

교통영향평가 교통수요분석 기법의 이론과 실무적 응용



김익기



송태호

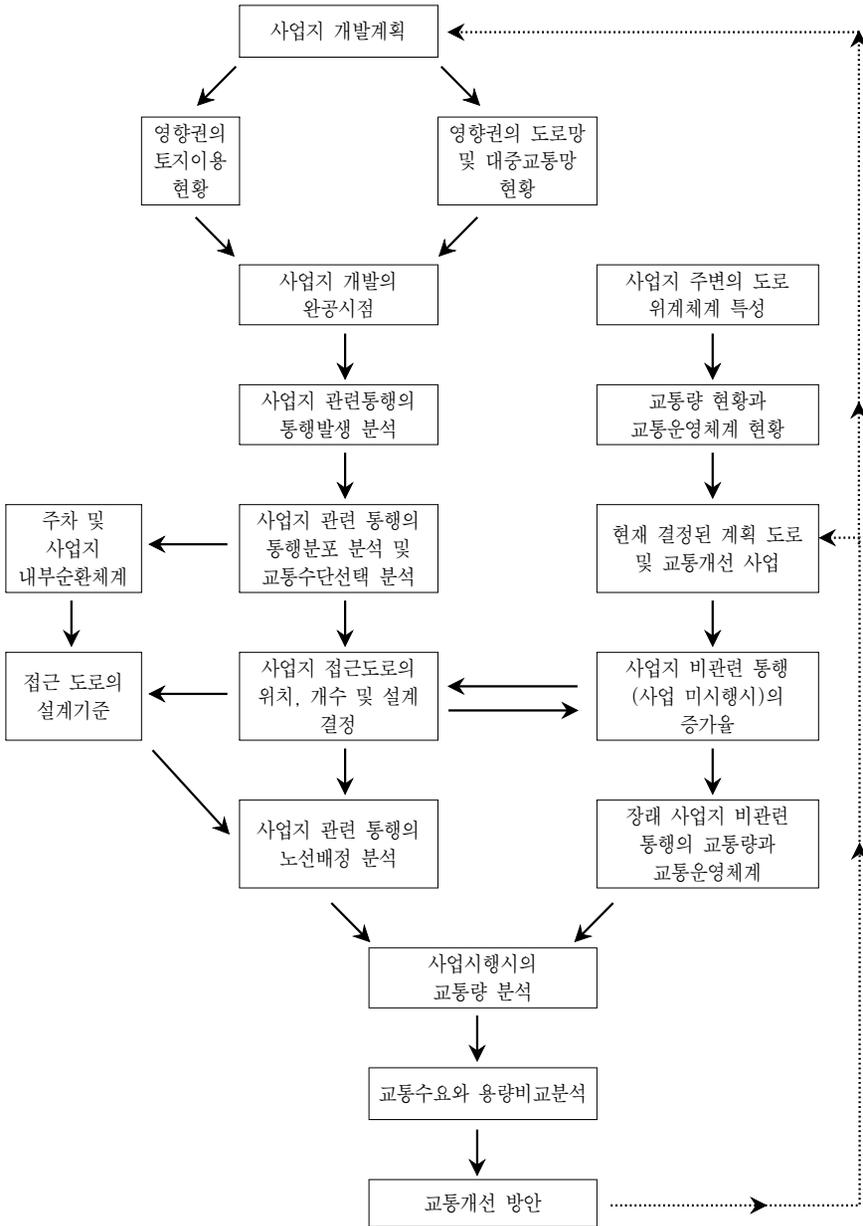
1. 들어가는 말

1987년 도시 교통정비 촉진법 시행령이 공포된 후, 현재 환경, 교통, 재해 등에 관한 영향평가법에 이르기까지 교통영향평가 분야에 많은 기술적 도약이 있었던 것이 사실이다. 교통영향평가에 있어 과거에 막연하게 진행되었던 교통수요예측 분야가 현재는 실무 전문분석가들 간에 공론화된 방법이 정착되어서 비교적 정형화된 형식으로 교통영향평가 보고서가 작성되고 있다. 적은 규모의 시설 및 사업개발에 대해 현재 실무 분석가들이 일반적으로 적용하고 있는 교통영향평가의 수요예측기법으로는 거시적 분석도구인 교통수요분석 전산프로그램을 이용하는 대신에 엑셀, 로터스 등에 의한 방법이 많이 적용되고 있다. 하지만 이와 같은 교통수요 예측기법이 어느 정도 정형화된 형식이므로써 기술사들 간에는 정착되어 가고는 있지만 많은 부분이 이론적 뒷받침이 부족한 상태에서 구전으로만 전파되는 경우가 많다. 그래서 본 연구에서는 이와 같이 실무진에서 보편적으로 적용되고 있는 교통영향평가의 교통수요분석 기법에 대해 이론적 측면에서 기술적 근거를 제시하고자 하며, 또한 가능하다면 바람직한 교통수요분석 기법을 제안하고, 요약 정리하였다. 이 글에서 제안된 방법들이 실무 교통전문가들에 의해 많이 이용될 수 있기를 바라는 마음에서 글을 쓰게 되었다.

