢—崎頂 縣 112 機 6162 大 1328 小 5095		
							頭份—談文 台 1 機 7711 大 4247 小 7781
2.0							員林—西螺 台 1 機 6904 大 4061 小 6855
							新市—台南 台 1 機 14205 大 3991 小 8993
							板橋—三峽 台 3 機 12714 大 4150 小 8430
1.8	1.25				關東橋—竹東 縣 122 機 9340 大 3184 小 5519		
2.0					中壢—龍潭 縣 113 機 11408 大 2400 小 12547		
	1.0				仲港—和美 縣 134 機 9808 大 2136 小 11240		楊梅—湖口 台 1 機 2148 大 3792 小 5392

表 A-3 雙車道路型初選地點分類(續 4)

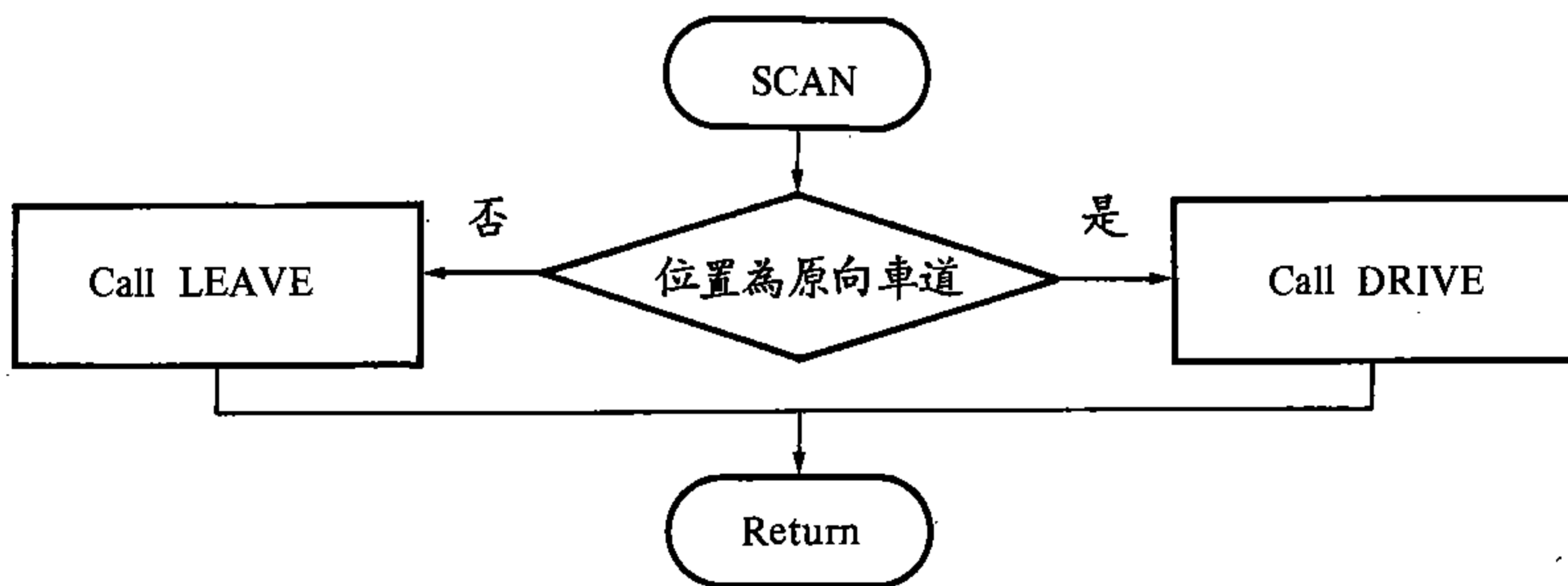
路寬 慢		3-3.25		3.25-3.5		3.5-3.75	
		3.0	3.15	3.35	3.5	3.6	3.75
路肩	2.0	1.5			新莊—板橋 縣 106	大 4152 小 27430 機 40650	
	2.1						
2.5	2.25	2.0			南寮—新竹 縣 122	大 2559 小 3240 機 11362	
	2.5						
3.0	3.0	0			中壢—鶯歌 縣 114	大 881 小 5844 機 8845	
	3.5						
3.5	3.5	0			大雅—烏日 縣 127	大 2371 小 3178 機 7502	龍潭—石門 縣 113
	4.0						
4.0	4.0	0			烏日—霧峰 縣 127	大 2588 小 2720 機 6951	
	4.5						
4.5	4.5	0					大 536 小 5344 機 10656
	5.0						
5.0	5.0	1.25					大 4276 小 8973 機 7545
	5.5						

