

□ 論 文 □

# I. C. 類型別 轉換曲線式의 導出에 관한 研究

A Study on Deriving The Diversion Curve of I. C. s

孫 晉 賢

(中央大學校 土木工程學科)

李 勇 宰

(中央大學校 土木工程學科)

目 次

I. 序 論

- 1. 研究의 背景
- 2. 研究의 目的
- 3. 研究의 方法

II. 關聯 模型開發에 關한 文獻의 考察

- 1. 交通手段 分擔率 算定 模型
- 2. 直接需要模型
- 3. 選擇模型

III. 模型의 定立

1. 函數의 決定要素의 選擇

- 2. 클로버形 Interchange에 대한 分析
- 3. 트럼펫形 Interchange에 대한 分析
- 4. 推定된 O/D의 通計的 檢證
- 5. 通行費用의 變化에 따른 轉換曲線의 導出

IV. 結 論

V. 附 錄

ABSTRACT

Compared to modal split, the methods of forecasting traffic volumes diverted in various types of I. C. s have not been sufficiently studied.

The purpose of this study is to derive a new diversion function that can represent the directional traffic volume in accordance with various geometrics of I. C. s.

In general, knowing various traffic impedances and the amount of traffic production and attraction, one can estimate proper traffic volumes associated with directions by using a well-defined diversion function. This function is usually made by a series of process such as surveying directional traffic volumes on several I. C. s, analyzing with a regression method and verifying those results by statistical approaches.

The function has been developed by rigorous statistical testings, mainly a regression analysis.

This paper presents an effective method in planning and designing new roads, I. C. s and route choice of subway.

Finally, some comparisons and improvements and suggested when one uses different types of relevant models and functions.

## I. 序 論

### 1. 研究의 背景

交通量 豫測을 함에 있어서 지금까지 基本的으로 使用되어진 4段階 推定過程<sup>16)</sup>에서 交通手段別 分擔率에 대한 研究는 매우 활발히 進行되어져 왔다. 이를 통해서 交通量 推定の 效率의 인 遂行을 이룰 수는 있으나 通行의 配定에서 各 Link別 通行量이 決定된 狀態에서 特定 Node가 Interchange인 경우, Interchange 內에서의 各 方向別 交通量의 配分の 現況이 어떤 樣相을 보일지를 豫測하는 것은 매우 어렵다. 또한 이러한 分野와 關聯된 研究가 國內外를 비롯하여 거의 찾아볼 수 없는 實情에서 本 研究의 目的을 達成하기에는 많은 難關이 있다. 그러나 交通手段分擔率 算定의 理論에서 各 交通手段別 通行比率를 推定할 수가 있다는 것은 各 Route別 通行比率를 推定할 수가 있다는 可能性을 암시하는 것이기 때문에 交通手段과 關聯된 많은 理論을 利用하여 Interchange內에서의 通行比率를 推定하고자 하는 것이 이 研究의 背景이라 할 수가 있다.

즉, 이러한 研究를 통해서 Interchange, 新設道路, 地下鐵의 換乘地 등의 Route choice 등에 대한 比率 및 通行量 등을 算出하여 I.C., 新設道路 등의 設計, 施設의 擴張 및 維持管理에 效果의인 基準이 되고자 한다.

### 2. 研究의 目的

各 交通존의 人口, 車輛保有臺數, 道路의 狀態, 車線數 등의 地域의 特性을 고려하여 Interchange에서의 方向別 通行量 算出式을 導出하여 그 算出式의 妥當性 및 適合度를 檢證하고, 이를 통해서 I.C.에서의 各 方向別 交通量을 推測하여 같은 Production Zone에서 發生한 交通量이 各種 類型別 制約條件에 의해서 어떤 樣相의 反應을 보이고 通行量의 變化形態는 어떠한지를 把握하여 I.C. 및 新設道路의 計劃 및 設計, 그리고 施設의 補修등에 效率의으로 利用할 수 있도록 하고자 함이 이 研究의 目的이다.

### 3. 研究의 方法

이 研究를 遂行하기 위해서 서울시內의 여러 形態의 I.C.中에서 Full Clover, Trumpet, Diamond 形態의 I.C. 들을 選定하였다. 첫째로 이들 各 類型別 I.C. 들의 流出入 通行量을 測定, 作成하였다. 이들 調査된 實測值를 통하여 I.C.의 各 존間의 실제 通過時間을 計算하고, 各 존의 Generation量과 方向別 通行量間의 關係式을 回歸式을 利用하여 구하고, 구한 回歸式을 통해서 各 形態別, 區間別, 方向別 通行發生 推定式을 算出한다. 그러나 이 推定式은 統計에 의해서 만들어진 式이므로 어느 정도의 誤差가 있을 것으로 짐작되며, 持續的으로 이 推定式에 대한 補正이 必要하다. 이러한 補正을 거친 推定된 地點間 O/D와 實測值와의 正確度와 妥當性을 調査하기 위해서는 다시 通計의인 檢證이 必要하다. 이 경우 비모수통계 檢證方法인  $X^2$ (카이 스퀘어) 檢證이 必要하다. 이 檢證에서 適合한 것으로 判明되면 推定 O/D의 一定 交通존에서의 發生量에서 方向別로 分配되는 交通量의 比率를 구한다. 다음으로 各 方向別로 制約條件의 變化를 주어 각 경우에 있어서 方向別 通行量의 경우의 數를 算出해서 이를 통해서 轉換曲線을 作成하고 이를 새로 建設되는 다른 I.C. 에도 活用할 수 있는 基本資料로 提供하고자 한다.

## II. 關聯 模型開發에 관한 文獻의 考察

### 1. 交通手段分擔率 算定 模型

#### 1) 模型의 適用範圍

轉換曲線 導出과 關聯된 여러가지 模型은 傳統的으로 交通手段分擔率 算定模型과 路線選擇 模型으로 크게 大別될 수 있는바 前者를 體系的으로 要約하면 아래와 같다.

特定交通手段의 需要에 대한 變化, 需要의 豫測方法들은 다양한 形態의 必要에 대해 對應하기 위하여 繼續的으로 發展되어오고 있다. 未來의 人口, 土地利用, 自動車 保有臺數, 道路의 改善 및 供給등의 變化에 대한 交通手段別 需要의 變化를 파악하는 것은 道路交通政策을 決定

하기 위해 매우 중요한 일이다. 즉, 交通手段分擔模型은 各種 手段을 使用하는 通行者를 豫測하는 模型으로서 道路의 新設, 道路幅의 擴充 등의 여러가지의 目的에 有用하다. 이러한 交通手段分擔模型의 資料形態는 社會經濟特性, 交通費用에 대한 心理의 形態, 競爭關係에 있는 交通手段의 特性과 現在의 交通手段分擔形態 등으로서 이를 利用하여 將來 豫想되는 交通手段間의 分擔에 관한 特性을 分析해 주는 道具의 役割을 한다.

2) 模型의 說明

交通手段分擔模型은 大개가 通計의 內容과 數學的인 數式으로 構成되어 있다. 이러한 模型은 獨立變數 또는 說明變數인 入力變數를 必要로 한다. 典型的인 入力變數는 人口의 數, 家口의 數, 自動車保有臺數, 接近性(Accessibility), 家口當收入 등과 같은 社會經濟要素를 包含한다. 그리고 出力變數는 通行人들의 特定交通手段別 O/D間의 通行數로 構成되어 있다.

模型이 有用한 豫測을 하게하기 위해서는 一 般的으로 數學的인 形態를 갖추고 現實世界의 現狀을 직접 觀察에 의해서 模型의 妥當성이 檢討되어야 한다. 模型의 妥當성을 檢證하기 위한 考慮項目으로는 우선 模型의 項目에 대한 說明的 模型構造의 合理性, 模型係數의 時間에 대한 變化性 등이 主要하다 할 수 있다.

3) 模型의 分類

交通手段分擔模型을 利用資料의 形態와 模型의 數學的 形態에 따라 分類하여 볼 수 있다.

우선 利用資料에 대한 模型發展을 살펴보면, 1970年代 初盤까지만 해도 交通手段分擔模型의 實際의 使用은 거의 시스템 全體에 대한 集團分析方法(Aggregate Model)을 使用하고 있었다. 따라서 Input 및 Output의 資料는 意味變數, 通行者의 全體의인 平均數字 등이었다. 예를들면 土地利用과 交通에 影響을 미치는 要素들에 있어서 비슷한 地域을 하나의 Zone으로 區分하고, Zone의 Origin과 Destination間의 通行者는 하나의 通行端(Trip end)으로 묶게 된다. 그러

나 실제로 旅行者는 각기 다른 버스 停留場, 經路 등을 選擇한다. 이러한 個人의 選擇選好도에 관한 問題에 대하여 各有各의 個別的인 Item의 特性을 評價할 수 있는 또 다른 形態인 個別模型(Disaggregate Model)이 등장하게 되었다.

交通手段分擔模型의 類型은 直接需要模型(Direct Demend Model)과 選擇模型(Choice Model)으로 分類할 수도 있다. 첫번째로 直接需要模型의 結果는 하나의 特定 模型에 있어서 그 模型의 特性과 그 模型을 使用하는 사람의 特性에 대한 機能으로서 표현된다. 또한 直接需要模型은 항상 彈性모델(Elasticity Model)로 서 公式化된다. 이에 대한 詳細한 內容은 다음 의 <表 1>에 잘 나타나 있다. 다음은 紹介된 各 模型의 數學的 構造 및 特性에 관하여 서술하도 록 하겠다.