교통영향평가(Traffic Impact Analysis 혹은 Traffic Impact Study)는 도시 및 지역 내에 시설 또는 사업과 같은 도시개발로 인해 기존의 교통체계가 어떻게 영향을 받을 것이며, 혹시 부정적 영향이 심각하게 발생할 경우에는 어

편 개선 사업이 가능하며, 이와 같은 교통 개선이 이루어질 경우의 교통 상태는 어떻게 될 것인가를 분석하는 연구분야라 할 수 있다. 따라서 교통영향평가는 제안된 사업지와 관련되어 새로이 추가되는 교통량, 즉 “사업지 관련 교통량(site-oriented traffic)”과 사업지와 무관하게 이접 도로를 통과하는 교통량인 “사업지 비관련 교통량(non-site traffic)”을 합한 총 교통량을 추정하게 된다. 참고로 현재 우리 나라의 실무에서는 사업지 비관련 교통량을 “사업 미시행시 교통량”이라 부르고 있으며, 사업지 관련 교통량과 사업지 비관련 교통량을 합한 총 교통량을 “사업 시행시 교통량”이라고 실무에서 부르고 있다. 이와 같이 예측 추정된 총 교통량과 사업지 주변 도로 및 사업지 접근도로에서 처리할 수 있는 교통 용량과 비교함으로써 교통시설의 용량 부족으로 인한 심각한 체증 현상 가능성을 분석하는 것은 교통영향분석 중 매우 중요한 분석 내용인 것이다. 따라서 교통영향평가에서 교통수요분석은 매우 중요한 분석 단계 중의 하나이다.

교통영향평가는 도시 혹은 지역전체에 대한 교통체계를 분석하는 전통적인 교통수요분석과는 달리 도시의 극히 일부에 해당하는 단지 개발에 의한 주변 교통 체계에 대한 영향을 분석하는 것이 때문에 사업지 주변의 교통 상황에 대해 좀더 상세하고 정확한 분석 결과를 요구되는 것이 일반적이다. 또한 교통영향평가는 도시 전체의 체계를 통행발생, 통행분포, 교통수단선택 및 노선배정 등의 통행자들의 통행행태 선택 모든 것의 변화를 예측하여 교통체계의 변화를 보는데 관심이 있는 것은 아니다. 다만 사업지 개발에 의한 영향권 내의 주변 교통망에 현재 상태의 교통량 및 자연증가량 그리고 주변의 다른 개발에 의한 증가 교통량에 해당하는 비관련 교통량이 미래에도 유지될 것이라고 가정하고, 사업지의 개발에 의한 통행발생, 통행분포, 교통수단선택 및 노선배정의 행태만을 분석한 사업지 관련 교통량을 사업지 비관련 교통량 위에 얹혀 놓아 분석하여 교통 상태를 예측하게 되는 것이다. 따라서 도시전체의 행태를 분석하는 정통적인 교통수요분석기법과 개발되는 단지에 국한하여 분석하는 교통영향평가의 수요분석기법에는 차이가 있을 수밖에 없다. 따라서 이 글에서는 이와 같이 도시전체의 시각에서의 교통체계(transportation system)를 분석하는 정통적 교통수요추정 기법과는 달리 국부적인 단지의 교통수요를 분석하는 교통영향평가의 교통수요분석 기법으로써 어떠한 이론적 배경 하에서 어떤 분석기법들이 있을 수 있는가를 정리하였다. 전체적인 교통영향평가 분석 과정에 대한 주요 분석 흐름도를 <그림 1>에 요약 정리하였으며, 다음 장부터 설명할 내용은 이와 같은 분석 흐름도 가운데 교통수요분석에 국한하여 설명하였다.



<그림 1> 교통영향평가 분석 흐름도

II. 사업지 관련 통행량 추정

“사업지 관련 교통량(Site-oriented traffic)” 추정은 사업지의 위치, 규모, 토지이용, 물리적 설계 계획 등이 구체적으로 알려진 상태에서 교통수요를 추정하는 것으로 많은 변화의 요인이 정확히 알려지지 않은 사업지 비관련 교통량(Non-site traffic) 추정보다는 일반적으로 용이한 것으로 알려져 있다. 현재 한국의 많은 교통영향평가서를 보면, 전통적인 4단계 수요예측 기법에서 적용하고 있는 용어인 통행발생, 통행분포, 교통수단분담, 통행배분 등의 목적을 정하고 이에 따른 내용을 상술하고는 있지만, 일반적으로 수학적 교통모형을 이용하고는 있지 않으며 활동인구 예측, 활동인구의 유출입 분포, 수단분담, 발생교통량예측, 발생교통량 배분 등의 용어와 함께 교통수요예측의 순서를 밟고 있는 경우가 많다. 각 단계별로 이론적 분석기법과 현실 실무에서 활용하는 기법을 요약 정리하고 또한 이러한 방법론에 내재한 주요 논점에 대해 이 장에서 논의하였다.

