

韓-中 國際 學術會議
發表論文

韓國의 交通需要 豫測技法의 適用事例

Korean Experiences with Travel
Demand Forecasting Methods

1993. 7

中央大學校 土木工學科 教授

李 勇 宰

慶尙大學校 都市工學科 教授

金 京 煥

要 約

韓國에 있어서急速한 經濟成長과 社會構造의 變化로 인하여 車輛과 交通量이 急速히 增加하였다. 따라서 交通量은 既存 施設物의 容量을 超過하게 되었다. 增加된 交通量과 부족한 交通施設로 인하여 社會·經濟全般에 걸쳐서 諸 交通問題가 發生하게 되었고, 이러한 交通問題를 解決하기 위해서 科學的인 交通需要豫測技法이 要求되었다. 本 論文에서는 過去 20여년간의 交通部門의 研究活動 中 특히, 交通需要豫測에 관한 研究에 대해서 事例를 中心으로 살펴 보고자 한다. 論文의 主要內容으로는 아래와 같다.

- 1) 韓國의 交通狀況을 概略적으로 說明하고, 韓國에서 合理的인 交通 需要豫測技法이 필요하게된 背景을 說明
- 2) 交通需要豫測에 필요한 社會·經濟變數에 관한 資料를 紹介하고, 合理的인 需要豫測을 위하여 諸 變數의 重要性을 說明
- 3) 韓國에서 過去에 適用한 交通需要豫測 模型의 救助와 長·短點을 紹介
- 4) 現在 韓國에서 適用하고있는 交通需要豫測에 관한 模型의 構造와 適用節次를 各 段階의 過程으로 說明함으로써 그 동안 韓國에서의 研究, 適用되어온 交通需要豫測 模型에 관한 紹介와 適用事例를 提示하고자한다.

目 次

1. 序論	1
2. 交通需要 豫測過程.....	3
3. 需要模型의 定立	6
3.1 通行發生模型	6
3.2 通行分布模型	8
3.3 手段別 分擔模型	14
3.4 通行配定模型	15
3.5 結合模型	17
4. 結論	21
5. 參考文獻	23
6. 附錄	25

1. 序 論

國家의 交通問題는 經濟成長과 人口의 都市集中, 자동차保有臺數의 增加등에 따르는 必然的인 社會現狀이다. 韓國의 境遇도 例外가 아니어서 1960年代 以後 國家 經濟의 成長과 더불어 國家의 交通問題가 큰 社會問題로 擡頭되었다. 예를 들면, 大都市內의 尖頭時 交通集中率이 1991년을 기준으로 보면 서울의 경우 24.8%, 釜山이 16.9%, 大邱 15.0%, 光州 14.1%의 순서로 높고 通行速度 또한 서울의 경우, 都心道路 18.56km/hr, 外廓道路 25.25km/hr, 都市高速化道路 32.02km/hr이고 都市全體의 平均은 23.58 km/hr에 이르는 實情이다. 通行의 서비스 水準은 점차로 惡化되어 간다는 點에서 매우 深刻한 現象의 斷面을 보여주고 있다.

'62년을 基準年度로 하여 '91년까지 30年동안 韓國의 主要指標의 推移를 보면 人口가 2,651萬名에서 4,327萬名으로 1.6倍, 運轉免許 所持者는 8.8萬名에서 985萬名으로 111倍, 自動車는 3萬臺에서 4,247,816臺로 138倍가 늘어났다. 그리고 自動車의 構成比는 乘用車가 全體의 64.2%를 차지하고 貨物車가 25.4%, 버스가 10.1%, 特殊車가 0.3%의 比率을 나타내고 있다.

서울의 境遇를 보면 自動車保有는 每年 높은 增加趨勢를 維持하여 '91년 現在 1,376,292臺에 달하였고 이는 全國의 32.4%를 차지한다. 특히 自家用 乘用車는 每年 20%에 가까운 增加를 維持하여 總 自家用 保有臺數가 이미 100萬臺를 超過하였다. 그러나 이를 受容할 道路與件은 道路率 16.6%로 (그나마 폭6m 이하의 도로까지 포함한것) 늘어나는 交通需要를 堪當하기 어려울 것으로 보인다.

現實的으로 都心地域에서는 交叉路의 交通量 對 容量比(V/C)가 0.8 以上の 混雜現狀을 惹起하고 있는 곳이 全體의 52%나 되며, 道路率 1% 제고시 現在 約 4,000億원의 投資費가 所要된다. 또한 이와같은 交通問題에 대한 政府의 對策으로 是 每年 GNP의 2.4%, 政府豫算의 14%에 달하는 約 1조 5千億원의 交通投資를 施行하여 왔으나 이런 肥大限 投資에도 不拘하고 交通問題는 改善의 效果를 나타내었

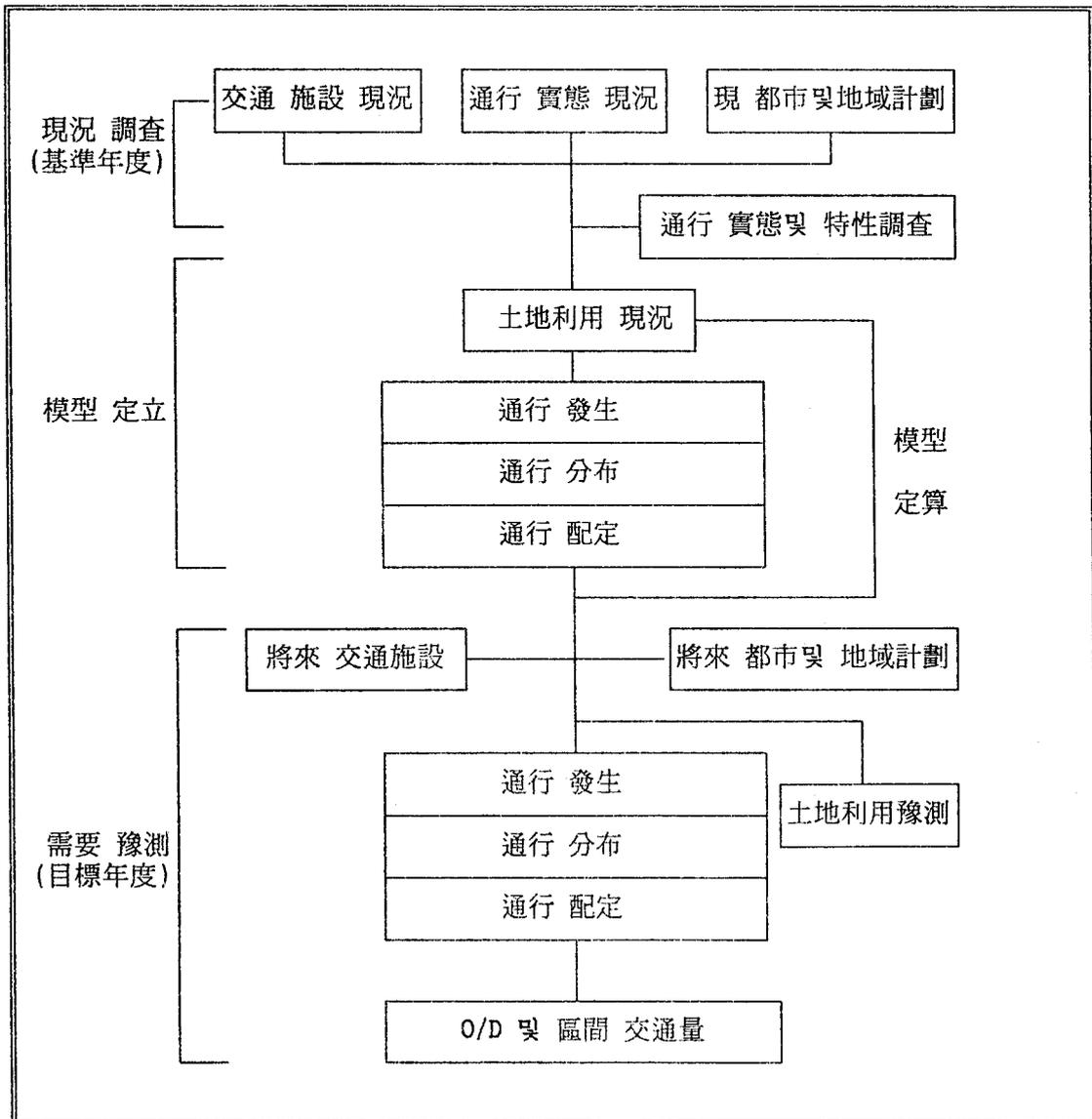
기 보다는 現狀維持 내지는 점점 深刻해지고 있다. 이러한 交通惡化展望은 비단 서울시에 局限된 問題가 아니며, 釜山, 大邱, 등 其他 大都市에서도 서울의 水準 보다는 程度의 差異는 있으나 거의 마찬가지라고 생각된다.

都市內, 都市間의 심각한 交通混雜은 通行費用의 增加시킬뿐만 아니라 國家經濟에 있어서도 막대한 損失을 招來한다. 따라서 制限된 投資財源으로 最適의 道路建設, 車線擴張 및 投資 優先順位를 決定하기 위해서는 무엇보다도 먼저 將來의 交通需要에 대해 正確한 豫測이 要求된다고 할 수 있다. 將來에 대한 正確한 需要豫測에는 必然的으로 科學的이고 合理的인 模型의 設定과 社會經濟的인 變數들에 대한 正確하고도 信賴性있는 資料의 豫測이 先行되어야 할 것이다.

本 論文은 이러한 背景下에서 그동안 經濟成長과 더불어 發展되어 온 韓國의 交通需要豫測 過程을 適用事例 中心으로 살펴보고 특히 豫測技法에 대한 學術的 價値를 檢討하여 보고자 한다.

2. 交通需要 豫測過程

傳統的인 交通需要分析過程은 크게 3段階의 作業過程으로 構成된다. 첫번째 段階는 實測調査등을 통하여 現在의 交通需要特性을 把握하는 段階이며 두번째 段階는 現在의 交通需要特性을 類推해낼 수 있는 模型을 定立하는 것이며 세번째는 未來의 土地利用과 交通 施設物에 對한 交通需要를 豫測하는 段階로 나누어 생각 할 수 있다.



<圖 2-1> 交通需要 豫測過程

<圖 2-1>은 이러한 과정을 簡略하게 圖式시켜 본 것으로 第 1 段階의 現況調査에서는 研究地域의 交通 施設物, 經濟, 社會 指標現況, 現在의 通行狀態등에 對하여 實測調査한다. 이때 研究地域은 交通地區(zone)로 區分하여 各 地區別 特性分析을 하게 된다.

第 2 段階에서는 第 3 段階의 過程으로 가기 위하여 現在의 特性을 再現해 낼 수 있는 模型을 定立하게 된다. 우선 現在의 土地 利用 特性을 說明할 수 있는 變數들인 各 交通地區別 居住人口, 雇用者數, 用度別 建物床面積, 學生數등 交通活動과 關聯된 資料들에 對하여 模型을 樹立하게 된다. 이때 必要한 경우 調査된 資料를 利用하여 信賴할 수 있는 正確도와 精密度로 模型媒介變數들의 定算(calibration)이 進行되게 된다.

다음으로는 時系列 分析 혹은 回歸分析등의 模型技法으로 土地利用活動과 關聯된 現在의 交通 流入, 流出量을 利用하여 通行發生 模型을 定立하고 이어서 特定 O-D間의 交通需要를 推定할 수 있는 通行分布模型을 樹立하게 된다. 現在의 通行分布 形態를 推定할 수 있다는 前提下에 特定 O-D間에 利用 可能한 交通手段의 分擔率을 推定할 수 있는 交通手段 分擔 模型을 定立하게 된다. 通行配定 模型은 道路網 혹은 鐵道網에 對하여 負荷되는 交通量을 推定하기 위한 模型으로 이 模型의 結果는 各 交通網의 區間 交通量이 된다.

第 3 段階는 第 2 段階에서 定立한 模型을 利用하여 將來 交通 施設의 變化와 都市 및 地域 計劃의 變化事項에 對하여 第 1 段階에서 分析한 交通需要의 將來 推定值를 豫測하는 段階이다. <表 2-1>은 1978년부터 최근까지의 交通需要豫測과 關聯된 韓國의 主要 交通 事業을 나타낸 表이다.

<表 2-1>

交通需要豫測과 關聯된 韓國의 主要交通事業

研究 課題名	遂行年月 및 遂行機關	推 定 模 型			
		通行發生	通行分布	手段選擇	路線配定
首都圈 長期 綜合交通 計劃樹立에 關한 研究	78. 12 서울市	多衆回歸 分析模型	重力模型	Joint Choice Model	Multi Proportional Model (UCLA Prog.)
釜山直轄市 交通需要 分析에 關한 研究	79. 10 釜山市	回歸分析, 原單位法, 類似集團 分析模型의 複合使用	二重制約 重力式 模型	2次曲線式에 의한 時計列 分析, 指數曲 線式模型, GNP를 이용한 回歸分析模型 , Logistic模 型	Incremental Network Ass- ignment Model
釜山市 地下鐵 第 1號線 經濟性 調查研究	80. 6 釜山市	回歸分析, 原單位法, 類似集團 分析模型의 複合使用	Joint Choice Model		Incremental Network Ass- ignment Model
서울特別市 都市高速化 道路 妥當性 調查	88. 2 서울市	多衆回歸 分析模型	Joint Choice Model		交通網 平衡 模型
西海岸 高速道路 安山 - 木浦間 基本設計	90. 9 韓國道路 公社	多衆回歸 分析模型	Fratar 模型		交通網 平衡 模型
首都圈地域 高速道路 交通흐름 調查 및 交通 停滯 解消方案 研究	92. 12 韓國道路 公社	손別, 車種 別 回歸分 析 模型	사람通行 : Entropy 極 大化 方法 貨物車通行: 成長因子 模型		交通網 平衡 模型

3. 需要模型의 定立

地域間 道路網의 改善등과 같은 道路計劃을 樹立하는 境遇, 現在와 未來의 交通 需要를 正確하게 把握하는 것이 過程의 必需的이다. 一般的으로 交通需要를 分析하는 接近方法은 크게 두가지로 大別되는데, 그 하나는 都市 및 地域의 基本戰略에 따라 通行人數를 推定하는 方法(Person Trip Generation)과 또 다른 하나는 道路網을 中心으로 遂行되는 或은 遂行될 車輛數를 推定하는 方法(Vehicle Trip Generation)으로, 前者는 都市나 地域計劃의 側面의 性格이 強하고 이에 반해 後者는 交通計劃적 側面의 性格이 強하다고 할 수 있다.