# 附 錄 B

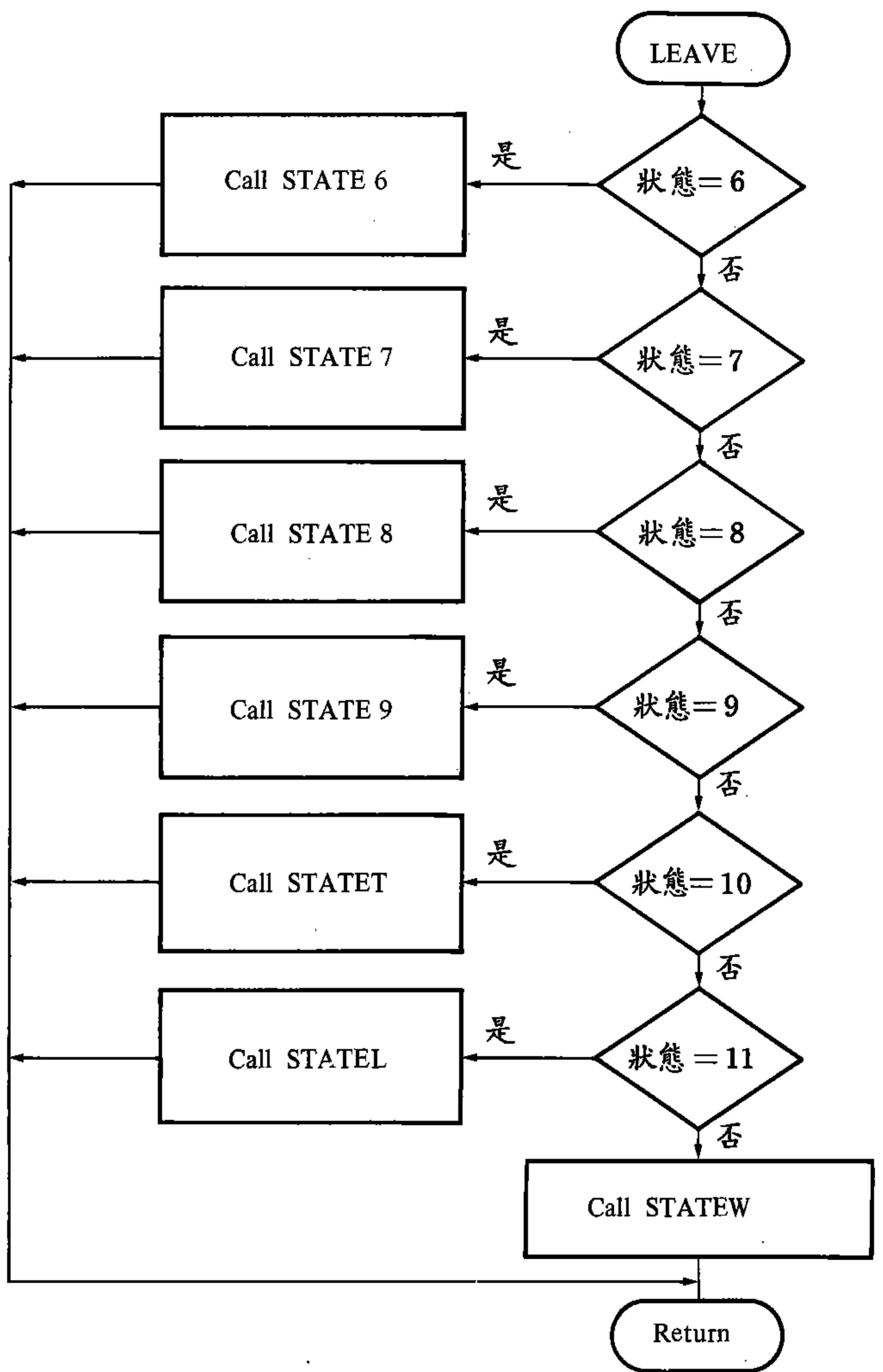
## 各級副程式流程圖



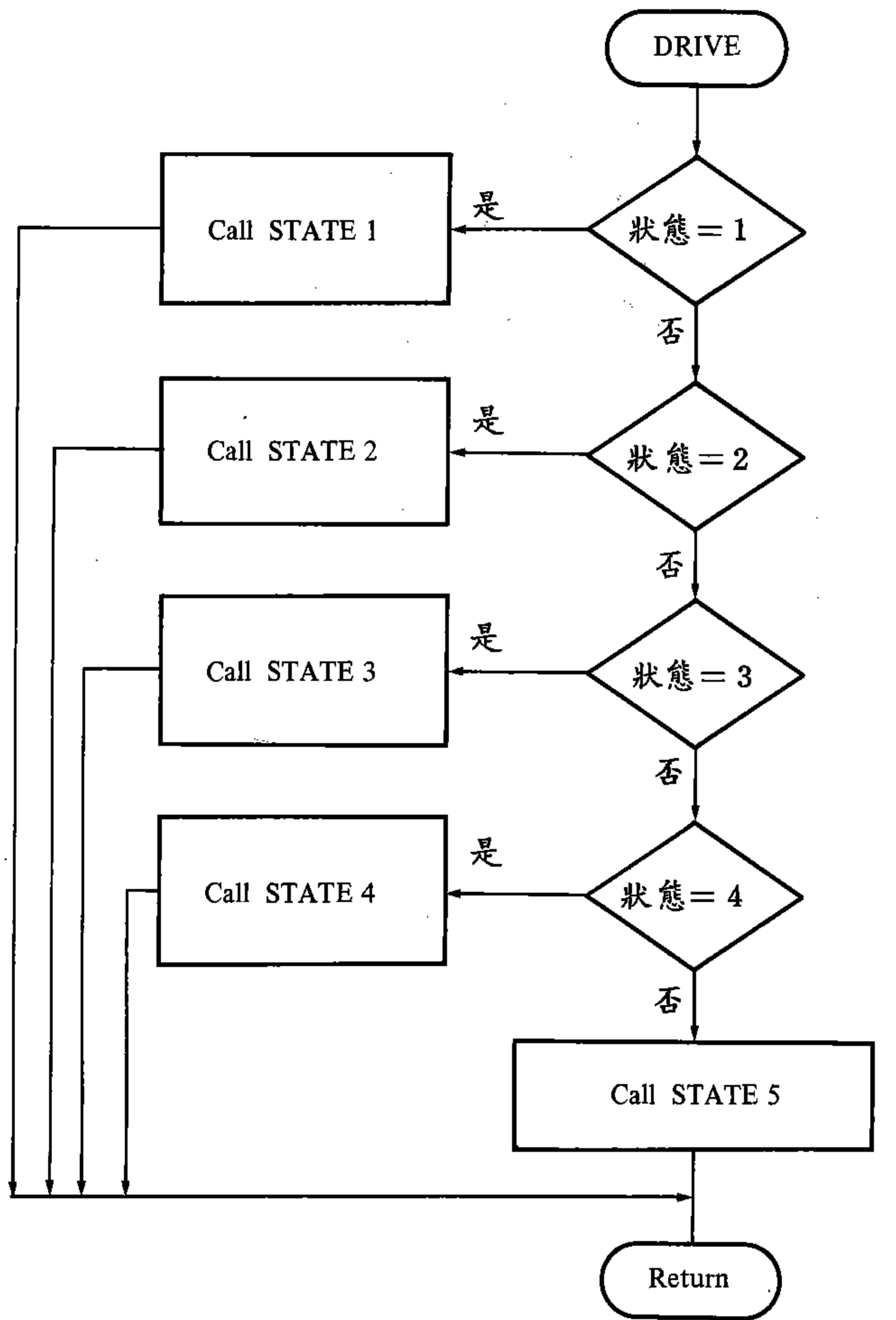
副程式



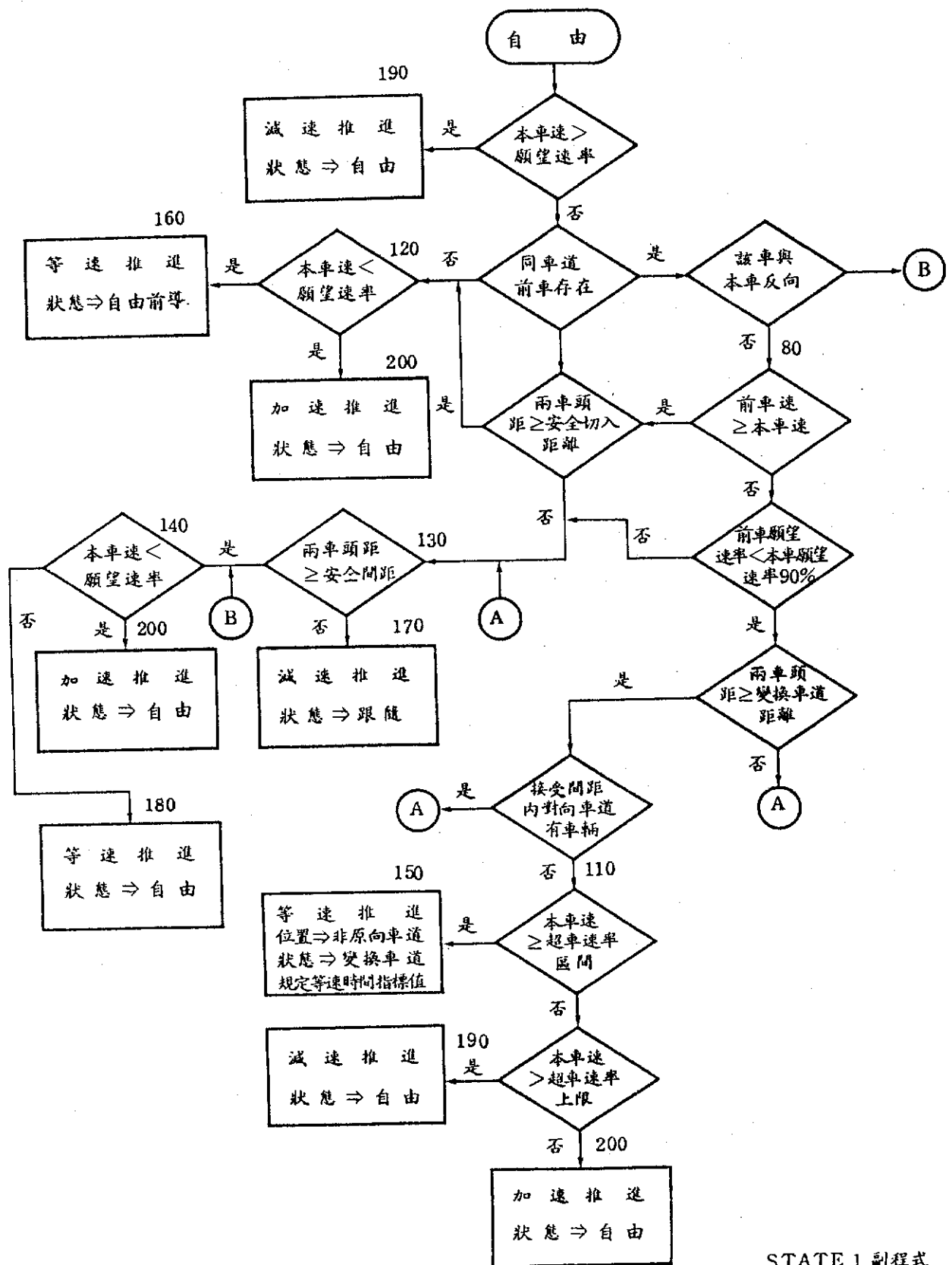
SCAN 副程式



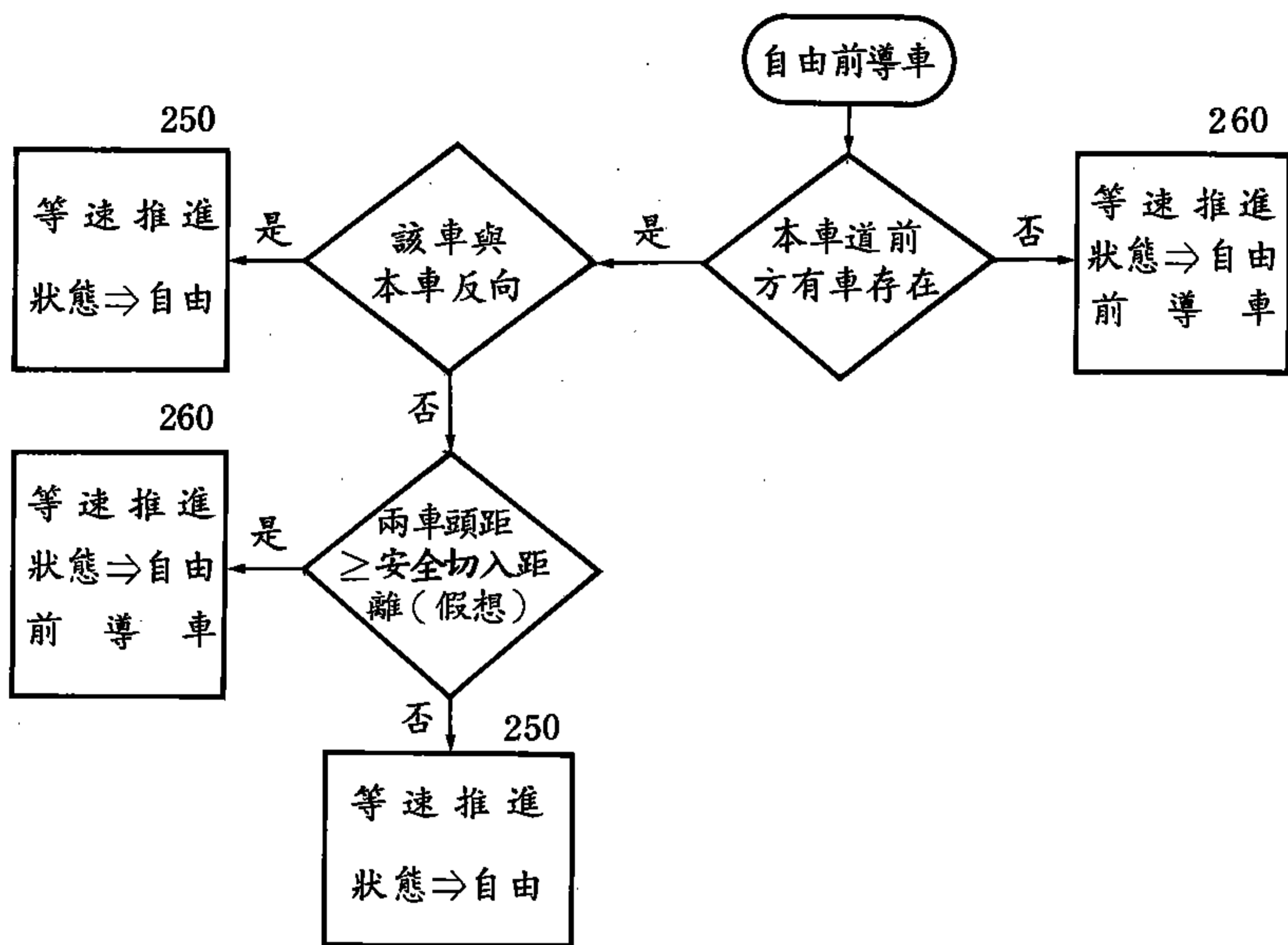
LEAVE 副程式



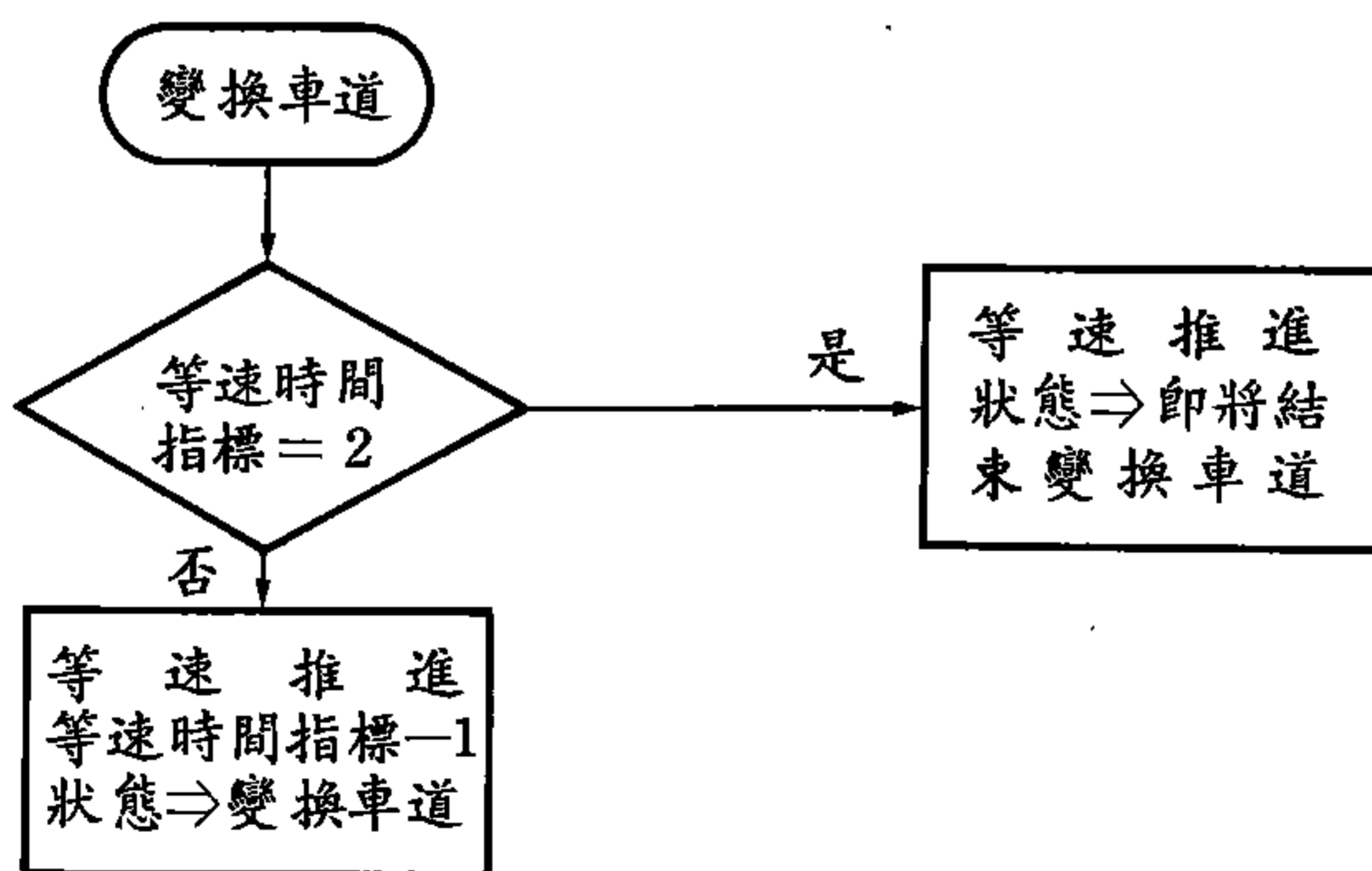
DRIVE 副程式



STATE 1 副程式

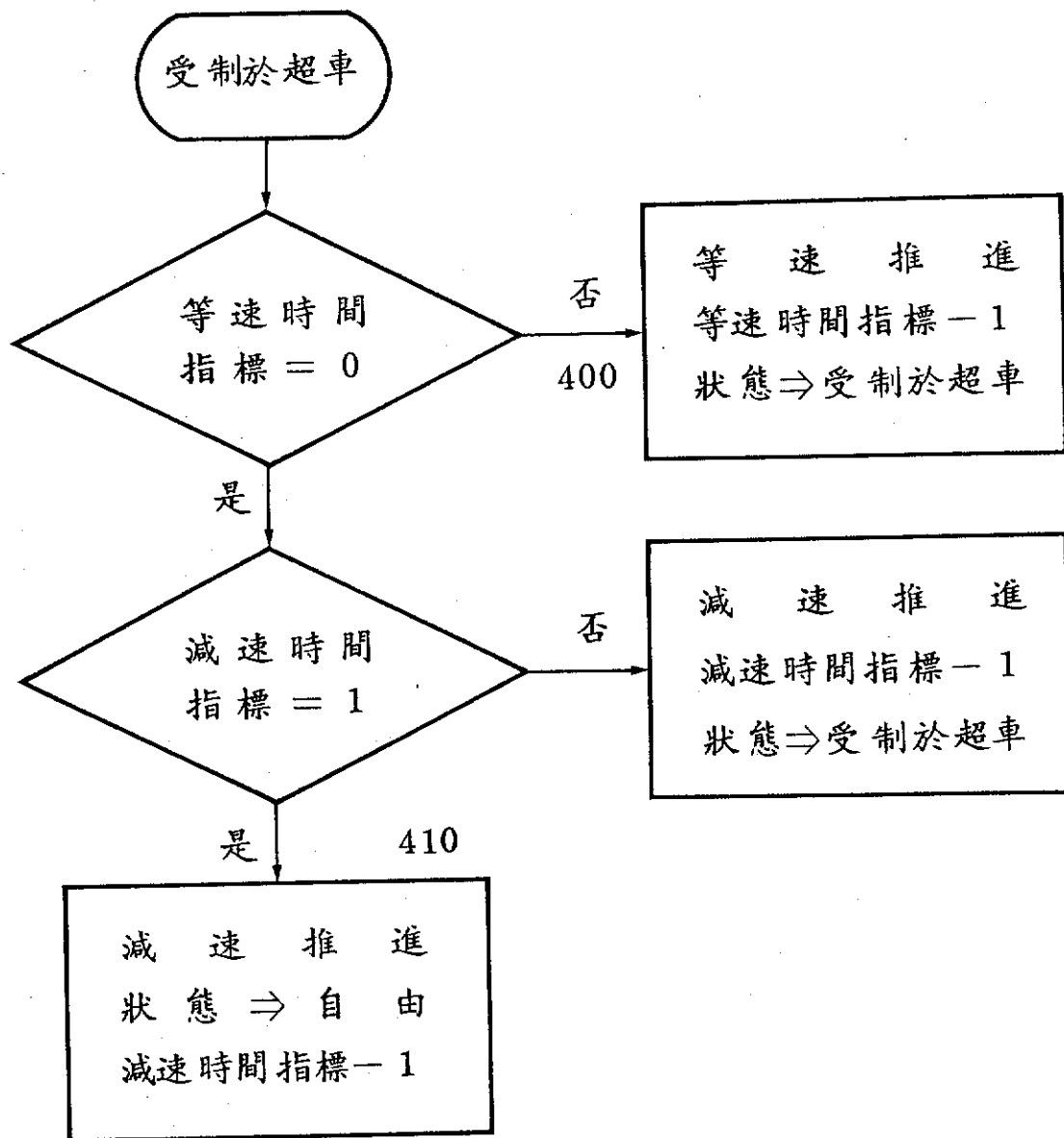


STATE 2 副程式



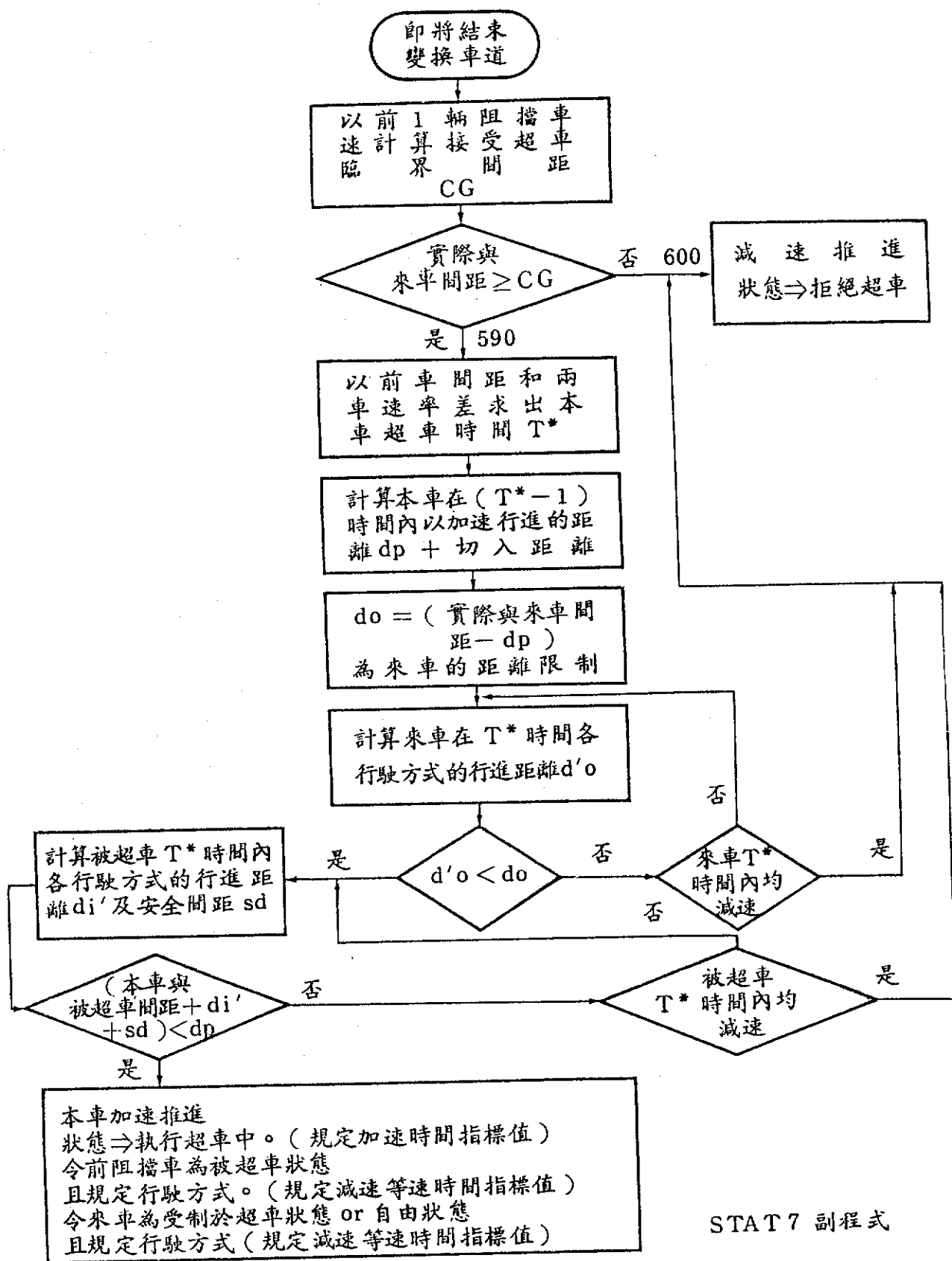
STATE 6 副程式



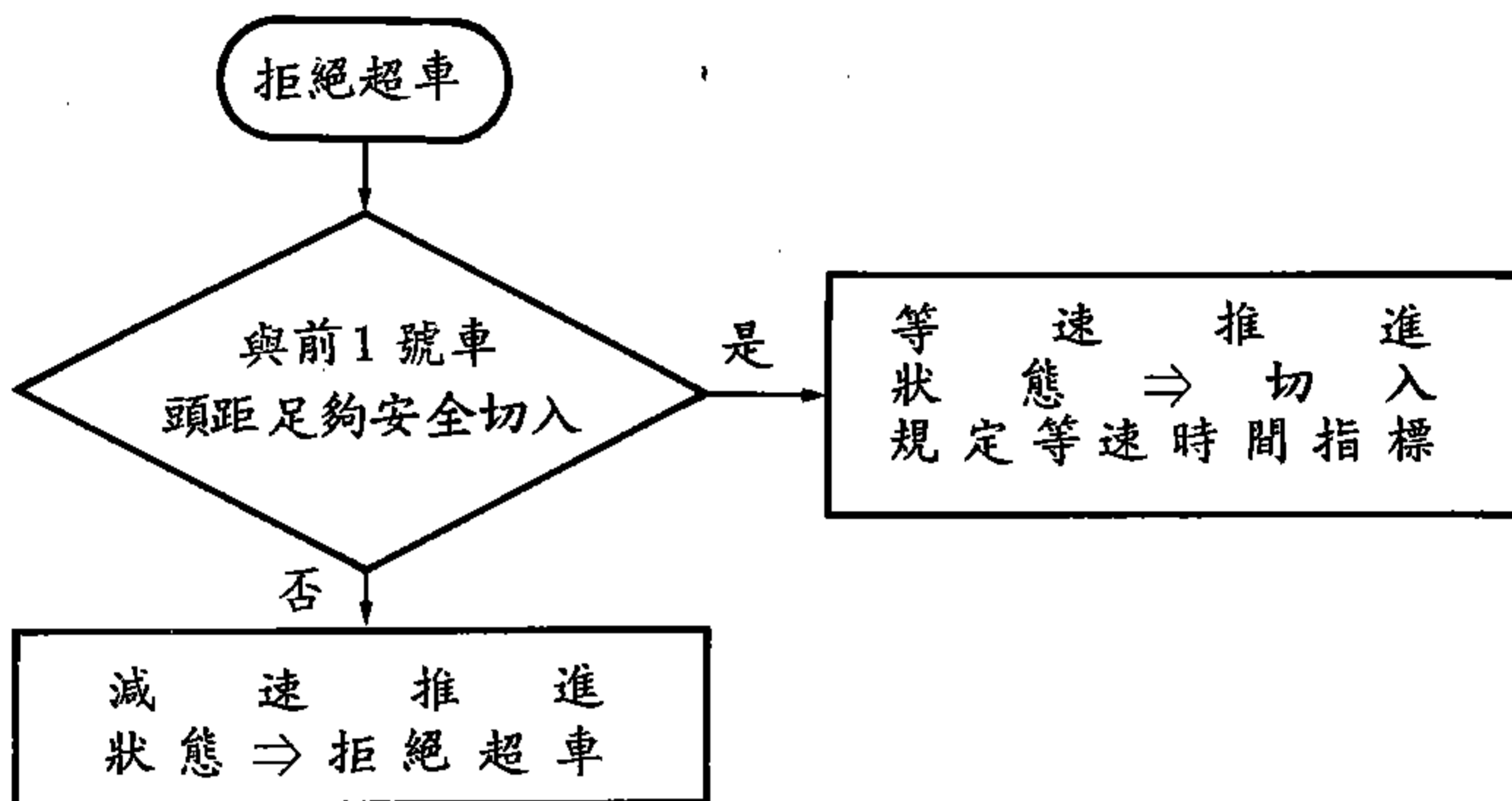


STATE4 副程式

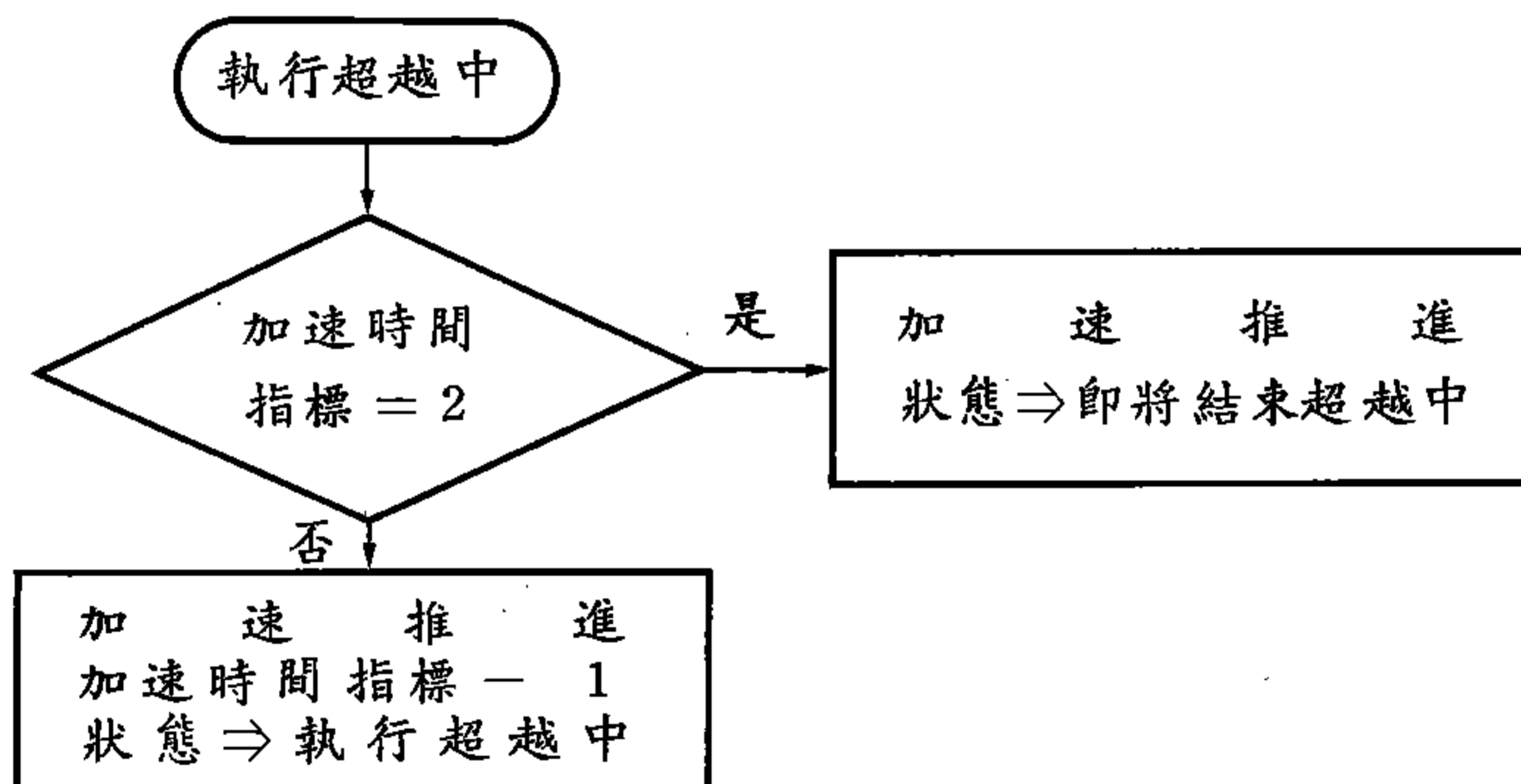




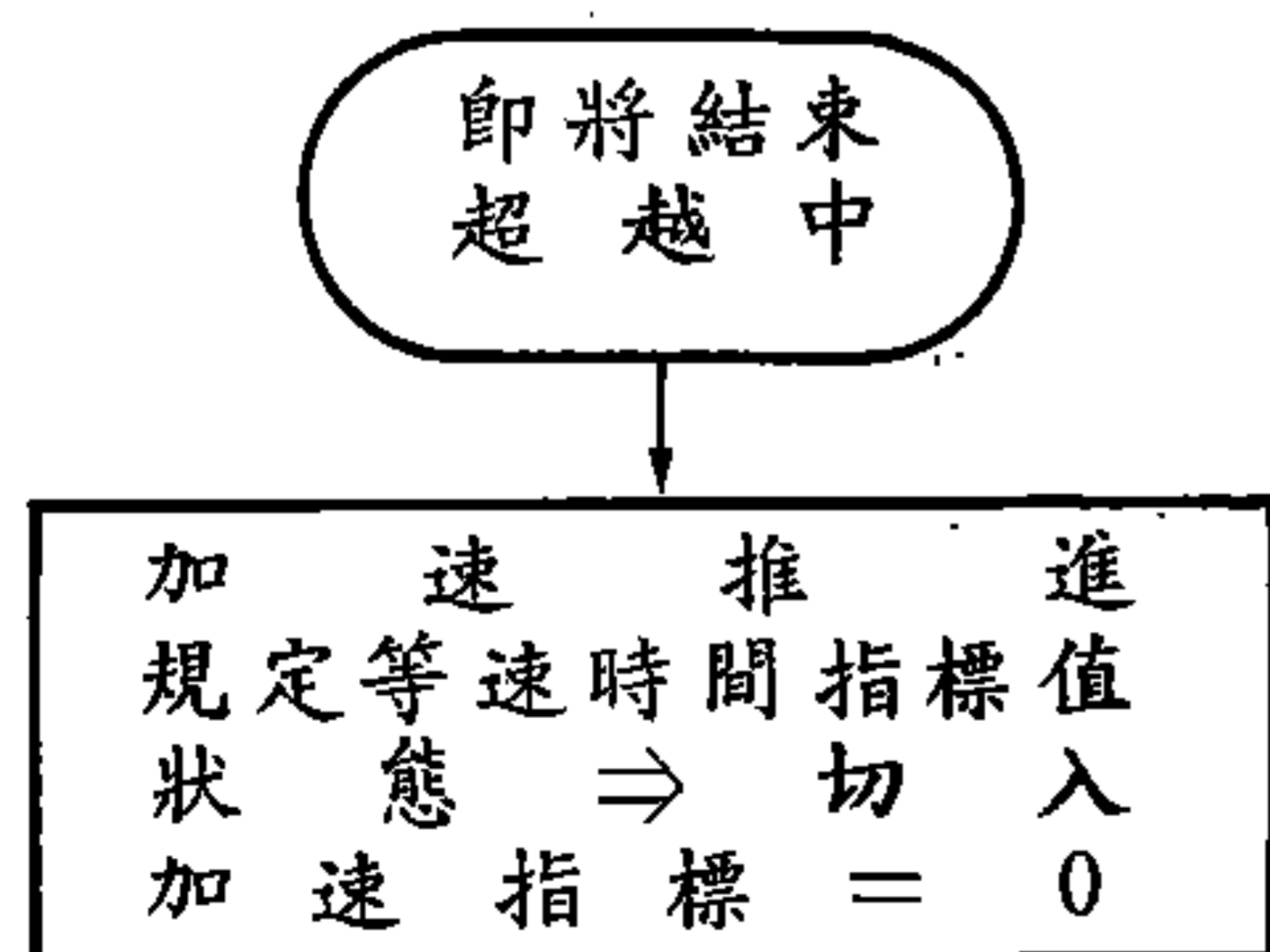