1. 통행발생 분석

사업지에서의 통행발생량을 측정하는 단위는 교통분석의 기본단위인 사람통행(person trip) 특히 목적통행(linked trip)의 단위를 사용하여 예측 추정되는 것이 기본이다. 교통영향평가에서의 통행발생 분석은 토지이용별 원단위를 적용하여 사업지의 총 통행발생량을 예측하는 것이 일반적이다. 하지만 원단위 적용에 있어 토지이용 형태별로 통행발생량의 계절별(혹은 월별) 변동, 요일별 변동, 시간대별 변동, 공간적 위치별 변동 등을 어떻게 적절하게 반영하여야 하는가가 어려운 과제로 남는다. 원단위 적용의 기본 원칙은 이와 같은 시간적, 공간적 변동 가운데 가장 교통량이 많이 발생할 시점과 상황으로 적용하는 것을 원칙으로 하는 것이 적합할 것이다. 그럼으로써 사업지 개발로 인한 주변 교통에 대한 부정적 영향이 가장 큰 상황에 대해 교통분석을 하여, 그 상황에서의 교통 문제점을 발견하고, 그 문제점에 대한 개선대책을 마련하는 것이 교통영향평가의 기본 방향일 것이다. 또한 첨두시 설정도 주변가로의 첨두시간대와 사업지의 통행발생 첨두시에 차이가 있을 경우 어떤 시점을 기준으로 분석할 것인가를 결정할 필요가 있다. 이에 관한 기본 원칙 역시 주변가로 교통량과 사업지 교통량을 합하였을 때의 교통량이 가장 많은 시점을 첨두시로 설정하는 것이 원칙이다. 하지만 현실에서 이러한 시점을 설정하는데 자료의 한계로 인해 실무진에서는 어려움을 겪고 있는 것 또한 사실이다.

현재 한국의 교통전문 실무진들이 적용하는 통행발생 원단위 설정 방법을 서술하고 그 이론적 배경을 함께 토의하고자 한다. 미국의 경우는 토지이용별로 하나의 원단위를 적용하고 있으나, 우리 나라의 경우는 좀 더 세분화하여 “활동인구”라는 명칭하에서 평가 대상 건물의 규모에 따른 상근 또는 상주인구¹⁾, 이용 또는 방문인구²⁾의 원단위를 적용하고 있다. 이와 같은 우리 나라의 분석방법은 자료만 허용한다면 통행패턴이 다르다고 여겨지는 상주 통행자와 이용 통행자를 구분하여 분석하므로 이론적으로는 더 바람직한 방법이라고 고려된다. 이와 같은 통행발생 분석을 위해서는 상근인구와 이용인구의 원단위를 조사하여 기초자료(Data base)를 구축하는 작업부터 필요하게 된다.

1) 통행발생 원단위 조사

사업지의 개발 전에 통행발생량을 예측하여야 하므로 유사시설의 통행패턴을 조사하여 교통영향평가 대상의 시설도 그와 유사한 패턴을 보일 것으로 가정하고 분석하는 유사법(Analogy)에 의해 분석하는 것이 일반적이다. 또한 우리나라의 교통영향평가 지침에서도 활동인구 예측에 있어 원단위법을 이용토록 하고 있으며, 유사시설을 선택하여 활동인구에 대한 원단위를 예측토록 하고 있다. 여기서 “유사시설”이라는 정의가 실질 적용 상에서 애매할 수가 있고, 그 설정에 어려움이 있어 실무에서 많이 적용되고 있는 몇 가지 기준을 다음과 정리하였다.

- 건물의 규모와 용도가 유사한 건물을 선택할 것
- 교통수단 부담을 분석에 참고할 수 있도록 지하철과의 거리가 유사한 건물을 선택할 것
- 버스, 택시 등의 대중교통수단 이용율이 유사한 건물을 선택할 것
- 주변의 토지이용이 비슷할 것
- 지방도시의 경우 유사한 건물을 찾기가 상당히 어려울 때는 인근지역에 비슷한 규모의 도시에서라도 유사한 건물을 찾는 것이 필요함.
- 전문적인 내용에 부합되는 자료가 없을 경우, 평가책임자의 전문가적 판단(professional judgment)이 필요함.