上記의 概念에 立脚하여 볼때 需要推定 接近方法은 交通計劃의 側面의 車輛數를 中心으로 하여 推定하는 方法이 될 것이며, 이에 부수적으로 隨伴되는 通行人數에 의한 接近도 아울러 考慮할 수 있다.

需要分析의 段階別 接近方法을 살펴보면, 土地利用 特性의 把握, 通行發生, 通行配定, 手段選擇 및 通行配定, 代案의 比較評價등의 順序로 要約될 수 있는데, 일단 土地利用의 特性이 주어지면 그 特性에 따라 사람이나 車輛의 움직임을 推定할 수 있는 數學的 模型의 導出이 可能해지게 된다.

3.1 通行發生模型

通行發生模型 定立過程은 模型構造面에서 크게 旅客通行과 貨物通行으로 區分하여 通行目的別로 推定한다. 그리고 通行分類는 通行端模型(Trip-end Modeling)에 의하여 通行流出(Trip Production)과 通行流入(Trip Attraction)으로 區分된다.

여기서 模型定立을 위한 分析方法으로는 類似集團分析(Category Analysis)方法과 回歸分析(Regression Analysis)方法의 두 가지가 널리 活用되고 있다.

類似集團分析에 의한 通行模型은 대개 편의상 家口의 經濟, 社會的 特性을 中心으로 推定하거나, 分析對象地域의 土地利用 特性을 中心으로 推定한다. 그리고 類似集團別 各 單位特性值에 대한 既存 交通發生量을 計算하고 將來 特性值를 곱하여 將來 交通量 發生을 推定한다.

<表 3-1> 通行發生 模型의 適用事例

課業名	通行發生模型
서울市 都市高速道路 基本設計 1991.	<p>單純 多重回歸式 使用 說明變數 : 社會經濟指標</p> <p>- 出發通行量 $Y_1 = 6,960.69 \times \text{人口} + 1,546.596 \times (\text{學生數} + \text{雇傭者數}) + 38,085.49$ $(R^2 = 0.71844)$</p> <p>- 到着通行量 $Y_2 = 7,599.471 \times \text{人口} + 1,123.789 \times \text{中學生 以上 學生數} + 1,529.202 \times \text{雇傭者數} + 37,779.55$ $(R^2 = 0.7656)$</p>
西海岸 高速道路(安山-木浦) 交通 및 經濟性分析 1990.	<p>- 直接影響圈內 車種別 交通需要 豫測</p> <p>乘用車 : $\ln \text{CAR} = 1.866 \times \ln \text{GNP} - 9.377$ 普通버스 : $\text{BUS} = 341,258 \times \ln \text{POP} - 3,551.704$ 普通트럭 : $\ln \text{TRUCK} = 0.703 \times \ln \text{GNP} + 0.4245 \times \ln \text{POP} - 1.129$</p> <p>- ZONE別 交通發生量 推定模型</p> <p>乘用車 : $\text{CAR} = 110.461 \times \text{ZPCI} + 0.009608 \times \text{ZPOP} + 320.52$ 普通버스 : $\ln \text{BUS} = 0.242958 \times \ln \text{ZGRP} + 0.564024 \times \ln \text{ZPOP} - 1.56232$ 普通트럭 : $\ln \text{TRUCK} = 0.412688 \times \ln \text{ZGRP} + 0.491079 \times \ln \text{ZPOP} + 1.26149$</p> <p>GNP : 國民 總生産額 POP : 全國人口 ZPCI: ZONE別 1人當 生産額 ZPOP: ZONE別 人口 ZGRP: ZONE別 生産額</p>
清涼里-春川間 京春線 複線 電鐵化 妥當性調査 1990.	<p>回歸分析模型 說明變數 : 人口, 税金徵收額</p>
城南 盆唐·高陽 一山 地區 宅地開發事業 1990.	<p>多元線形 回歸模型 (Multiple Linear Regression Models)</p>

그러나 이 방법의 큰 短點의 하나로는 相互關係 特性值가 增加함에 따라 일정한 正確度を 維持하기 위한 資料의 數가 幾何級數적으로 增加하게되며, 또한 信賴度を 評價할 統計的 指數가 滿足스럽지 못하다는 것이다.

韓國의 適用事例를 통하여 通行發生模型을 살펴보면 <表 3-1>과 같다.

3.2 通行分布模型

通行需要를 推定하는 過程중 가장 重要的 部分은 將來 通行分布(Trip Distribution)를 正確하게 豫測하는 것이다.

通行分布豫測 段階에서 다루어지는 主要課題는 研究 對象地域의 各 交通區域에서 起點이 되는 通行量을 그 地域의 交通區域에 終點이 되는 주어진 通行量과의 關係를 맺어주는 것으로 지금까지 開發된 豫測을 위한 技法으로는 크게 既存의 通行形態를 延長하여 外挿法에 의해 推定하는 類似技法(Analogue Method)과 通行集團의 通行決定過程 및 習性を 把握하여 通行分布를 推定하는 綜合的 配分技法(Synthetic Distribution-Method)으로 大別된다.

外挿法에 의해 推定하는 類似技法은 成長因子에 의한 配分方法이라고도 하며 通常 基準年度의 O/D表를 利用하여 各 交通區域別 發生量 增加率을 豫測, 서로 곱하여 將來 O/D表를 만드는 方法으로 이러한 範疇에 속하는 模型으로는 成長因子의 適用形態에 따라 均一成長因子模型(Uniform Growth Factor Model), 平均成長率模型(Average Growth Factor Model), 프라타模型(Frata Model) 및 디트로이트模型(Detroit Model)등이 있다.

上記 模型들은 過去 適用上의 簡便性 때문에 자주 使用되어 왔으나, 將來 劃期的인 交通施設의 改善등과 같은 交通網의 改善效果를 考慮하기 어려운 短點이 있다.

이와 反面에 基準年度의 O/D패턴과 交通抵抗函數 사이의 關係式을 導出하고 將來 交通施設 水準을 豫測하여 여기에 基準年度의 關係式을 適用함으로써 將來 O/D 패턴을 決定하는 綜合的 配分技法은 未來의 劃期的인 交通施設의 改善效果를 反映할 수 있다는 長點이 있으며 이러한 綜合的 配分技法의 範疇에 속하는 模型으로는 干涉機會模型(Opportunity Model), 重力式模型(Gravity Model) 및 엔트로피 理論에 基礎한 엔트로피 極大化 模型(Entropy Maximizing Model)등이 있다. 이 가운데 最近에 와서 그 理論的 背景을 熱力學, 統計學 및 情報理論등의 分野에 基礎하여 發展된 엔트로피 極大化 模型은 그 適用範圍가 交通分野에 까지 擴張되게 되었으며 신갈-원주간 妥當性調查에서는 通行分布豫測段階의 需要模型으로 본 模型을 利用하여 接近하였다.

통상 通行分布豫測 段階에서의 需要模型을 거쳐 導出되는 起終點 通行表(Origin Destination Trip Table)라고 하는 것은 i 地域에서 j 地域으로 가는 通行量 즉 T_{ij} 값의 集合으로 이루어진 하나의 O/D 表가 된다. 이러한 O/D表는 地域間 流出交通量(O_i) 및 流入交通量(D_j)을 列과 行으로 하여 O/D 表內의 Cell들의 값, 즉 T_{ij} 값의 決定을 必要로 하며 韓國에서 活用한 엔트로피 極大化 模型에서는 이러한 T_{ij} 값의 決定을 몇개의 制約條件下에서 使用할 수 있는 可能的 資料로부터 가장 있음직한 狀態(Most Likely State)의 通行表를 導出하고자 하는데 焦點을 맞추고 있다.

이상의 內容을 土臺로 하여 設定된 模型의 接近方法은 아래의 (式 3.1)과 같다.

$$\text{Maximize } E = -\sum_i \sum_j (T_{ij} \ln T_{ij} - T_{ij}) \dots\dots\dots(\text{式 3.1})$$

$$\begin{aligned} \text{制約條件 : } \sum_j T_{ij} &= O_i \\ \sum_i T_{ij} &= D_j \\ \sum_i \sum_j T_{ij} C_{ij} &\leq C \end{aligned}$$

여기서, E : 엔트로피

T_{ij} : i 지역과 j 지역간의 通行量

O_i : i 존의 通行發生量

D_j : j 존의 通行流入量

C_{ij} : i 존과 j 존간의 通行費用

C : 體系全體의 總費用

여기서 上記 制約條件을 滿足하며, 엔트로피 E 값을 極大化시키는 존간의 分布 交通量은 $T_{ij} = A_i O_i B_j D_j \exp(-\beta C_{ij})$ 로 決定되며, A_i 및 B_j 는 模型의 調整係數(Balancing Factor), β 는 라그랑지안係數(Lagrangian Multiplier)이다.

한편 韓國의 신갈 - 원주간 妥當性調査에서는 通行分布豫測段階의 需要模型으로서 以上에서 言及한 엔트로피 極大化 模型과 通行配定段階에서의 需要模型을 結合하여 O/D表를 推定내지는 補完하는 作業을 거치도록 하였는데, 이때 O/D表를 推定내지 補完하는 方法에는 통상 다음과 같은 3가지가 있다.

- 直接標本調査法 (Direct sample Estimation) :

交通計劃家들에 의해 가장 많이 使用되는 技法中の 하나이고, 家口訪問, 直接調査(Roadside Interview), 郵便利用調査등을 利用하여 基本資料를 收集한 후 標本理論에 의해 推定하는 方法이다. 이 調査方法은 O/D表의 各數値의 分散과 共分散은 使用하는 推定方法에 따라 다르게 되어 不便하며 時間的, 經濟的으로 많은 努力이 들고, 不應答(Non-response)과 測定誤差(Measurement Error)등으로 偏狹된 資料가 될 可能性이 있다.

- 模型推定法 (Model Estimation) :

O/D表를 一連의 模型技法을 利用하여 交通需要를 推定하는 方法으로 普通 交通手段別, 時間帶別로 區分하여 作業을 遂行한다. 이러한 技法을 使用時에는 많은 유의점을 勘案하여야 하고, 主로 推定하려는 對象에 대하여 補完하는 데에 많이 使用되고 있다. 그러나 이 方法은 模型係數(Parameter) 推定에 問題가 많고 利用하는 模型에 따라 O/D表의 數値가 달라지며, 推定에 使用되는 基本資料의 狀態에 따라 그 結果가 달라지기 때문에 誤謬 또한 發生할 所持가 크다.

- 通過交通量을 利用한 O/D表 推定法

(Estimation of the O-D Matrix from Traffic Flows) :

이 技法은 가장 最近에 開發된 것으로 技法의 理論性和 經濟的 實用性으로 많은 研究의 對象이 되고 있다. 直的調查 代身에 主要街路網의 通過交通量을 反復的으로 調査함으로써 一時에 많은 豫算을 要求하지 않고도 信賴 있고 時間에 따른 O/D 通行量의 變化를 쉽게 推定할 수 있다.

現在까지 開發된 O/D표 決定技法을 紹介하면 아래의 (式 3.2)와 같다.

$$\text{Min}_{(T,h)} \beta \sum_l \int_{f_0}^{f_1} C_l(X) dx + \sum_{i,j} T_{ij} \ln T_{ij} \dots \dots \dots \text{(式 3.2)}$$

$$\text{s,t. } \sum_i T_{ij} = D_j \quad \forall j$$

$$\sum_j T_{ij} = O_i \quad \forall i$$

$$\sum_r h_{lr} = T_{ij} \quad \forall i,j$$

$$f_1 = \sum_r \delta_{lr} \cdot h_r \quad \forall l$$

$$h_r > 0$$

여기서, L = 道路區間 l의 總集合

f₁ = 道路區間 l을 지나는 交通量

T_{ij} = 起點 i에서 終點 j로 가는 交通需要

h_r = 道路 r을 利用하는 交通量

δ_{lr} = 1 : 만약 道路區間 l이 路線 r上에 있는 境遇

0 : 그외의 境遇

β = 模型係數 (都市民의 通行行態에 따라 推定됨)

C_l = 道路區間 l을 지나는 通行人이 느끼는 諸 通行費用

(通行時間 + 通行費用)

모델을 사용하기 위해서는 調査된 道路區間 通過交通量(f_1)을 다음과 같은 節次를 통해 調整해야 한다.

Step 1 : $C = \sum_1 \int_0^{f_1} C_1(X) dx$ 를 利用하여 아래 模型을 推定

$$\text{Min}_{(T,h)} \sum_{i,j} T_{ij} \ln T_{ij} \dots\dots\dots (式 3.3)$$

$$\text{s.t.} \sum_1 \int_0^{f_1} C_1(X) \cdot dx = C$$

$$\sum_i T_{ij} = D_j \quad \forall j$$

$$\sum_j T_{ij} = O_i \quad \forall i$$

$$\sum_r h_{1r} = T_{ij} \quad \forall i,j$$

$$f_1 = \sum_r \delta_{1r} \cdot h_r \quad \forall 1$$

$$h_r > 0$$

Step 2 : 重要 道路區間에만 通過 交通量이 있는 境遇

$$C_k = \frac{1}{n_k} \sum_1 \int_0^{f_1} C_1(X) dx \dots\dots\dots (式 3.4)$$

여기서 k 는 k 形 集團의 道路區間

이를 使用하여

$$C = \sum_k P_k C_k$$

(여기서 P_k 는 全道路區間에 대한 k 形 集團의 占有率)을 算出한다.

다음 過程은 Step 1과 同一하다.

以上과 같은 結合模型의 形態를 통해 1 次的으로 通行分布豫測段階의 需要模型으로서 엔트로피 極大化 模型의 파라메타값을 推定한 結果 β값이 0.017일 때 基準年度의 O/D패턴을 가장 잘 說明하는 것으로 分析되었으며 이렇게 하여 決定된 (式 3.5)와 같은 分布模型式을 利用하여 將來 O/D를 豫測하였다.

$$T_{ij} = A_i \cdot B_j \cdot O_i \cdot D_j \cdot \exp(- 0.017 C_{ij}) \dots\dots\dots(式 3.5)$$

여기서, $A_i B_j$: 調整係數

T_{ij} : 존 i와 j간의 通行量

O_i : 존 i의 通行發生量

D_j : 존 j의 通行流入量

C_{ij} : 존 i와 j間的 通行費用

$$A_i = 1 / \sum_j B_j D_j \exp(- 0.017 C_{ij})$$

$$B_j = 1 / \sum_i A_i O_i \exp(- 0.017 C_{ij})$$

韓國에서의 適用事例는 <表 3-2>에서 보는바와 같다.