STAT 7 副程式



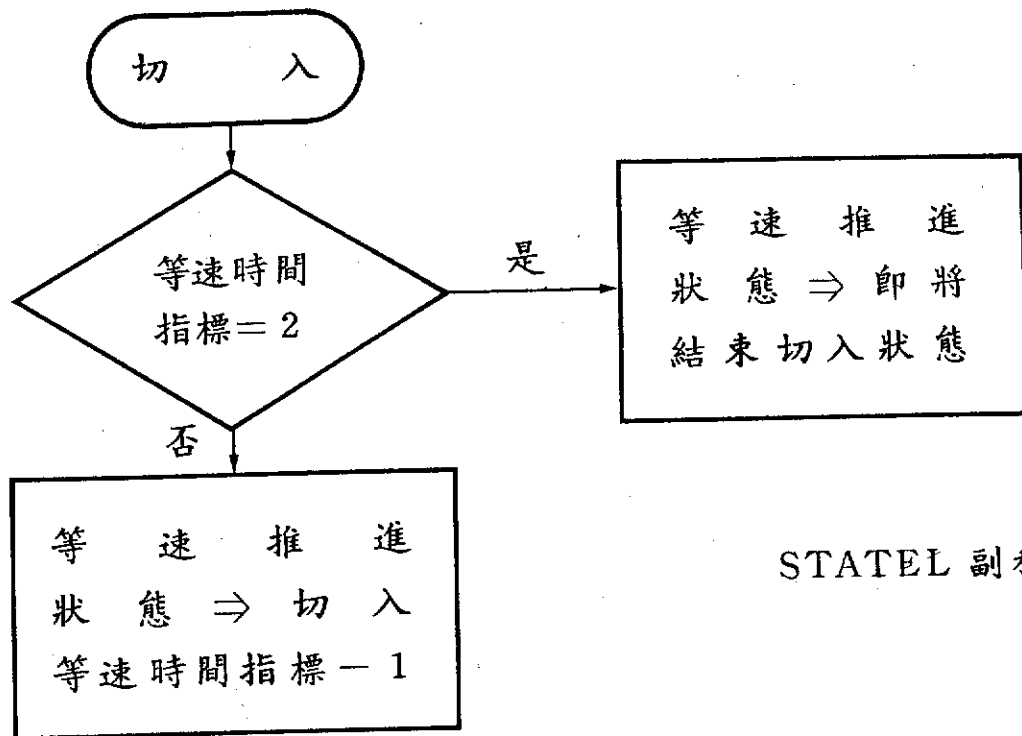
STATE 8 副程式



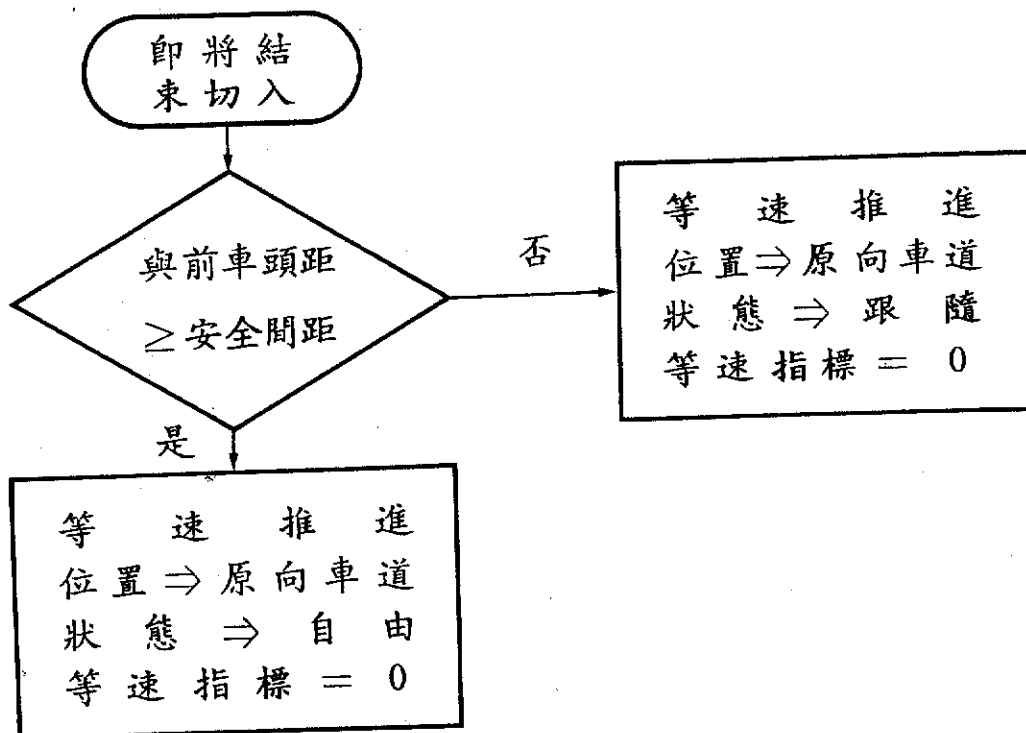
STATE 9 副程式



STATE 10 副程式



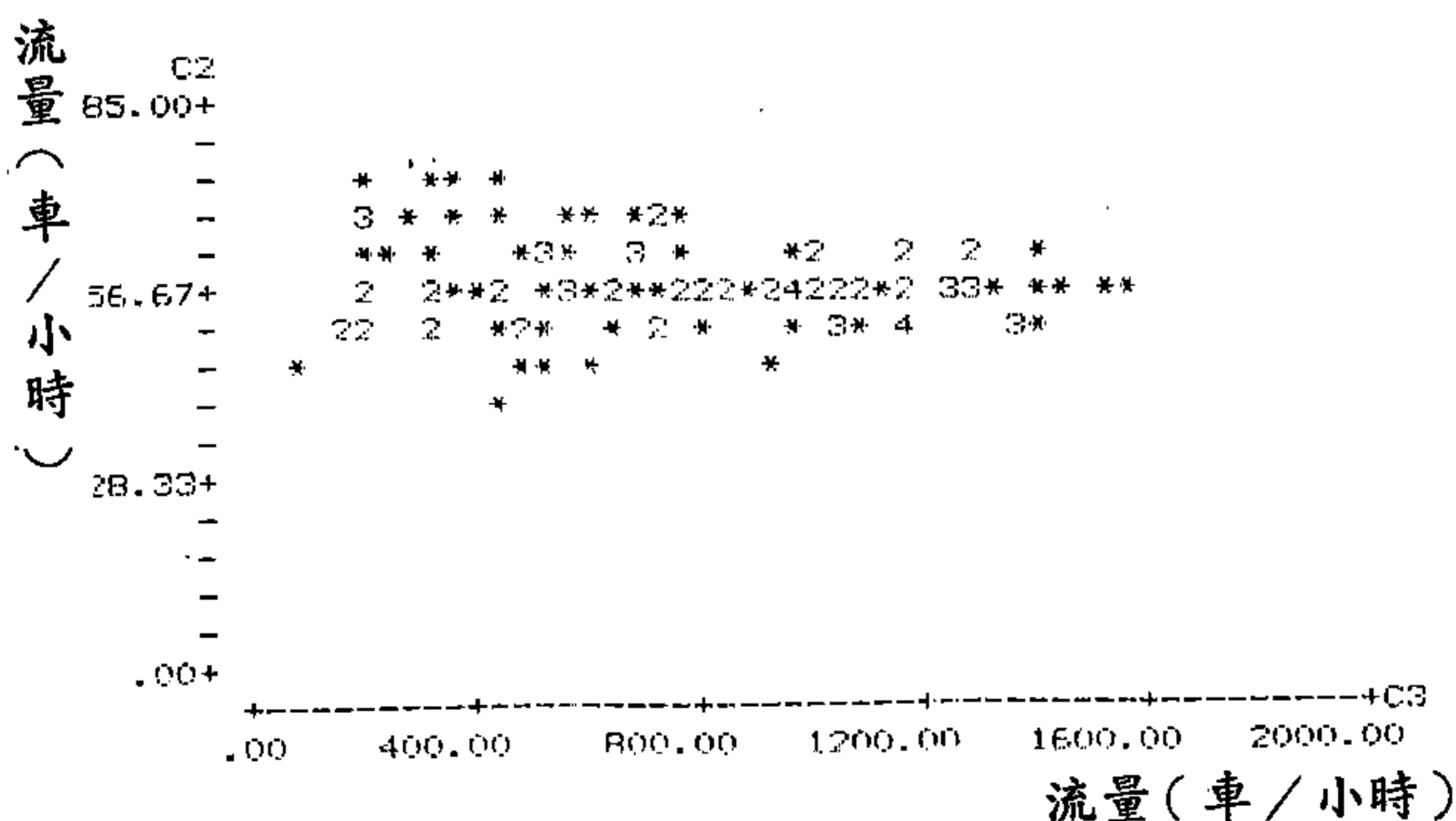
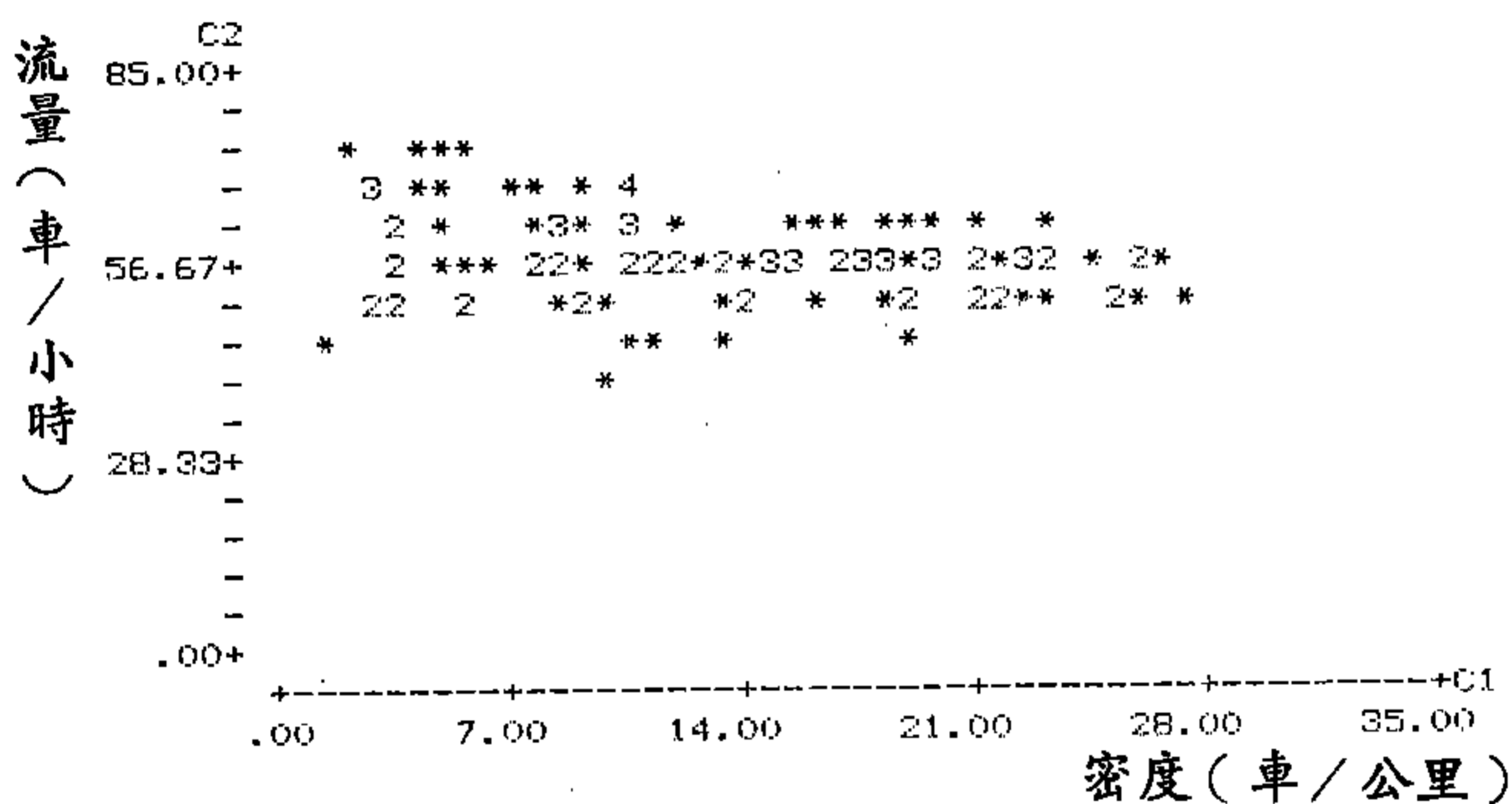
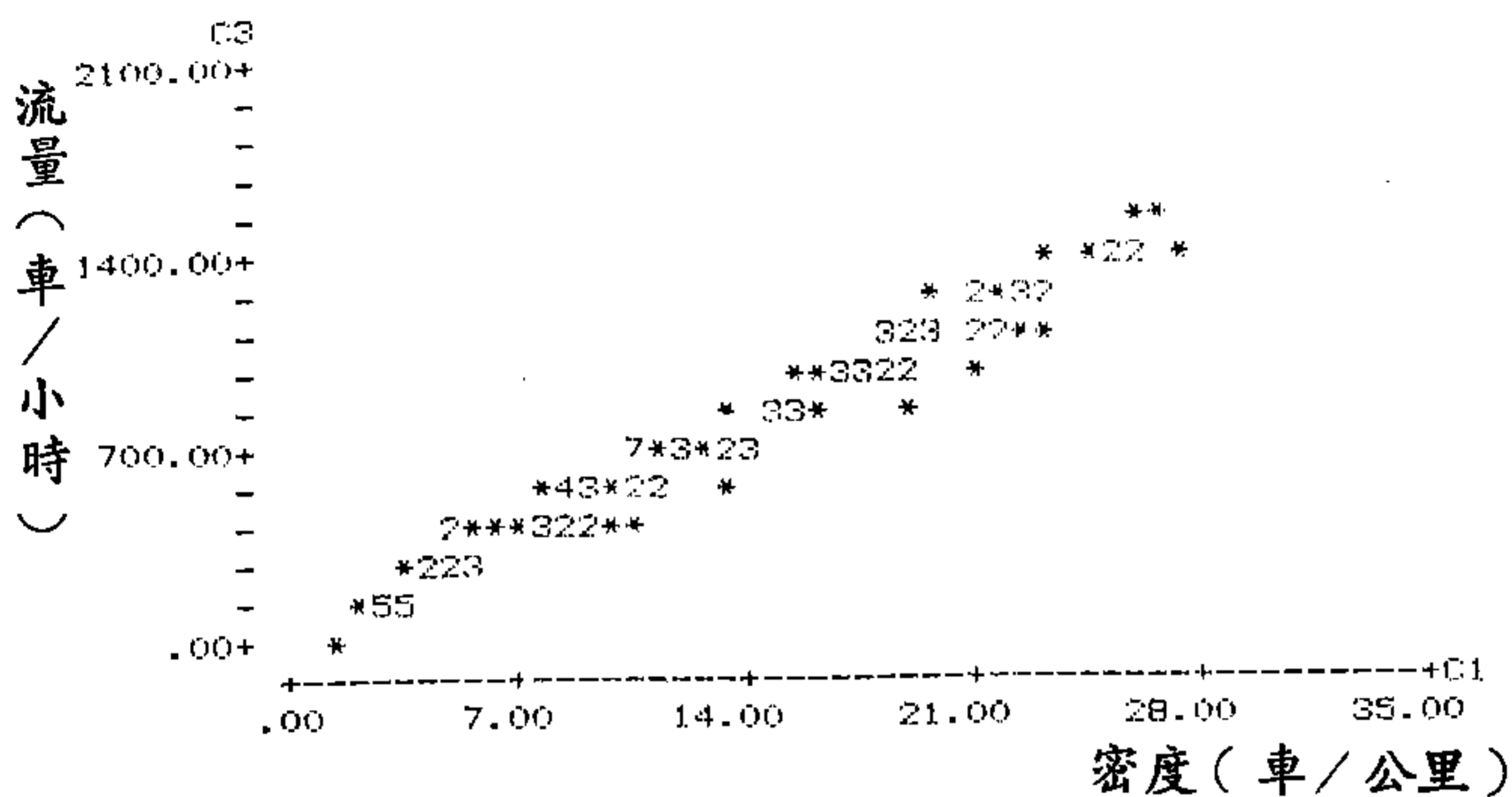
STATEL 副程式



STATEW 副程式

## 附 錄 C

流量——速率——密度關係分佈圖

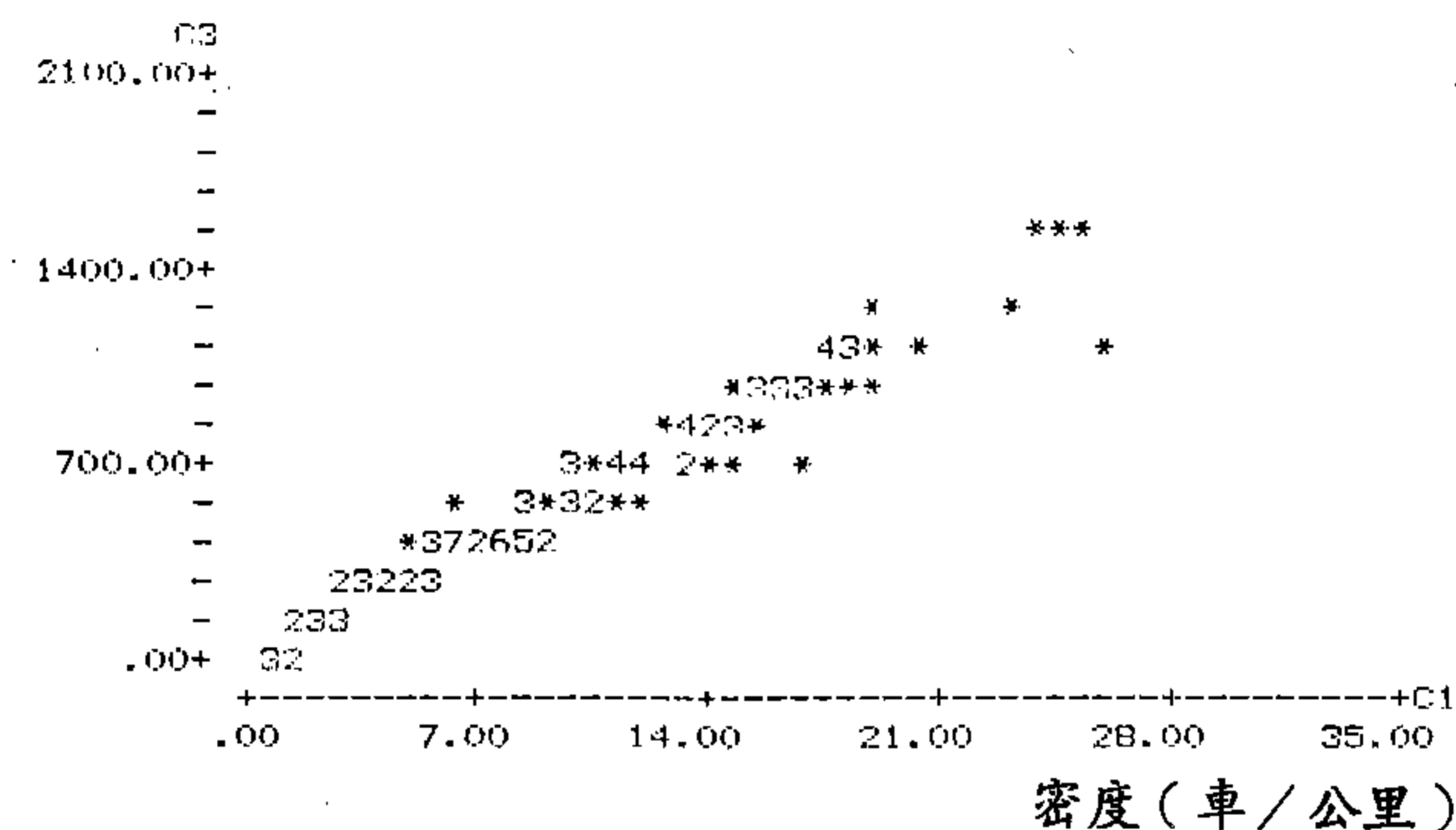


(a)以 60 秒為間隔之外車道關係分佈圖 (往台中)

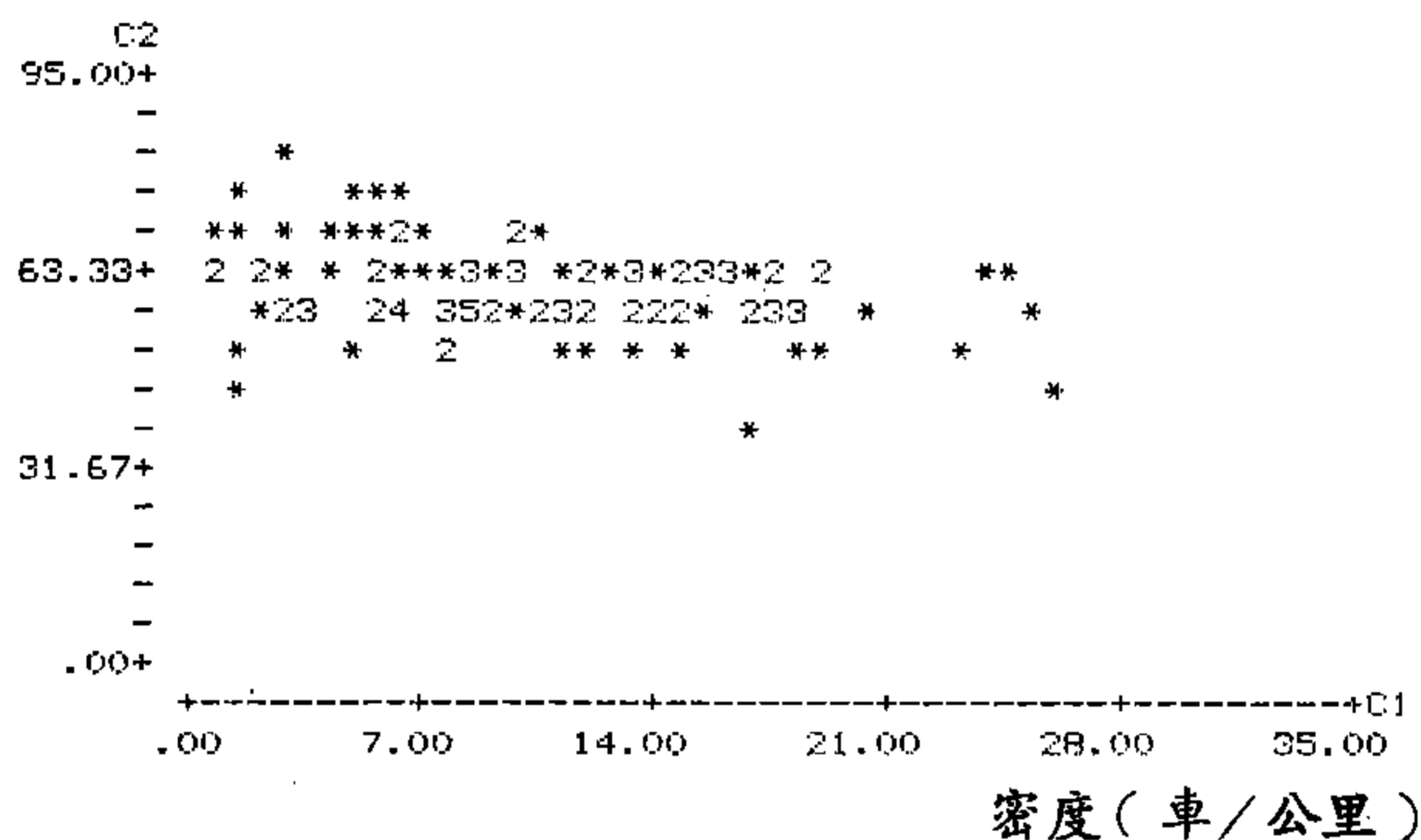
圖(c)-1 台中—霧峰 流量—速率—密度關係分佈圖



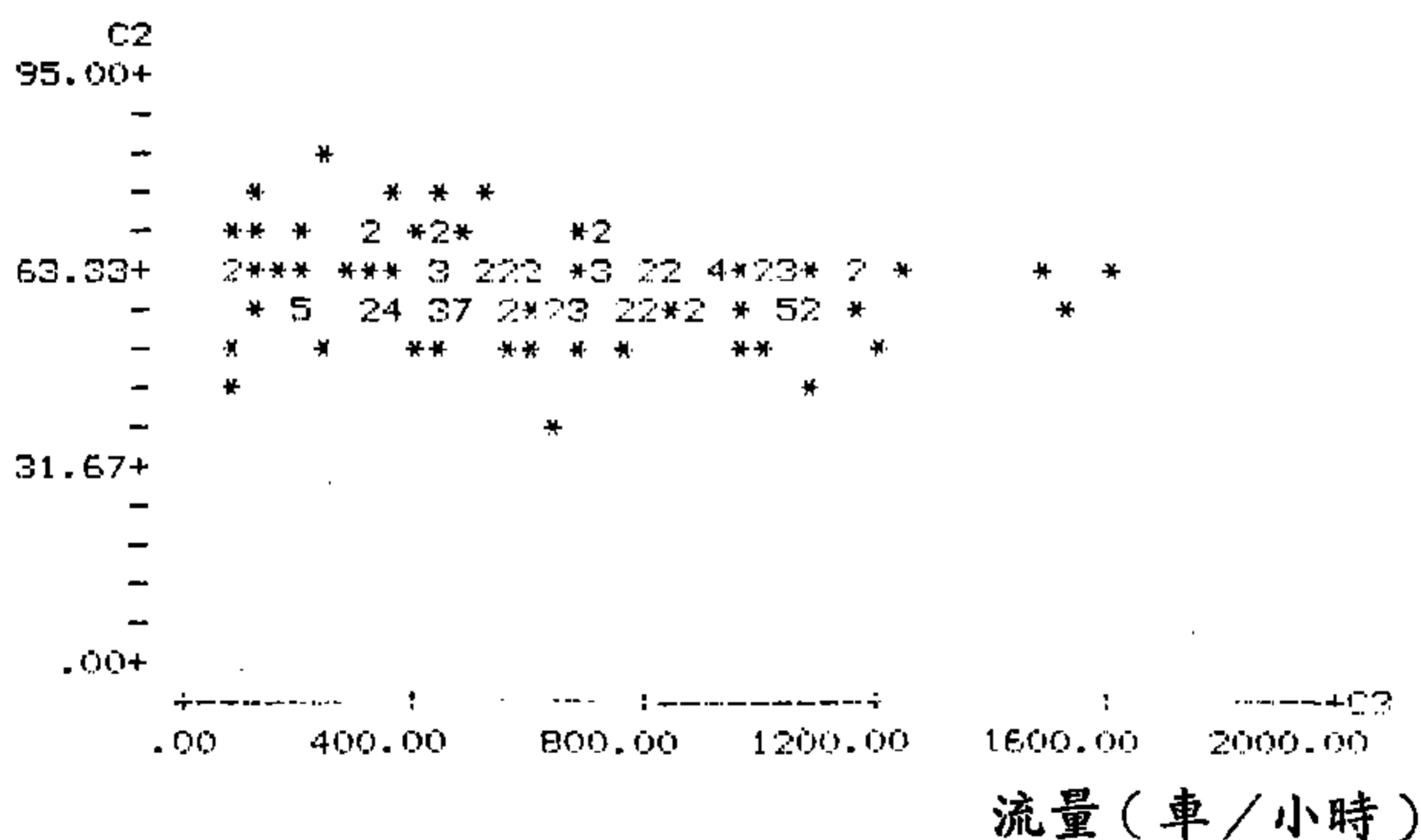
流量(車/小時)



速率(公里/小時)