유사시설 대상 건물이 설정되었으면, 어떠한 내용을 어떻게 조사할 것인가 또한 중요한 사항이다. 다음은 교통전문 실무진들이 상근 및 상주인구, 이용 및 방

1) 상주인구는 주거용도 시설에서 쓰는 용어로 건물에서 잠을 자는 사람들을 칭함
 상근인구는 업무, 판매 등 비주거용도 시설에서 근무하는 사람들을 칭함
 2) 이용인구는 당해 건물의 용도를 이용하고자 하는 사람들을 칭함
 방문인구는 주거시설 용도의 건물을 방문하는 사람들을 칭함

문인구 원단위 조사할 시에 바람직한 고려 사항을 정리한 내용이다.

- 유사시설에 대한 조사를 실시할 경우 대상 건물의 모든 출입구에 대한 조사가 이루어져야 한다.
- 차량출입구에 대한 조사는 재차인원에 대한 조사와 차량번호판에 대한 조사, 설문조사 등이 병행되어야 하며, 이러한 조사자료는 보행출입구에 대한 조사자료와 통합하여 활동인구 예측시 활용되어야 하고, 수단분담율과 발생교통량 예측 시에 활용이 되어야 한다.
- 유출입 인원에 대한 조사가 이루어질 경우 유입량과 유출량이 일치되어야 하나, 대부분의 조사에서 유출입량이 정확히 맞는 것은 매우 드물다. 따라서 유출입 인원에 대한 조사는 유입인원과 유출인원 중 많은 양을 기준으로 활동인구에 대한 원단위로 삼고, 유출입조사자료는 유출입 분포비로 활용하는 것이 타당하다.

2) 대상 사업지에 통행발생 원단위 적용

평가 대상 사업지에 적용할 원단위를 선택하는 방법에는 여러 가지가 있을 수 있다. 즉 과거에서부터 축적된 조사기초자료를 기반으로 통계적으로 적용할 원단위보다 클 확률이 예로 20-30%이하로 하는 통계적 기법을 적용할 수도 있다. 즉 아래의 두 식 가운데 분석 목적에 따라 선택하여 적용할 수가 있다.

$$\text{적용원단위} = \text{평균원단위} + t_{\alpha} \left(\frac{s}{\sqrt{n}} \right) \quad (1)$$

$$\text{적용원단위} = \text{평균원단위} + t_{\alpha} s \quad (2)$$

여기서, t_{α} : 유의수준 α (예 : 0.2 ~ 0.3)에서의 t 값 (one-tail analysis로써 α 값을 의미)

s : 표본 원단위의 표준편차

n : 원단위 표본의 수

그 외에도 원단위 값을 적은 수에서 높은 수로 순서대로 나열하여 70-80%에 해당되는 값 즉 percentile 값을 적용하는 방법도 있다. 이와 같은 방법들은 평가 대상 사업지에 대해 어느 정도는 높은 통행발생 원단위를 적용하여 부정적 교통영향에 대해 과소 평가할 확률을 줄이고자 하는 노력으로 이해하면 될 것이다. 하지만 현재 한국의 실정에서는 신뢰할 수 있는 토지이용별 원단위 표본자료에 의한 표본수, 평균값, 표준편차 등의 자료를 공신력 있는 정부 기관에서 구축하

여 놓지 못한 상황으로 각 교통영향평가 기관에서 자의적으로 설정하고 있어 항상 원단위 적용 값의 적합성에 대해 논란이 일고 있다. 일단 이렇게 적용할 원단위가 설정되면 이와 같은 원단위를 상근(상주)인구 및 이용(방문)인구 예측을 위해 적용되게 된다. 현재 한국 실무진들이 일반적으로 적용하고 있는 사업지의 통행발생량 예측방법을 수학적 기본 모형식으로 표현하면 다음과 같다.

$$T_c = \beta_1^c \text{Work}_c + \beta_2^c \text{Visit}_c \quad (3)$$

여기서, T_c : 토지이용 범주 c의 하루 총 통행발생량,

단위: 사람통행(person trip)

Work_c : 토지이용 범주 c의 상근인구수 (혹은 상주인구수), 단위 : 인
(Work : 건물 면적 × 단위 면적 당 상근(상주) 인구 원단위)

Visit_c : 토지이용 범주 c의 이용인구수 (혹은 방문인구수), 단위 : 인
(Visit : 건물 면적 × 단위 면적 당 이용(방문) 인구 원단위)