<表 1> 交通手段分擔模型의 分類 및 構造

主 分類	副 分類	要 求 되 는 資 料	
		Aggregate	Disaggregate
直接需要模型	彈性模型	○	
選擇模型	判別式模型		○
	確率式模型 (Logit, Probit, Etc)	○	○

2. 直接需要模型(Direct Demand Model)

1) 模型의 理論的 背景

交通手段分擔에 관한 새로운 推定方法으로서 計量經濟學的의 接近이 試圖되고 있는데 共通의인 特徵은 通行의 發生, 目的地와 手段의 選擇, 路線의 選擇은 單一式을 利用하여 동시적으로 豫測한다. 이러한 緣由에서 이와 關聯된 模型들을 直接需要模型(Direct Demand Model)이라 한 다.

直接需要模型은 다음의 두가지 假說에 基礎한 다.

첫째는 交通需要의 發生은 重力模型의 形態로 表現할 수 있다.

둘째로 特定交通手段의 交通需要는 交通手段의 名稱에 의한 것이 아니고 各 手段이 提供하

는 서비스水準의 特性에 의한다고 假定하는 것이다. 따라서 交通需要는 버스, 乘用車, 汽車 등의 名稱의 手段에 대한 通行需要가 아니고 通行時間, 通行費用, 運行頻度, 安全性, 快適性 등의 서비스水準에 있어서 一定한 水準을 提供하는 어떤 手段에 대한 需要인 것이다.

2) 傳導性模型과 手段競爭模型

直接需要의 接近方法에 있어서 特定 形態의 模型을 說明하기 이전에 一般性 있는 模型構造의 檢討가 必要하다. 이에 대해 Manheim은 다음의 두가지 模型을 提示한다.<sup>1)</sup>

첫째는 傳導性模型(Conductivity Model) 通行行爲의 쉬운 정도를 傳導性(Conductivity)이라 定義하고 通行需要를 傳導性的 函數로 보는 接近이다. 두 地點間 特定手段에 의한 通行의 쉬운 정도를 測定하는 傳導性  $C_{kij}$ 는 式(2.1)로 定義할 수 있다.

$$C_{kij} = a_k \prod (V_{kij})^{b_{ke}} \quad (2.1)$$

여기서,

- $a_k$  ; 手段 K의 傳導性 變數
- $b_{ke}$  ; 手段 K의 서비스水準 變數 l에 대한 手段固有의 變數
- $V_{kij}$  ; 起終點 i와 j사이의 手段 k의 서비스水準에 관한 變數 l

重力模型의 基本概念에서 i와 j間的  $T_{ij}$ 는 다음과 같이 表現될 수 있다.

$$T_{ij} = K_{ij} \sum (C_{kij})^g \quad (2.2)$$

여기서,

- g ; 手段獨立的 變數
  - $K_{ij}$  ; 通行發生性向
- 通行發生性向  $K_{ij}$ 는 i와 j의 經濟社會의 特性, 手段獨立的인 通行의 非效用測定들의 函數로서 式(2.3)과 같이 定義할 수 있다.

$$K_{ij} = c \prod (O_{im})^{d_n} \prod (D_{jm})^{e_m} \prod (W_{ijp})^{f_p} \quad (2.3)$$

여기서,

- c ; 手段獨立的 變數

$d_n, e_m, f_p$  ; 變數  $O_{im}, D_{jm}, W_{ijp}$ 에 대한 手段獨立的 變數

$O_{im}$  ; 起點 i의 通行發生性向에 대한 說明 變數

$D_{jm}$  ; 終點 j의 通行誘引性向에 대한 說明 變數

$W_{ijp}$  ; i, j間的 手段獨立的인 通行非效用에 대한 說明 變數

式(2.1)과 式(2.3)의 形態는 모두 重力模型 概念에 의한 變數와 手段別 서비스水準 變數에 대해 需要의 不變彈力性(Constant Elasticity)를 假定하고 있다.

이러한 傳導性 概念은 不變彈力性模型으로 볼 수 있다. 따라서 세개의 서비스水準 變數인 通過時間 t, 費用 c, 頻度 f로서 傳導性을 定義하면 通行時間에 대한 彈力性은 式(2.5)와 같다.

$$C_{kij} = \alpha_k (t_{kij})^k (c_{kij})^k (f_{kij})^k \quad (2.4)$$

$$(\partial C_{kij} / \partial t_{kij}) \times (t_{kij} / C_{kij}) = \alpha_k \quad (2.5)$$

결국 어느 한 手段의 分擔率은 모든 手段의 傳導性 合에 대한 對象 手段의 傳導性的 比率로 決定된다고 본다. 즉,

$$T_{kij} = T_{ij} (C_{kij} / \sum C_{gij}) \quad (2.6)$$

두번째로 對照的인 手段競爭形模型(Modal-Competition Product-Form)은 傳導性 模型과 비슷한 構造를 가지면서도 약간의 差異가 있다. 즉, i-j Zone間的 交通手段 分擔率은 單一過程으로 決定한다는 것과 어느 手段에 대한 需要는 競爭手段의 서비스水準 變數에 承數的으로 影響을 받는다. 즉,

$$T_{kij} = a_k \prod (O_{im})^{b_{kn}} \prod (D_{jm})^{c_{km}} \prod \prod (V_{gij})^{d_{kgl}} \quad (2.7)$$

결국 手段競爭模型은 手段間 競爭을 고려한다는 점에서 傳導性 模型과 區別된다.

3) Baumol-Quandt Model

本 模型은 원래 Northeast Corridor Project 研究事業의 一環으로서 美國 東部海岸의 Boston

-Washington 회랑축에서 都市間 通行豫測을 목표로 開發된 것이다.<sup>2), 31)</sup>

$$T_{ijk} = \alpha \cdot P_i^{d1} P_j^{d2} Y_i^{d3} Y_j^{d4} M_i^{d5} M_j^{d6} N_{ij}^{d7} f1(H) f2(C) f3(D) \quad (2.8)$$

여기서,

$$f1(H) = (H_{ij}^b)^{b0} (H_{kij}^r)^{b1}$$

$$f2(H) = (C_{ij}^b)^{c0} (C_{kij}^r)^{c1}$$

$$f3(H) = (D_{ij}^b)^{d0} (D_{kij}^r)^{d1}$$

$T_{kij}$  : i, j間的 手段 k의 通行量

$P_i$  : Zone i의 人口

$Y_i$  : Zone i의 1人當 所得

$M_i$  : Zone i의 製造業 雇傭者 構成比

$N_{ij}$  : Zone i-j間的 運行手段의 數

$H_{ij}^b$  : Zone i-j間的 最善의 通行時間

$C_{ij}^b$  : Zone i-j間的 最善의 通行費用

$D_{ij}^b$  : Zone i-j間的 最善의 運行頻度

$H_{kij}^r$  : Zone i-j間的 最少通行時間에 대한 手段 k의 相對的 通行時間

$C_{kij}^r$  : Zone i-j間的 最少通行費用에 대한 手段 k의 相對的 通行費用

$D_{kij}^r$  : Zone i-j間的 最少運行費用에 대한 手段 k의 相對的 運行頻度

4) McLynn 模型

McLynn은 Northeast Corridor Project에서 都市間 交通의 手段分擔決定을 위해서 다음과 같은 模型을 開發하였다.<sup>3)</sup>

$$T_k = (a_k \Pi V_{mi}^{Bmin}) / (\sum a_n \Pi V_{mi}^{Bmin}) \quad (2.9)$$

여기서,  $T_k$  ; 交通手段分擔率

$$T_{kij} = (K_{ij} \sum (C_{nij})^e C_{kij}) / \sum C_{nij} \quad (2.10)$$

5) 彈性模型(Elasticity Model)

이 模型은 英國鐵道(British Rail)의 都市內 通行需要 豫測에 쓰여진 Monica Model에 잘 나타나 있다.<sup>3)</sup> 模型은 다음과 같다. 즉,

$$Q = A P^n \quad (2.11)$$

여기서,

Q : 交通需要(交通手段別)

A : 常 數

P : 說明變數

n : Elasticity

(2.11)式은 더 많은 說明變數가 包含된 式으로 變形될 수 있다. 예로써 Power Series Model과 같이

$$Q = K P^m D^n S^p C^g E \quad (2.12)$$

여기서,

k : Constant

P, D, S, C, E : 交通關聯 說明變數

m, n, p, g : 各各의 Elasticity

3. 選擇模型(Choice Model)

1) 判別式 模型(Discriminant Model)

判別式 模型은 1962年 美國의 Warner, S. L에 의해서 美國內의 交通問題에 처음으로 使用되어 졌고,<sup>4)</sup> 곧이어 1967年 Quarmby에 의해서 發展되어 졌다.<sup>5)</sup> 이 模型은 현재 使用되지는 않지만 그 概念은 確率모델의 基本이 되고 있다. 또한 이 모델은 個別모델의 最初의 方法이었다.