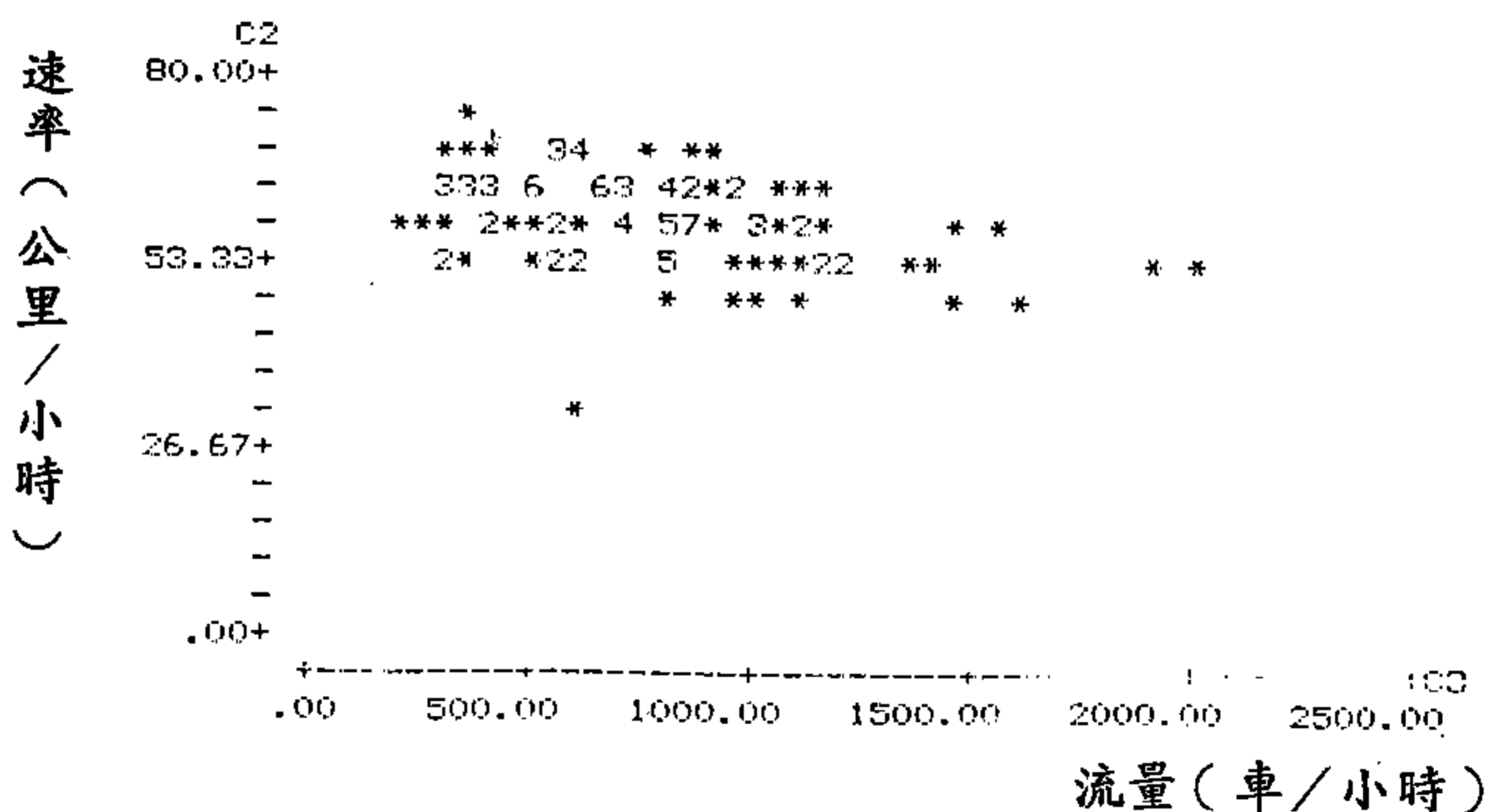
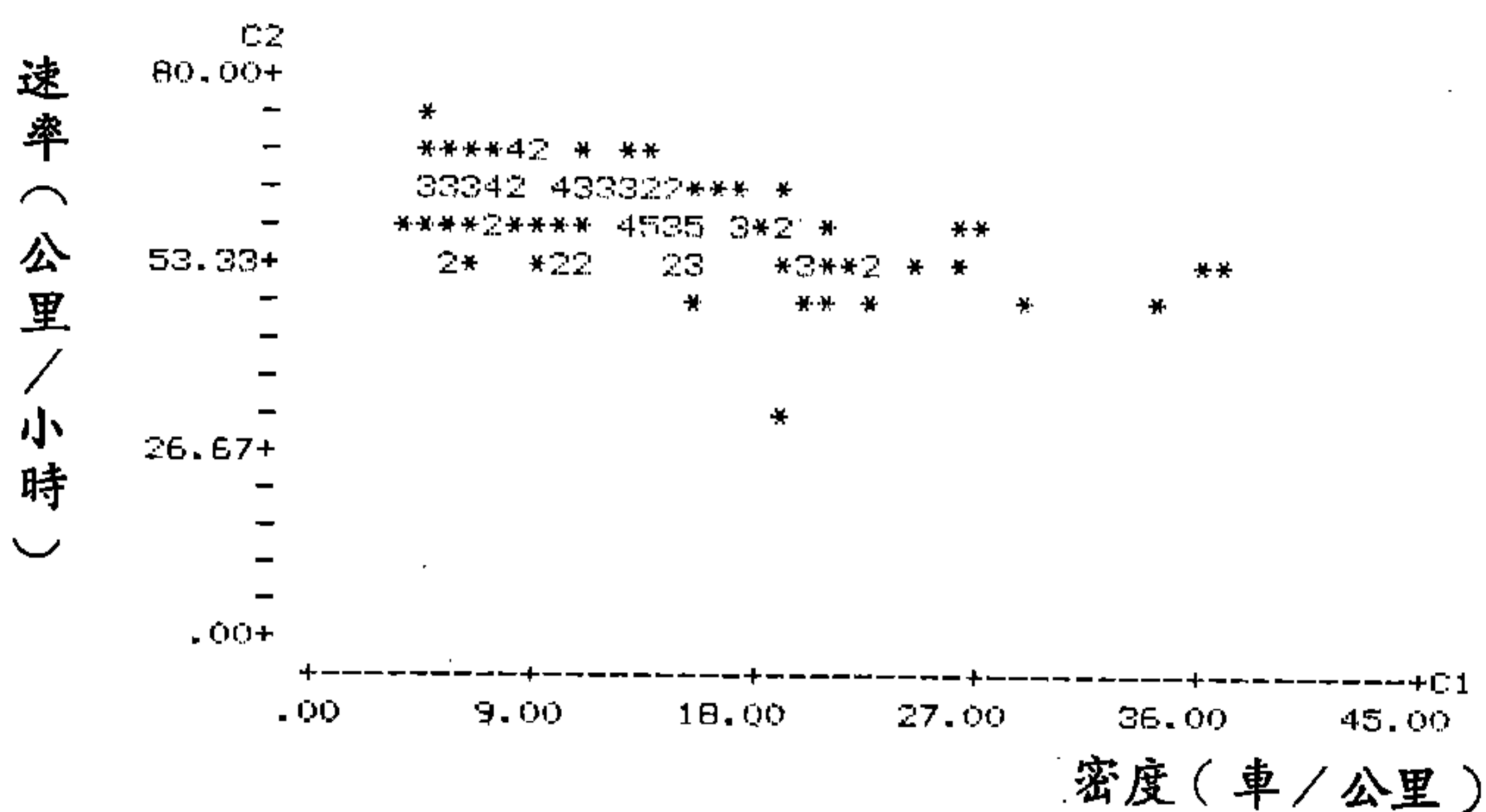
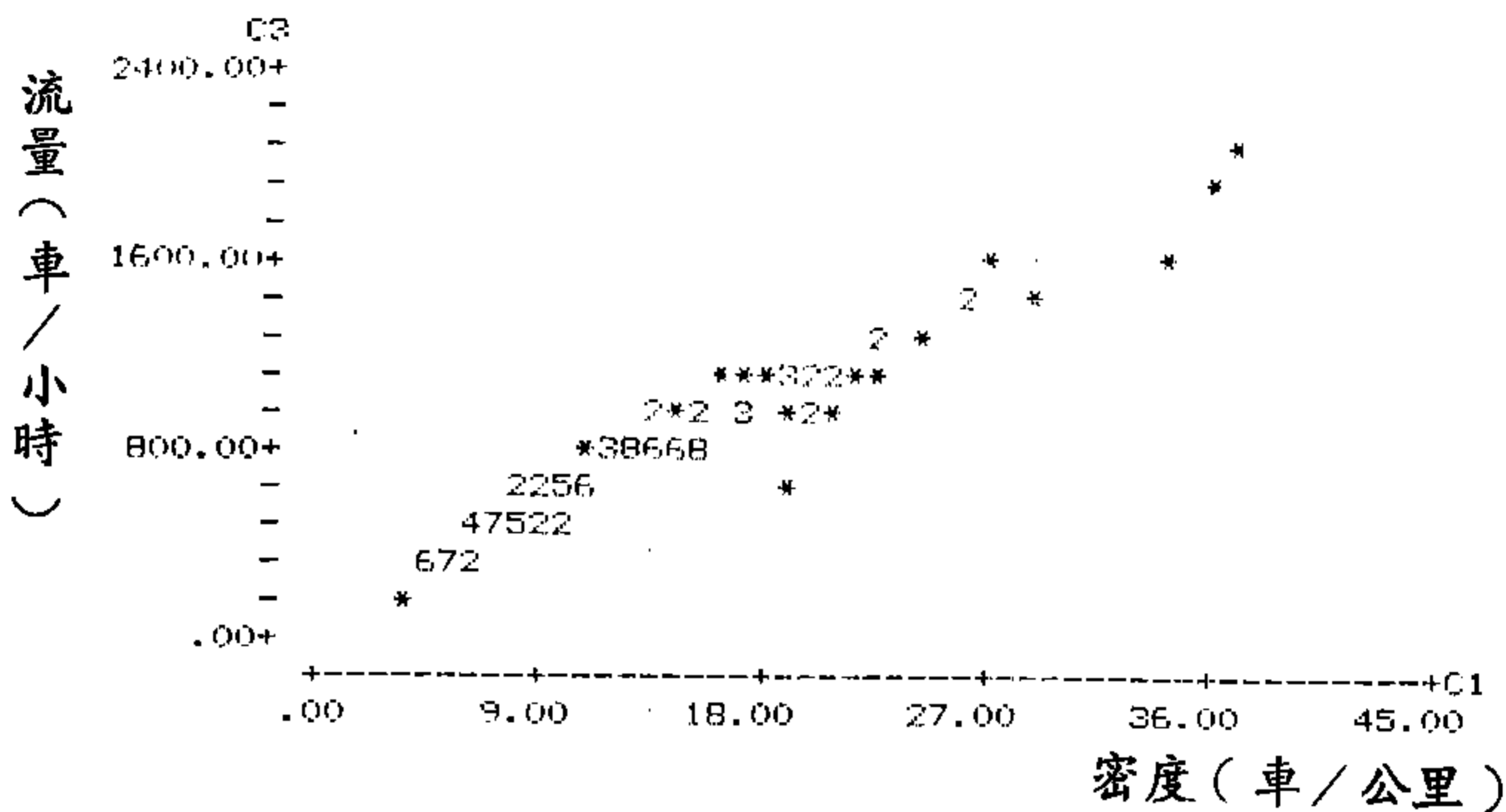


速率(公里/小時)



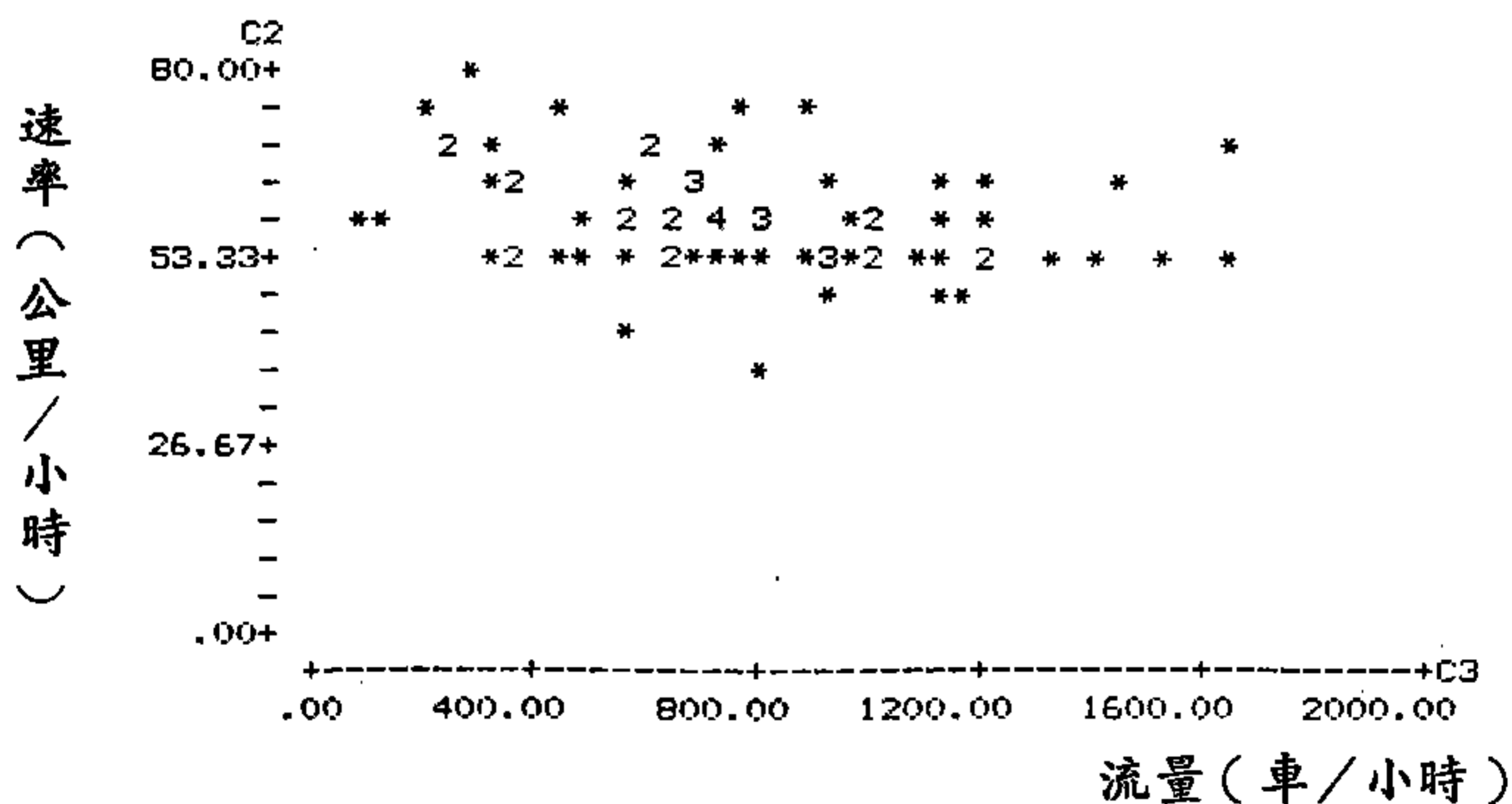
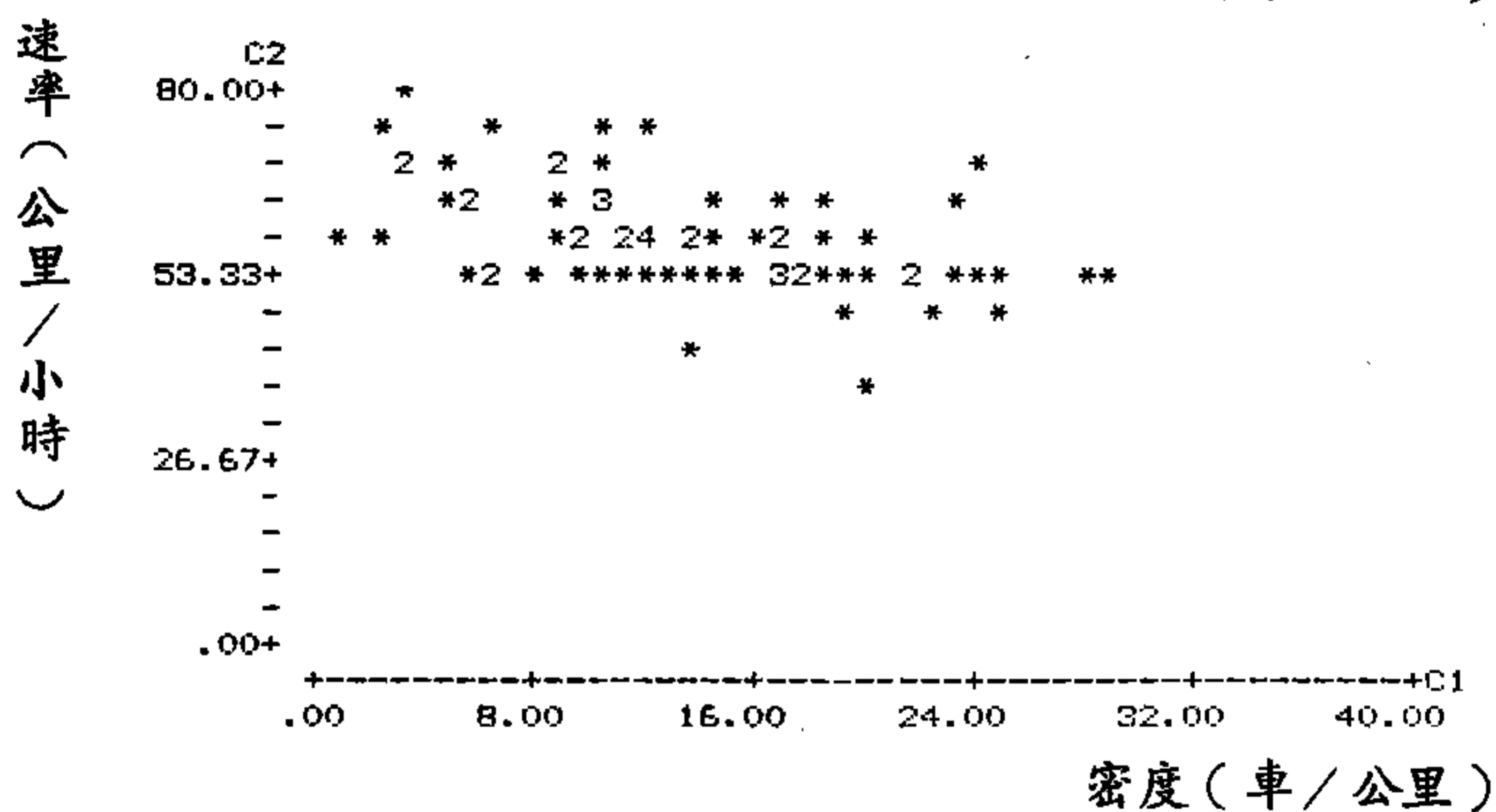
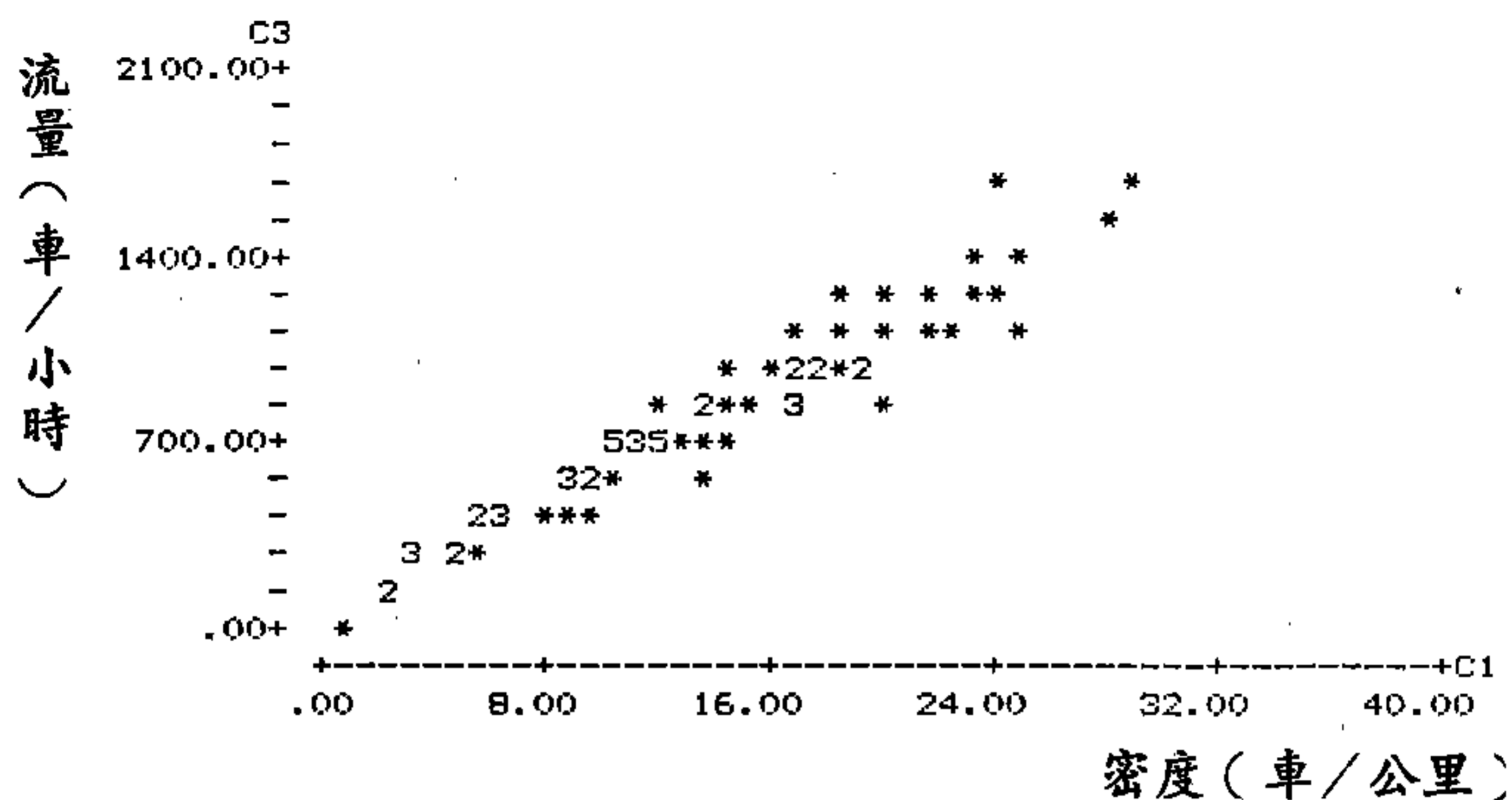
(c)以 60 秒為間隔之內車道關係分佈圖(往台中)

圖(c)-1 台中—霧峰 流量—速率—密度關係分佈圖



(d)以 60 秒為間隔之內車道關係分佈圖 (往霧峰)