<表 3-2> 通行分布模型의 適用事例

課業名	通行分布
서울市 都市高速道路 基本設計	通行量を 利用한 起終點(O-D)表 作成方法 · 時間 및 豫算의 節約
西海岸 高速道路(安山-木浦) 交通 및 經濟性分析	二重制約式 重力模型에 Fratar技法을 使用
清凉里-春川間 京春線 複線 電鐵化 妥當性調査	엔트로피 極大化 模型 (Entropy Maximizing Model)
城南 盆唐·高陽 一山 地區 宅地開發事業	成長要因 方法을 利用하는 Fratar 方法

3.3 手段別 分擔模型

最近 社會의 機能이 複雜·多樣化되고 正確한 政策效果 測定이 要求됨에 따라 選擇行爲를 보다 具體的으로 標示할 수 있는 模型의 必要性이 強調되고 있는바 이러한 模型의 代表的인 것으로 效用理論에 立脚하여 發展展開된 模型을 一般的으로 活用하고 있으나 模型의 定立을 위해 要求되는 交通手段別 개개 特性 資料의 蒐集 相當한 어려움이 따르며 이렇게 하여 蒐集된 資料를 利用하여 分析을 시도하여 도 바라는 結果를 導出하기가 어렵다.

現在까지 個人의 通行特性別 資料를 利用하여, 活用할 만한 水準의 效用函數를 導出하여 使用한 例는 極히 적은 實情이며, 단지 模型構造가 갖고 있는 確率的 分擔構造의 長點만을 勘案하여 各 中間 通行時間 및 費用 등의 代表的인 抵抗函數만을 考慮, 推定된 模型을 適用하고 있으며 韓國에서의 適用事例는 <表 3-3>에서 보 는바와 같다.

<表 3-3> 手段選擇模型의 適用事例

課業名	手段分擔					
	分擔率			年平均 增加率		
	1988年	1996年	2001年	'88-'96	'96-'01	
서울市 都市高速道路 基本設計	乘用車, 택시	31.2	31.3	29.0	3.8	0.8
	버 스	55.0	44.4	40.8	1.0	0.6
	地下鐵, 電鐵	13.8	24.3	30.2	11.3	6.8
淸涼里-春川間 京春線 複線 電鐵化 妥當性調查	最尤 推定法에 의한 集團 多項 로짓模型 (Aggregate Multinomial Logit Model)					
城南 盆唐·高陽 一山 地區 宅地開發事業	集計模型(Aggregate)을 使用					

3.4 通行配定模型

通行配定 模型은 起終點別 手段別 通行量을 現在 街路網에 負荷시켜 代案別, 區間別 通行量을 推定하는 模型으로 많이 利用되는 技法으로 最小費用經路에 全量을 配定하는 All-or-Nothing 配定技法과 確率論的 立場에 基礎한 確率配定技法 (Stochastic Assignment), 多衆經路配定法(Multi-path Assignment) 및 平衡配定技法(Equilibrium Assignment)등이 있다.

신갈-원주간 妥當性調查에서는 現在까지 開發된 上記技法 가운데 가장 精巧한 技法 가운데 하나로 評價되고 있는 平衡配定技法을 使用하여 通行量을 配定하였다. 平衡配定技法은 그 理論的 背景을 크게 시스템 全體의 通行費用이 最小가 되도록 街路網 通行量을 推定하는 體系平衡理論과 最小費用原理와 同一費用原理를 基礎로 하여 經濟學에서의 平衡理論에 立脚하여 發展된 使用者 平衡理論으로 大別되며, 그 數學的 表現은 아래의 (式 3.6), (式 3.7)과 같다.

- 體系平衡理論에 立脚한 平衡配定技法

$$\text{Min } \sum_i C_1(f_1) \cdot f_1 \dots\dots\dots \text{(式 3.6)}$$

(f₁)

$$\text{s.t } f_1 = \sum_i \sum_j \sum_r \delta_{1r} \cdot h_r$$

$$\sum_r h_r = T_{ij}$$

$$h_r > 0$$

여기서,

C₁ = 道路區間 1에서 發生하는 通行費用

f₁ = 道路區間的 交通量

δ_{1r} = 1 : 道路區間 1이 路線 r上에 있을 때

0 : 그 외

T_{ij} = 起點 i에서 終點 j까지의 總通行分布量

- 使用者 平衡理論에 立脚한 平衡配定技法

$$\text{Min } \sum_i \int_0^{f_i} C_i(X) dx \dots\dots\dots(\text{式 3.7})$$

$$\text{s.t } f_i = \sum_j \sum_r \delta_{ijr} \cdot h_r$$

$$\sum_r h_r = T_{ij}$$

$$h_r > 0$$

體系平衡理論과 使用者 平衡理論의 差異點은 費用의 觀點에서 볼 수 있는 바 使用者 通行費用에서 限界費用을 算出하여 合하면 體系費用이 되며, 新갈-원주간 妥當性調査에서는 上記 平衡理論 가운데 體系平衡理論에 基礎한데 接近을 시도하였다.

한편 交通量 平衡問題를 풀기위한 알고리즘(Algorithm)으로는 1973년 Leblanc에 의한 線形化技法과 1976년의 Evans에 의한 部分線形化技法이 代表的인것으로 되어 있으나 路線配定 自體를 푸는 技法은 서로 같다고 할 수 있다.

그러나 新갈-원주간 妥當性調査에서 提議된 結合模型을 使用할 때는 Evans알고리즘이 Leblanc의 것보다 우수한 것으로 밝혀져 있는데 Evans알고리즘의 段階的 遂行過程을 살펴보면 다음과 같다.

Step 1 : 初期量 $f_1(0)$ 의 決定

Step 2 : 起終點間 最小費用經路의 探索(C_{ijr})

Step 3 : 最小費用經路의 起終點間 交通需要의 負荷(q_1)

Step 4 : 수렴의 檢討 ($\|f_1 - q_1\| < \epsilon$)

Step 5 : 一변수 라인 探索

$$\text{Min } F [(1-\lambda) \cdot f_1(n) + \lambda q_1(n)], \lambda \in [0.1]$$

step 6 : 街路通行量과 通行費用的 補正

$$f_1(n+1) = (1-\lambda)*f_1(n) + \lambda * g_1(n)$$

$C_1[f_1(n+1)]$ 의 算出

韓國에서의 適用事例는 <表 3-4>에서 보는바와 같다.

<表 3-4> 通行配定模型의 適用事例

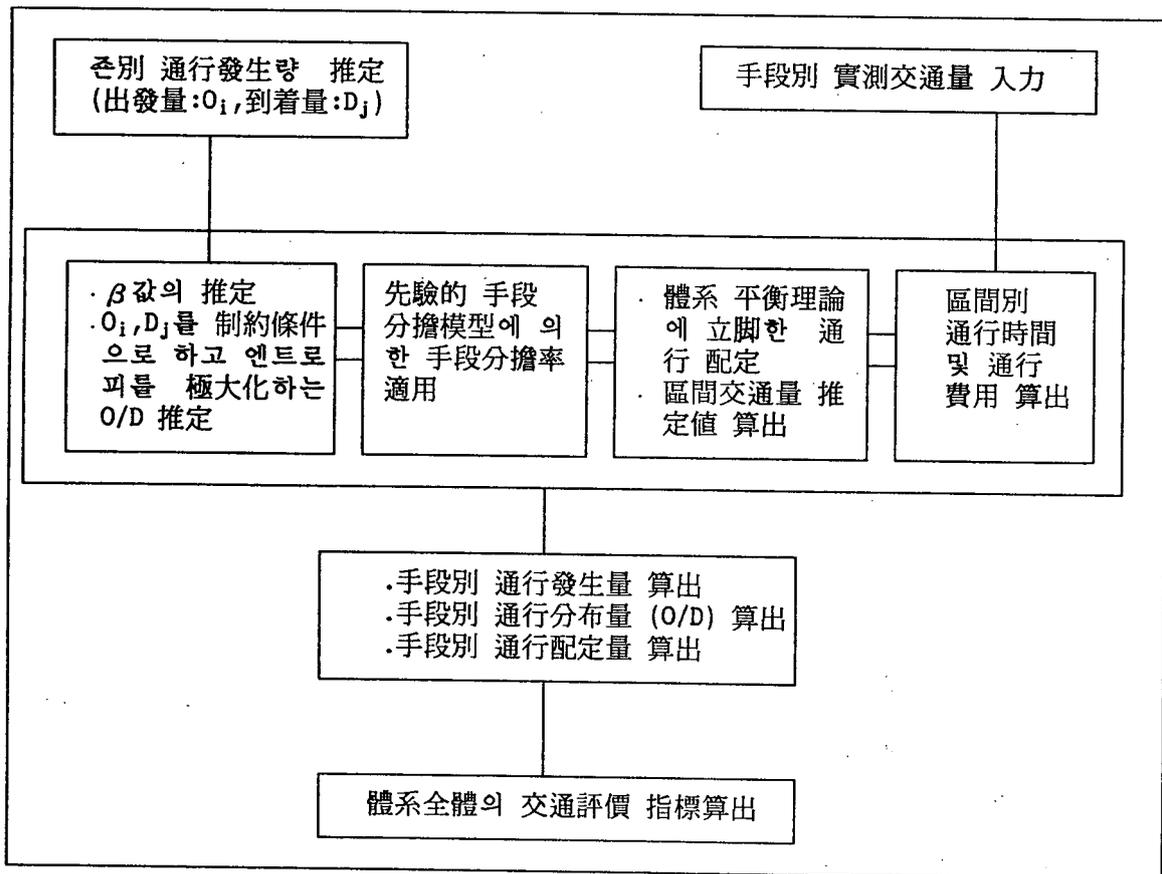
課業名	路線配定
서울市 都市高速道路 基本設計	平衡配定技法
西海岸 高速道路(安山-木浦) 交通 및 經濟性分析	交通網 平衡模型 (Network Equilibrium Model)
清涼里-春川間 京春線 複線 電鐵化 妥當性調査	公路部門 : 平衡配定技法 鐵道部門 : All-or-Nothing 配定技法
城南 盆唐·高陽 一山 地區 宅地開發事業	平衡配定模型

3.5 結合模型

傳統的인 段階別模型들은 模型의 파라메타 推定과 交通需要 및 區間別 交通量 推定上에 몇가지 短點들이 豫想되는 바 通行分布, 手段別 交通需要, 路線配定 分析에 使用되는 交通費用이 相異함으로 連繫性을 지닌 交通量 推定에 一般的으로 一貫性이 缺如되어 있다는 것이 큰 短點으로 指摘되고 있다.

1956년 經濟學者인 Beckman에 의해 最初로 結合模型이 提議되면서 점차 그 缺點에 대한 解가 풀리기 始作했다. 結合模型은 各 模型들간의 連繫性 및 一貫性의 缺如를 除去하는 利點은 勿論 아래와 같은 또 다른 特徵이 있다.

將來 交通需要豫測時에 使用하는 各 模型의 係數들 사이에 體系性이 缺如되어 있다. 例를 들면, 路線配定에 使用되는 變數와 파라메타는 手段別 交通需要 推定時에 使用되는 그것들과 매우 相異하다. 그러나 一般的으로 變數와 파라메타들은 內部的으로 어떤 關聯性을 지니고 있다. 傳統的인 段階別 模型들이 갖는 이러한 缺點들은 그동안 많이 指摘되어 왔으나 이것을 補完할 滿足할만한 技法이나 理論의 定立이 없었다.



<圖 3-1 > 結合模型의 構造

通行分布段階에서부터 經濟性 分析의 基礎資料가 될 各種 評價指標의 算出까지 巨視的 結合模型을 構築하여 遂行하였으며, 그 總體的 遂行過程은 <圖 3-1>과 같고 이에 適用된 模型式은 아래의 (式 3.8)과 같다.

$$\text{Max}_{\theta} \text{Min}_{g,h} \sum_{st} g_{st} \ln g_{st} + \theta \left(\sum_a \int_0^{f_a} S_a(x) dx - \sum_{st} U_{st} g_{st} - F \right) \dots (\text{式 } 3.8)$$

$$\text{制約條件} : \sum_s g_{st} = D_t$$

$$\sum_t g_{st} = O_s$$

$$\sum_l h_{lst} - g_{st} = 0$$

$$h_{lst}, g_{st} > 0$$

여기서, g_{st} : 起點 s 에서 終點 t 로 가는 通行量

f_a : link a 의 實測 交通量

S_a : link a 의 交通量 f_a 에 대한 總體的인 通行時間

U_{st} : S_a 가 發生하는 境遇 中間 實際 通行時間

h_{lst} : 起點 s 에서 終點 t 로 通行하는 link l 에서의 通行量

F : $\sum_a \int_0^{f_a} S_a(x) dx - \sum_{st} U_{st} g_{st}^*$ 로 定意되는 最適 目的函數值

(단, g_{st}^* 는 g_{st} 의 最適解 임)

위의 같은 模型 構造에 따라 먼저 各別 總通行량과 暫定的인 手段分擔率이 入力되고 엔트로피 極大化하의 二重制約式 重力式 模型으로 一次的 通行分布를 求한다. 한편 街路別로 實測된 交通量과 이에 의하여 計算되는 一般화된 街路通行時間을 入力하고, 앞에서 얻은 通行分布를 平衡配定技法(Network Equilibrium Algorithm)으로 配定한 結果와 比較한다. 이렇게 初期值를 設定하며, 以上の 過程을 反復하여 配定되는 手段別 交通量과 實測된 交通量이 合致되는 條件을 探索하며 許容範圍內에 各各의 結果值가 收斂할 때 파라메타 推定值 및 F 값 등이 決定되며, 이때의 手段別 通行分布量과 街路交通量推定值가 出力된다.

이러한 模型의 使用은 前述한 바와 같이 街路交通量이 重要한 入力資料로서 이를 基準으로 하여 通行分布나 通行配定을 遂行하고 있으며, 順次的 4段階技法 등에서 볼 수 있는 手段別 존間 通行時間 및 經路등이 一致되지 않는 點이 克服된다.

또한 嚴格한 數學的, 經濟的 理論을 바탕으로 模型을 定立하기 때문에 正確한 解로 收斂하는 알고리즘의 開發이 必要하다.