이 模型의 基本性質에서 交通手段 選擇의 精確한 分類를 可能하게 해주는 機能을 發見할 수 있다. 즉,

$$R = F(X_{1a}, \dots, X_{na}, X_{1b}, \dots, X_{nb}) \quad (2.13)$$

로 表現되어지고, 좀 더 具體的이고 制限的인 假定에 의하면 加權線形합(Weighted Linear Sum)은 다음과 같이 表現될 수 있다.

$$R = \sum \theta_n f_n(X_{na}, X_{nb}) \quad (2.14)$$

i) Cost Ratio  $f(X_{na}, X_{nb}) = X_{na} / X_{nb} \quad (2.15\text{a})$

ii) Log Cost Ratio  $f(X_{na}, X_{nb}) = \text{Log}(X_{na} / X_{nb}) \quad (2.15\text{b})$

iii) Cost Difference  $f(X_{na}, X_{nb}) = X_{na} - X_{nb} \quad (2.15\text{c})$

위의 式(2.14)는 다음과 같이 變形될 수 있다.

$$R = \sum \theta_h (X_{ha} - X_{hb}) \quad (2.16)$$

$$= \sum \theta_h X_{ha} - \sum \theta_h X_{hb} \quad (2.17)$$

$$= D_a - D_b \quad (2.18)$$

여기서, 加重係數  $\theta_h$ 의 절대값은 任意常數가 되고, K 交通手段에 의한 “非效用”은

$$D_k = \sum \theta_h X_{hk} \quad (2.19)$$

$D_k$ 는  $C_k$ 와 동일시 될 수 있다.

$$C_k = \theta_1 t_{ak} + \theta_2 t_{wk} + t_{rk} + \theta_n M_k \quad (2.20)$$

여기서,

$t_{ak}$  : Mode k를 使用하기 위한 接近時間

$t_{wk}$  : Mode k를 使用하기 위한 待機時間

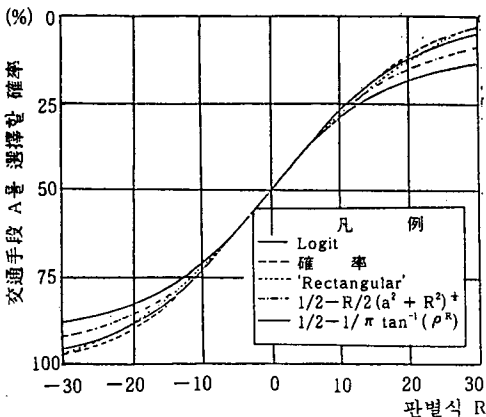
$t_{rk}$  : Mode k의 riding time

$M_k$  : Mode k의 費用

여기서,  $\theta_h$ 의 逆數는 흔히 “時間의 變數”로 쓰인다.

2) 確率模型 (Probability Model)

交通手段의 選擇에 있어서 代案間의 서비스水準의 比較와 個人的 特性에 입각하여 決定된다고 前提할 수 있는 것이다. 그리고 個人的 意思決定은 確率의 基本法則을 利用하여 選擇確率의 模型으로 整理할 수 있는 것이다. 즉, 各個人에 있어서 特定한 手段과 路線을 利用한 特定한 目的地에의 通行決定은 그 通行目的을 위해



〈그림 1〉 판별식 R값과 交通手段分擔과의 關係

各個人間의 效果를 자기 나름대로 評價하여 決定한 確率에 의해 決定한다는 것이다.

〈그림 1〉에서 Discrimination이 完備할 경우 交通手段分擔模型은  $R=0$ 에서 數直線이 될 것이다.

$$N_A = 1 / 1 + \exp(\alpha R) \text{ (Logit)} \quad (2.21a)$$

$$N_A = 0.5 - 0.5 \operatorname{erf}(R / \sqrt{2\sigma}) \quad (2.21b)$$

즉,  $N_A$ 는 다음과 같은 값을 갖게 된다.

$$N_A = 1 \quad (R < -1/b)$$

$$N_A = 1/2 - bR - 1/2(bR)^2 \quad (-1/b < R < 0) \quad (2.21c)$$

$$N_A = 1/2 - bR + 1/2(bR)^2 \quad (0 < R < 1/b)$$

$$N_A = 0 \quad (\gamma_b < R)$$

$$N_A = 1/2 - R/2(a^2 + R^2)^{0.5} \quad (2.21d)$$

$$N_A = 1/2 - 1/\pi \tan^{-1}(\sigma R) \quad (2.21e)$$

여기서,

$N_A$ : 판별식 R의 특정값을 위한 交通手段 A에 의해 생긴 通行의 比率

(ex) Cost의 차이  $R = C_A - C_B$

$\alpha, \sigma, b, a, \rho$ : 적절상수

erf: 에러함수로서 Normal Distribution Curve의 다른 표현이다.

$$\operatorname{erf}(x) = 2/\sqrt{\pi} \int \exp(-t^2) dt$$

〈그림 1〉에서 式(2.21c)를 제외한 모든 曲線에 음의 값 R에 대해  $N_A=1$ 로 접근하고, 양의 값인 R에 대해  $N_A=0$ 로 접근한다. 式(2.21c)에서는 기울기가 0인 경우에  $R=-1/b$ 이면  $N_A=1$ 이고,  $R=1/b$ 이면  $N_A=0$ 임을 보여준다. 그러나 式(2.21c)와 式(2.21d)는 다른 것에 비해 매우 늦게 접근하며, 交通手段分擔의 實際의 觀察에 매우 적합하다. 나머지 3개의 式에서는

$$\sigma = 4/\sqrt{(2\pi)} \alpha, \quad b = \alpha/4,$$

$$a = 2/\alpha, \quad \rho = \pi \alpha/4 \text{ 이다.}$$

式(2.21e)인 確率函數는 多重選擇問題와 같은 것에 關聯이 깊으나 실제 使用은 많지 않다. 또한 確率函數의 資料에 의한 Error는 Logit 模型보다 더욱 많다. 確率函數에서는 대신에 Error 函數인 erf가 連結되어 있기 때문에 式(2.21e)의

函數의 計算은 Logit 模型보다 複雜하다.

確率係數( $\sigma$ )와 Rectangular 係數( $b$ )는  $R = 0$  ( $b = 1/\sqrt{2\pi}\sigma = 1/2.507\sigma$ )에서 같은 彈力을 갖고 Cost Distribution에서 ( $b = 1/\sqrt{6}\sigma = 1/2.449\sigma$ )에서 같은 變數를 갖는다.

이러한 費用函數는 2個의 獨立된 一般費用函數의 差異에 의해 形成되고 여러개의 特性의 선행합에 의해 加重되어진다.

$$C_{AB} = C_A - C_B \quad (2.22)$$

$$C_k = \sum \theta_h X_{hk} \quad (k=A \text{ or } B) \quad (2.23)$$

여기서  $\theta_h$ 는 判別식의 對應係數 값과 비슷한 값을 갖는 것이 좋다.

개별모형에서  $N_A$ 는 確率으로써 定義되며, 個別特性  $X_{hk}$ 가 交通手段 A를 選擇할 경우 다음의 식이 된다.

$$N_A = P_A(X_{hk}) \quad (2.24)$$

여기서,

$P_A$  = 交通手段 A를 選擇할 確率

$X_{hk}$  = 모든 可能한 交通手段들 K의 모든 特性 ( $h=1$  to  $H$ )

### 3) 다항로짓모형

(Multinomial Logit Model)

개별선택모형 중에서 가장 널리 使用되고 있는 模型이 로짓모형(Logit Model)이다. 로짓모형은 個人의 效用極大化에 따른 確率理論에 그 背景을 두고 있다. 專統的인 交通需要의 4段階推定法은 4段階의 各 模型이 별도로 分離되어 開發되었고 模型을 利用하는데 費用이 많이 들며, 資料蒐集과 計算過程이 많은 時間을 要하며, 그 模型自體도 때로는 매우 복잡하고 說明이 별도로 要하는 것이 많다.

이에 반하여 로짓모형은 通行者의 特性을 Zone의 個別通行者의 行態와 選擇度에 입각하여 選擇對象의 效用性을 確率의인 觀點에서 分析하기 때문에 通行者의 선택행위를 훨씬 더 간단하게 把握할 수 있다. 로짓모형은 短期的인 經濟效課를 事前에 豫測하는데 우수한 決果를

도출하고 費用이 적게들며, 다른 地域에도 利用할 수 있는 長點이 있다.

費用函數  $C_{AB}(=C_A-C_B)$ 에 대하여 判別函數  $R$ 을 재조정하기 위하여 式(2.21②)의 Logit表現이 可能하다.

$$\begin{aligned} N_A &= 1/1 + \exp[\alpha(C_A-C_B)] \\ &= (\exp(-\alpha C_A))/(\exp(-\alpha C_A) \\ &\quad + \exp(-\alpha C_B)) \end{aligned} \quad (2.25)$$

이 式은 Logit 模型의 가장 좋은 表現으로써 模型 B에 의한 式에 대한 確率은 다음과 같다.

$$N_A/N_B = \exp(-\alpha C_A)/\exp(-\alpha C_B) \quad (2.26)$$

여기서 2個 以上の Model에 대해서 확장하기 위해서는 서로 다른 代案間에는 서로 獨立의이라는 Luce's Axiom이 必要하다. 이 原理를 多重交通手段(Multi-Mode Situation)에 適用하자면 式(2.26)은 다음과 같다.

$$N_A = \exp(-\alpha C_A)/\sum \exp(-\alpha C_k) \quad (2.27)$$

여기서,  $C_k$ =交通手段 K에 의한 平均費用  
개별로짓모형으로써 加重係數( $\theta_h$ )와 Logit 常數( $\alpha$ )를 융합하는 것은 자주있는 일로써 다음과 같이 된다.

$$N_A = \exp(U_A)/\sum \exp(U_k) \quad (2.28)$$

여기서 效用  $U_k$ 는 다음과 같다.

$$U_k = \sum \theta'_h X_{hk} \quad (2.29)$$

여기서,

$X_{hk}$  = 交通手段 K의  $h$ 번째 特性

$\theta'_h$  =  $h^{\text{th}}$  特性의 加重係數

式(2.28)과 式(2.29)를 比較하면 다음 式에 의해서 "效用"은 一般費用과 關係가 있음을 알 수 있다.

$$U_k = -\alpha C_k \quad (2.30)$$

따라서 複合係數  $\theta'_h$ 는 絕對係數  $\theta_h$ 에 常數를 곱한 形態가 된다.