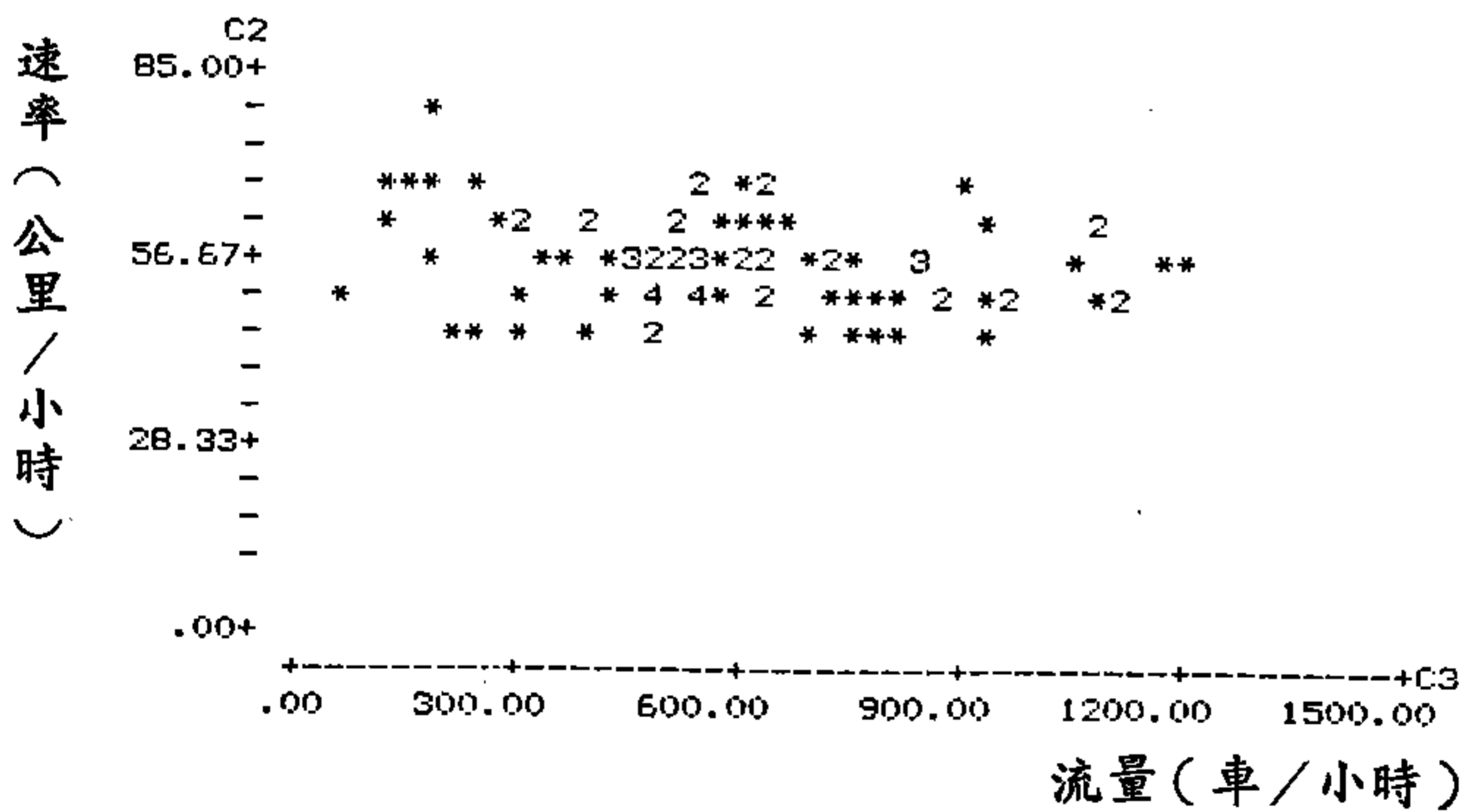
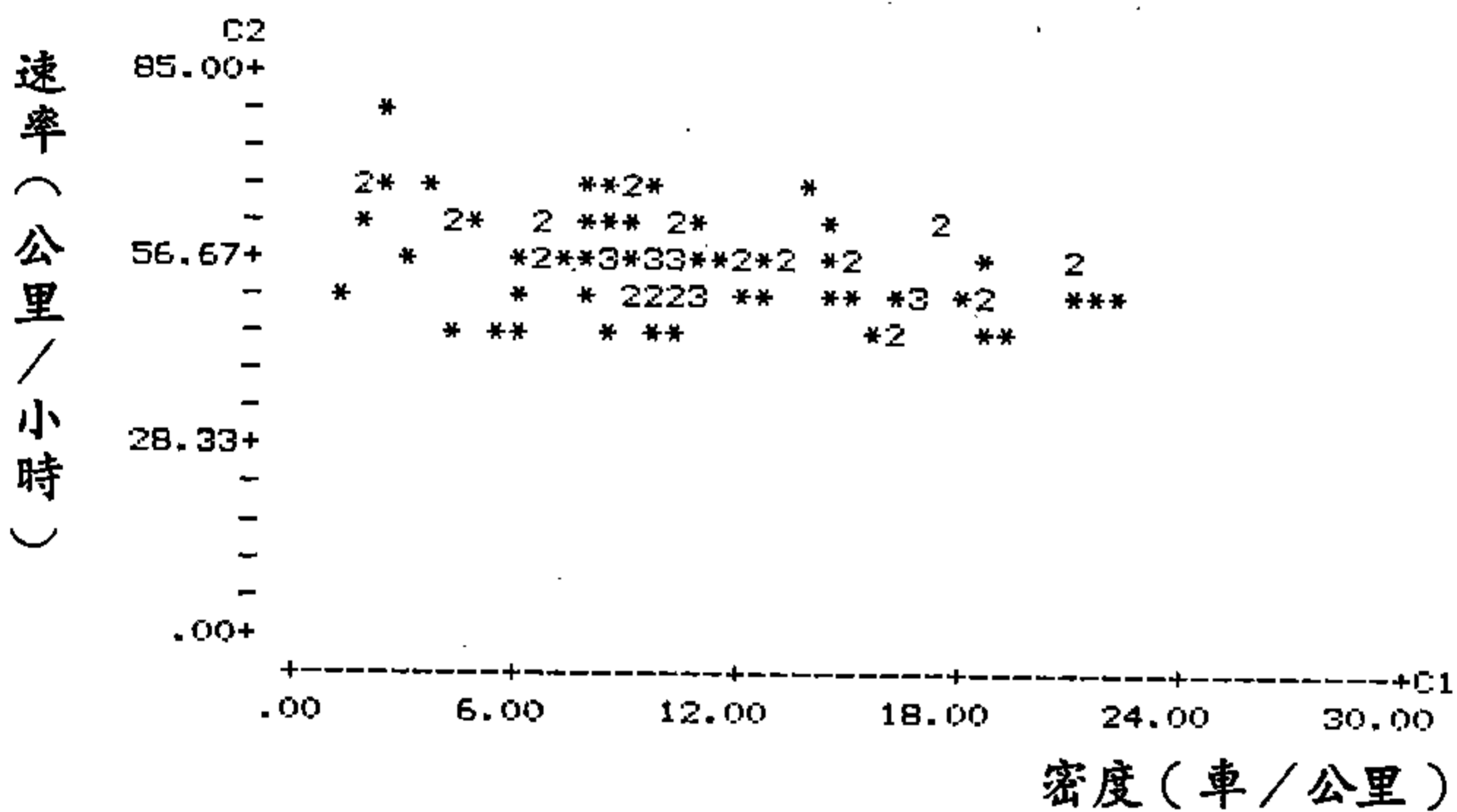
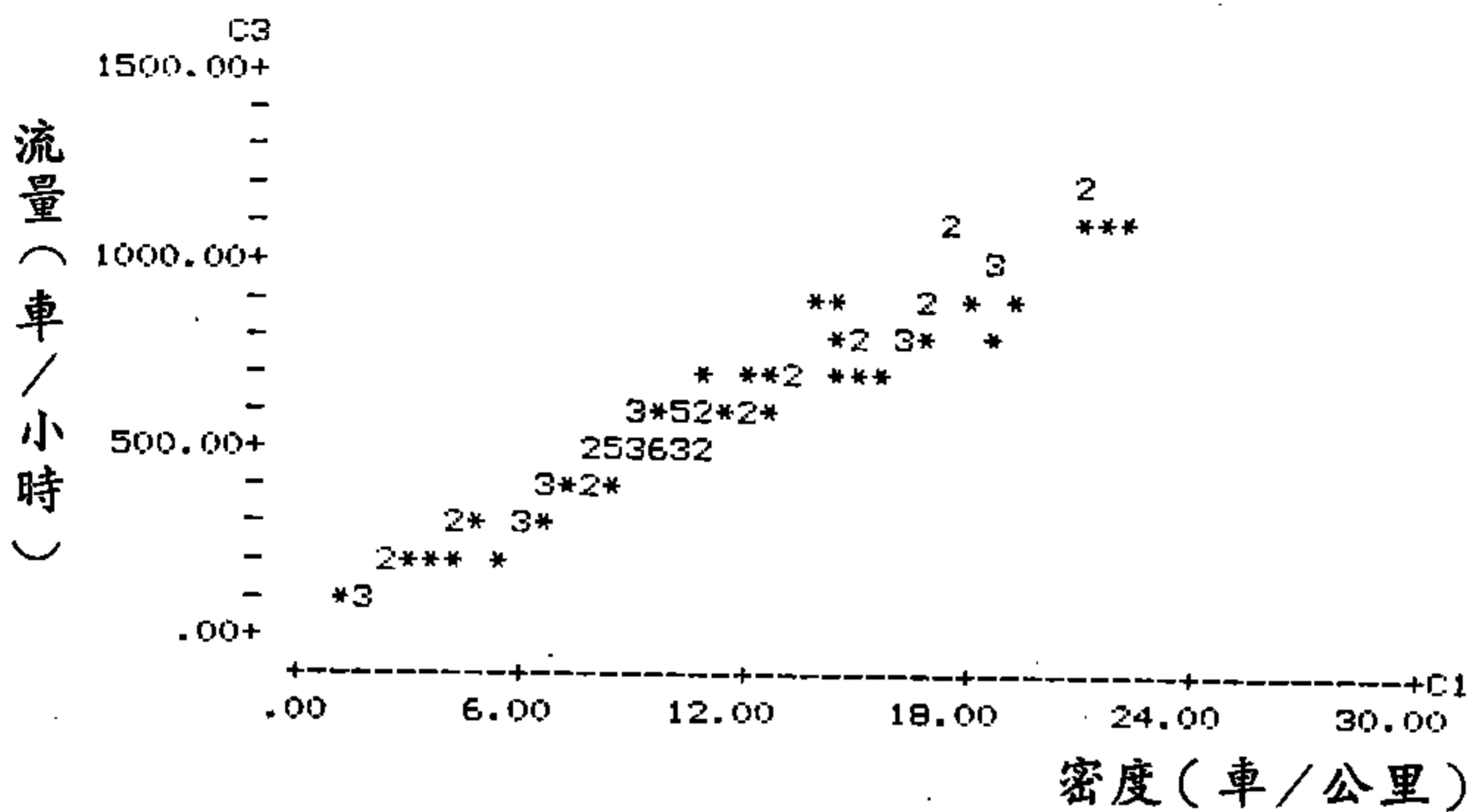
圖(c)-1 台中—霧峰 流量—速率—密度關係分佈圖



以 60 秒為間隔之內車道關係分佈圖 (往台中)

圖(c)-2 台中—彰化 流量—速率—密度關係分佈圖



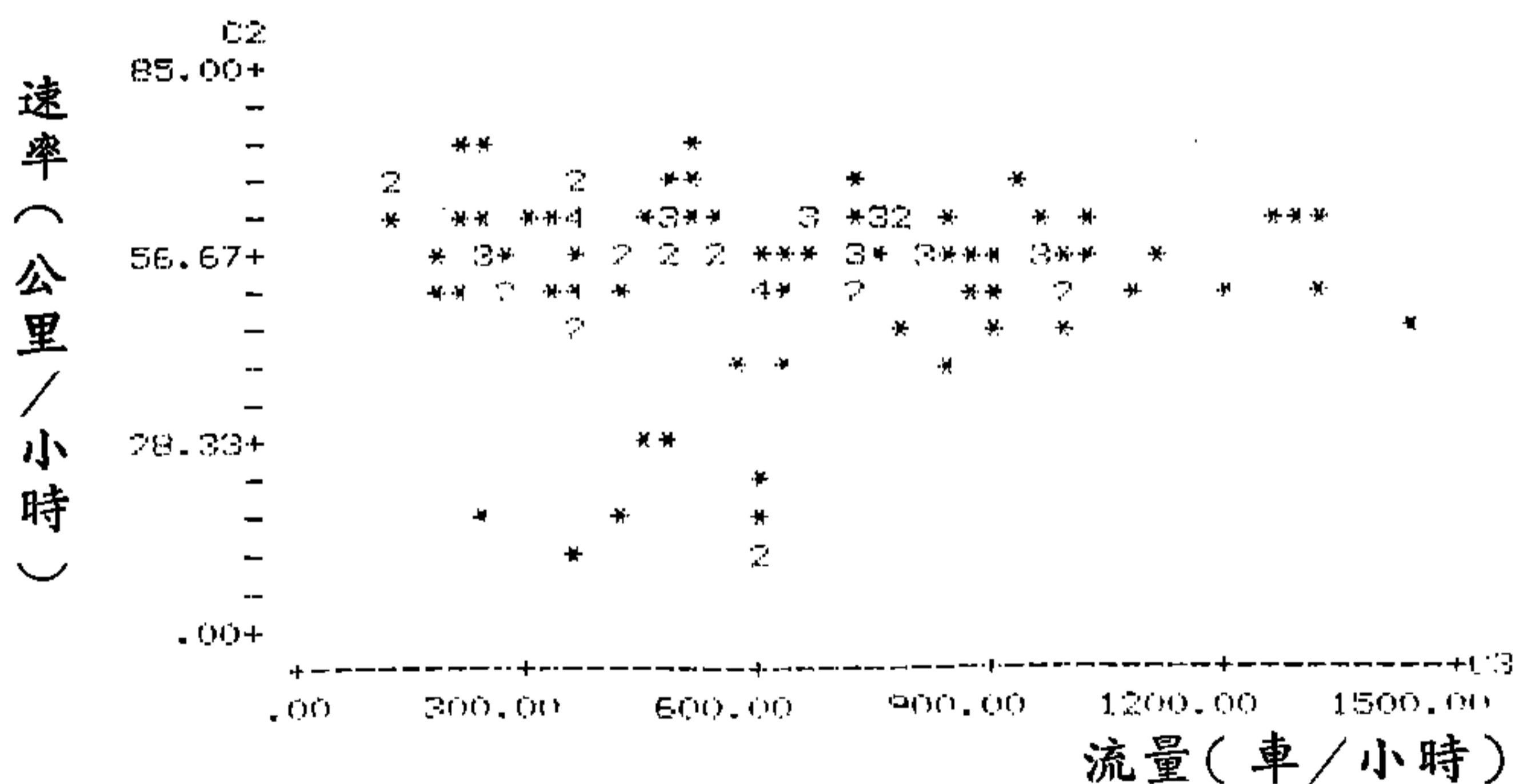
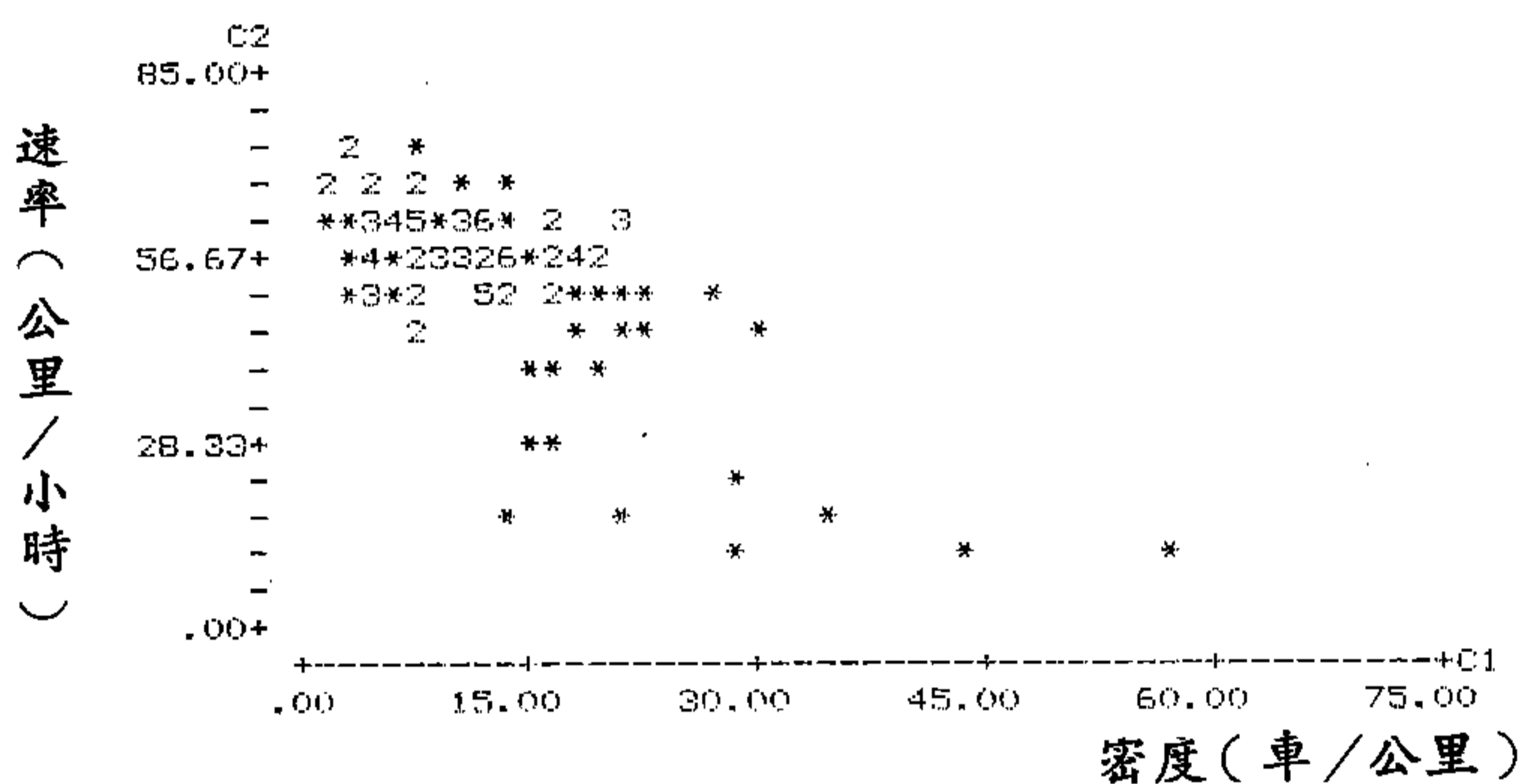
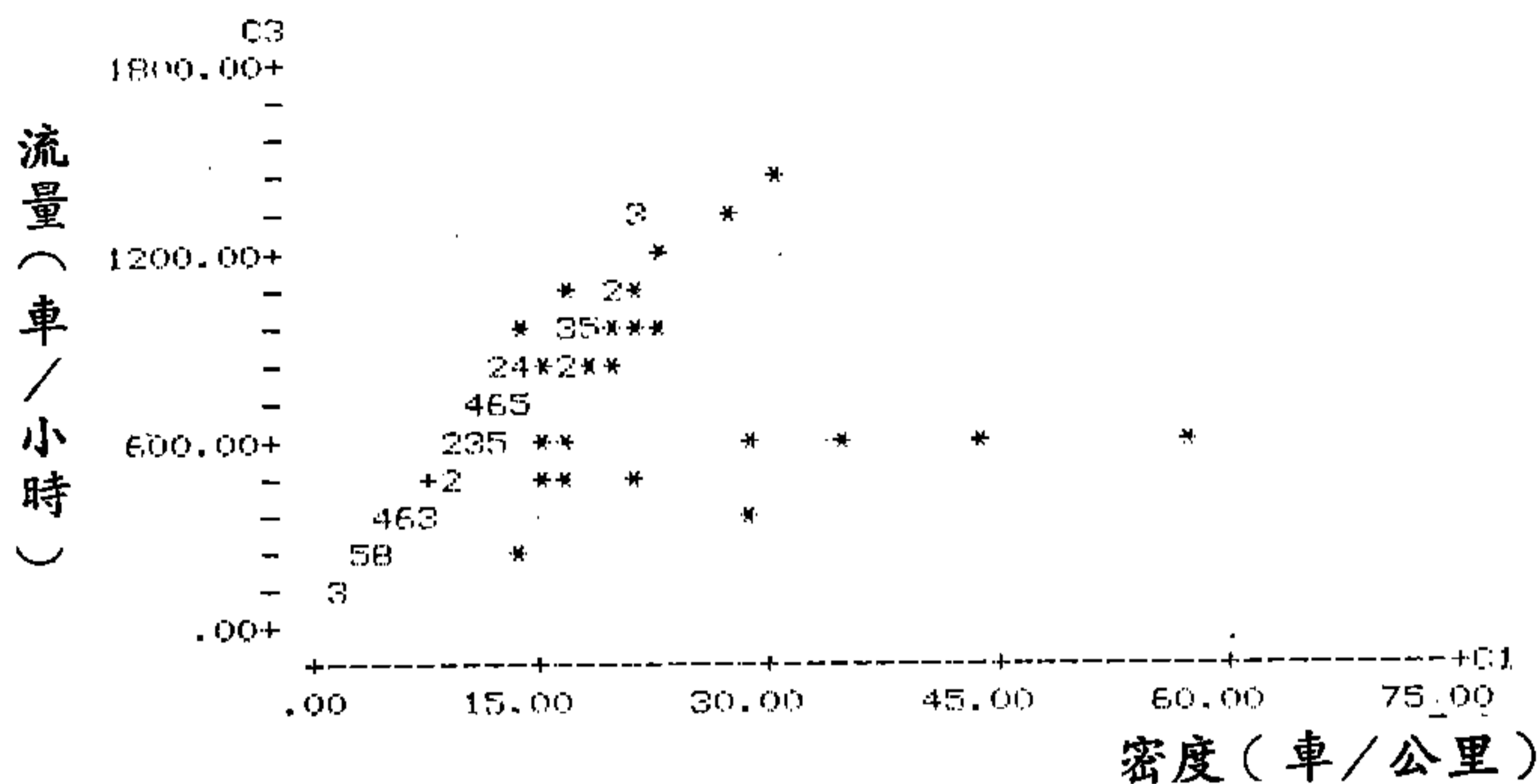


以 60 秒為間隔之外車道關係分佈圖 (往彰化)

圖(c)-2 台中—彰化 流量—速率—密度關係分佈圖



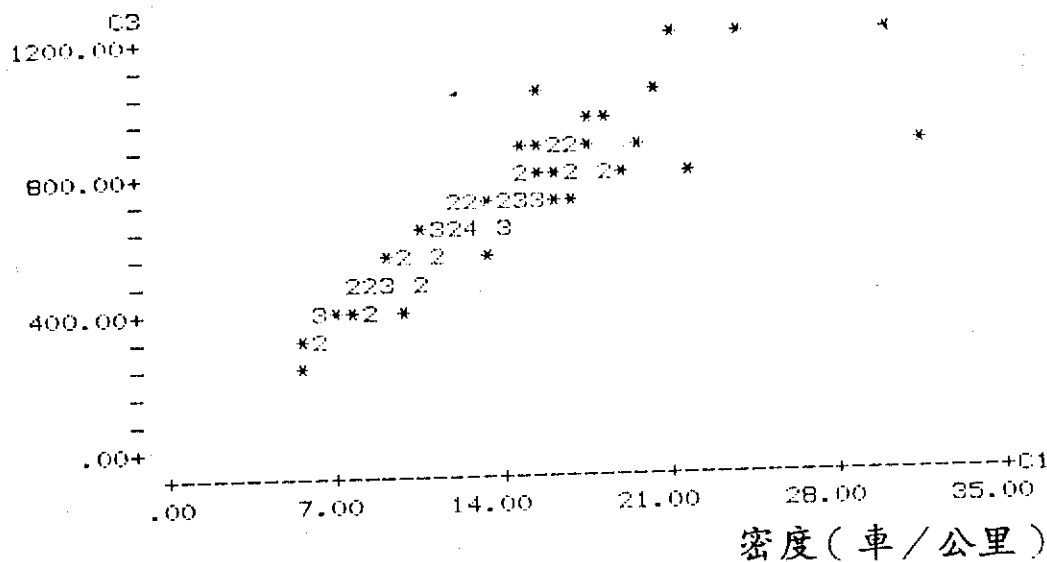




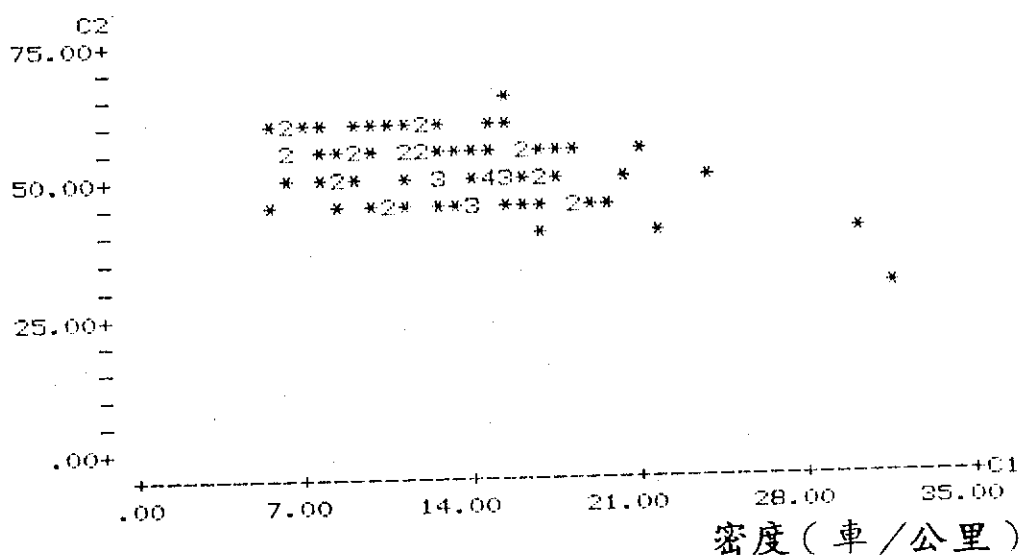
以 60 秒為間隔之內車道關係分佈圖 (往中和)