또다른 特徵은 資料入力 以後 模型의 人爲的 조작 可能性이 없다. 즉 內生하는 交通費用은 交通費用의 交通需要의 推定은 勿論 模型 파라메타까지 推定하게 되므로 거의 完璧에 가까운 交通需要 推定模型을 誘導해 낼 수 있다. 이것은 한 模型의 推定치가 正確하다면 다른 段階의 結果도 그와 類似한 結果를 가져올 수 있다는 可能性의 意味를 含蓄하고 있다.

4. 結 論

그간 需要豫測의 體系的 接近을 위한 數學的 模型의 開發에 많은 研究가 이루어져 이를 土臺로한 傳統的 需要推定方法의 有效性이 크게 浮刻된 바도 事實이지만 現在까지 使用된 韓國의 交通需要 推定方法에서 나타나는 몇가지 有意事項도 看過할 수 없어 그 內容을 整理하여 보면 다음과 같다.

- 交通計劃過程이 複雜하고 說明力이 不足하다.
즉 現在의 交通패턴이 未來에도 持續적으로 適用된다는 假定에서 開發되어 使用되고 있는 類型의 技法은 未來의 狀況에 대한 彈力性이 없다.
- 過程의 目的과 制約條件이 不分明하다.
즉 各 過程의 構造上에 內在되어 있는 假定들에 대한 合理性의 檢討가 未洽하다.
- 政策과 意思決定에서 必要로 하는 情報에 대하여 敏感치 못하다.
즉 提示되는 定量的인 資料가 意思決定 資料로 反影되기 위해서는 또 다른 過程의 說明이 追加되어야 한다.
- 推定된 通行量에 대한 誤差分析이나 誤差의 累積에 관한 分析이 要求된다.
즉 最終結果 分析時에 첫 段階부터의 入力資料에 대한 不確實性을 考慮하지 않고 있으며 入力資料에서 부터 最終結果까지 一律的인 過程을 밟고 있어서, 最終結果로부터 入力資料를 反復 檢討하는 過程이 漏落되고 있다.
- 未來의 交通技術開發 및 다른 計劃代案들의 情報를 受容하고 있지 않다. 特히 長期交通計劃 側面에서는 未來의 交通技術이 計劃上에 미치는 影響을 考慮해야 하며 竝行되는 他 代案과의 連繫性도 아울러 勘案해야 한다.

이러한 既存의 交通需要豫測技法의 短點을 克服하기 위한 노력은 現在도 계속되고 있으며 將來에도 持續적으로 研究되어야 할 課題라고 생각된다.

최근에 開發되고있는 動的通行配定模型(Dynamic Traffic Assignment Model)등의 研究는 매우 바람직하다고 생각되어지며 中.長期 交通需要豫測과 함께 交通地區計劃과 關聯된 短期 交通需要豫測 技法과 個別選擇模型등의 研究가 아울러 遂行되어야 할 것으로 判斷된다.

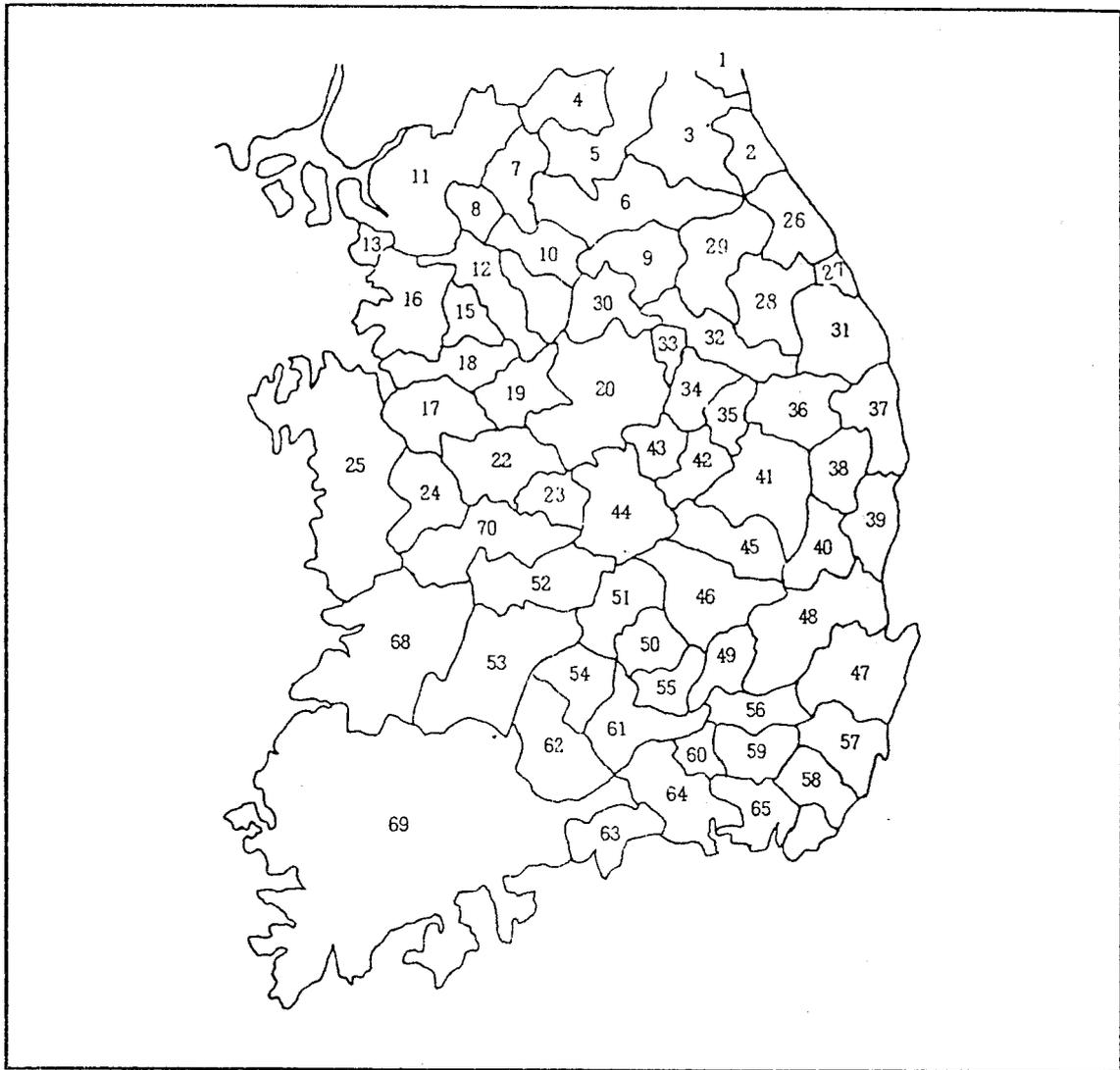
參考文獻

1. 李仁遠, “交通需要豫測과 街路網設計의 效率化”, 大韓交通學會誌 Vol.1-1 pp. 28-42, 1983.
2. 陰盛稷, “個人別 選擇行爲에 있어서 重力模型의 效率化”, 大韓交通學會誌 Vol.1-1 pp.43-47, 1983.
3. 具滋弘, “混成 「로-짓」 模型의 檢證”, 大韓交通學會誌 Vol.1-1, pp.82-103, 1983.
4. 俞 浣, “「로-짓」 模型에 의한 交通時間價値 算定에 관한 研究”, 大韓交通學會誌 Vol.2-1 pp.69-88, 1984.
5. 車東得, “複合的 交通選擇模型 : 選擇範圍 決定과 選擇” 大韓交通學會誌 Vol.2-1 pp.89-101, 1984.
6. 元濟戊, “鐘路軸出勤通行에 의한 「로-짓」 模型의 適用” 大韓交通學會誌 Vol.2-1 pp.103-119, 1984.
7. 許宇桓, “多次元 尺度法에 의한 서울 住民의 交通手段 選好 分析” 大韓交通學會誌 Vol.4-1 pp.12-27, 1986.
8. 李勇宰, “交通手段 및 路線決定 綜合模型의 係數 導出을 위한 研究” 大韓交通學會誌 Vol.4-1 pp.41-71, 1986.
9. 全京秀, “Network Equilibrium Models of Urban Location and Travel Choice : Formulations and Applications”, 大韓交通學會誌 Vol.5-2 pp.113-126, 1987.
10. 張玆峰, 朴昌浩, “Hooke and Jeeves技法에 의한 最適街路網設計”, 大韓交通學會誌 Vol.6-1 pp.5-16, 1988.
11. 李賢求, 趙重來, “네스티드로짓模型을 利用한 쇼핑通行의 行態分析에 관한 研究”, 大韓交通學會誌 Vol.7-1 pp.19-34, 1989.
12. 李仁遠, 車在懋, “路線選擇行態의 模型化”, 大韓交通學會誌 Vol.7-1 pp.35-42, 1989.
13. 申濟澈, 吳允杓, “交通需要變動을 內生化한 都市高速道路의 將來交通量 豫測에 관한 研究”, 大韓交通學會誌 Vol.7-2 pp.29-46, 1989.

14. 全京秀, “交通網平衡理論을 應用한 綜合模型의 開發”, 大韓交通學會誌 Vol.7-2 45-52, 1989.
15. 李承宰, 朴岡源, 全京秀, “效率的 利用者 平衡通行配定에 關한 研究” 大韓交通學會誌 Vol.8-1 pp.55-72, 1990.
16. 裴永錫, 金大雄, “個別 로짓模型을 利用한 非就業者의 日通行 行態에 關한 研究”, 大韓交通學會誌 Vol.8-1 pp.89-102, 1990.
17. 金翊基, “行態의 多樣性을 考慮한 土地利用-交通模型의 開發”, 大韓交通學會誌 Vol.9-2 pp.87-100, 1991.
18. 魯正鉉, “엔트로피 極大化 通行配分模型의 效率的 解法”, 大韓交通學會誌 Vol.9-2 pp.121-126, 1991.
19. 吳在鶴, “交通網 平衡條件下에서 링크 交通量 資料를 利用한 起終點 通行表 推定 方法에 關한 研究”, 大韓交通學會誌 Vol.10-1 pp.55-62, 1992.
20. 南奇燦, “貨物輸送手段選擇 模型의 理論 및 適用 側面에서의 考察”, 大韓交通學會誌 Vol.11-1 pp.37-54, 1993.
21. 李仁遠, 鄭蘭姬, “Stochastic Dynamic Assignment 模型의 開發과 活用”, 大韓交通學會誌 Vol.11-1 pp.67-86, 1993.
22. 林岡源, “都市交通需要의 將來豫測을 위한 交通發生模型에 關한 研究”, 大韓土木學會誌, No. 25.1, 1977.
23. 서울市, “首都圈 長期 綜合交通 計劃 樹立에 關한 研究”, 1978
24. 釜山市, “釜山直轄市 交通需要分析에 關한 研究”, 1979
25. 釜山市, “釜山市 地下鐵 第1號線 經濟性 調查研究”, 1980
26. 서울市, “서울特別市 都市高速化道路 妥當性 調查”, 1988
27. 韓國道路公社, “西海岸 高速道路 安山-木浦間 基本設計”, 1990
29. 鐵道廳, “清涼理-春川間 京春線 複線 電鐵化 妥當性調查”, 1990
29. 韓國土地開發公社, “城南 盆唐, 高陽 一山地區 宅地開發事業”, 1990
30. 韓國道路公社, “首都圈地域 高速道路 交通흐름 調查 및 交通 停滯解消方案 研究”, 1992

附錄

* 交通需要推定過程の例



交通地區 (zone) 區分圖

譯 內 分 區 名

大 番	小 番	地 域 名	大 番	小 番	地 域 名
	29	寧越郡		53	公州市, 公州郡
	30	旌善郡		54	燕岐郡
	31	東海市		55	論山郡
	32	太白市, 三陟市		56	大田市, 大德郡
3		< 忠清北道 >		57	錦山郡
	33	鎮川郡	5		< 全羅北道 >
	34	陰城郡		58	群山市, 沃溝郡
	35	忠州市, 中原郡		59	裡里市, 益山郡
	36	堤川市, 堤原郡		60	金堤市, 金堤郡
	37	丹陽郡		61	全州市, 完州郡
	38	清州郡, 清原郡		62	扶安郡
	39	槐山郡		63	高敞郡
	40	報恩郡		64	井州市, 井邑郡
	41	沃川郡		65	淳昌郡
	42	永同郡		66	鎮安郡
4		< 忠清南道 >		67	茂州郡
	43	瑞山郡		68	任實郡
	44	唐津郡		69	長水郡
	45	洪城郡		70	南原市, 南原郡
	46	禮山郡	6		< 全羅南道 >
	47	溫陽市, 牙山郡		71	靈光郡
	48	天安市, 天原郡		72	長城郡
	49	大川市, 保寧郡		73	潭陽郡
	50	青陽郡		74	咸平郡
	51	舒川郡		75	光州市, 光山郡
	52	扶餘郡		76	谷城郡

조별 사회·경제지표 (1988년 기준)

資料區分 (單位) 區區分	人 口 (人)	2次産業雇傭人口 (人)	自動車保有臺數 (臺)	트럭保有臺數 (臺)
1	199,485	23,889	5,803	2,923
2	384,691	22,017	9,229	4,735
3	505,442	46,286	16,746	8,090
4	1,526,435	230,207	63,346	22,118
5	541,696	106,216	20,121	3,024
6	9,991,089	553,870	631,794	133,033
7	268,458	25,424	7,734	3,845
8	55,298	1,895	1,468	690
9	1,144,679	188,112	41,141	14,162
10	491,577	50,424	13,582	5,300
11	161,277	19,243	4,676	2,149
12	81,331	916	1,440	782
13	740,554	104,262	30,351	12,074
14	169,960	37,544	5,247	2,564
15	137,589	23,452	5,023	2,445
16	93,544	5,453	2,589	1,426

조별 사회·경제지표 豫測值

(單位：千人，千臺)

資料區分 (年平均 增加率) 年 度	人 口 (0.78 %)	2次産業雇傭者數 (1.23 %)	自動車保有臺數 (12.91 %)	트럭保有臺數 (8.52 %)
1988	41,349	3,115	1,556	518
1993	44,402	3,471	3,457	1,033
1996	45,452	3,704	4,967	1,592
2001	47,258	4,128	9,177	3,391