β_1^c : 범주 c의 상근(상주)인구 당 사업지 통행발생 하루 원단위,
단위 : 통행/인

β_2^c : 범주 c의 이용(방문)인구 당 사업지 통행발생 하루 원단위,
단위 : 통행/인

만일 Work나 Visit 변수에 대한 조사 단위가 통행으로 되어 있을 경우는 β 값이 1이 될 것이며, 그렇지 않을 경우는 1보다 큰 조사 값이 사용될 것이다. 또한 사업지의 Work나 Visit에 대한 값은 단위 면적당 인구수 혹은 고용자수와 같은 원단위를 적용하여 구하여지게 된다. 상근 혹은 상주 인구의 자료가 있으면 인/일 단위의 조사가 가능하지만, 현장에서 유사시설의 유입, 유출하는 통행을 조사할 경우에는 통행/일로 밖에 조사가 가능하지 않게 된다. 특히 이용 및 방문인구는 현실적으로 유입, 유출조사에 의해 이루어져야 하므로 통행/일 단위로 조사되고, 원단위 자료가 구축되는 것이 바람직하다고 생각된다. 현재 실무진에서 많이 적용하는 원단위 설정 방법을 정리하면 다음과 같다.

- 신설 건물의 경우 내부 고용계획이 있을 수 있으며 이 경우는 계획을 기초로 상근인구를 예측하면 되고, 만일 내부 고용계획이 별도로 없을 경우에는 유사건물의 조사를 통하여 상근인구를 예측하게 된다.
- 내부 고용자료를 활용할 경우, 상근인구의 원단위는 인/일로 결정되어야 하며, 유사시설의 조사를 통하여 상근인구와 이용인구를 설문조사를 통하여 구

분하고, 상근인구에 대한 유출입 조사를 통하여 상근인구에 대한 원단위를 추출할 경우 상근인구의 원단위는 통행/일로 결정되어야 한다.

- 상주인구의 경우, 유사시설의 조사를 통하여 평형별 가족 구성원수를 조사해서 상주인구를 결정하는 것이므로 원단위는 인/일이 되어야 한다.
- 이용 및 방문인구의 경우 유사시설에 대한 조사를 통하여 추출되는 원단위는 통행/일이 되어야 하며, 시설별 이용시간이 감안된 유출입 분포가 조사되어야 한다.
- 방문인구의 경우 주거용도 시설에 대한 이용인구로서 그 양이 많지 않으며, 세대수를 기준으로 하여 설정한다.

위의 방법과 같이 적용한 원단위는 과거와 현재의 특정 토지이용의 통행발생량을 의미하는 것으로 사업지가 완공되는 시점 혹은 그 후 1년 또는 5년 후의 장래에도 동일한 통행발생량 패턴을 보일 것이라는 가정이 깔려 있어야 동일한 원단위를 장래에도 적용할 수가 있는 것이다. 미국의 경우 세월이 흐름에 따라 토지이용별 통행발생비율이 큰 변동이 없다는 연구 발표가 있으므로 현재 조사된 통행발생 원단위를 장래에 적용하여도 큰 문제는 없을 것으로 생각된다. 하지만 교통영향의 과소평가가 우려된다면 자연 증가율을 적용할 수도 있다. 다음은 일반적 실무 교통전문가의 시각을 정리한 내용이다.

- 일반적으로 활동인구의 증가율은 해당도시의 목적통행³⁾ 증가율을 적용하여 예측을 하고 있으나, 이에 대하여는 다소 논란의 여지가 있다.
- 건물이 준공된지 1년후 5년후를 기준으로 교통영향평가의 수요예측이 진행됨으로 조사된 원단위자료에 목적통행 증가율을 적용하여 장래 1년후와 5년후의 활동인구를 예측하고 있으나, 건물의 경우 해당건물의 이용한계를 고려하여 볼 때, 해당건물의 활동인구가 목표연도가 증가됨에 따라 지속적으로 증가된다는 것은 다소 무리가 있다고 생각이 된다. 즉 원단위 조사시 유사한 건물이 준공된지 5년이 지나서 어느 정도 활동인구에 있어 안정된 건물일 경우 해당 건물의 활동인구에 대한 조사자료가 그 건물에 대한 임계 활동인구일 수 있으므로 조사된 활동인구는 장래 목표연도의 증가에 상관없이 고정시키는 것이 바람직하다는 생각이 된다.

3) 통행은 크게 목적통행(linked trip)과 수단통행(unlinked trip)으로 구분할 수 있으며, 목적통행은 사람들이 특정 활동을 위해 출발점에서 도착점에 이르기까지 교통수단 및 동행자 바라다 주기 등의 수에 상관없이 하나의 통행으로 계산하는 것이고, 수단통행은 unlinked trip 가운데 교통수단의 차량, 요금, 갈아타기 등의 변화가 있을 때마다 별도의 통행의 수로 계산하는 방법이다.