圖(c)-3 中和—板橋 流量—速率—密度關係分佈圖

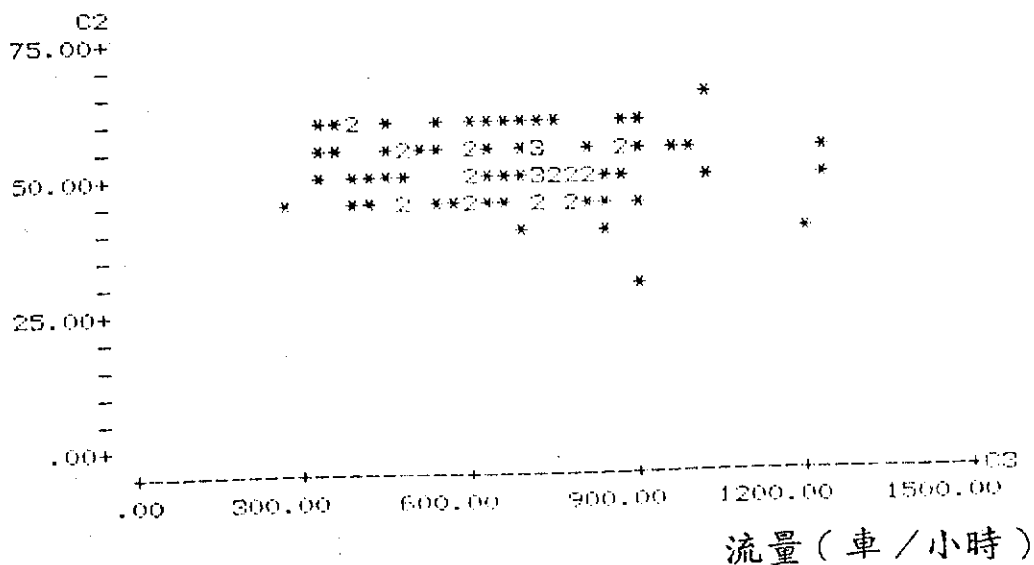
流量(車/小時)



速率(公里/小時)

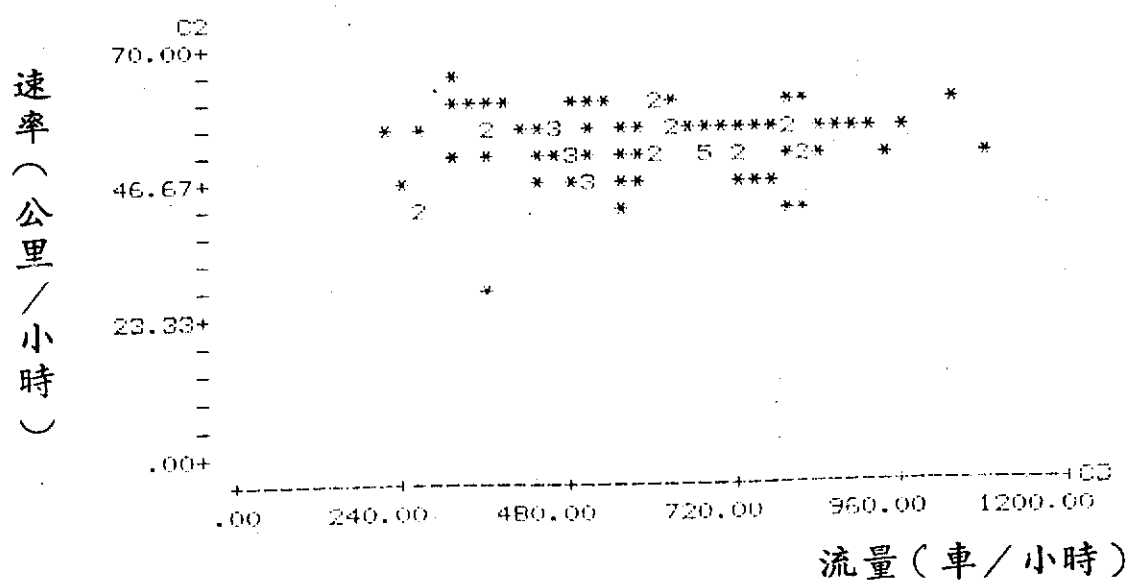
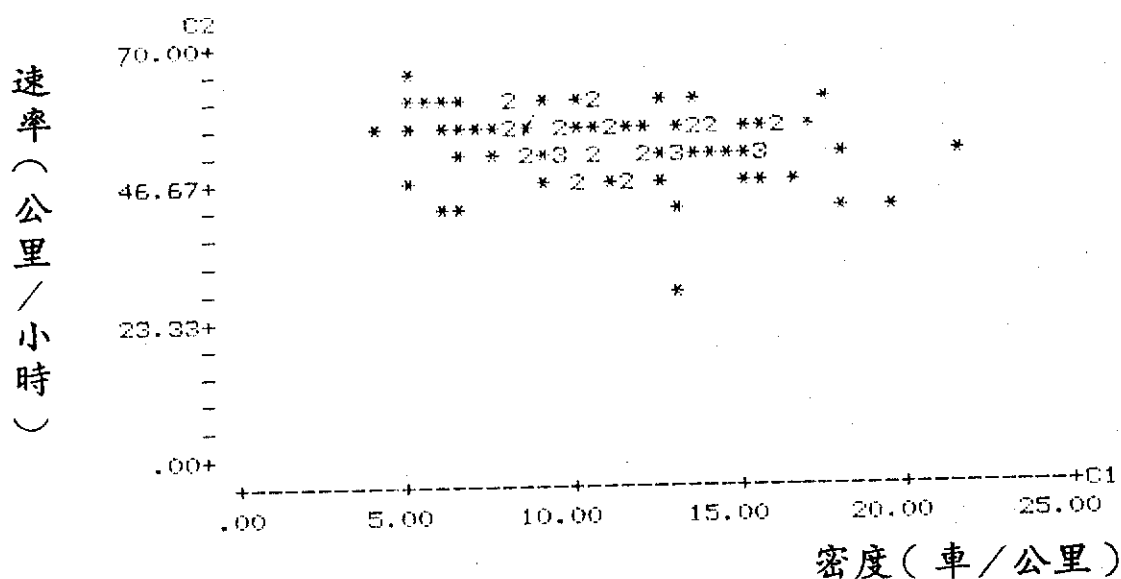
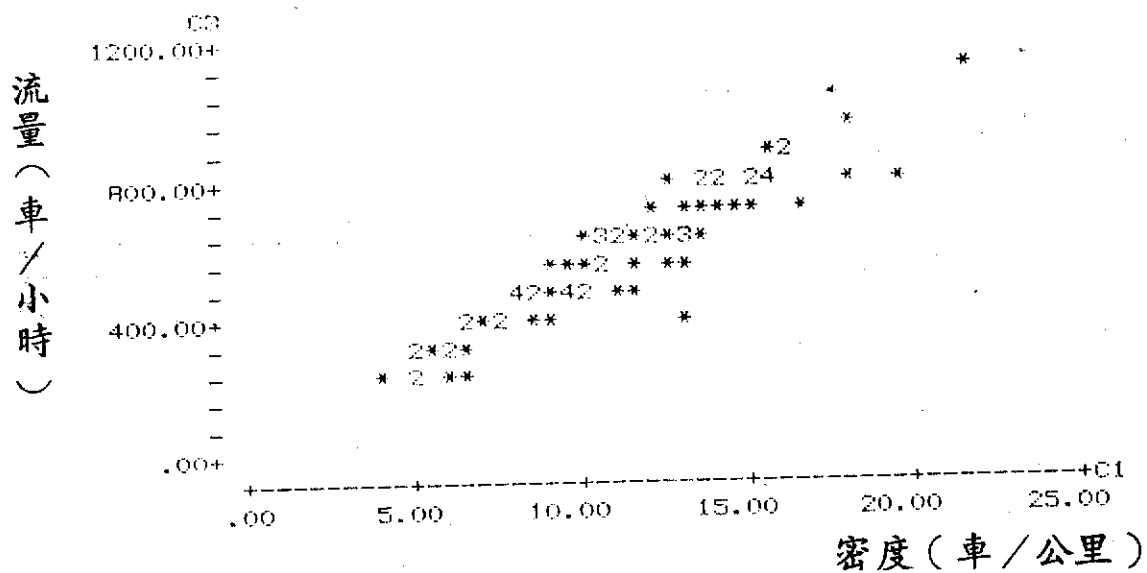


速率(公里/小時)



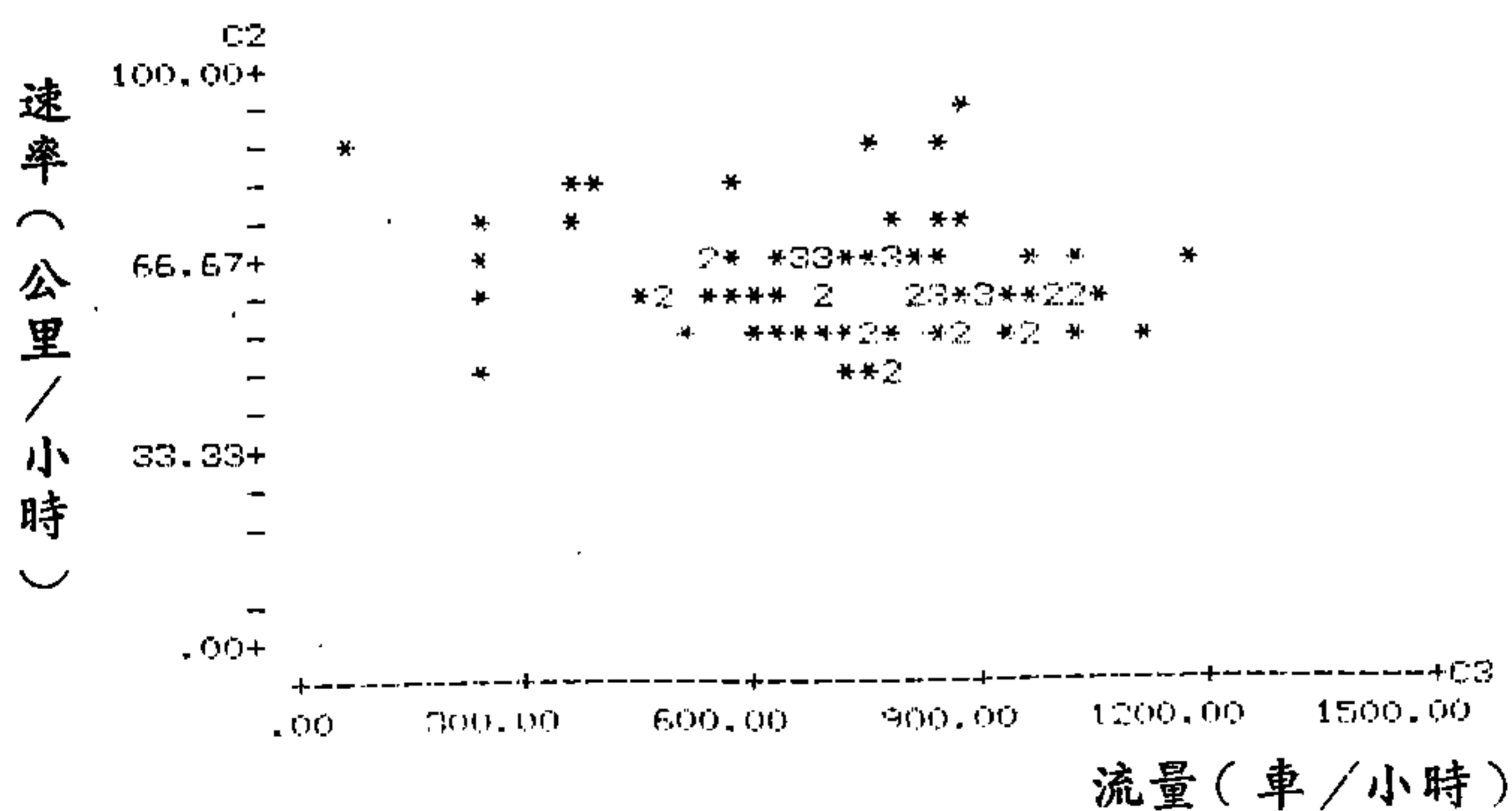
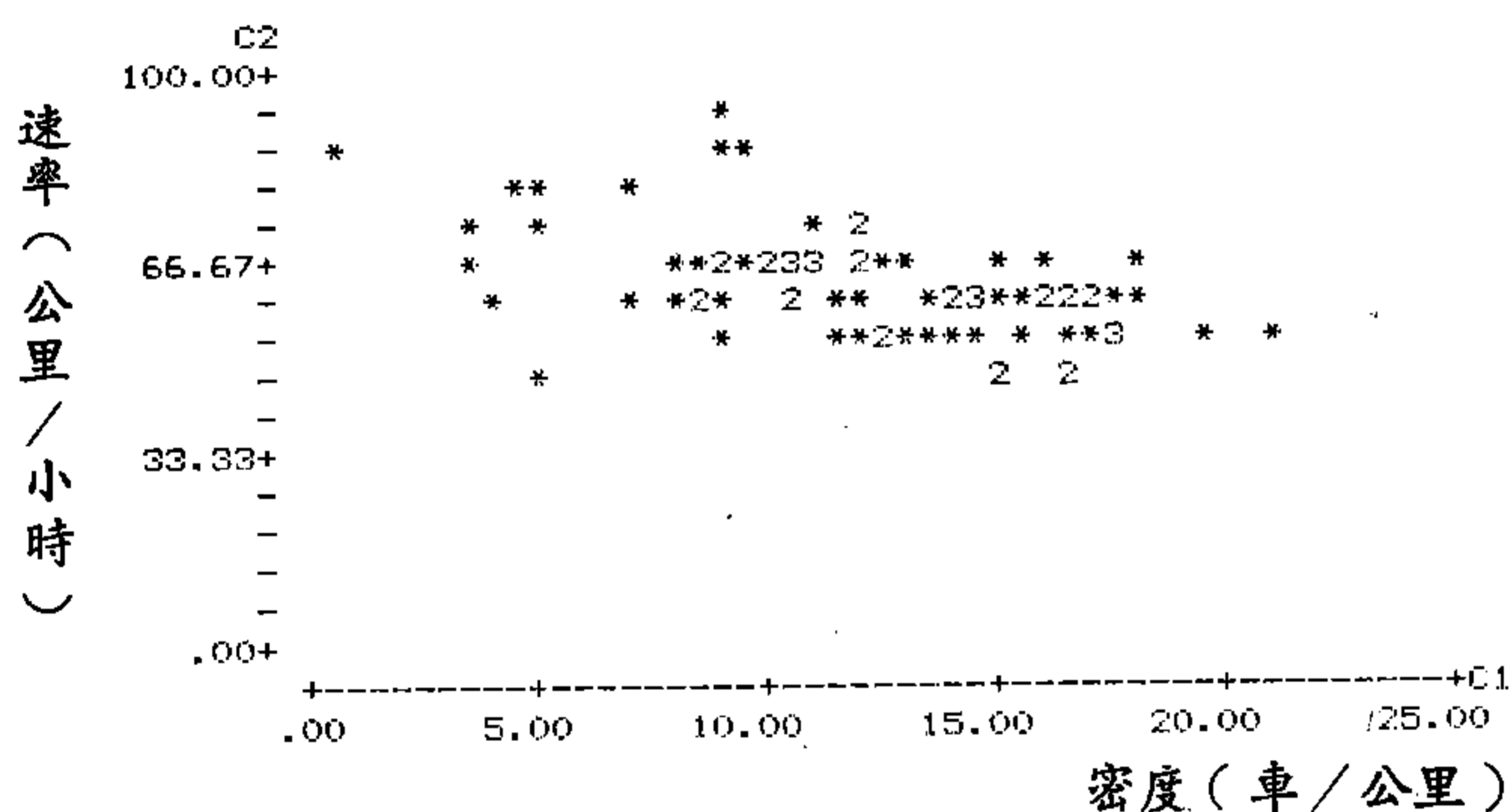
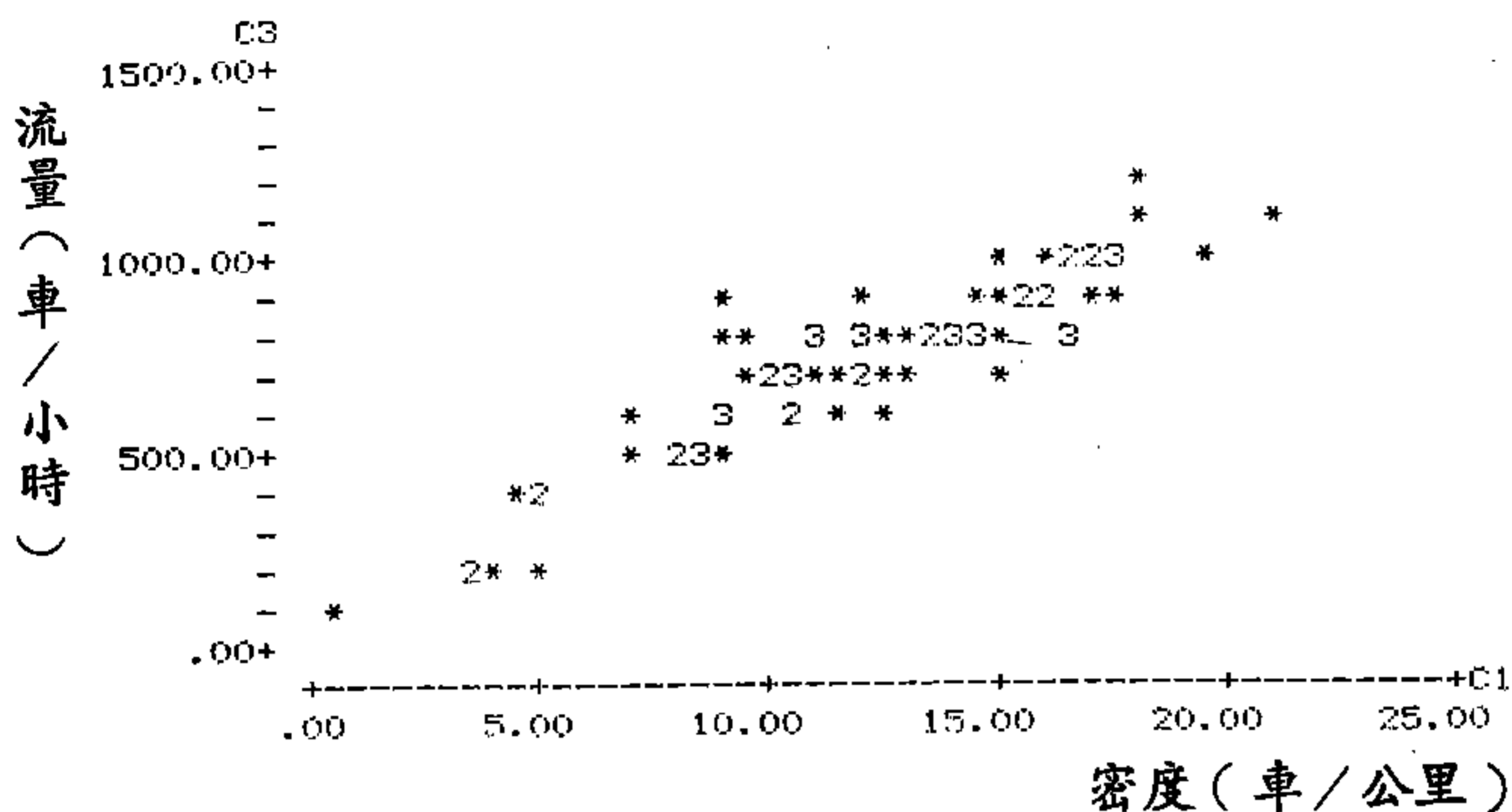
以60秒為間隔之外車道關係分佈圖(往台南)