1988年基準 乗用車 旅客 道別 O/D

單位：人/日

O \ D	京 畿	江 原	忠 北	忠 南	全 北	全 南	慶 北	慶 南	計
京 畿	534,566	21,647	2,700	4,401	1,510	1,509	2,995	4,283	573,611
江 原	21,647	2,868	770	879	104	56	537	389	27,249
忠 北	2,700	770	248	1,945	287	123	745	253	7,070
忠 南	4,401	879	1,945	4,835	1,111	384	939	568	15,062
全 北	1,510	104	287	1,111	2,710	2,612	617	207	9,158
全 南	1,509	56	123	384	2,612	8,405	366	2,152	15,609
慶 北	2,995	537	745	939	617	366	10,597	15,051	31,847
慶 南	4,283	389	253	568	207	2,152	15,051	19,675	42,579
計	573,611	27,249	7,070	15,062	9,158	15,609	31,847	42,579	722,185

1988年基準 버스 旅客 道別 O/D

單位：人/日

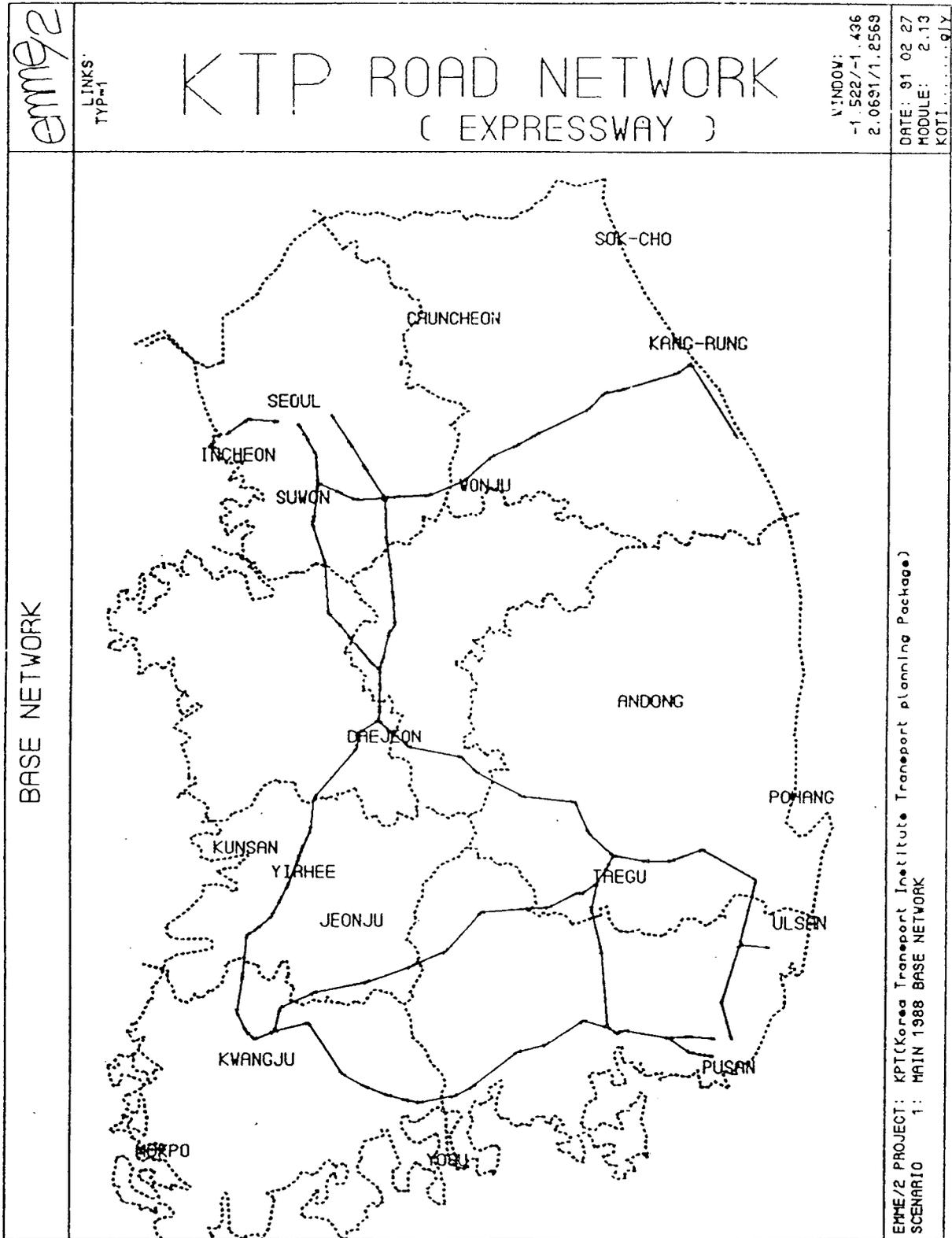
O \ D	京 畿	江 原	忠 北	忠 南	全 北	全 南	慶 北	慶 南	計
京 畿	422,392	32,496	35,790	37,164	17,548	17,899	25,048	34,064	622,399
江 原	32,496	9,161	7,115	4,952	833	448	5,918	5,073	65,996
忠 北	35,790	7,115	3,245	21,612	3,630	1,088	5,252	1,577	79,308
忠 南	37,164	4,952	21,612	34,998	13,464	7,849	6,538	5,676	132,252
全 北	17,548	833	3,630	13,464	31,150	35,579	4,565	2,153	108,923
全 南	17,899	448	1,088	7,849	35,579	119,463	3,657	19,185	205,167
慶 北	25,048	5,918	5,252	6,538	4,565	3,657	110,144	155,343	316,465
慶 南	34,064	5,073	1,577	5,676	2,153	19,185	155,343	159,285	382,355
計	622,399	65,996	79,308	132,252	108,923	205,167	316,465	382,356	1,912,866

大 道 別 ノウド 數

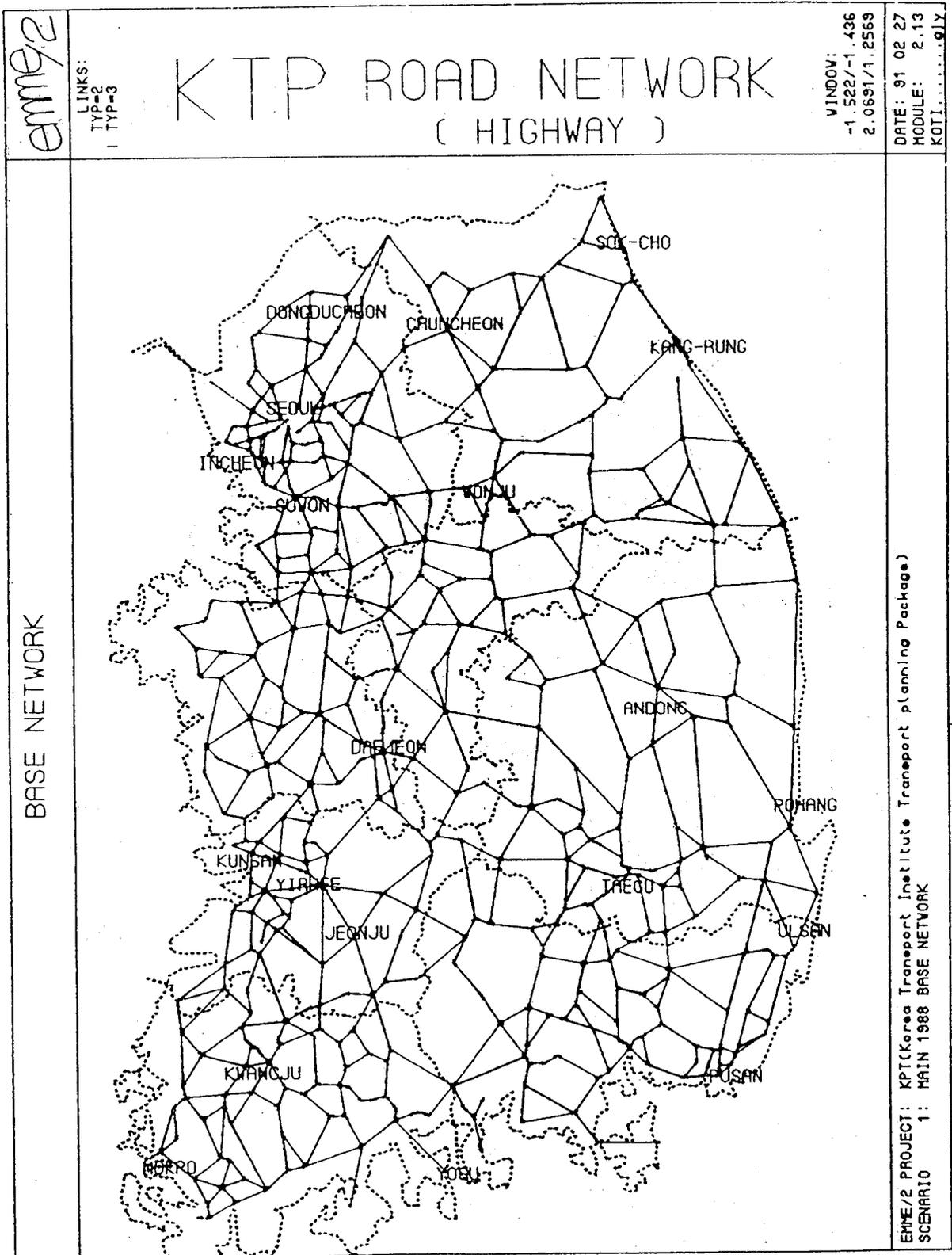
道 區 分	京 畿	江 原	忠 北	忠 南	全 北	全 南	慶 北	慶 南	計
(大 道 區 分)	1	2	3	4	5	6	7	8	
ノウド 數	116	61	43	65	58	81	91	85	600

全 國 ノウド デイ タ の 例

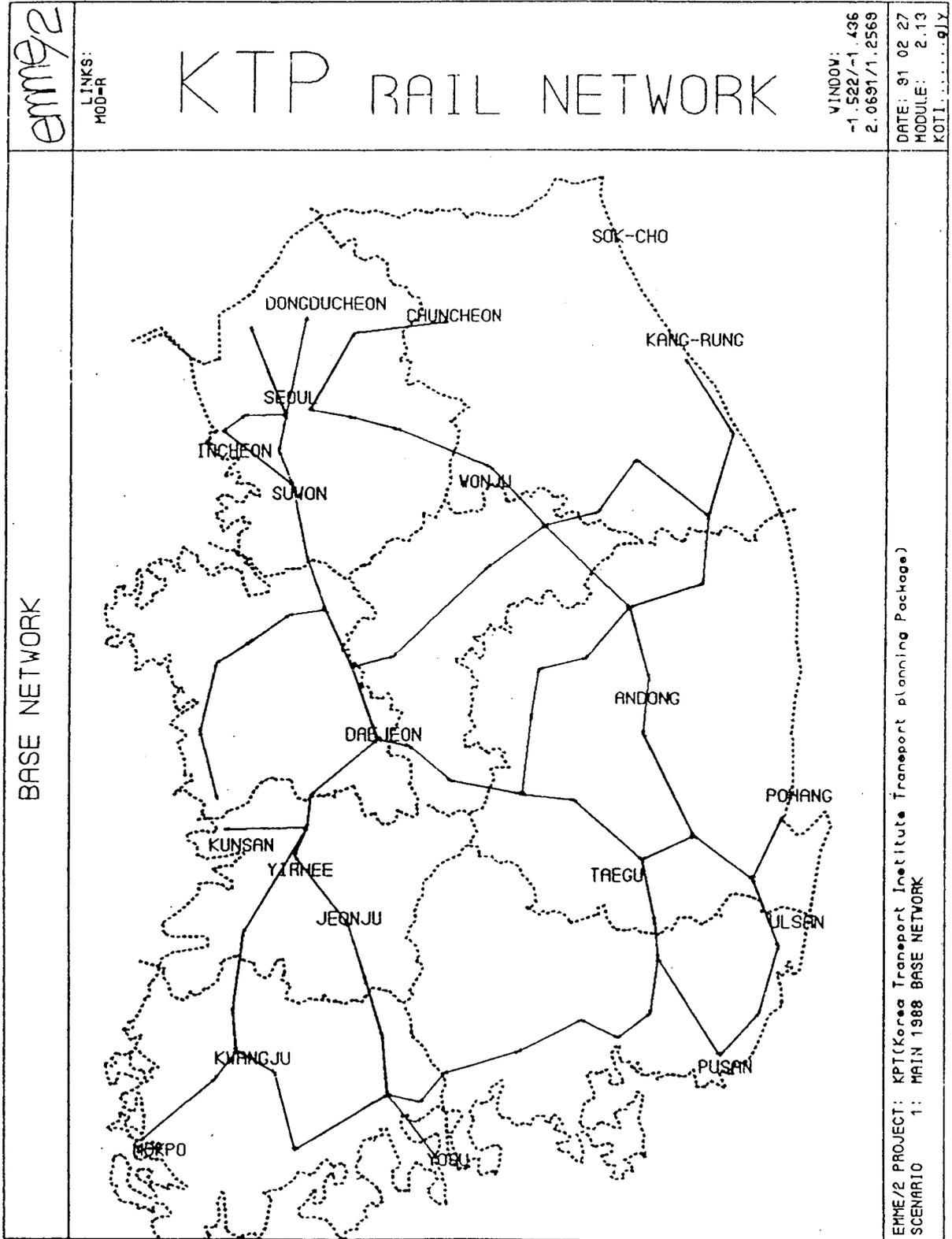
Ser. no	MODEL NODE	EMME/2 NODE	X-COOR	Y-COOR	CODE
1	1000	1	1.3425	0.8300	0
2	2000	2	1.4500	0.6650	0
3	3000	3	1.5250	0.4200	0
4	4000	4	1.1458	0.7600	0
5	5000	5	1.1700	0.6800	0
6	6000	6	1.2300	0.5000	0
7	7000	7	1.2600	0.4200	0
8	8000	8	1.4550	0.1900	0
9	9000	9	1.0550	0.5500	0
10	10000	10	1.1000	0.4250	0
11	11000	11	1.1140	0.3425	0
12	12000	12	1.1800	0.1000	0
13	13000	13	0.9550	0.5300	0
14	14000	14	0.9000	0.3870	0
15	15000	15	0.9700	0.2130	0
16	16000	16	0.9900	0.0950	0
:					
:					
:					
713	127040	8066	-0.7980	-1.0210	3836
714	127050	8067	-0.7590	-1.0310	3836
715	128010	8068	-1.1770	-0.0740	3944
716	129010	8069	-1.0530	-0.3810	3842
717	130010	8070	-1.1490	-0.4570	3815
718	131010	8071	-1.1500	-0.6630	3841
719	132010	8072	-0.8990	-0.9040	2100
720	132020	8073	-0.8620	-0.9220	2100
721	132030	8074	-0.8410	-0.9290	2100
722	132040	8075	-0.8410	-0.8700	2100
723	132050	8076	-0.8530	-0.8690	2100
724	132060	8077	-0.8470	-0.8490	2100
725	132070	8078	-0.8960	-0.8310	2100
726	132080	8079	-0.8990	-0.8660	2100
727	132090	8080	-0.9320	-0.8190	2100
728	132100	8081	-0.9330	-0.8640	2100
729	132110	8082	-0.8870	-0.7920	2100
730	132120	8083	-1.5800	-1.2780	2100
731	132130	8084	-0.8980	-0.9030	2100
732	132140	8085	-0.8980	-0.9030	2100