- 교통영향평가 취지 자체가 장래의 수요를 예측하여 주변가로 및 교차로에 부과되는 영향정도를 판단하기 위한 것이므로 분석의 안정성을 확보한다는 차원에서 활동인구를 증가시켜, 최대 영향정도를 가늠해 보기 위해서 활동인구를 증가시키는 것이 바람직하다는 측면도 있다. 현재는 후자의 입장⁴⁾에서 교통영향평가서를 기술하고 있는 것이 일반적이다.

3) 시간대별 유출입 통행량 분포

시간대별 유입 및 유출 통행분포는 조사자료를 토대로 하여 시간대별 분포비를 먼저 설정하고, 조사된 활동인구에 의해 추정된 “통행/일” 단위의 통행발생량을 이미 설정된 시간대별 분포비율에 따라 유입 및 유출의 시간대별 통행 분포를 예측⁵⁾하게 된다. 이와 같은 유입 및 유출의 시간대별 통행량 분포를 분석하는 주목적은 사업지 관련 통행의 첨두 시간대와 전형적인 비첨두 시간대가 언제이며 어떤 규모의 통행량이 시간대별로 발생하는가를 파악하고 분석에 적용하고자 하는 것이다. 이때 조사자료가 15분 단위로 이루어졌으면 시간대별 통행량 분포가 15분 단위로 정리되어 첨두시 설정이 15분 단위로 하여 간격이 설정되어 예로 7:45에서 8:45까지가 첨두 시간대로 설정될 수가 있으나, 현재 한국에서는 분석의 편리 상 시간단위로 집합화하여 8:00-9:00와 같이 시간단위로 분석하는 것이 일반적이다. 이것은 나중에 분석 할 사업지 비관련 통행(non-site traffic)이 사업지 관련 통행(site-oriented traffic)과 같이 15분 단위의 정교한 조사자료의 구축이 어려워 1시간 단위의 집합화 자료를 적용하는데 기인한다고 고려된다. 이와 같은 시간대별 분포비를 설정시의 실무적 요령을 정리하면 다음과 같다.

- 유출입 시간대별 통행분포비 설정 시에 우선 고려하여야 할 것은 우선 상식적이어야 한다는 것이다. 즉 일반적인 직장의 출퇴근 시간과, 도심에서의 거리 등이 감안되어야 한다는 점이다. 즉 오전 9시 이전에 대다수의 상주인구 및 상근인구에 대한 유출입이 이루어져야 하며, 퇴근시간대인 오후 6시 이후에 유출입의 분포비가 집중되어야 한다는 것이다. 도심지와외의 거리가 멀 경우 이러한 시간대는 1시간 정도 조정이 될 수 있다.

4) 전자의 경우처럼 활동인구를 고정시킬 경우, 발생교통량 예측에서 수단분담율을 적용하여 보면, 준공후 1년후 보다 5년후의 승용차 발생교통량이 오히려 감소하는 경우가 발생할 수 있다. 이렇게 분석된 숫자를 가지고 심의를 받을 경우 설득하기가 상당히 어렵게 되어 “분석이 엉터리”, “잘못 분석되었음”과 같은 비판을 받는 경우가 있다.

5) 활동인구 예측에서의 원단위는 인/일로 적용하고 그 후의 단위는 통행/일로 전환하여 사용하는 것이 혼란이 적을 것으로 판단됨.

- 이용 및 방문인구의 경우는 상주 및 상근인구의 유출입이 이루어진 후에 분포비가 결정되어야 하며, 오전 9시 이전 또는 오후 6시 이후에 이용 및 방문인구의 분포비가 있다면 다소 비정상적인 분포비가 될 것이다.
- 유출입 시간대별 분포비와 유출입 인원에 대한 조사가 이루어져 분포비를 설정할 경우 “유입-유출”량이 “마이너스(-)”인 경우가 발생할 수 있다. 정확한 조사자료라고 주장할 수도 있으나 이는 비정상적이므로 배제되어야 한다.
- 출근시간이 10:00시 인 경우도 있고 저녁에 출근하는 사람도 있을 수 있으므로 이러한 사람들을 고려한다면 상주 및 상근인구의 유출입 분포비가 특정시간대에만 집중되고 나머지 시간대에는 “0”인 상황은 현실적으로 존재하지 않는다. 그러나 수요예측에 있어서는 이러한 특별한 상황은 존재하지 않는다고 가정하는 것이 일반적이다. 상근 및 상주인구가 100인 일 경우 어느 2~3인의 출근시간이 오후 6시라고 가정을 하면 이때의 유출분포비는 0.02~0.03%이므로 이러한 숫자는 무시하여도 교통영향평가 결론에 큰 지장을 초래하지 않는 것⁶⁾이다.
- 다만 상식과 가정에 있어서 평가대상건물의 특성을 무시하여서는 안 된다. 특정 기업의 경우 출근시간이 오전 7시, 퇴근시간이 오후5시인 경우, 어느 공장이 2교대로 작업이 이루어져 출퇴근시간이 특별한 경우 등은 유출입 시간대별 분포비에 이러한 상황이 반영되어야 한다.
- 상주인구에 대한 유출입 시간대별 분포비를 설정함에 있어 상주인구를 다시 통근, 통학, 기타로 구분하여야 한다는 것이다. 구분의 근거는 설문조사 등을 통하여 통행목적을 구분하여야 하며, 기타에 포함되어 있는 것은 일반적인 목적통행에서 구분되어지는 학원, 업무, 귀가, 쇼핑 등⁷⁾이 포함되어 있다. 통근, 통학, 기타 중에 일반적으로 구성비가 높은 것은 통근통행일 것이며, 통학, 기타의 순으로 결정되는 경우가 많겠지만 그래도 정확한 구성비는 설문조사 등을 통하여 결정되어야 할 것이다.
- 상근인구는 출퇴근 시간대를 감안하여 분포비를 결정하되, 시설 특성을 고려하여야 한다. 일반적인 업무시설이면 출근시간 전에 유입이 완료되어야 하고, 퇴근시간 후에 대해서는 출근시간대보다는 집중되지 않겠지만, 조사자료에 따