즉,  $\theta'_h = -\alpha \theta_h$

4. Modal Split의 代表的 Function

지금까지 여러형태의 Modal Split에 관한 數式을 언급했는데 이들 代表的 形態의 模型을 나열하면 다음과 같다.

1) Gravity Model<sup>6)</sup>

$$T_{ij(t)} / \sum T_{ij(m)} = 1 / 1 + \exp \{-\beta (I_{ij(m)} - I_{ij(t)})\}$$

2) UMODEL<sup>7)</sup>

UTPS Computer Program에 包含되어 있는 이 模型은 通行配分과 交通手段 選擇過程을 동시에 遂行하는 同時選擇模型이라 할 수 있다.

$$T_{ijm} = P_i \{A_j \exp(-\theta I_{ijm})\} / \{\sum_j \sum_m A_j \exp(-\theta I_{ijm})\}$$

$I_{ijm}$ :  $(1.0 \times \text{재차시간}) + (2.5 \times \text{접근시간}) + (\text{通行費用}) / (0.33 \times \text{通行者의 所得})$

$\theta$ : 通行目的別 Parameter

$A_j$ : 交通流入量

$P_i$ : 交通流出量

3) UMTA (Urban Mass Transportation Administration)<sup>7)</sup>

$$T_{ijm} = P_i (A_j I_{ijm}^{-b}) / (\sum_j \sum_m A_j I_{ijm}^{-b})$$

여기서,

b: 通行目的에 따른 通行制約條件의 指數

4) 回歸模型

$$T_{ijm} / \sum T_{ijm} = \alpha + \beta_1 L_{oi} + \beta_2 L_{dj} + \beta_3 I_{ij}$$

$L_{oi}, L_{dj}$ : 土地利用變數

$I_{ij}$ : Impedance

$\alpha, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ : 變數別 parameter

5) 確率모델<sup>8)</sup>

$$P_{(k)} = \exp(-\theta T_k) / \sum \exp(-\theta T_k)$$

$\theta$ : 交通手段別 變數

$T_k$ : 交通手段 k에 의한 通行量

以上の 代表的인 模型들을 比較 評價한 結果, 위의 模型들을 利用하여 交通手段別 通行分擔率을 구할 수 있다는 것은 적절한 制約條件의 變化에 의해서 Route別 通行分擔率을 算出해 낼 수 있다는 可能性을 內包하므로 本 研究에 適合하다고 생각되어지는 回歸模型과 確率模型

을 採擇하고 이들 模型을 結合하여 I, C의 여러 類型別 特性에 共通적으로 適用될 수 있는 模型을 開發하고자 한다. 즉, 交通手段分擔模型의 各各의 交通手段 變數를 I, C에서의 選擇되어질 수 있는 方向으로 代치하여 생각하므로써 方向別 交通量과 確率의 分布를 구할 수가 있는 것이다.

III. 模型의 定立

1. 函數의 決定要素의 選擇

이 研究에서는 方向別 交通量을 決定하는 式의 要素를 決定하기 위하여  $O_i$ 나  $D_j$ , 그리고 通行時間, 車輛運行費用 (Vehicle Operating Cost)를 選定하였다. 그 理由는 一般적으로 I, C의 方向別 交通量은 I, C가 位置한 地點의 地域的 變數와 I, C 構造上의 特性에 의하여 決定된다고 假定하고 地域的 變數로는 I, C로 流出入되는 全體通行量 ( $O_i, D_j$ )의 函數로 表現되며, 이들에 대한 方向別 分布는 I, C 構造上의 特性 즉, 通行時間 通行費用에 의한 LOS 變化에 기인하리라는 假定을 進제하고 있다. 그리고 方向別 分布의 特性을 說明할 수 있는 模型式은 重力模型 (Gravity Model)을 適用하여 導出하기로 한다.

즉,  $T_{ij} = A_i O_i B_j D_j F(R_{ij})$

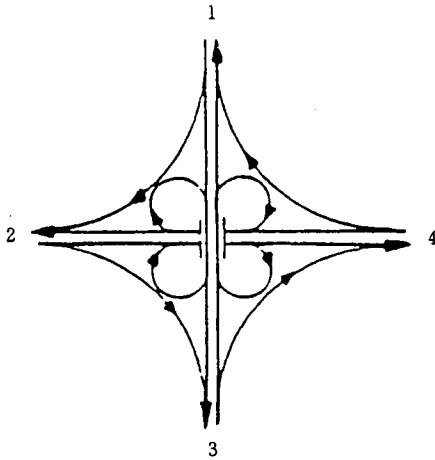
로 表現되는 로짓수요함수 (Logit Demand Function)을 利用하여  $F(R_{ij})$ 를 導出하여 어느 경우의 I, C에서도 附屬되어지는 새로운 函數를 定立하고자 한다. 여기서  $R_{ij}$ 로 表現되어지는 制約條件은 여러가지 要素가 있으나 本 研究에서는 車輛通行時間 函數를 미국공로청 (FHWA)에서 제시하여 가장 널리 通用되고 있는 BPR 公式을 使用하도록 하며, 實際通行時間 算定公式에 의한 速度\*와 i地點에서 j地點까지 가기 위한 運行費用\*\*을 主要 要素로 생각한다. 이 運行費用은 서울시 地下鐵 路線確張 調査에서 使用한 公式에 의해서 算定하기로 한다.



2. 클로버형 Interchange에 대한 分析

1) 回歸分析을 利用한 函數의 導出

이 論文에서는 먼저 完全 clover型的의 I.C에 대하여 係數의 推定 및 算定過程을 거쳐 구하고자 하는 模型을 導出하고자 한다. 우선 서울市 內의 幹路를 通過하는 다리의 I.C 中에서 完全 clover型的의 粒體交叉路인 마포대교 복단 I.C, 올림픽대교 복단 I.C, 강동대교 복단 I.C, 길음동 I.C를 對象으로 實測을 한 結果로 <그림 2> 및 <表 2>와 같은 O/D Table을 얻었다.



<그림 2> 完全 클로버형 I.C의 形態

<표 2> 各 I.C別 實測 O/D 表

	1	2	3	4	O-sum
1	0	1,613	3,715	1,287	6,615
2	831	0	442	5,611	6,884
3	6,768	576	0	3,166	10,510
4	1,234	5,488	3,780	0	10,502
D-sum	8,833	7,647	7,937	10,064	34,511

마포대교 복단

\*  $T = T_0[1 + 0.15(V/C)^2]$  여기서, T: 通行量 V인 狀態에서의 通行時間  
 $T_0$ : 自由通行時間  
 C: 道路容量  
 \*\*  $Cost = a + b/2 + cv^2$  여기서, a: 102.59  
 b: 4779.04  
 c: 0.0138

	1	2	3	4	O-sum
1	0	2,898	592	91	3,581
2	11,856	0	1,529	6,539	19,924
3	819	2,442	0	381	3,642
4	1,002	5,756	712	0	7,470
D-sum	13,677	11,096	2,833	7,011	34,617

올림픽대교 복단

	1	2	3	4	O-sum
1	0	916	2,398	342	3,656
2	1,131	0	1,547	1,667	4,345
3	4,821	358	0	640	5,819
4	891	1,675	2,168	0	4,934
D-sum	6,843	2,949	6,113	2,649	18,554

강동대교 복단

	1	2	3	4	O-sum
1	0	1,113	4,595	341	6,049
2	1,033	0	529	3,474	5,036
3	4,772	429	0	1,426	6,627
4	344	3,633	1,017	0	4,994
D-sum	6,149	5,175	6,141	5,241	22,706

길음동 I.C

I.C 構造上의 特性을 分析하기 위하여 I.C 設計를 各 類型別로 살펴본 結果, 위의 4가지 完全 clover I.C의 左回轉道路의 回轉半徑을 80m로 보고 直進, 右回轉, 左回轉의 設計速度를 各各 60Km/h, 30Km/h, 30Km/h로 보고, i에서 j까지의 通過時間은 直進이 約 1.3分, 右回轉이 約 2.0分, 左回轉이 約 3.0分이 經過되는 것으로 나왔다. 즉, 이 通過時間은 FHWA의 BPR 算定公式에의 自由通行時間  $T_0$ 가 되며, 이를 통해서 各 方向別 實際 通行時間을 구하면 다음의 <表 3>과 같다.