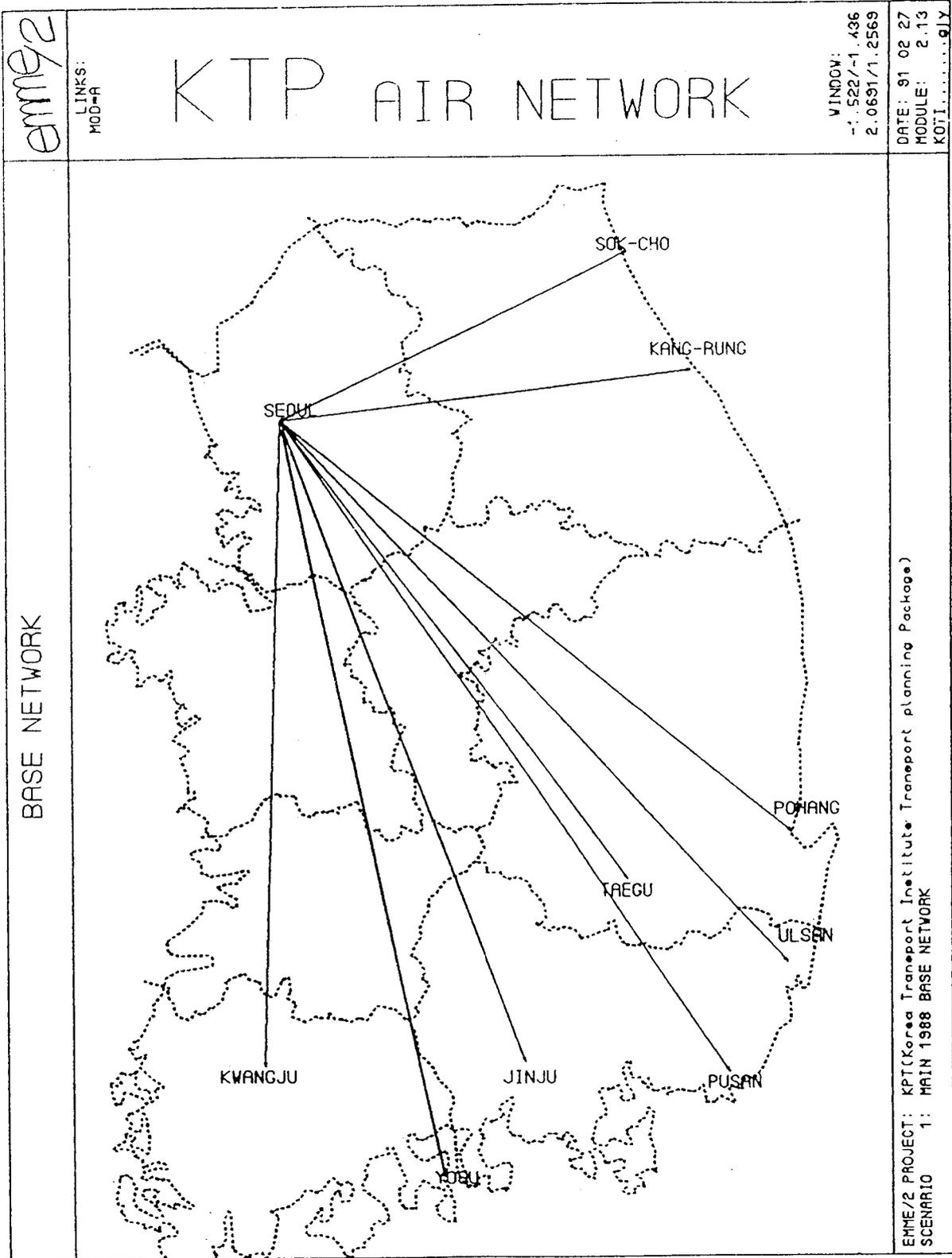
全國 高速道路 네트워크 (1988 年基準)



全國 國道 및 地方道 네트워크 (1988年基準)

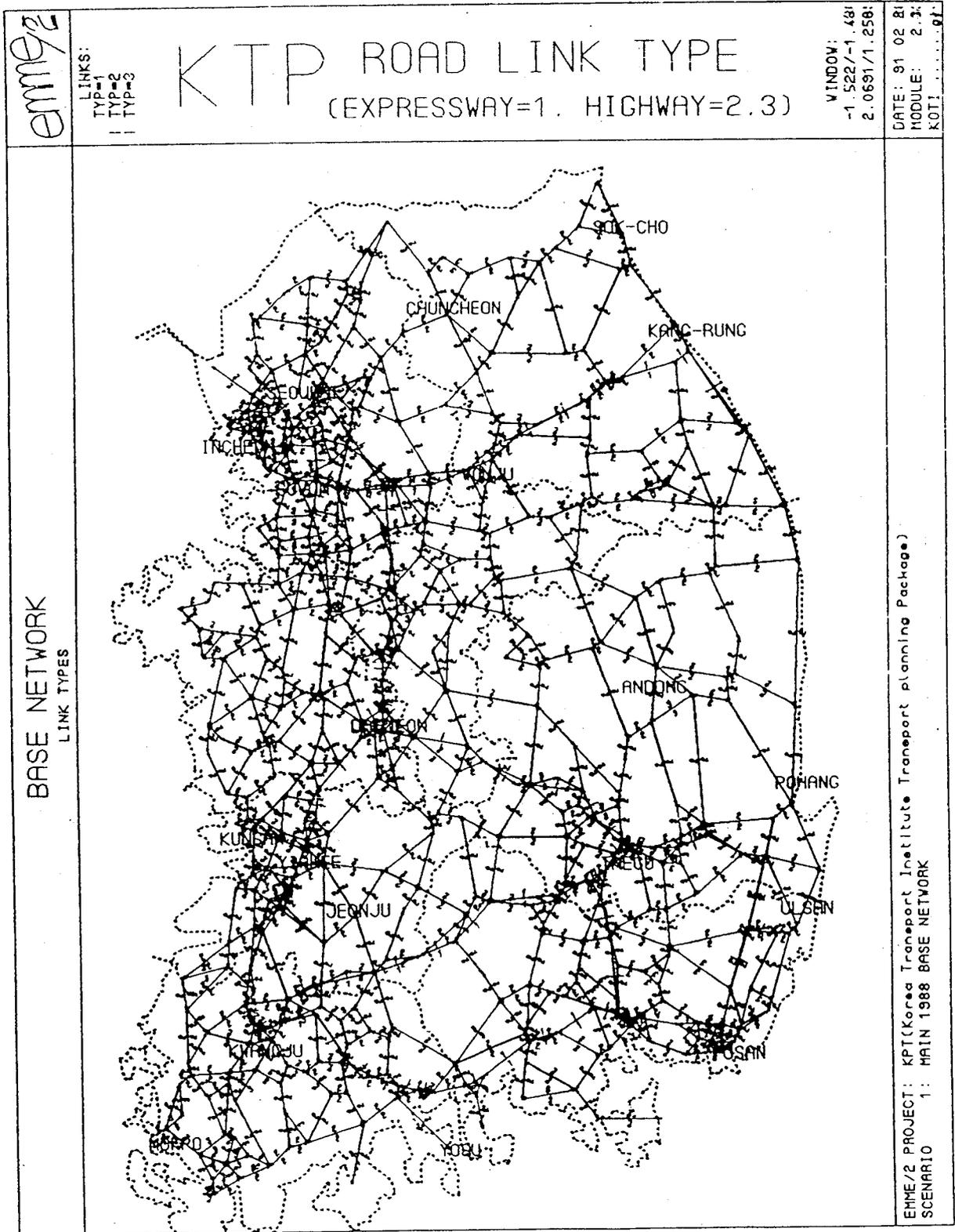


全國 低級鐵道 네트워크 (1988 年基準)

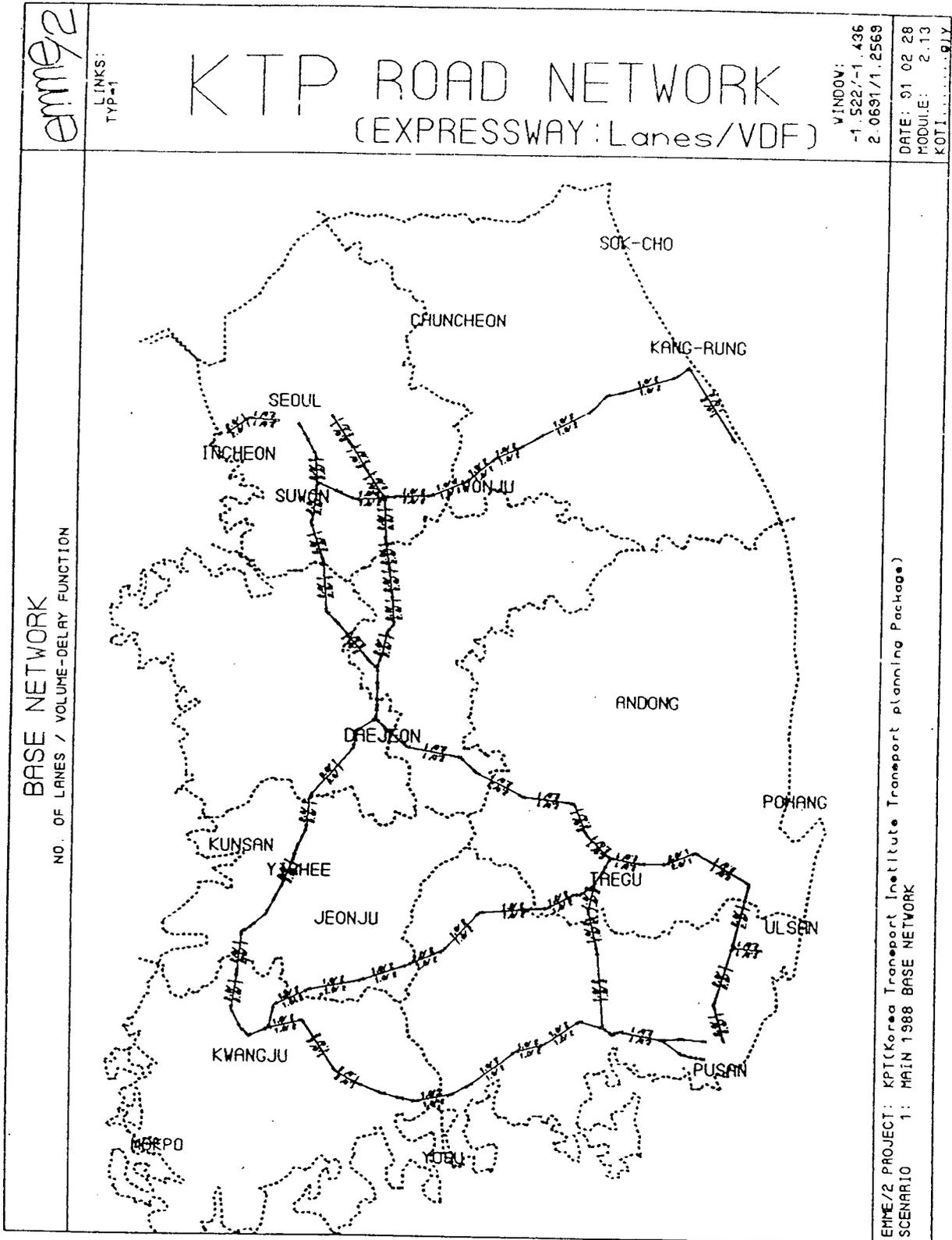


全國 航空 네트워크 (1988年基準)