圖(c)-4 台南—永康 流量—速率—密度關係分佈圖



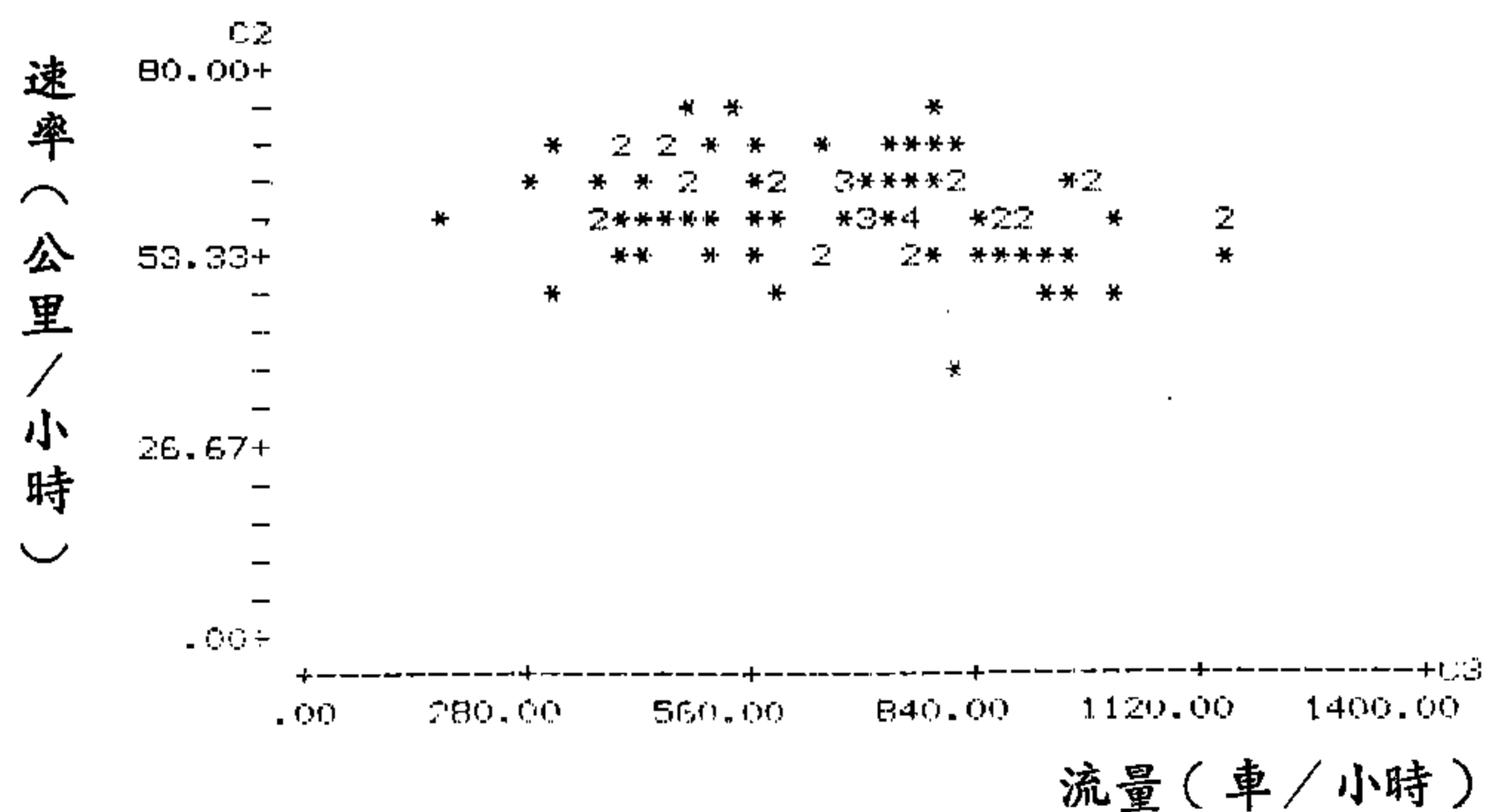
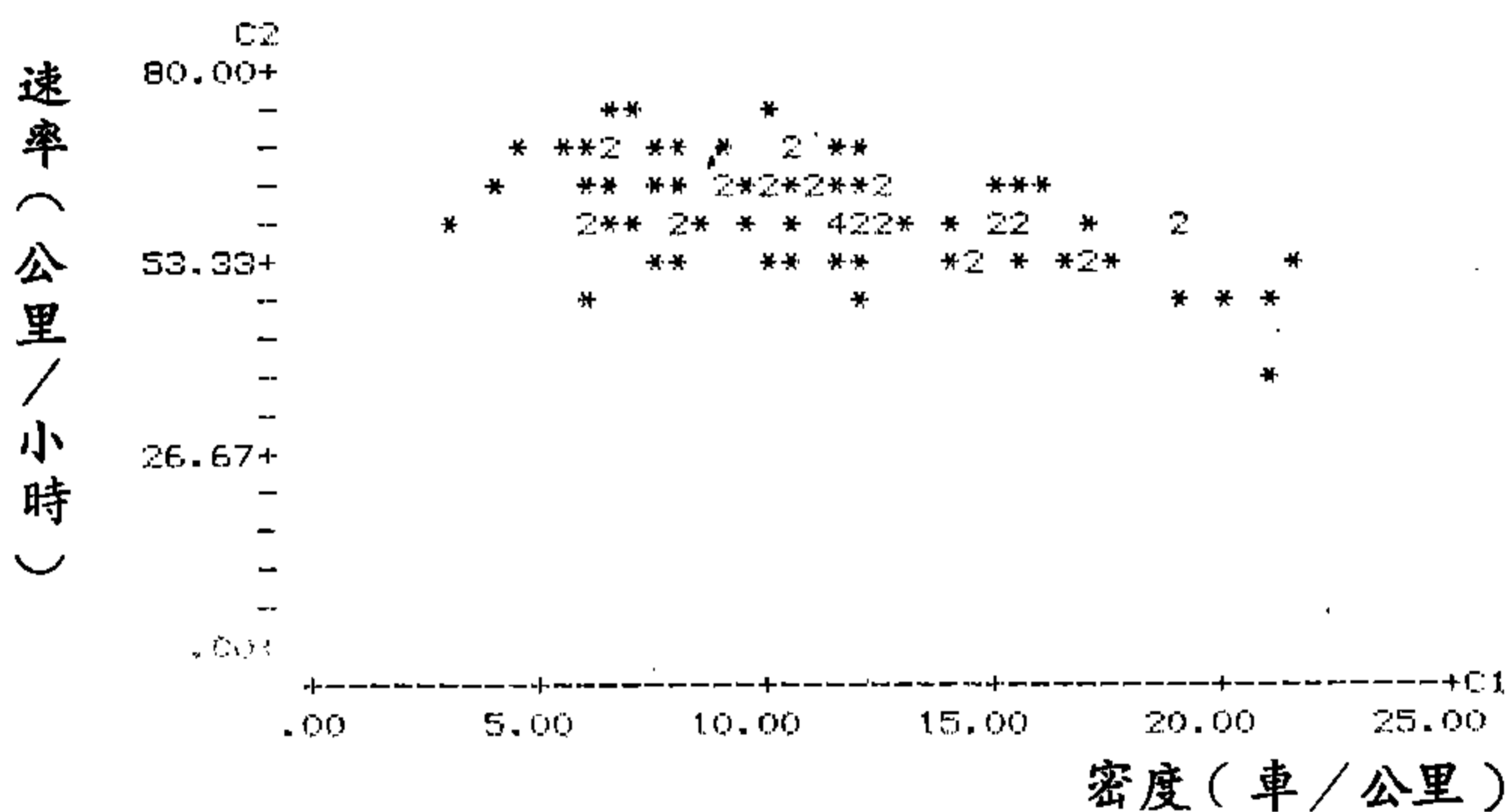
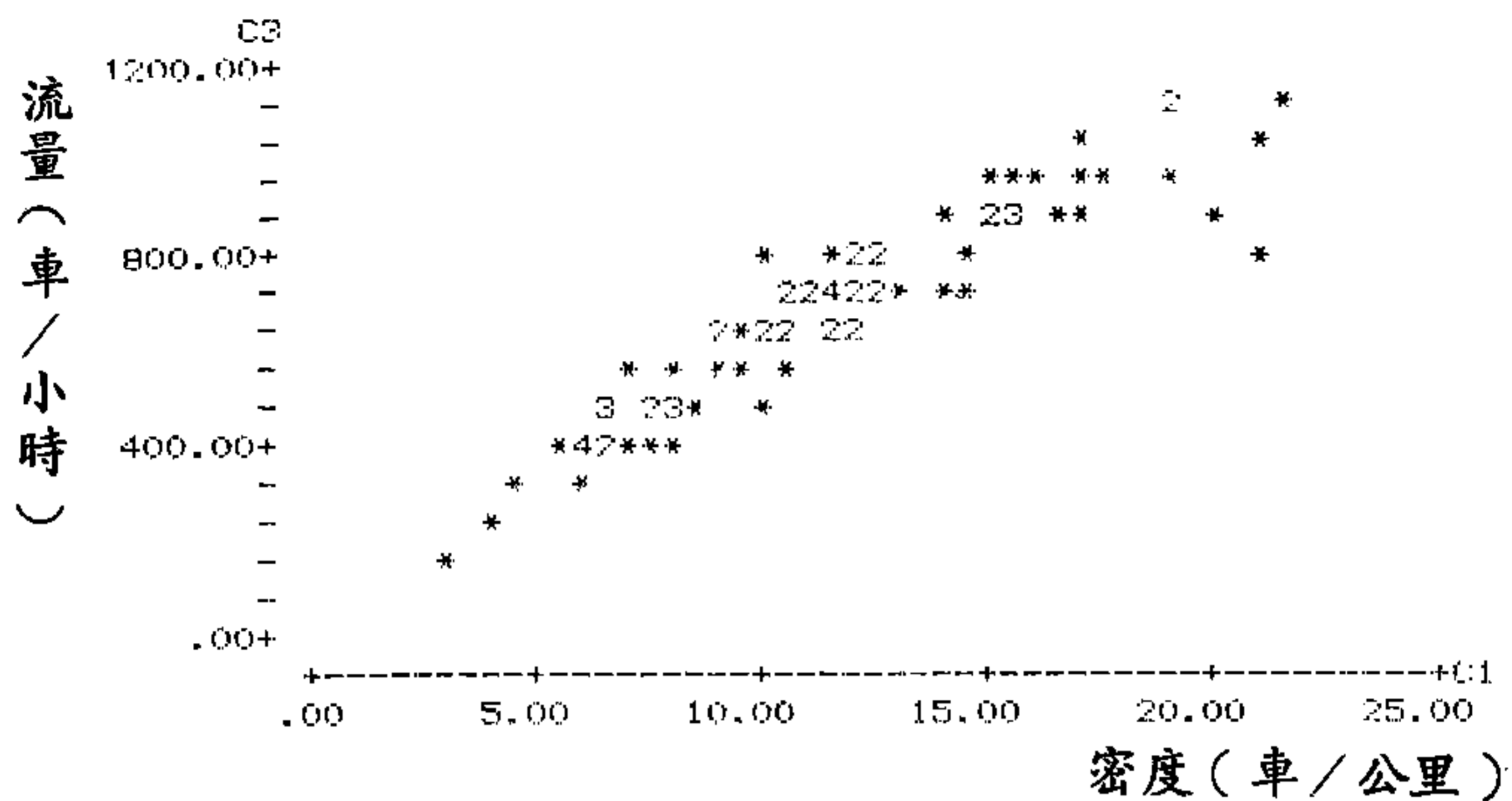
以 60 秒為間隔之外車道關係分佈圖 (往永康)

圖(c)-4 台南—永康 流量—速率—密度關係分佈圖



以 60 秒為間隔之內車道關係分佈圖 (往台南)

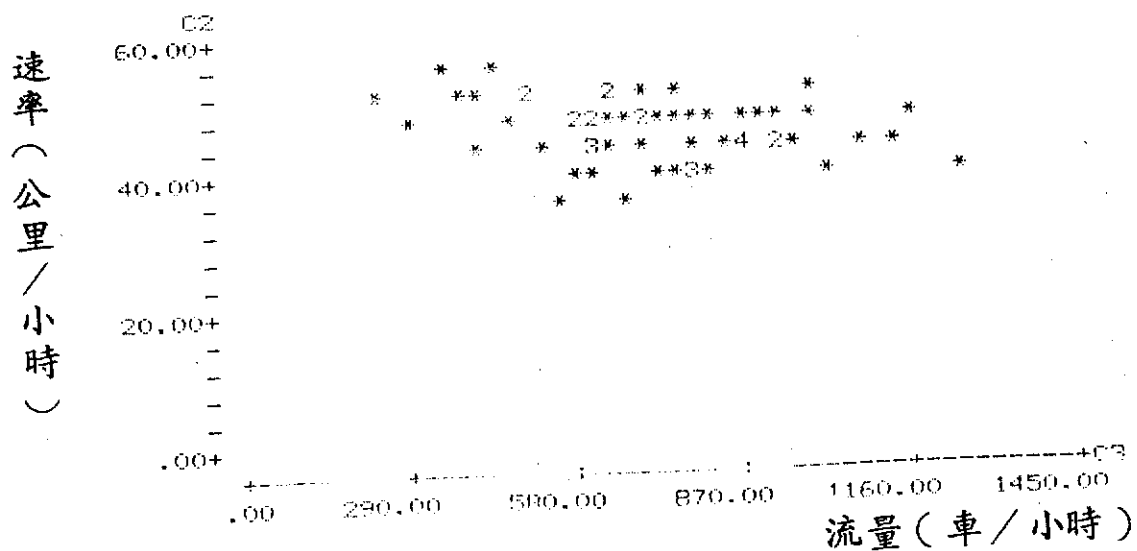
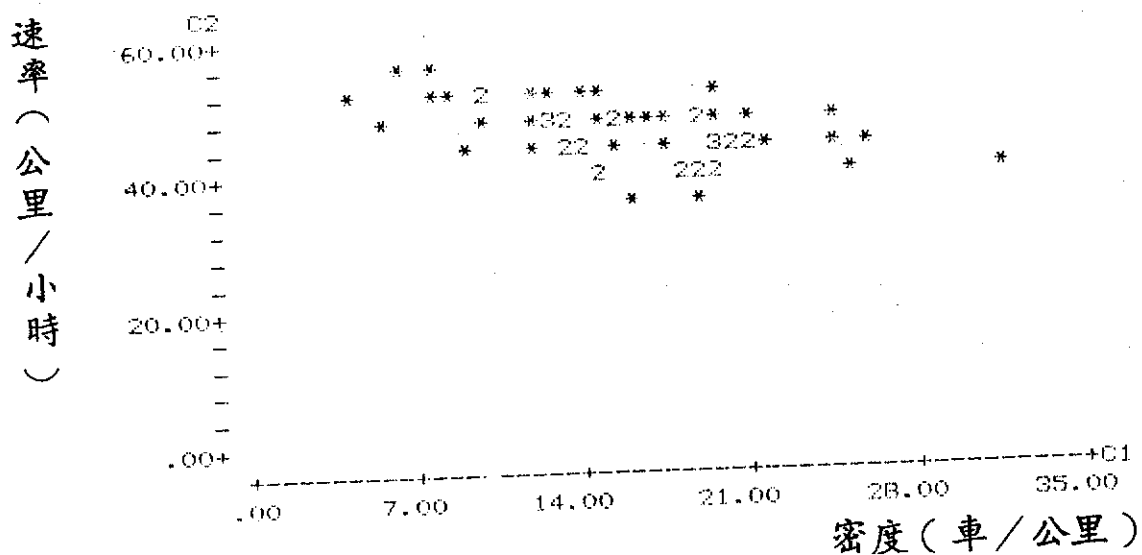
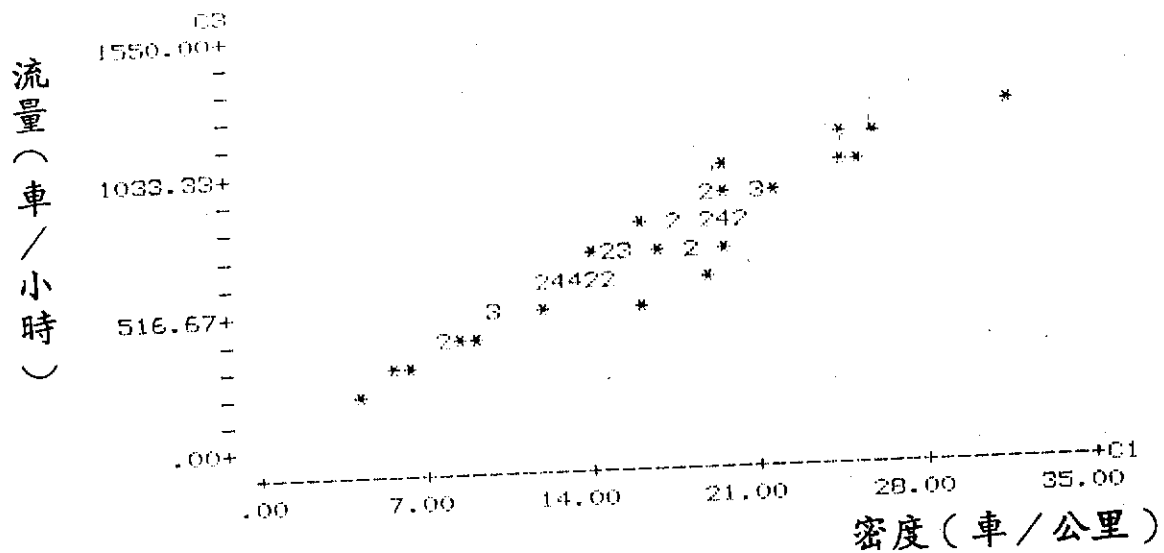
圖(c)-4 台南—永康 流量—速率—密度關係分佈圖



以 60 秒為間隔之內車道關係分佈圖 (往永康)

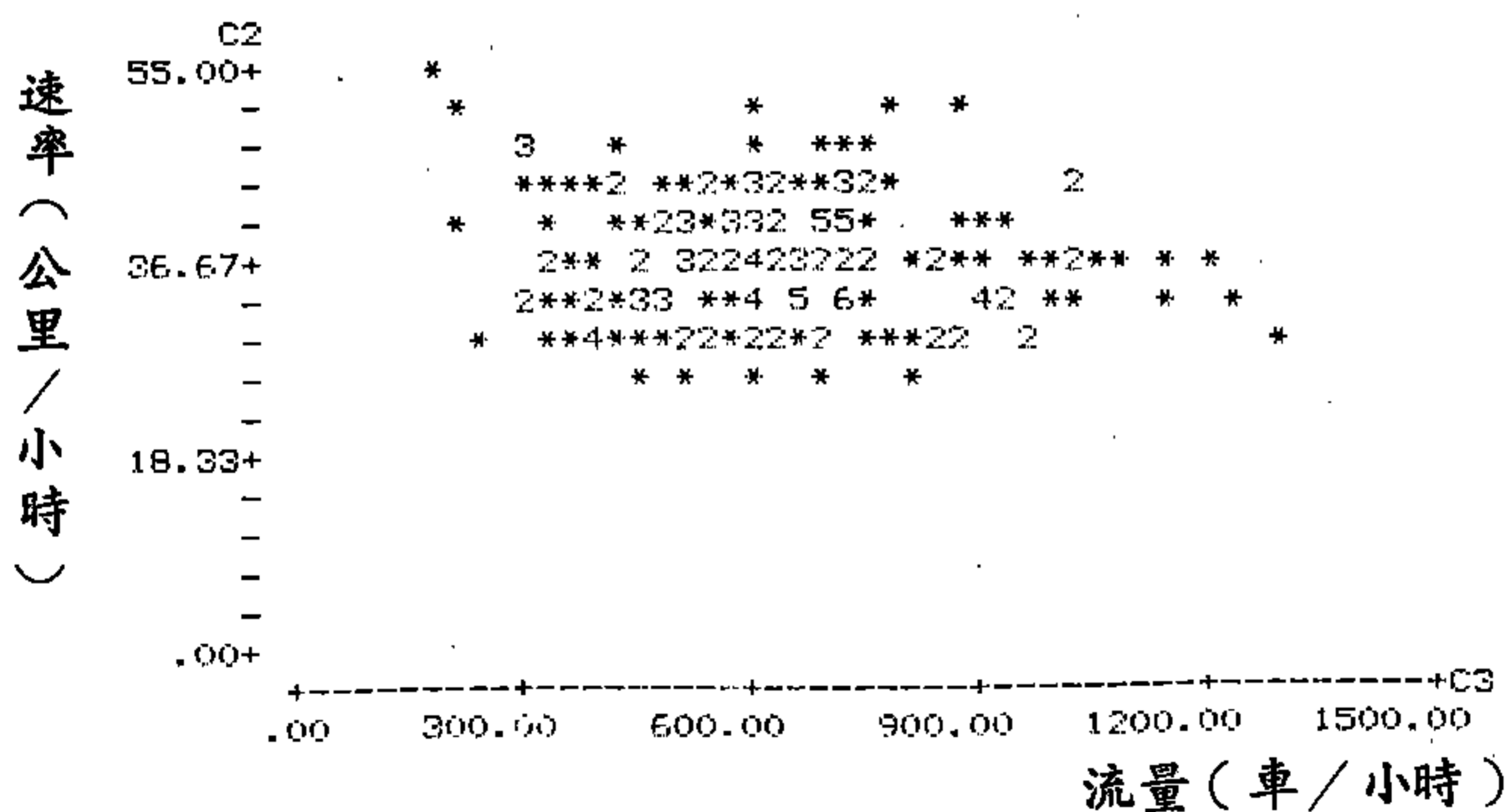
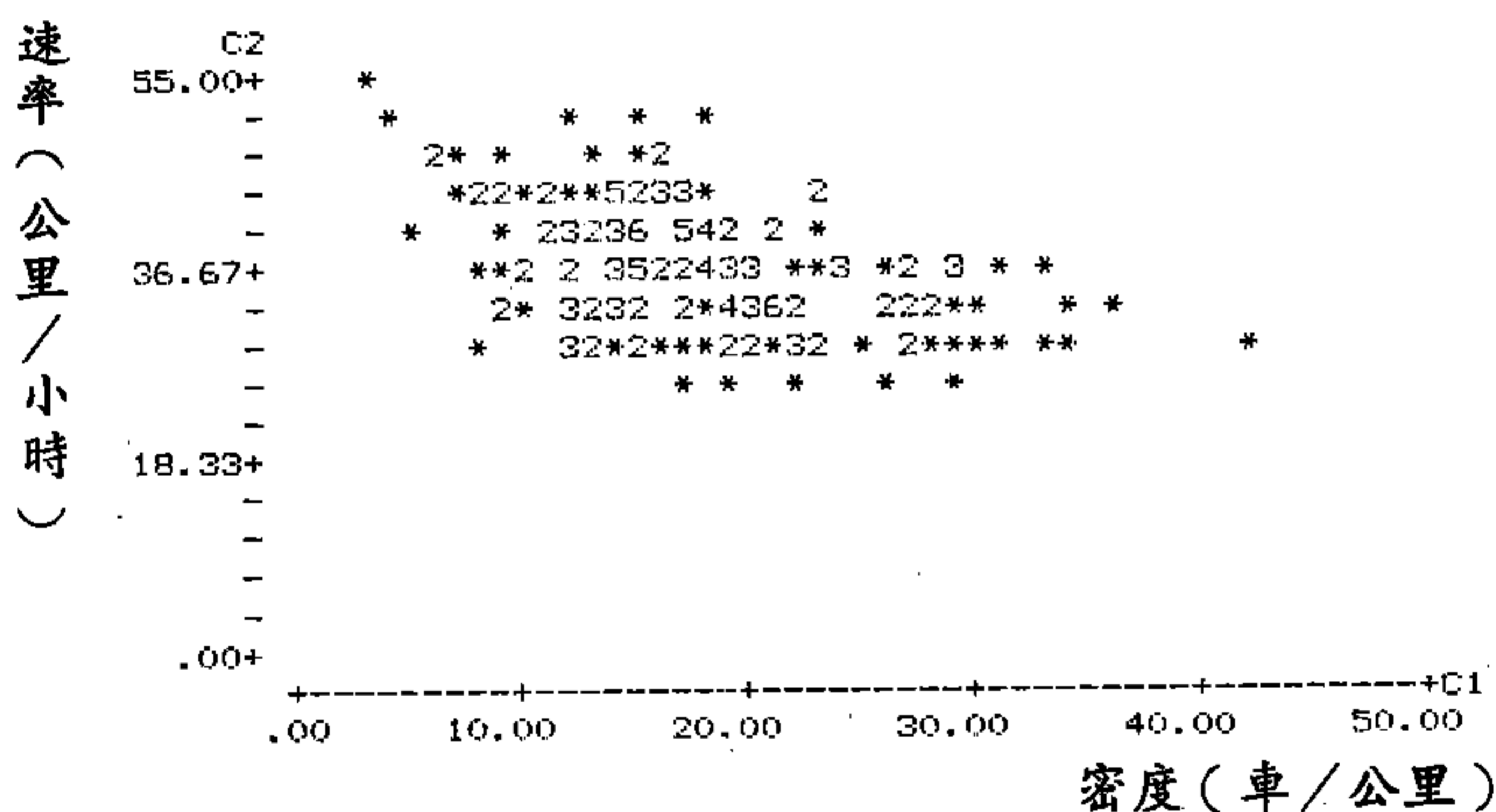
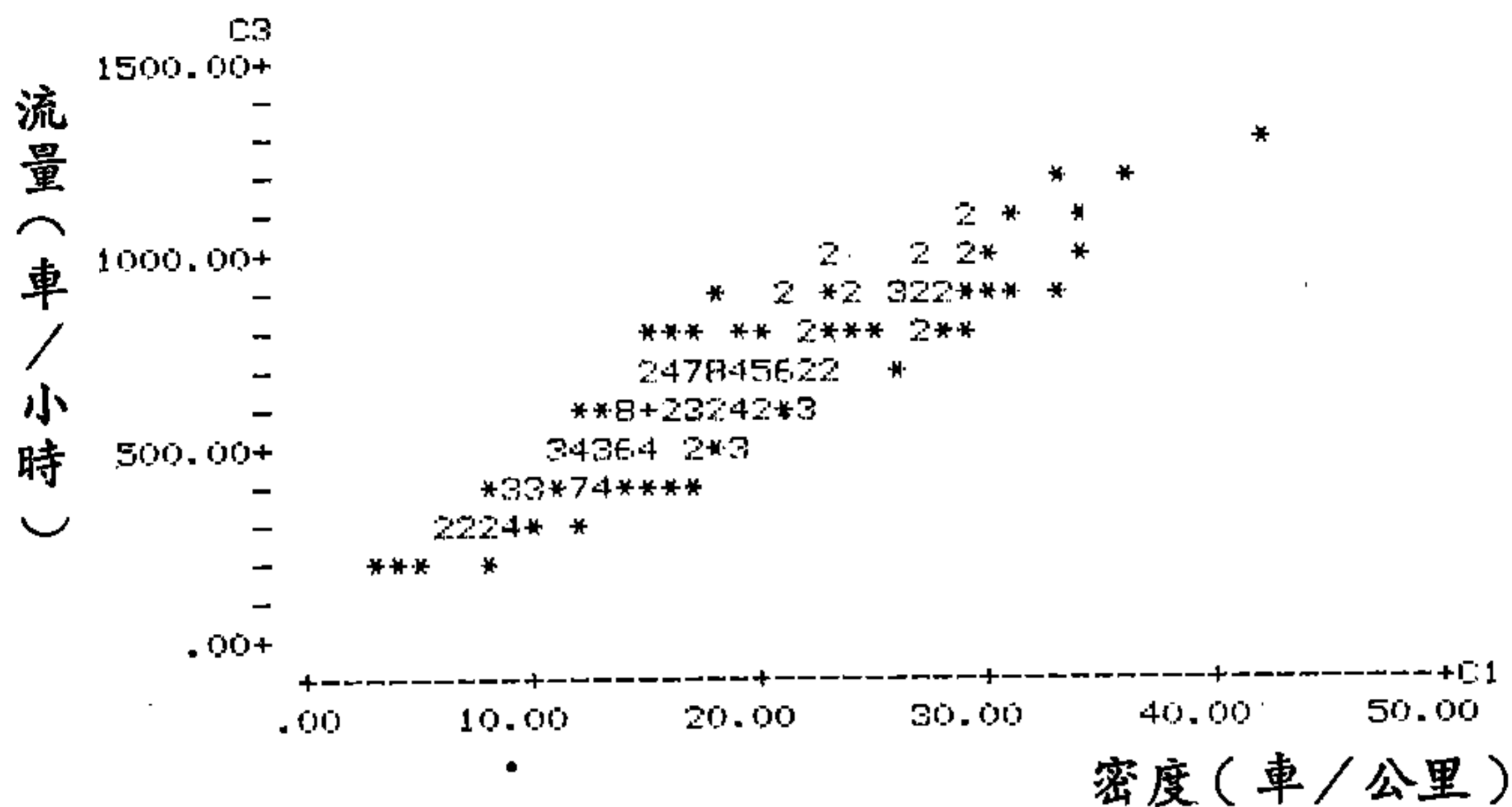
圖(c)-4 台南—永康 流量—速率—密度關係分佈圖