〈表 3〉 각 I.C의 方向別 實際通過 時間(minute)

	1	2	3	4
1	.00	3.25	1.50	4.13
2	3.44	.00	2.01	2.33
3	3.48	3.33	.00	20.49
4	2.43	2.24	65.28	.00

마포대교 복단

	1	2	3	4
1	.00	14.98	1.30	3.30
2	6,001.82	.00	3.01	3.20
3	1.30	14.10	.00	2.00
4	2.19	2.44	3.38	.00

올림픽대교 복단

	1	2	3	4
1	.00	2.13	1.33	3.30
2	3.80	.00	3.05	1.31
3	1.86	3.30	.00	2.03
4	2.12	1.31	10.01	.00

강동대교 복단

	1	2	3	4
1	.00	2.28	1.76	3.30
2	3.65	.00	2.01	1.45
3	1.84	3.31	.00	2.76
4	2.00	1.48	3.62	.00

길음동 I.C

다음으로 車輛(pcu)當 通行費用은 直進일 경우에 5.11원/分, 右回轉이 9.07원/分, 左回轉에 15.12원/分이 구해졌다.

以上的 資料를 통하여 直進, 右回轉, 左回轉의 方向別 交通量을 預測할 수 있는 數式을 만든다. 위의 〈表 3〉의 時間의 매트릭스를 좀 더 예민한 影響力의 變數들로 만들기 위해서 各 通行時間에 자연대수를 취하면 아래의 〈表 4〉와 같은  $\ln T_{ij}$ 의 매트릭스가 만들어진다.

이러한  $\ln T_{ij}$ 와  $O_i, D_j$ 의 값, 그리고 通行費用을 利用하여 回歸式에 適用시켜 종속變수인 通行需要를 推定할 수 있는 各各의 函數를 導出해낸다. 즉, 特性變數인  $O_i, D_j$ , 通行時間,  $\{\ln(\text{time})^{-1}\}$ ,  $\ln(\text{time})$  그리고 通行費用을 獨立變

〈表 4〉 각 I.C의 通行시간에 대한 자연대수값표

	1	2	3	4
1	.00	117.73	40.43	141.90
2	123.69	.00	69.67	84.64
3	124.79	120.40	.00	301.98
4	88.65	80.82	417.87	.00

마포대교 복단

	1	2	3	4
1	.00	270.66	26.25	119.39
2	869.98	.00	110.05	116.39
3	26.27	264.59	.00	69.51
4	78.18	89.29	121.73	.00

올림픽대교 복단

	1	2	3	4
1	.00	75.59	28.85	119.52
2	133.41	.00	111.64	26.85
3	62.17	119.54	.00	70.85
4	74.95	26.86	230.33	.00

강동대교 복단

	1	2	3	4
1	.00	82.52	56.75	119.52
2	129.35	.00	70.03	37.26
3	60.95	119.70	.00	101.55
4	69.44	39.29	128.78	.00

길음동 I.C

數로 設定하여 여러가지 경우의 回歸函數를 導出함으로써 各 獨立變數에 대한 係數를 찾을 수 있다.

그에 대한 分析結果는 아래의 〈表 5〉와 같으며, 첫째로 종속變수의 各 方向別 通行需要인  $T_{ij}$ , 方法은 먼저 여러경우의 獨立變數中에서 가장 의미가 있는 2가지 變數인  $(\ln \text{time})^{-1}, O_i, D_j$ 를 利用하여 回歸分析을 實施하였다. 그 結果인 〈表 5〉에서 全體說明力을 나타내는 相關係數(R Square)가 97.3%를 나타냈고, 回歸式의 尤의성을 나타내주는 F값도 236.0으로서 매우 높은 값을 보여주고 있다. 즉, 說明力이 매우 좋은 式이라고 할 수 있다. 따라서 直進方向에 있어서 導出된 式은  $T_{ij} = 1.1368E-06 O_i D_j - 168$

9.82 (Ln time)<sup>-1</sup> + 7687이 되는 것이다.

〈表 5〉 클로버형의 I.C에서의 回歸分析 結果

區 分	回 歸 式			R <sup>2</sup>	value
	常 數	O <sub>i</sub> D <sub>j</sub>	Ln(time)		
直 進	7,687.31	1.14E-6	-1,689.82	0.973	236.01
右回轉	3,596.69	1.41E-6	-2,190.58	0.976	260.65
左回轉	2,832.93	3.19E-5	-3,823.01	0.954	134.04

2) 方向別 需要函數의 決定

앞의 〈表 5〉에서 보듯이 3가지 경우의 相關係數가 모두 95%가 넘는 높은 數值를 나타내고 있어 이 分析에서 導出된 結果는 주어진 關聯資料에 대해 通計적으로 매우 信賴度가 높다고 할 수 있다. 따라서 여기에 導出된 結果를 利用하여 各各의 方向別 函數를 만들면 다음과 같다.

i) 直進方向

$$T_{ij}^s = 1.1368E-6 O_i D_j - 1689.82 (Ln \text{ time})^{-1} + 7687.314 \quad (3.1)$$

ii) 右回轉方向

$$T_{ij}^R = 1.413E-6 O_i D_j - 2190.577 (Ln \text{ time})^{-1} + 3596.694 \quad (3.2)$$

iii) 左回轉方向

$$T_{ij}^L = 3.159E-5 O_i D_j - 3823.007 (Ln \text{ time})^{-1} + 2832.94 \quad (3.3)$$

위의 式(3.1), (3.2), (3.3)을 利用하여 마포대교복단 I.C의 T<sub>ij</sub>의 量을 推定한 結果는 다음의 〈表 6〉과 같다. 〈表 7〉은 마포대교 복단 I.C의 實測 O/D Table을 나타내고 있다.

3) 算出된 O/D의 補正

그러나 이 두가지 O/D Matrix를 比較하면 Σ Σ T<sub>ij</sub>의 값에 있어서 3,527 PCU의 差異를 보이고 있다. 따라서 T<sub>ij</sub>에 대한 補正이 必要하다. 이를 위해서 本研究에서는 Fratar Method<sup>16)</sup>를 利用하여 Σ Σ T<sub>ij</sub>의 量을 補正하였다.

위의 Fratar Method에 의해 補正된 O/D Matrix는 다음의 〈表 8〉과 같다.

이처럼 推定된 O/D Matrix에서의 各 Zone別

〈表 6〉 推定된 T<sub>ij</sub> Matrix(마포대교 복단)

0	1,807	3,545	2,072	7,424
1,427	0	529	5,759	7,715
6,432	1,953	0	3,021	11,405
1,257	5,677	4,560	0	11,493
9,115	9,437	8,634	10,852	38,038

〈表 7〉 實測된 T<sub>ij</sub> Matrix(마포대교 복단)

0	1,613	3,715	1,287	6,615
831	0	442	5,611	6,884
6,768	576	0	3,166	10,510
1,234	5,488	3,780	0	10,502
8,833	7,647	7,937	10,064	34,511

〈表 8〉 補正된 推定 O/D

0	1,414	3,140	1,921	6,476
1,361	0	470	5,354	7,185
6,380	1,593	0	2,921	10,894
1,232	4,576	4,162	0	9,970
8,972	7,584	7,773	10,196	34,524

〈表 9〉 方向別 通過量의 確率 分布

.000	.218	.485	.297
.189	.000	.065	.745
.586	.146	.000	.268
.124	.459	.417	.000

流出量의 直進 및 左右回轉의 比率를 구하면 다음의 〈表 9〉와 같다.

4) 制約條件의 變化에 따른 方向別 通行比率의 變化

지금까지의 目的 O/D의 算定, 方向別 T<sub>ij</sub> 및 分布確率 등의 算定, 目的 O/D의 補正등의 과정을 Computer Program化 함으로써 여러 가지 制約條件을 주었을 경우에도 손쉽게 O/D 및 方向別 確率 Matrix를 구할 수 있게 된다.

즉, O1에서의 發生量에 대해서 左回轉 車線을 1車線을 擴張시킬 경우, 左右回轉에 대해서 公히 車線을 擴張시킬 경우등의 方向別 O/D 및 分布確率 등을 구할 수 있다. 이에 대한 結果는

附錄의 <表 10>, <表 11>, <表 12>, <表 13>에서 자세히 알 수 있다.

<表 10>의 결과는 I, C 直進方向은 2車線, 左右回轉方向은 1車線으로 固定시킨 狀態에서의 結果이며, <表 11>은 북쪽의 地點 1에서 地點 2 方向으로의 右回轉 方向의 車線數를 2車線으로 늘릴 경우의  $T_{ij}$  Matrix와 Time Matrix 그리고 Probability Matrix이다. 이 경우 既存狀態에서의 Probability Matrix에서는  $P_{12}=21.8\%$ ,  $P_{13}=48.5\%$ ,  $P_{14}=29.7\%$ 이었으나 右回轉方向에 車線數가 바뀌면서 通行時間이 변하므로  $P'_{12}=28.7\%$ ,  $P'_{13}=43.8\%$ ,  $P'_{14}=27.5\%$ 로 右回轉方向인  $P'_{12}$ 가 상당히 增加했음을 알 수 있다. 마찬가지로 <表 12>에서는 地點 1에서 地點 4 方向으로 車線數를 2車線으로 增加시킴으로써  $P'_{14}=37.9\%$ 로  $P_{14}=29.7\%$ 에서 27.61% 增加했음을 알 수 있다.

<表 13>에서는 左右回轉을 公히 2車線으로 擴張할 경우  $P'_{12}=25.5\%$ ,  $P'_{14}=35.4\%$ 로써  $P_{12}=21.8\%$ ,  $P_{14}=29.7\%$ 보다 16.97%, 19.2%씩 增加했음을 알 수 있다. 즉, 容量의 變化, 通行時間의 變化에 따라  $T_{ij}$ 의 變化를 쉽게 찾을 수가 있다. 따라서 I, C의 新設등에 있어서 既存 O/D의 量을 즉, 通行發生量을 알 경우 가장 적절한 I, C의 設計를 可能토록 할 수가 있는 것이다.