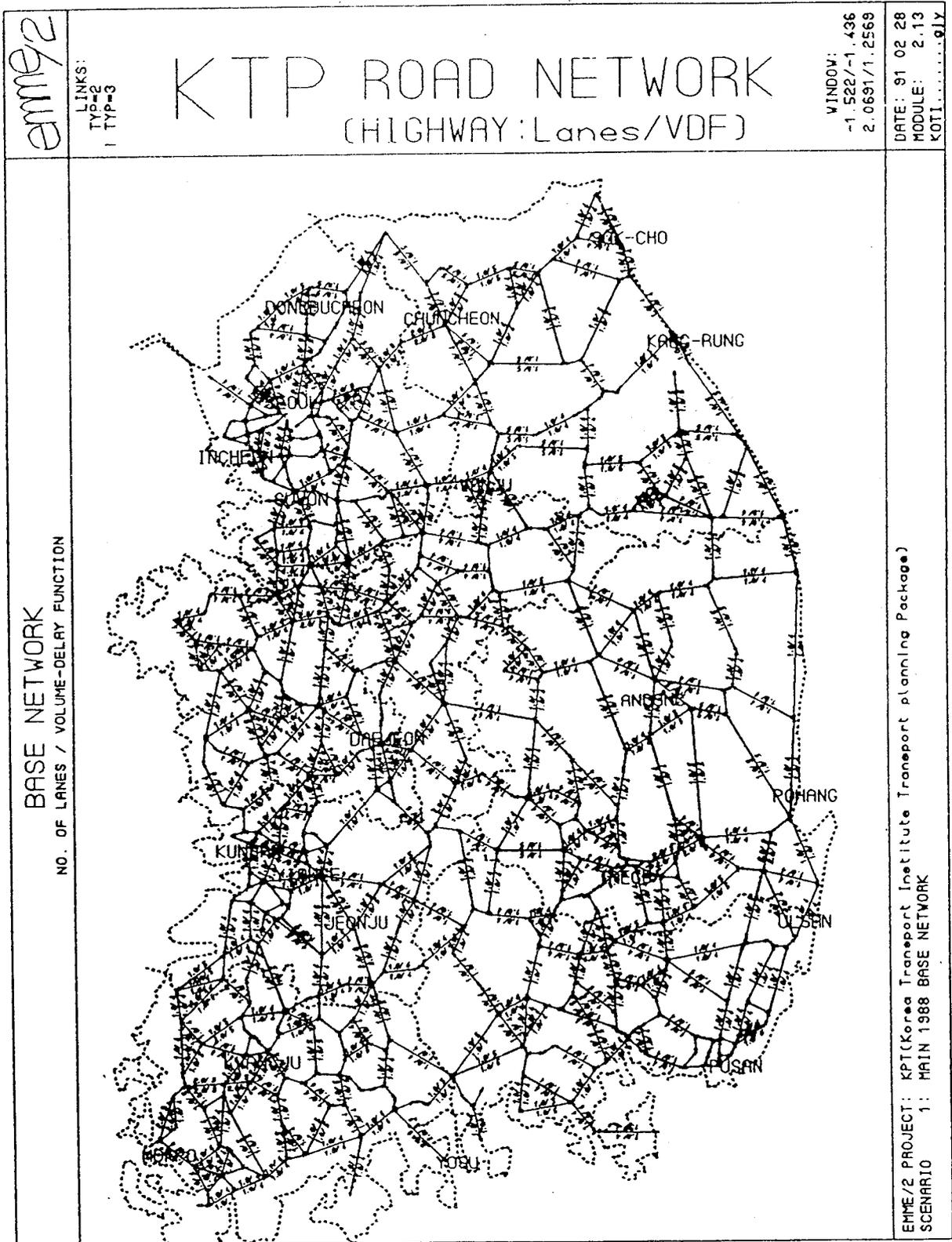
Bar no	From	To	LTPB Dist(km)	Speed	Cap.	Lane	Pave	SURVEY link no					Auto	S.BUS	M.BUS	S.TRK	M.TRK	L.TRK	Other	P.C.U.	TOTAL	V/C	Volty		
								1	2	3	4	5													
1	1000	1010	9	.00	120.00	99999	9.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	6		
2	2000	2010	9	.00	120.00	99999	9.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	6		
3	3000	3020	9	.00	120.00	99999	9.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	6		
4	3000	3050	9	.00	120.00	99999	9.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	6		
5	4000	4010	9	.00	120.00	99999	9.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	6		
6	5000	5010	9	.00	120.00	99999	9.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	6		
7	5000	5020	9	.00	120.00	99999	9.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	6		
...		
399	30050	30040	3	22.00	30.00	4000	2.0	0	421004	0	0	0	0	0	20	12	0	43	25	15	0	206	115	0.052	5
400	31010	31020	2	25.00	60.00	9500	2.0	1	723001	0	0	0	0	0	201	43	80	75	144	114	7	1098	664	0.114	4
401	31010	30220	2	15.00	60.00	9500	2.0	1	721000	722000	0	0	0	0	3611	657	789	1187	637	1575	87	13145	8545	1.369	4
402	32010	32030	2	55.00	30.00	4000	2.0	0	3816000	0	0	0	0	0	1480	382	443	353	830	484	16	6222	3888	1.881	5
403	32010	32040	2	34.00	30.00	4000	2.0	0	3515000	0	0	0	0	0	1210	310	222	434	523	473	0	5027	3172	1.257	5
404	32010	93030	2	35.00	60.00	9500	2.0	1	3118000	3119000	3120000	3121000	3122000	0	992	349	345	840	632	404	2	5996	3565	0.625	4
405	32020	32030	2	55.00	30.00	4000	2.0	0	3817000	3818000	3819000	0	0	687	110	160	385	203	476	1	3306	2025	0.827	5	
406	32020	32050	2	40.00	60.00	9500	2.0	1	719000	720000	0	0	0	1070	303	432	635	342	641	49	5703	3473	0.594	4	
407	32030	32050	3	49.00	60.00	9500	2.0	1	427001	415901	416003	0	0	222	120	59	234	185	245	0	1875	1067	0.195	4	
408	32050	94010	2	30.00	60.00	9500	2.0	1	715002	717000	718000	0	0	1000	319	415	418	506	618	22	5440	3299	0.557	4	
409	33010	33020	2	3.00	60.00	9500	2.0	1	1723000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	4
410	33010	34020	2	23.00	30.00	4000	2.0	0	2111000	2112000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	5
...	
1005	132020	132040	2	7.00	60.00	9500	2.0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	4
1006	132040	132050	2	1.00	70.00	27500	4.0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	3
1007	132050	132050	2	2.00	60.00	9500	2.0	1	1411000	0	0	0	0	0	7122	2540	2030	4217	2162	1623	13	31381	19712	3.269	4
1008	132050	132080	2	13.00	70.00	27500	4.0	1	1411000	0	0	0	0	0	7122	2540	2030	4217	2162	1623	13	31381	19712	1.137	3
1009	132050	132070	2	13.00	60.00	9500	2.0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	4
1010	132070	132080	1	4.00	100.00	34500	4.0	1	92	0	0	0	0	0	11521	2558	2387	222	9229	2701	56	44809	28574	1.299	1
1011	132070	132090	2	7.00	60.00	9500	2.0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	4
1012	132070	132110	1	5.00	100.00	34500	4.0	1	91	0	0	0	0	0	6756	2009	2135	180	7145	1982	43	32393	20250	0.953	1
1013	132080	132100	2	6.00	60.00	9500	2.0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	4
1014	132090	132100	2	4.00	70.00	27500	4.0	1	223000	0	0	0	0	0	2227	700	306	1515	353	1178	26	10188	6365	0.398	3