6) 교통영향평가에서는 평가대상 건물의 개발로 인하여 주변지역에 미치는 영향이 어느 정도 인가를 가능하고 이에 대한 개선대책을 강구하는 것이므로, 다소간의 가정이 필요하다. 또한 시간대별 분포를 정확히 하여, 첨두시간대의 집중도가 떨어지면 그 만큼 유발교통량이 감소하여 주변지역에 미치는 영향이 줄어들 수 있으므로, 이에 대한 고려가 필요하다.

7) 상주인구에 대한 목적통행의 구분에서 일반적으로 통행량이 가장 많은 귀가통행을 따로 구분치 않는 것은 유출입 분포비 설정시, 유입 유출로 구분하여 유출입 분포비를 설정함으로써, 귀가통행이 유입에 포함되었다고 가정하는 것이다. 즉 10명이 유입하면 10명이 유출한다는 가정하에 유출입분포비를 설정하고, 이에 따른 통행목적을 구분하는 것임.

라 적정하게 분산되어 유출이 완료되어야 할 것이다.

- 이용인구의 시간대는 평가대상 시설의 특성에 맞추어 유출입 시간대별 분포비가 결정되어 질 것이다.

이상에서 설명한 시간대별 유입 및 유출 통행량 분포를 분석 할 경우 상근(상주)인구 및 이용(방문)인구의 단위가 아닌 사람통행(person trip)의 단위로 설정됨에 유의를 하여야 할 것이다. 미국의 경우는 원단위가 특정 토지이용 시설에 대해 하루 당 통행/단위면적과 같이 직접 통행수로 추정되지만, 앞의 식(3)에서 정리한 것과 같이 우리 나라의 경우 하루 당 인/단위면적으로 정리된 경우가 많아 다시 통행 단위로 전환시키는 과정이 필요하다. 이때 이용(방문)인구의 경우 통행단위로 유입 혹은 유출로 조사가 되어 이 중에 큰 값을 적용하게 되며, 이때 실질적 단위가 통행이기 때문에 이용(방문)인구에 유입통행과 유출통행으로 2개의 통행을 인구에 곱하면 총통행이 계산된다. 하지만 상근(상주)의 경우 인/일의 단위로 조사된 경우 출퇴근, 업무, 출장 및 식사 등의 추가 통행이 있어 현실적으로 상근(상주)인구에 2.0 이상의 통행이 곱하여 총 통행수를 추정하는 것이 옳을 것이다. 그리고 그 총 통행수의 반이 유입 통행이며, 나머지 반이 유출 통행이 될 것이다. 실무에서 적용하는 예제는 다음과 같다.

- 실무에서는 시간대별 유출입 통행량 분석에서 원단위가 “인/일”에서 “통행/일”로 전환시키는 경우가 많으며, 이때 상근(상주)인구가 조사자료 및 내부자료로 제공되어 예로 50인이 상근 및 상주인구로 예측되어 졌다면, 유출입 분포비의 합계에서 유입 50, 유출 50으로 설정되어 인에서 통행단위로 자연스럽게 전환시키고 있다.
- 이용 및 방문인구의 경우 유출입량을 조사하여 시간대별 통행 분산비를 설정하고 유출입 인원 중 많은 쪽을 기준으로 하여 유출입 인원의 합계에 수록하고 있다. 즉 조사된 자료에서 유입이 50인, 유출이 47인일 경우, 조사된 시간대별 통행 분포비를 유입 50, 유출 50에 각각 적용하여 시간대별 통행량을 분석하고 있다.