5) 模型의 適合性 檢討

前述한 바와같은 函數로써 다른 I, C의 경우에 있어서 어느 정도의 妥當性을 가졌는지를 살펴보자

올림픽대교 北단 I, C와 鷺梁洞 I, C에서의  $T_{ij}$  및  $P_{ij}$ 의 分布가 附錄의 <表 14> 및 <表 15>에 잘 나타나고 있다. 즉, 4.2節에서 밝힌 方向別 交通量의 函數式을 利用하여 다른 I, C를 計算한 結果, 既存의 O/D와 매우 類似한 O/D 分布를 나타내고 있는 것을 볼 수 있다.

따라서 方向別 交通量 算出式은 매우 유의하다고 하겠다.

3. 트럼펫형 Interchange에 대한 分析

앞의 Clover형의 I, C에서의 函數式의 導出과

같은 方法으로 트럼펫형의 I, C에서의 函數式을 아래와 같이 導出하였다. <表 16>은 回歸分析 結果를 보여주고 있으며, 그 結果를 아래와 같은 方向別 算出式을 구했다.

i) 直進方向

$$T_{ij}^s = -3.05E-6 O_i D_j - 602.02 (\text{Ln time})^{-1} + 6232.46 \quad (3.4)$$

ii) 右回轉方向

$$T_{ij}^s = 3.35E-5 O_i D_j - 2309.28 (\text{Ln time})^{-1} + 3281.39 \quad (3.5)$$

iii) 左回轉方向

$$T_{ij}^l = 1.43E-5 O_i D_j - 3999.1 (\text{Ln time})^{-1} + 4161.9 \quad (3.6)$$

<表 16> 트럼펫형의 I, C에서의 回歸分析 結果

區 分	回 歸 式			R <sup>2</sup>	F value
	常 數	O <sub>i</sub> D <sub>j</sub>	Ln(time)		
直 進	6,232.46	-3.05E-6	-602.02	0.982	137.31
右回轉	3,281.40	3.35E-5	-2,308.28	0.885	19.30
左回轉	4,161.93	1.43E-5	-3,999.08	0.851	14.29

이를 통해서 附錄의 <表 17>, <表 18>, <表 19>, <表 20>과 같은 推定 O/D表를 얻었다.

4. 推定된 O/D의 通計的 檢證

지금까지의 과정속에서 導出되어진 O/D表가 과연 通計的으로 適合性을 가지는지를 檢證해 볼 必要가 있다.

즉, 母集團과의 適合度 檢證을 위하여  $X^2$ (카이스퀘어) 檢定法,  $G^2$ (G스퀘어) 檢定法등을 分析利用할 必要가 있다.

즉, 觀測된 資料가 豫想되는 期待値와 얼마나 비슷한지 確認하는 方案으로 使用되는  $X^2$ 檢定法과  $G^2$ 檢定法의 表現은 (式 3.7), (式 3.8)과 같다.

$$X^2 = \sum (O_i - E_i)^2 / E_i \quad (3.7)$$

$$G^2 = 2 \sum O_i \text{Ln}(O_i / E_i) \quad (3.8)$$

여기서,

C : 分類된 結果의 數

O<sub>i</sub> : 觀測된 값

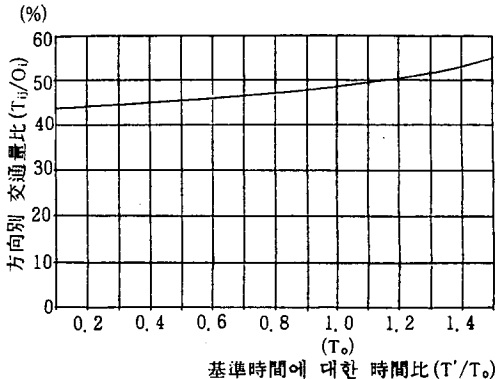
$E_i$  : 기대값

D. F. : C-1

마포대교의 경우  $X^2=1400$ ,  $G^2=1200$  정도의 값을 나타내고 있으나 基本資料의 量이 매우 큰 狀態에서 약간의 誤差는 許容되므로 위의 結果에 비추어 볼 때 받아들일 수 있다고 본다.

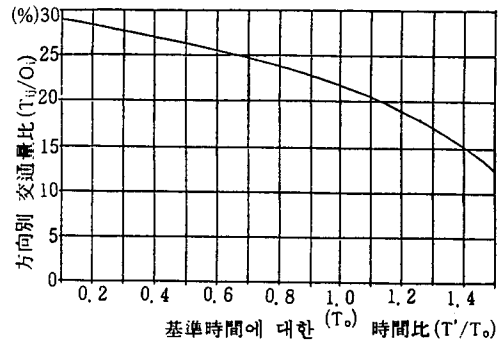
5. 通行費用의 變化에 따른 轉換曲線의 導出 앞에서 推測되어진 推定 O/D를 利用하여 I. C上的 어느 한 方向을 閉鎖시키거나, 通行時間을 무척 짧게 한다거나 매우 길게하는 등의 變化를 주었을 경우 과연 어떠한 變化가 생길지는 매우 흥미로운 일이라 하겠다.

(그림 3)에서는 클로버형에서 右回轉 方向에 대한 抵抗要素인 通過時間의 變化를 주었을 경우, 直進方向에 대한 影響을 나타낸 것으로써 分析 당시의 時間을 基準으로 0.1에서 1.5배까지의 時間의 變化에 대한 直進方向의 交通量의 增減比率를 曲線으로 나타내고 있다.



(그림 3) 클로버형에서 右回轉의 時間의 變化에 따른 直進方向의 通過比率의 變化

(그림 4)에서는 클로버형에서 右回轉 方向에 대한 抵抗要素인 通過時間의 變化를 주었을 경우, 右回轉 方向에 대한 影響을 나타낸 것으로써 分析 당시의 時間을 基準으로 0.1에서 1.5배까지의 時間의 變化에 대한 右回轉 方向의 交通量의 增減比率를 曲線으로 나타내고 있다.



(그림 4) 클로버형에서 右回轉의 時間의 變化에 따른 右回轉 方向의 通過比率의 變化

그 외의 各 方向別 通過時間의 變化에 대한 交通量의 增減比率는 附錄에 상세히 실었다.

IV. 結 論

本 研究는 各 交通촌의 人口, 車輛保有台數, 道路의 狀態, 車線數 등의 地域의 特性을 考慮하여 Interchange에서의 方向別 通行量 算出式을 導出하여 그 算出式의 妥當性 및 適合度를 檢證하고 이를 통해서 I.C에서의 各 方向別 交通量을 推測하여 같은 Production Zone에서 發生한 交通量이 各種 類型別 制約條件에 의해서 어떤 樣相을 보이고 通行量의 變化形態는 어떠한지를 把握하여 I.C 및 新設道路의 計劃 및 設計, 그리고 施設의 補修등에 效率的으로 利用할 수 있도록 하고자함이 이 研究의 目的이었다. 本 研究를 통해서 얻어진 結論은 다음과 같다.

- 1) 本 研究에서는 서울市內의 主要 Interchange의 交通量을 實測하여 이를 資料로 하여 回歸分析을 통한 函數式의 導出을 꾀하였다.
- 2) 本 研究에서는 完全클로버형과 트럼펫형의 Interchange의 2가지 類型에 대해서 分析하였다.
- 3) 回歸分析을 한 結果, 여러가지의 制約條件中에서 通行發生 및 流入量과 時間의 變化가 轉換量에 가장 큰 影響을 미침을 알 수 있다.

- 4) 本 研究에서 導出되어진 函數式을 利用하여 算出된 結果를 여러 경우의 Interchange 에 對해서 分析해 본 結果, 實測值와 매우 相關關係가 높음을 알 수 있다.
- 5) 本 研究에서 導出되어진 轉換曲線式을 利用하여 클로버형, 트럼펫형의 Interchange 에 對한 한 方向의 速度의 變化, 時間의 變化 등의 制約條件의 變化에 對한 方向別 通過量을 推定할 수 있다.
- 6) 따라서 本 研究에서 導出되어진 轉換曲線式을 使用할 경우, 매우 簡單하게 Interchange에서의 轉換交通量을 算出할 수 있다. 本 研究에 이어서 向後에 더욱 研究되어질 課題는 다음과 같다.
  - 1) 다이아몬드형, 워빙형 등의 變形된 여러종 류의 Interchange에 對한 分析을 통해서 各各의 경우의 轉換曲線式을 導出한다.
  - 2) 本 研究方法을 適用하여 新設道路에서의 轉換曲線式, 地下鐵 및 電鐵에서의 換乘時 換乘되어질 乘客의 數, 道路使用料 등을 徵收할 경우에 轉換될 交通量 등을 推定할 수 있는 函數를 導出한다.
  - 3) 本 研究方法에 의해서 導出되어지는 轉換曲線式에 의해서만이 아니라 다른 模型式에 의해서도 交通量이 推定 比較되어야 할 것으로 생각된다.