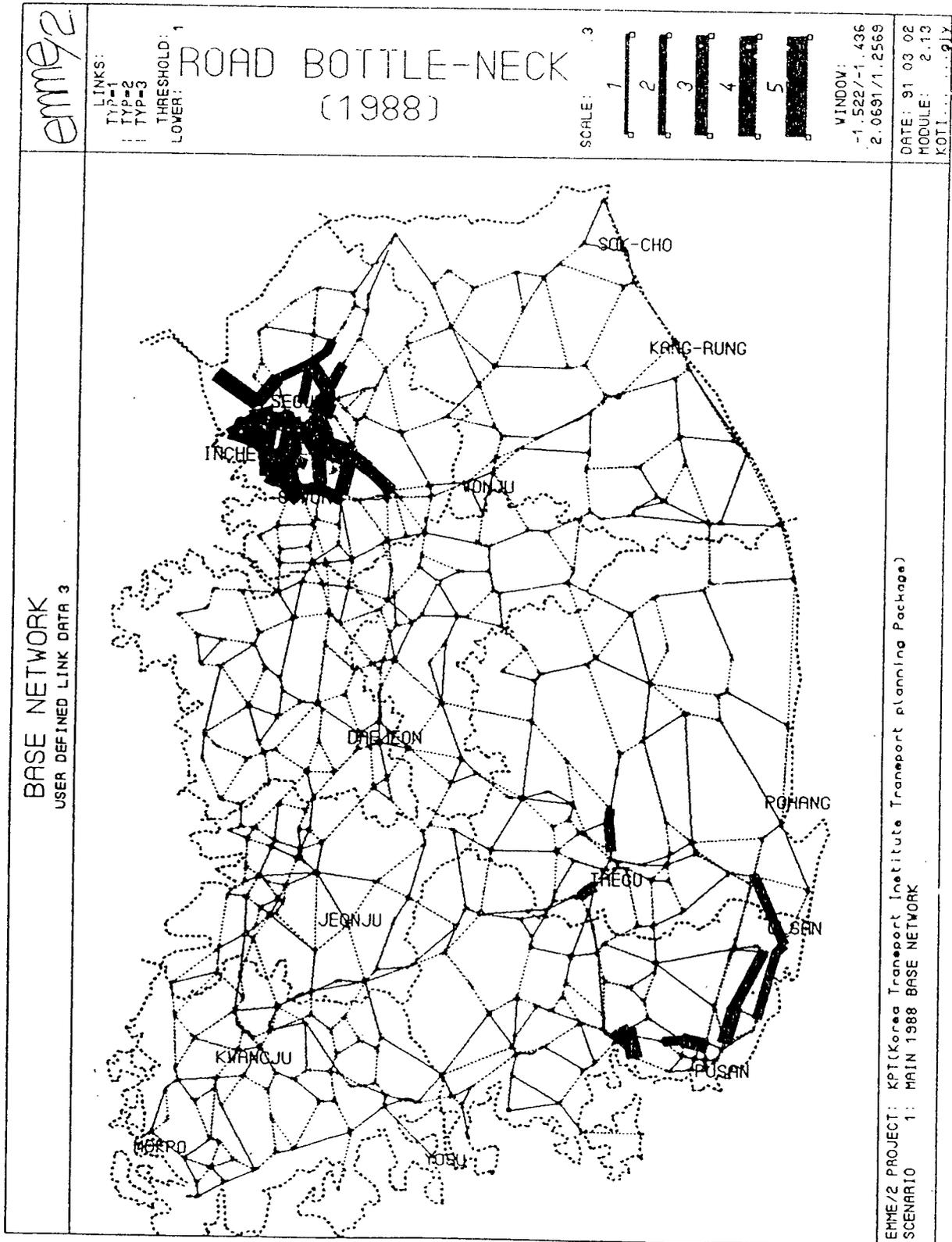
全國 道路等級 區分圖



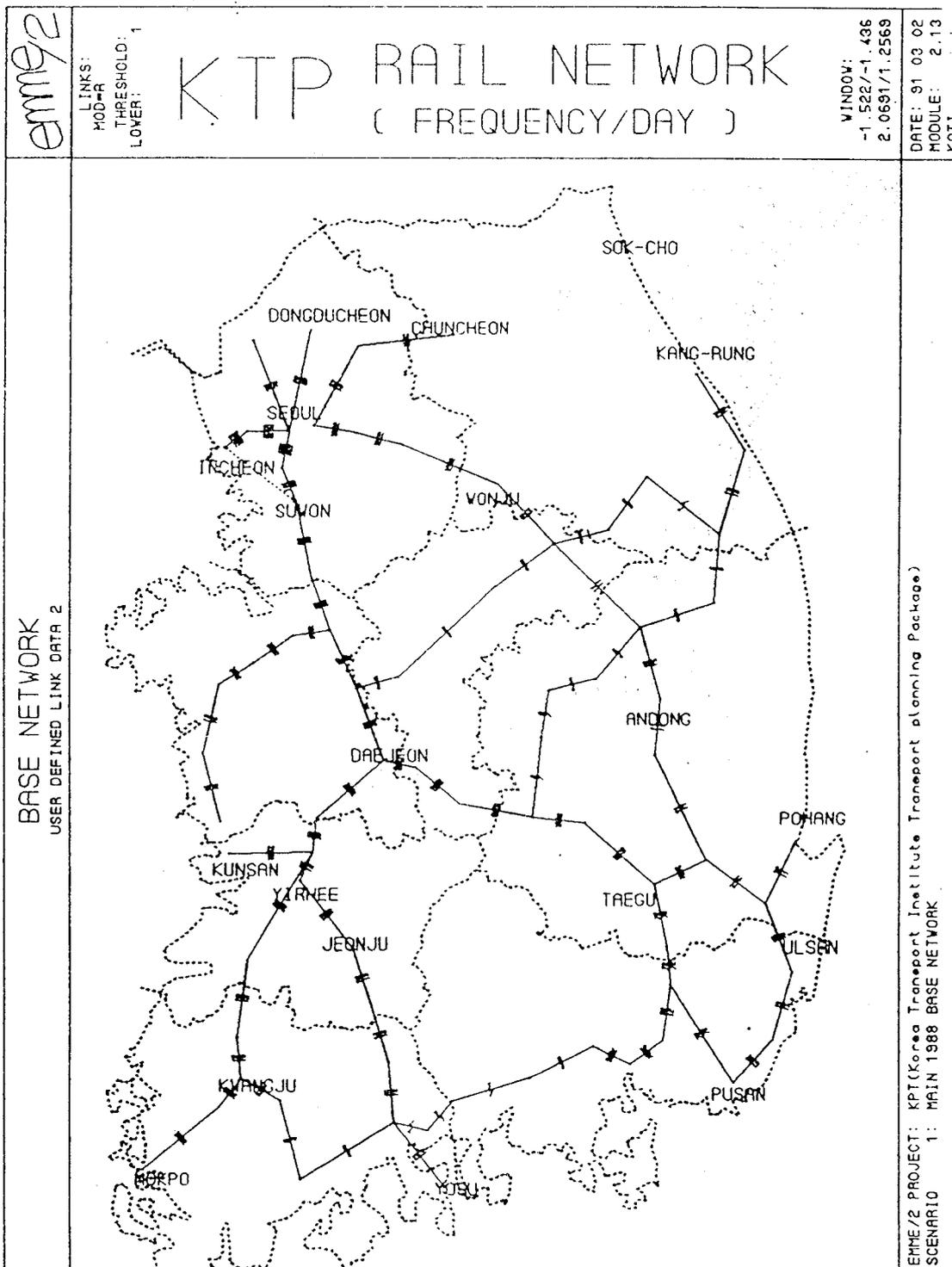
全國 高速道路 車線數 與 道路等級別 volume / delay 函數



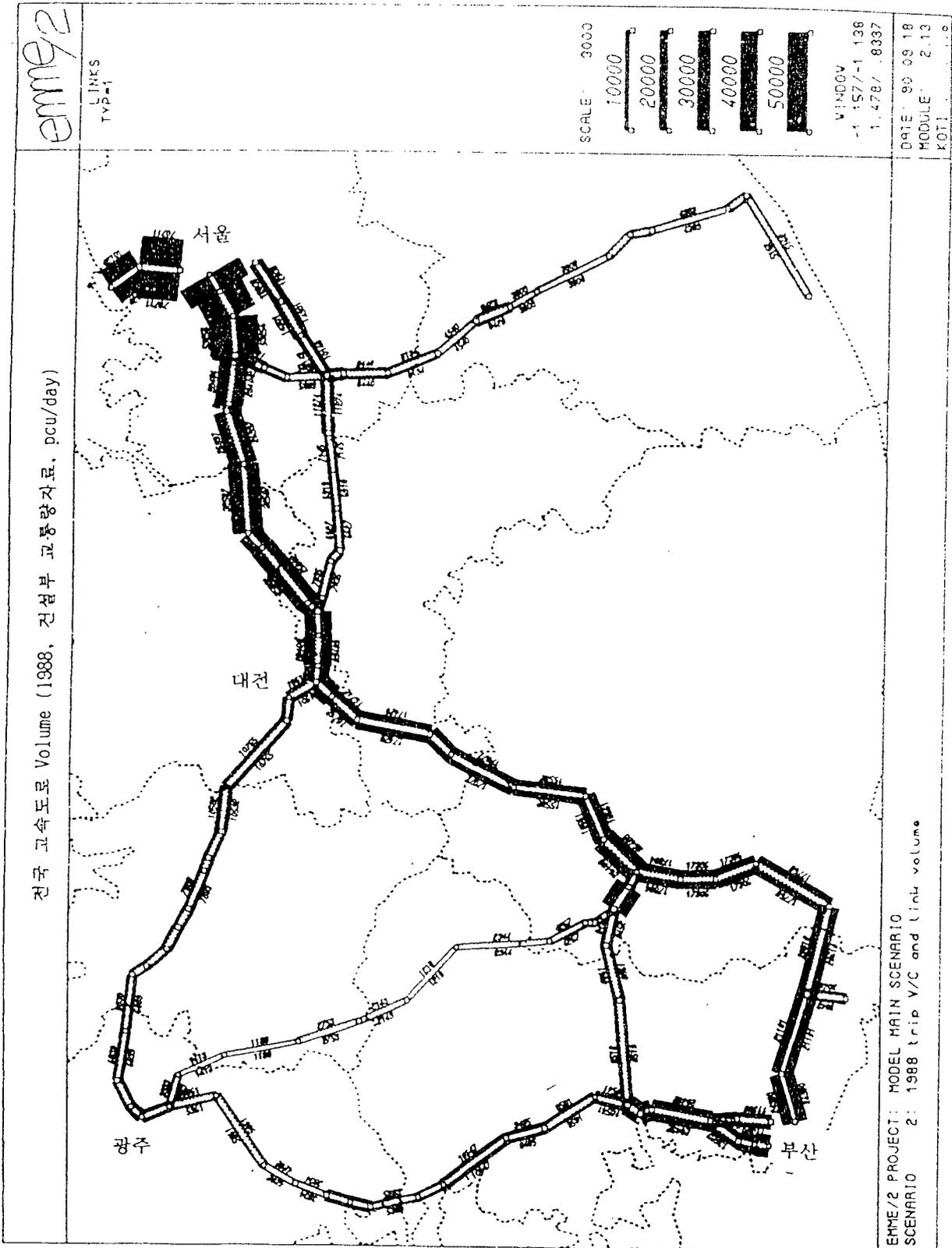
全國 國道與 地方道 車線數 與 道路等級別 volume/delay 函數



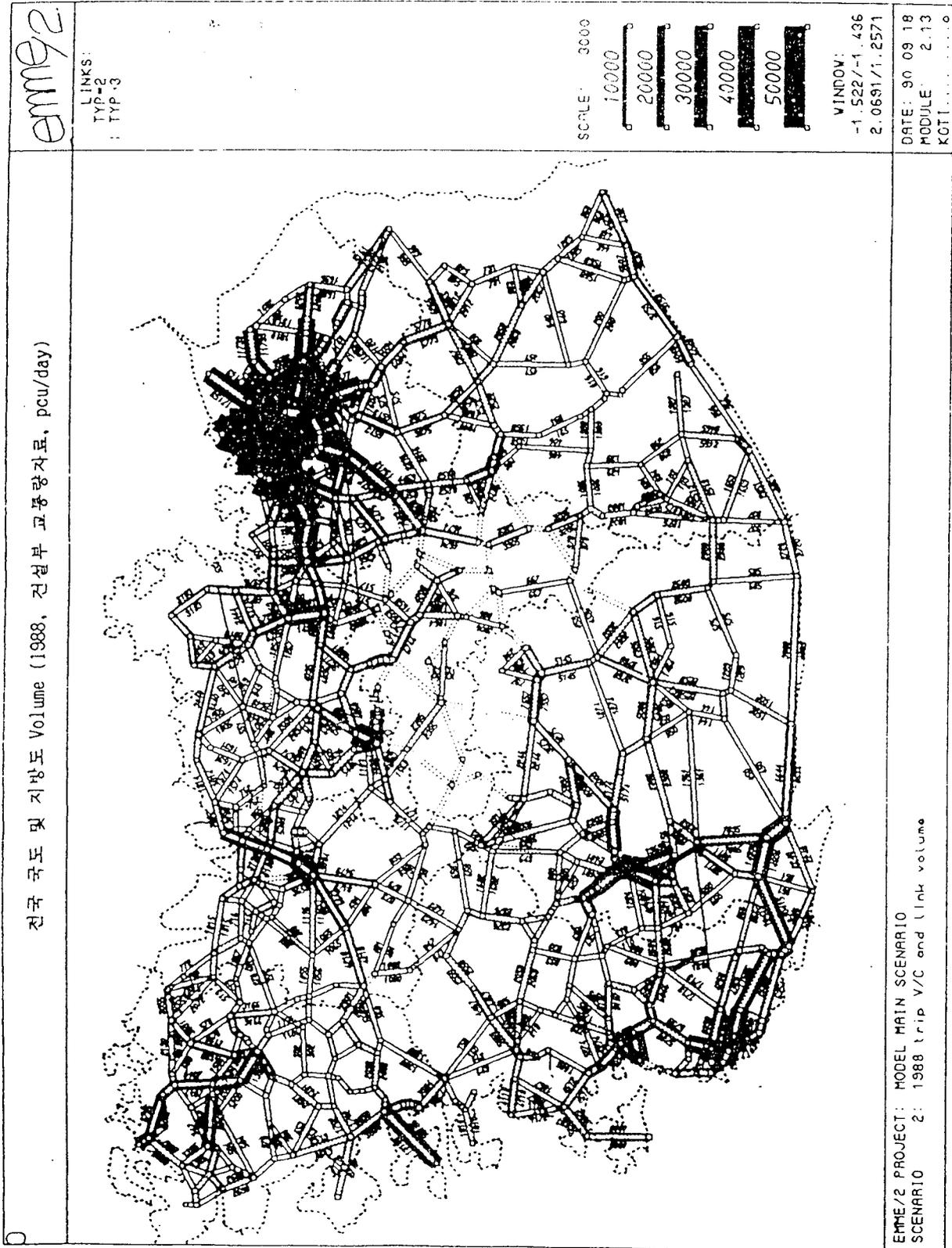
建設部 道路交通量 統計年報 基準 隘路區間 (1988年)



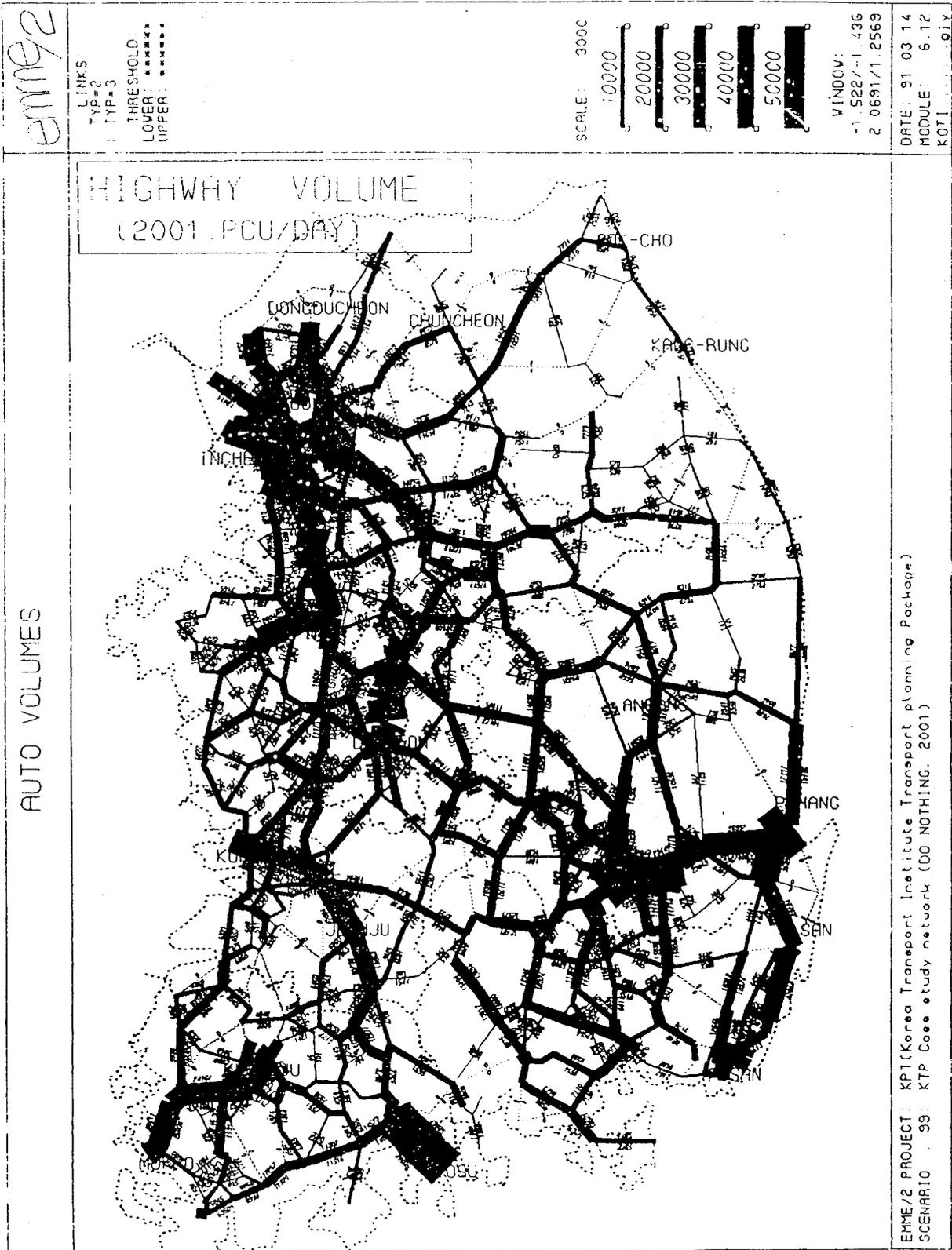
全國 鐵道 네트워크의 링크容量 (單位: 回/日)



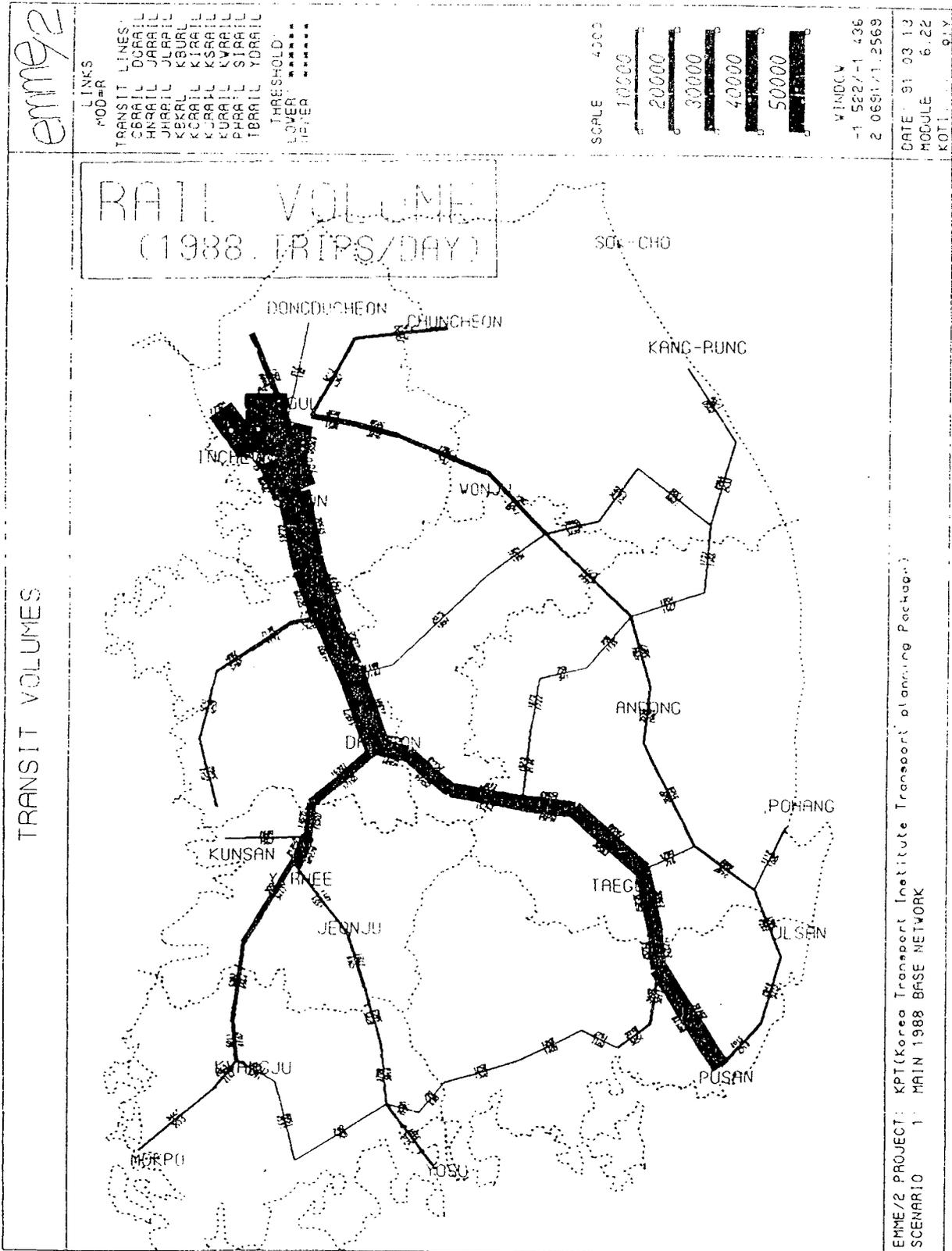
全國 高速道路 Volume(1988, 建設部 交通量資料, pcu/day)



全國 國道 및 地方道 Volume(1988,建設部 交通量資料, pcu/day)



全國 國道 및 地方道 Volume(2001, emme/2 路線配定, pcu/day)



全國 鐵道 Volume(1988, 旅客: 人/day)