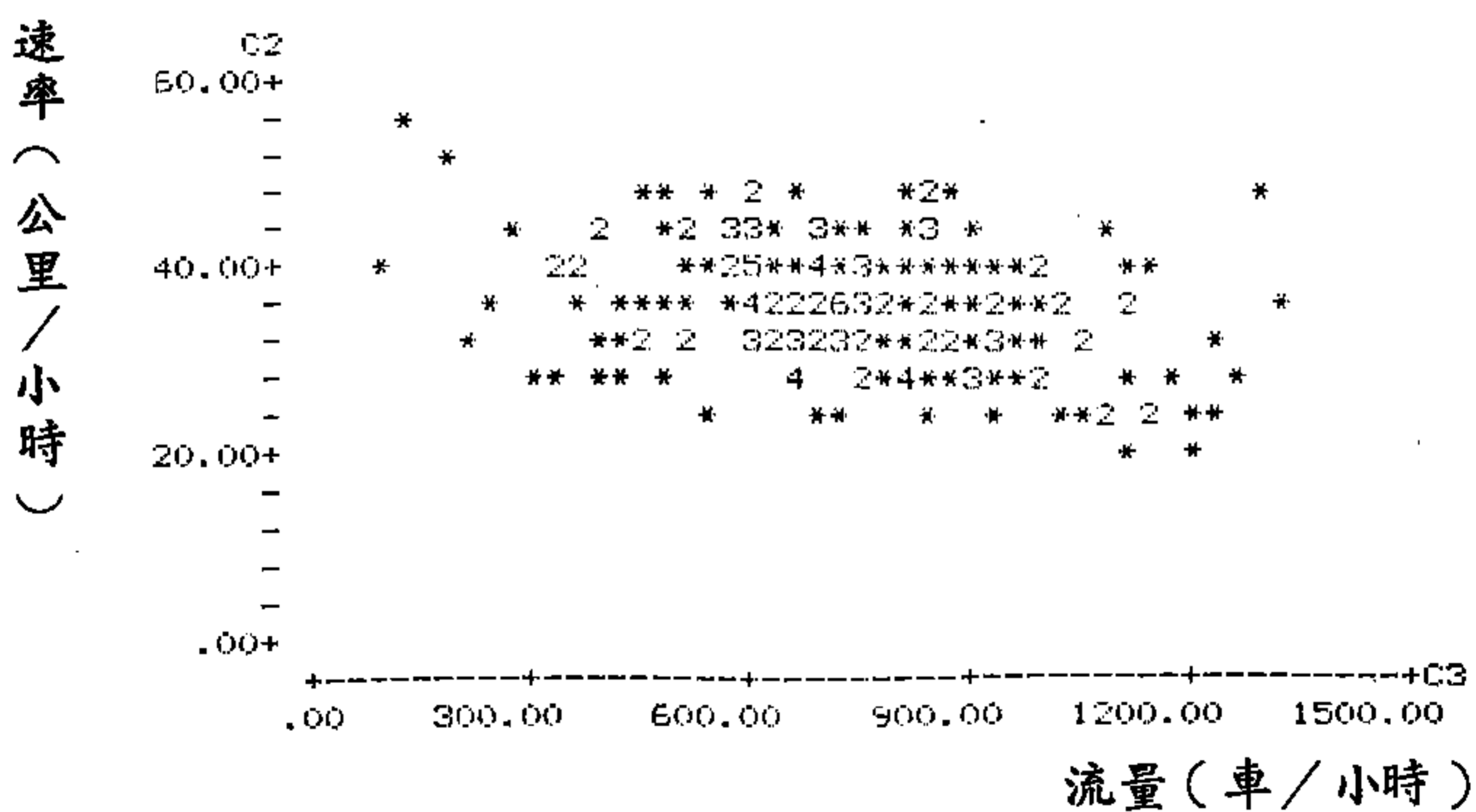
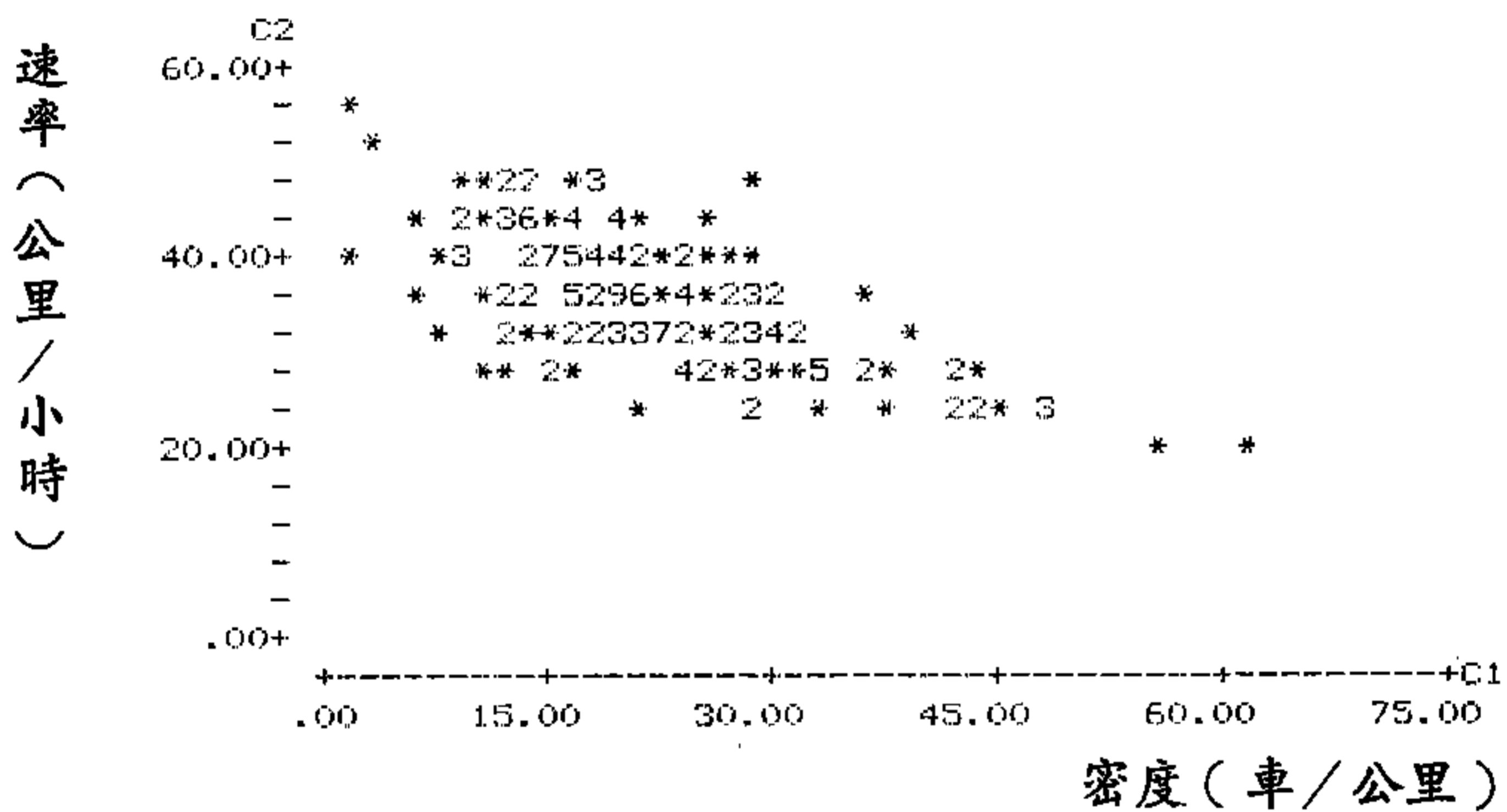
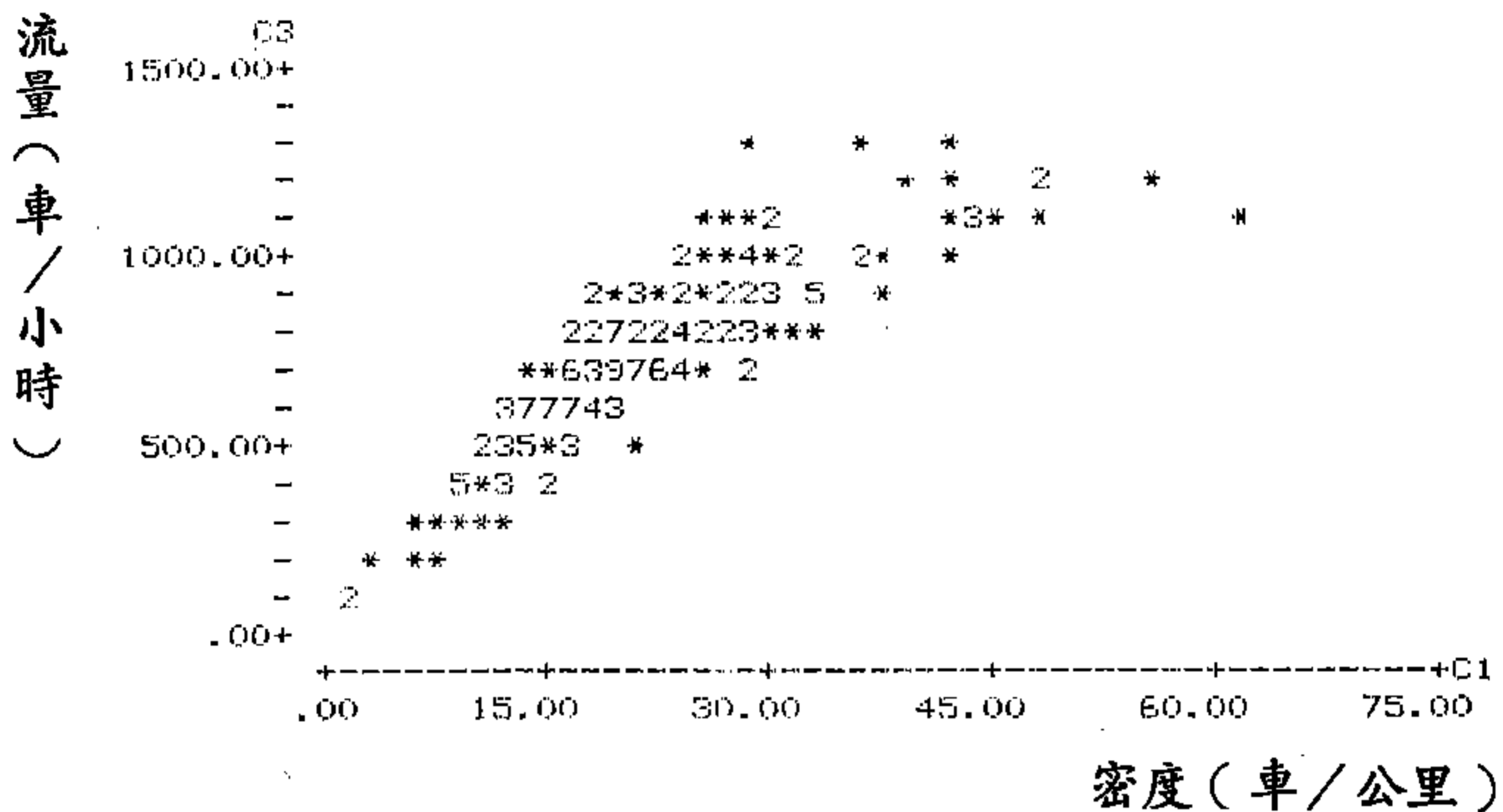
以 60 秒為間隔之快車道關係分佈圖 (往台中)

圖(c)-5 台中—大里 流量—速率—密度關係分佈圖



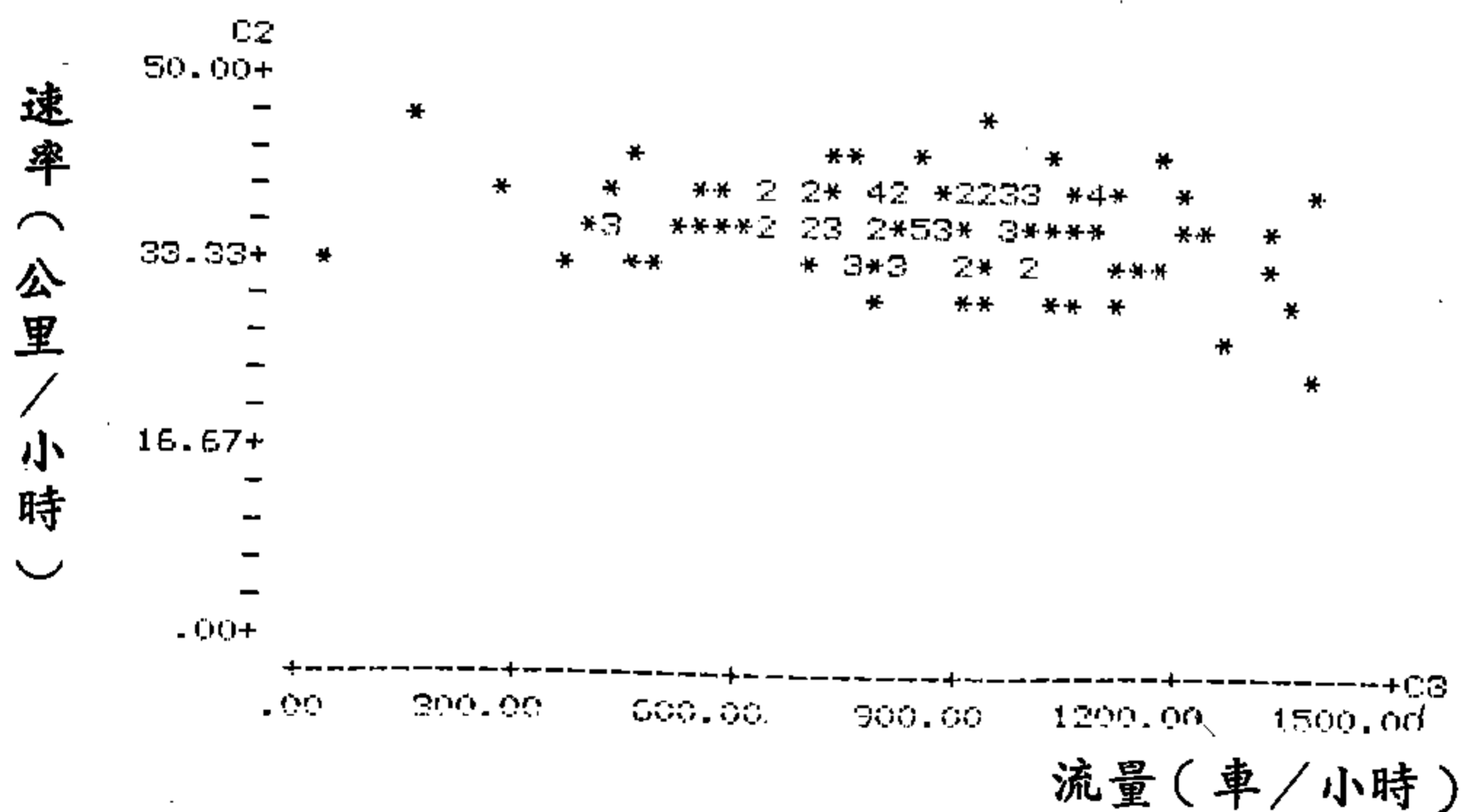
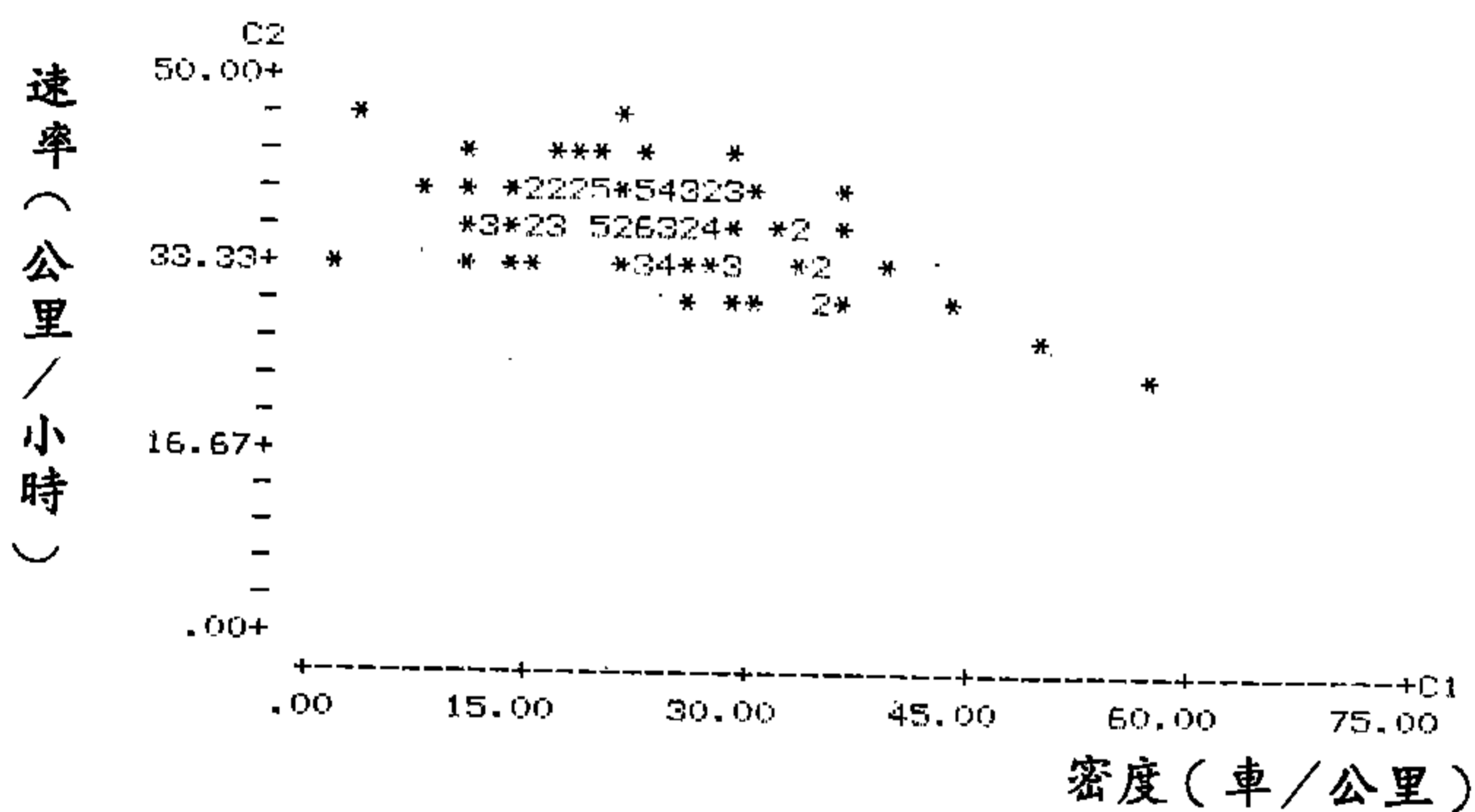
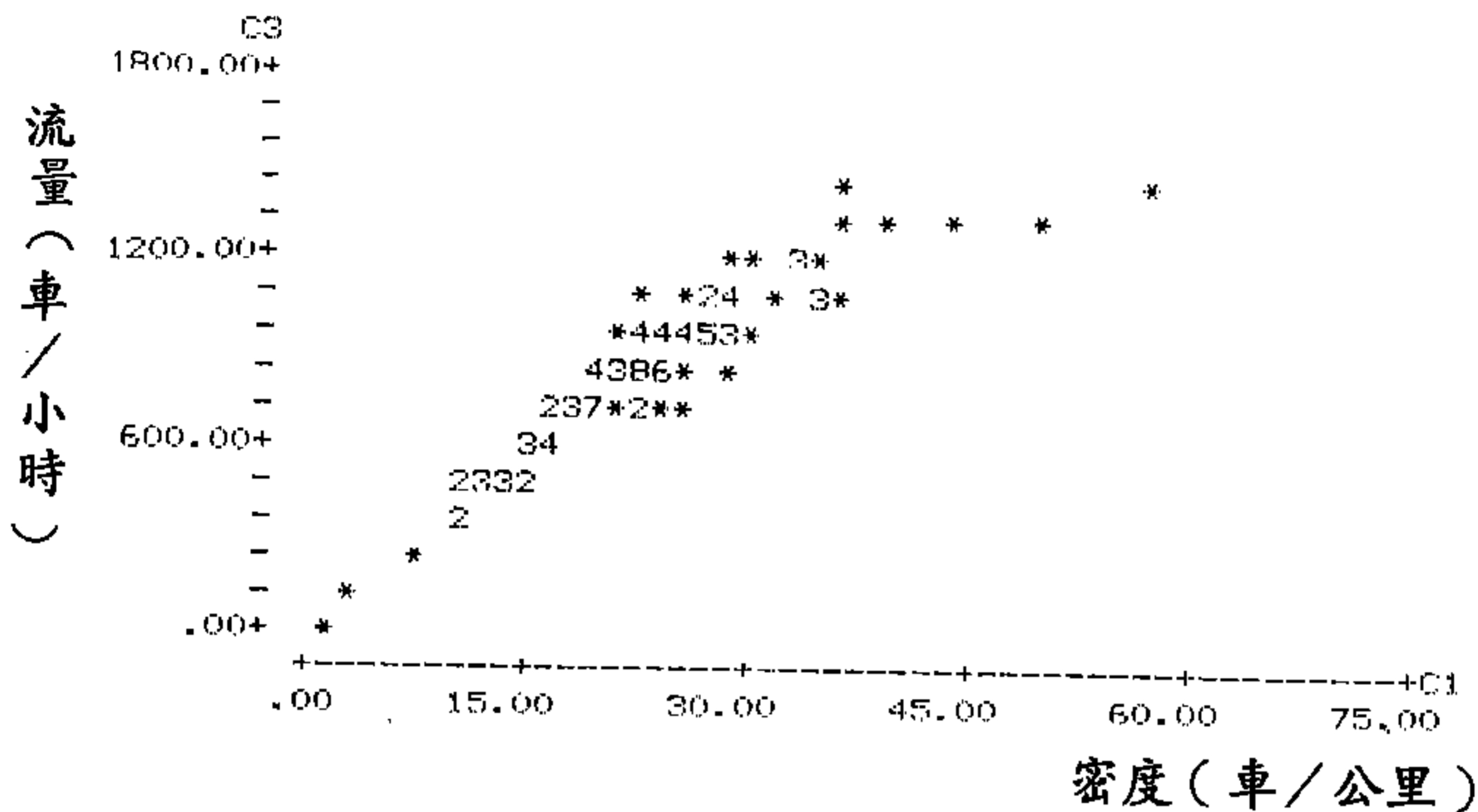
以 60 秒為間隔之快車道關係分佈圖 (往新店)

圖(c)—6 木柵—新店 流量—速率—密度關係分佈圖



以 60 秒為間隔之快車道關係分佈圖 (往木柵)

圖(c)-6 木柵—新店 流量—速率—密度關係分佈圖



以 60 秒為間隔之慢車道關係分佈圖 (往沙鹿)

圖(c)-7 沙鹿—清水 流量—速率—密度關係分佈圖