V. 附 錄

〈表 10〉 마포대교 복단의 正常 I.C 形態

ORIGIN/DESTIN. TABEL					
0	1,613	3,715	1,287	6,615	
831	0	442	5,611	6,884	
6,768	576	0	3,166	10,510	
1,234	5,488	3,780	0	10,502	
8,833	7,647	7,937	10,064	34,511	

TIME MATRIX					
.00000	3.24550	1.49818	3.75720		
3.13161	.00000	2.00702	2.33131		
3.48308	3.03038	.00000	20.48635		
2.42665	2.24381	59.34638	.00000		

TIJ MATRIX					
0	1,807	3,545	2,072	7,424	
1,427	0	529	5,759	7,715	
6,432	1,953	0	3,021	11,405	
1,257	5,677	4,560	0	11,493	
9,115	9,437	8,634	10,852	38,038	

TTIJ MATRIX					
0	1,414	3,140	1,921	6,476	
1,361	0	470	5,354	7,185	
6,380	1,593	0	2,921	10,894	
1,232	4,576	4,162	0	9,970	
8,972	7,584	7,773	10,196	34,524	

PROBABILITY MATRIX					
.000	.218	.485	.297		
.189	.000	.065	.745		
.586	.146	.000	.268		
.124	.459	.417	.000		

〈表 11〉 右回轉車線を 1車線 擴張시켰을 경우 (O<sub>1</sub>에서)

ORIGIN/DESTIN. TABEL				
0	1, 613	3, 715	1, 287	6, 615
831	0	442	5, 611	6, 884
6, 768	576	0	3, 166	10, 510
1, 234	5, 488	3, 780	0	10, 502
8, 833	7, 647	7, 937	10, 064	34, 511

TIME MATRIX				
. 00000	21, 92805	1, 49818	3, 75720	
3, 13161	. 00000	2, 00702	2, 33131	
3, 48308	3, 03038	. 00000	20, 48635	
2, 42665	2, 24381	59, 34638	. 00000	

TIJ MATRIX				
0	2, 959	3, 545	2, 072	8, 575
1, 427	0	529	5, 759	7, 715
6, 432	1, 953	0	3, 021	11, 405
1, 257	5, 677	4, 560	0	11, 493
9, 115	10, 588	8, 634	10, 852	39, 189

TTIJ MATRIX				
0	1, 785	2, 730	1, 714	6, 230
1, 388	0	478	5, 574	7, 440
6, 689	1, 476	0	3, 122	11, 287
1, 250	4, 101	4, 205	0	9, 556
9, 327	7, 362	7, 413	10, 410	34, 513

PROBABILITY MATRIX				
. 000	. 287	. 438	. 275	
. 187	. 000	. 064	. 749	
. 593	. 131	. 000	. 277	
. 131	. 429	. 440	. 000	

〈表 12〉 左回轉 1車線 擴張의 경우

ORIGIN/DESTIN. TABEL				
0	1, 613	3, 715	1, 287	6, 615
831	0	442	5, 611	6, 884
6, 768	576	0	3, 166	10, 510
1, 234	5, 488	3, 780	0	10, 502
8, 833	7, 647	7, 937	10, 064	34, 511

TIME MATRIX				
. 00000	3, 24550	1, 49818	15, 11527	
3, 13161	. 00000	2, 00702	2, 33131	
3, 48308	3, 03038	. 00000	20, 48635	
2, 42665	2, 24381	59, 34638	. 00000	

TIJ MATRIX				
0	1, 807	3, 545	3, 552	8, 904
1, 427	0	529	5, 759	7, 715
6, 432	1, 953	0	3, 021	11, 405
1, 257	5, 677	4, 560	0	11, 493
9, 115	9, 437	8, 634	12, 332	39, 518

TTIJ MATRIX				
0	1, 224	2, 704	2, 400	6, 328
1, 394	0	493	4, 751	6, 637
6, 763	1, 737	0	2, 683	11, 183
1, 254	4, 793	4, 338	0	10, 384
9, 410	7, 754	7, 535	9, 833	34, 532

PROBABILITY MATRIX				
. 000	. 193	. 427	. 379	
. 210	. 000	. 074	. 716	
. 605	. 155	. 000	. 240	
. 121	. 462	. 418	. 000	

〈表 13〉 左右兩方向 1車線씩 擴張의 경우

ORIGIN/DESTIN. TABEL				
0	1,613	3,715	1,287	6,615
831	0	442	5,611	6,884
6,768	576	0	3,166	10,510
1,234	5,488	3,780	0	10,502
8,833	7,647	7,937	10,064	34,511

TIME MATRIX				
.00000	21,92805	1,49818	15,11527	
3,13161	.00000	2,00702	2,33131	
3,48308	3,03038	.00000	20,48635	
2,42665	2,24381	59,34638	.00000	

TIJ MATRIX				
0	2,959	3,545	3,552	10,056
1,427	0	529	5,759	7,715
6,432	1,953	0	3,021	11,405
1,257	5,677	4,560	0	11,493
9,115	10,588	8,634	12,332	40,670

TTIJ MATRIX				
0	1,573	2,405	2,181	6,159
1,417	0	499	4,910	6,826
7,035	1,589	0	2,833	11,457
1,270	4,266	4,374	0	9,911
9,722	7,428	7,278	9,923	34,352

PROBABILITY MATRIX			
.000	.255	.391	.354
.208	.000	.073	.719
.614	.139	.000	.247
.128	.430	.441	.000

〈表 14〉 올림픽대교 복단의 通過量 및 通行比率 分布

ORIGIN/DESTIN. TABEL				
0	2,898	592	91	3,581
11,856	0	1,529	6,539	19,924
819	2,442	0	381	3,642
1,002	5,756	712	0	7,470
13,677	11,096	2,833	7,011	34,617

TIME MATRIX			
.00000	14,97780	1,30013	3,00002
545,20200	.00000	3,00563	3,20227
1,30047	12,81480	.00000	2,00388
2,18547	2,44212	3,07093	.00000

TIJ MATRIX				
0	2,843	1,226	155	4,225
11,096	0	1,686	6,386	19,168
1,278	2,625	0	481	4,384
939	5,879	102	0	6,920
13,313	11,348	3,014	7,023	34,697

TTIJ MATRIX				
0	2,390	987	134	3,511
12,489	0	1,717	6,982	21,188
1,111	2,154	0	406	3,671
1,049	6,199	103	0	7,351
14,649	10,742	2,807	7,523	35,721

PROBABILITY MATRIX			
.000	.681	.281	.038
.589	.000	.081	.330
.303	.587	.000	.111
.143	.843	.014	.000



〈表 15〉 길음동 I.C에서의 通過量 및 通行比率의 分布

ORIGIN/DESTIN. TABLE				
0	1, 113	4, 595	341	6, 049
1, 033	0	529	3, 474	5, 036
4, 772	429	0	1, 426	6, 627
344	3, 633	1, 017	0	4, 994
6, 149	5, 175	6, 141	5, 241	22, 706

TIME MATRIX			
. 00000	2, 28235	1, 76384	3, 00373
3, 31427	. 00000	2, 01441	1, 45155
1, 83955	3, 00935	. 00000	2, 76083
2, 00258	1, 48125	3, 29525	. 00000

TIJ MATRIX				
0	986	4, 736	370	6, 092
632	0	512	3, 158	4, 303
4, 946	459	0	1, 489	6, 894
486	3, 393	607	0	4, 485
6, 064	4, 838	5, 855	5, 017	21, 774

TTIJ MATRIX				
0	1, 026	4, 868	372	6, 266
705	0	600	3, 614	4, 919
4, 634	456	0	1, 431	6, 520
505	3, 744	662	0	4, 912
5, 844	5, 226	6, 130	5, 417	22, 616

PROBABILITY MATRIX			
. 000	. 164	. 777	. 059
. 143	. 000	. 122	. 735
. 711	. 070	. 000	. 218
. 103	. 762	. 135	. 000

〈表 17〉 행주대교 복단의 例

ORIGIN/DESTIN. TABLE			
0	1, 673	108	1, 781
1, 742	0	4, 754	6, 496
70	4, 147	0	4, 217
1, 812	5, 820	4, 862	12, 494

TIME MATRIX		
. 00000	4, 59430	1, 11000
3, 28796	. 00000	128, 13580
1, 11000	50, 21214	. 00000

TIJ MATRIX			
0	1, 539	464	2, 003
1, 341	0	3, 338	4, 679
464	2, 692	0	3, 156
1, 805	4, 231	3, 802	9, 838

TTIJ MATRIX			
0	1, 536	301	1, 838
1, 505	0	4, 759	6, 264
357	4, 036	0	4, 393
1, 861	5, 572	5, 060	12, 494

PROBABILITY MATRIX		
. 000	. 836	. 164
. 240	. 000	. 760
. 081	. 919	. 000

<表 18> 서부 I.C의 例

ORIGIN/DESTIN. TABLE			
0	2,310	810	3,120
2,212	0	2,036	4,248
754	1,499	0	2,253
2,966	3,809	2,846	9,621
TIME MATRIX			
.00000	9.66418	1.11038	
5.70047	.00000	6.89085	
1.11029	2.60681	.00000	
TIJ MATRIX			
0	2,399	483	2,882
1,955	0	2,090	4,045
478	871	0	1,349
2,433	3,270	2,573	8,276
TTIJ MATRIX			
0	3,318	619	3,937
1,566	0	1,654	3,220
836	1,651	0	2,486
2,402	4,969	2,273	9,643
PROBABILITY MATRIX			
.000	.843	.157	
.486	.000	.514	
.336	.664	.000	

<表 19> 화양리 I.C의 例

ORIGIN/DESTIN. TABLE			
0	3,177	3,417	6,594
2,722	0	858	3,580
4,352	1,337	0	5,689
7,074	4,514	4,275	15,863
TIME MATRIX			
.00000	27.69405	1.23111	
10.76980	.00000	2.80312	
1.42869	2.30327	.00000	
TIJ MATRIX			
0	2,958	3,337	6,295
2,310	0	282	5,592
4,545	514	0	5,059
6,855	3,471	3,619	13,945
TTIJ MATRIX			
0	3,471	3,671	7,142
2,645	0	722	3,367
4,198	1,132	0	5,330
6,843	4,603	4,393	15,839
PROBABILITY MATRIX			
.000	.486	.514	
.786	.000	.214	
.788	.212	.000	

〈表 20〉 용비교 I.C의 例

ORIGIN/DESTIN. TABLE			
0	2,564	4,448	7,012
5,244	0	1,178	6,422
4,121	2,965	0	7,086
9,365	5,529	5,626	20,520

TIME MATRIX		
.00000	13.28600	1.45775
125.61640	.00000	3.14301
1.36622	14.43599	.00000

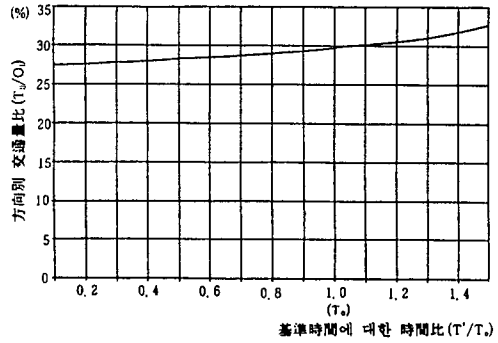
TIJ MATRIX			
0	2,616	4,635	7,251
2,804	0	670	3,473
4,303	2,416	0	6,720
7,107	5,032	5,305	17,444

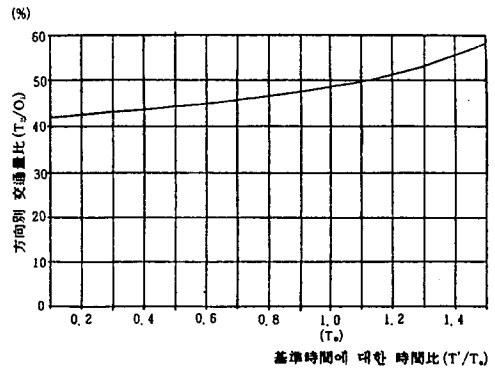
TTIJ MATRIX			
0	3,473	5,645	9,118
3,654	0	1,111	4,765
3,414	2,602	0	6,017
7,068	6,075	6,756	19,900

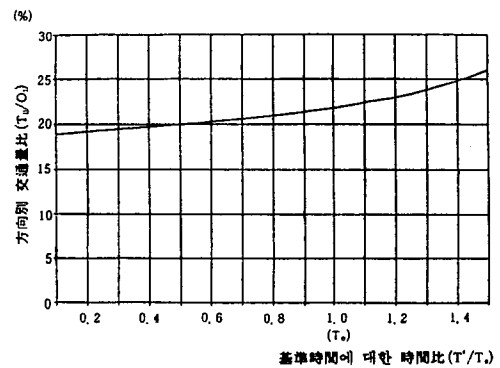
PROBABILITY MATRIX		
.000	.381	.619
.767	.000	.233
.567	.433	.000



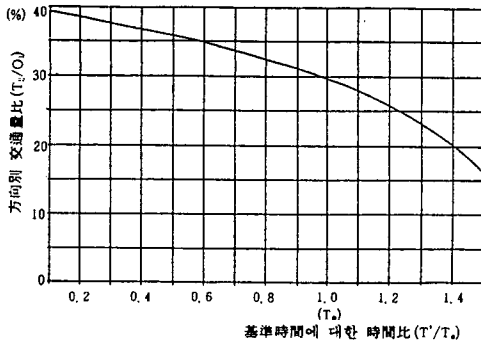
〈그림 5〉 클로버형에서 右回轉의 時間의 變化에 따른 左回轉方向의 通過比率의 變化



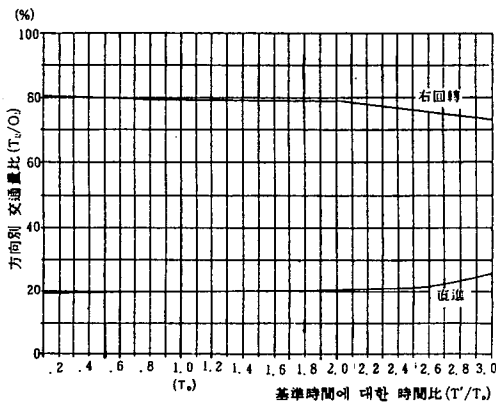
〈그림 6〉 클로버형에서 左回轉의 時間의 變化에 따른 直進方向의 通過比率의 變化



〈그림 7〉 클로버형에서 左回轉의 時間의 變化에 따른 右回轉方向의 通過比率의 變化



〈그림 8〉 클로버형에서 左回轉의 時間의 變化에 따른 左回轉方向의 通過比率의 變化



〈그림 9〉 트럼펫형에서 右回轉의 時間의 變化에 따른 直進 및 右回轉方向의 通過比率의 變化

〈參 考 文 獻〉

1. Manheim, M. L., "Practical Implications of Some Fundamental Properties of Travel Demand Models", Highway Research Record No. 422, pp. 21-38, 1973.
2. Quandt, R. E. "Cross-Sectional Travel Demand Models: Estimates and Tests", The Demand for Travel, op. cit., ch. 6.
3. Mclynn, J. M., Alan J. Goldman, P. R. Meyers, and R. H. Watkins, "Analysis of

- Market-Split Model", Northeast Corridor Transportation Project, Technical Paper No. 8, 1967.
4. Warner S. L. Stochastic, "Choice of Mode in Urban Travel: A Study in Binary Choice" North Western University Press, 1962.
5. Quarmby P. A., "Choice of Travel Mode for The Journey to Work: Some Findings, Journal of Transport Economics and Policy", Vol. 1, No. 3, 1967.
6. L. H. Wilson, "The Use of Entropy Maximizing Methods in the Theory of Trip Distribution, Mode Split and Route Assignment", Journal of Transport Economics and Policy, pp. 236-248, 1969.
7. 원재무, "도시교통론" 박영사, 1988. 8.
8. M. G. Langdon, "Review of Modal Split Models", Journal of TRRL, 1981.
9. Yong Jae Lee, Dispersion Measurement in a Large Sparse Sampled Trip Matrix", The Korean Journal of Regional Science, Vol. 2, pp. 71-83, 1986.
10. 임강원, "도시교통계획" 서울대학교 출판부, 1986.
11. 이종원, "경제경영통계학" 박영사, 1986.
12. "도로구조령해설" 한국도로협회, 1981.
13. 오윤표, 신제철, "교통수요 변동을 내생화한 도시고속도로의 장래 교통량 예측에 관한 연구" 대한교통학회지 제 7 권 2호, pp. 29-43, 1989.
14. 오윤표, "부산시 장래교통량의 추계수법에 관한 실증적 연구" 대한교통학회지, 제 5 권 2호, 1988.
15. Jason C. Yu, "Transportation Engineering" Elsevier inc, pp. 40-57, 1982.
16. B. G. Hutchinson, "Principles of Urban Transport Systems Planning", Scripta Book Company, pp. 54-120, 1974.

17. Richard O. Zerbe & Kevin Croke, "Urban Transportation for the Environment", Ballinger Publishing Company, pp. 72-75, 1975.
18. Thomas A. Domencich & Daniel McFadden, "Urban Travel Demand A Behavioral Analysis", North-Holland Publishing Company, 1975.
19. Peter R. Stopher & Arnim H. Meyburg, "Urban Transportation Modeling and Planning", Lexington Books, pp. 109-198, 1975.
20. Ignacy Tarski, "The Time Factor in transportation Processes" Elsevier, 1987.
21. F. D. Hobbs, "Traffic Planning and Engineering" Pergamon Press Ltd., pp. 163-169, 1979.
22. Richard E. Quandt, "The Demand for Travel: Theory and Measurement", 1977.
23. J. C. Tanner, "Choice of Model Structure for Car Ownership Forecasting" TRRL SR 523, 1979.
24. M. Ramsey Wigan & D. A. Walmsley, "A Modal Split Model for Long Distance Travel", TRRL LR 501, 1972.
25. Sheila E. Lunn, "Route Choice by Drivers" TRRL SR 374, 1978.
26. M. Dasgupta, M. Frost & N. Spence, "Factors Affecting Mode Choice for the Work Journey" TRRL RR 38, 1985.
27. R. D. Andrews & M. G. Langdon, "An Individual Cost Minimising Method of Determining Modal Split between Three Travel Modes" TRRL LR 698, 1976.
28. John Black, "Urban Transport Planning" Croom Helm Ltd., pp. 84-104, 1981.
29. J. Edward Anderson, "Transit Systems Theory" Lexington Books, 133-155, 1978.
30. Ian S. Jones, "Urban Transport Appraisal" A Halsted Press Book, pp. 60-75, 1977.
31. Christian Werner, "Spatial Transportation Modeling" Sage Publications, Inc. pp. 18-38, 1985.
32. Burke K. Burrell, "Cities and Travel" pp. 64-85, 1984.
33. Herbert S. Levinson, "Forecasting Future Transit Route Ridership" TRRL 1036, pp. 19-28.