2. 통행분포 분석

사업지 관련 통행의 통행분포 분석단계는 사업지에서 출발하여 어느 방향으로 가고 또한 사업지에 도착하는 통행은 어느 방향에서 오는가를 분석하는 단계이다. 일반적으로 사업지 개발에 따른 교통영향권을 설정한 후에 그 영향권 내부를

사업지로 접근하는 주요 도로 축과 관련하여 몇 개의 교통존으로 구분하는 작업이 일단 선행되어야 한다. 영향권 경계는 개발 시설의 영향 시장범위에 따라 거리 또는 통행시간 기준으로 하는 경우가 많으며, 시설의 규모와 분석의 상세성을 고려할 때 대부분의 경우 불필요하게 너무 넓은 지역을 설정할 필요는 없다. 영향권 밖의 외곽존과 영향권 내의 교통존은 나중에 사업지 관련통행을 도로에 노선배정(traffic assignment) 할 때 합리적인 노선배정 분석이 될 수 있도록 설정하도록 한다. 즉 각 교통존 중심(zone centroid)에서 사업지까지 혹은 그 역방향의 분석된 경로가 현실적 현상과 유사한 교통흐름이 되도록 교통존을 설정하여야 할 것이다.

일단 이와같이 교통영향권과 교통존이 설정되면 사업지 관련통행을 각 교통존으로 통행분포 분석하는 방법으로는 크게 다음 4가지를 고려해 볼 수 있다.

- 1) 시장규모 비례법(Primary market method) : 각 교통존의 시장 규모에 비례하게 통행분포를 결정하는 방법이다. 주거지역과 같은 경우는 각 존의 직장인 수 및 상업시설의 면적 등과 같은 지표를 기준으로 그 비례에 따라 통행을 분산시키는 방법이 가능할 것이다.
- 2) 유사법(Analogy) : 사업지 근처의 유사시설의 통행분포 조사자료를 근거로 같은 패턴을 적용하는 방법이다.
- 3) O-D 방법(Origin-Destination method) : 시설 이전과 같은 경우 이미 O-D 패턴이 알려져 있는 경우 기존의 O-D를 적용하는 방법이다.
- 4) 중력모형 방법(Gravity model analysis) : 수작업(manual analysis)으로 분석하기에는 너무 범위가 넓고 교통존의 수가 많아 수학적 공식(중력모형)에 따라 기계적으로 많은 교통존을 동시에 처리하여야 할 경우에 적용하는 방법이다.

일반적으로 교통영향평가 분석대상 사업지 규모가 도시전체의 규모에 비해 적기 때문에 중력모형과 같은 모형 적용은 안하고 있으며, O-D 방법도 자료의 한계로 적용이 잘 안되고 있다. 따라서 시장규모 비례법과 유사법을 적용한 수작업에 의한 분석이 보편적으로 많이 적용되고 있다. 특히 중력모형은 교통량의 규모가 커서 수학적 공식을 획일적으로 적용하더라도 통계학의 중심극한이론(central limit theorem)에 의해 그 평균적 공간분포에의 오류가 적을 것이라는 가정 하에서 분석하는 것은 교통영향평가 분석에서는 적합하지 않는 경우가 많을 것이다. 사업지의 교통량은 상대적으로 적어 하나의 수학적 공식이 큰 분산으로 발생

하는 교통현상을 적합하게 설명하지 못할 수가 있기 때문이다. 따라서 교통영향평가의 경우는 사업지 주변의 각 교통존과 교통망 체계를 고려한 전문가적 판단과 함께 수작업 분석이 오히려 더 정교하게 분석될 가능성이 높다고 고려된다.

현재 우리 나라의 교통전문 실무자들이 많이 적용하는 방법은 정부와 같은 공신력있는 기관에서 제공한 도시규모의 분석을 목적으로 설정된 O-D자료를 기반으로 사업지가 속한 교통존과 다른 교통존과의 O-D 자료의 통행분포 패턴을 그대로 적용하는 방법이다. 하지만 대규모의 교통존의 평균적 통행분포 패턴과 특정 일부지역에 위치한 특정 토지이용 목적의 사업지 시설의 교통분포 패턴이 유사한 패턴을 보일 확률은 매우 적다고 보인다. 이와 같은 실무자들의 분석방법은 부족한 조사자료에 기인한 것이라 추측되지만, 유사법이나 각 교통존의 사회경제지표를 활용한 시장규모 비례법을 적용한 수작업 분석이 오히려 더 정확성을 향상시킬 수 있는 방법이라 생각된다.

3. 교통수단 분담율 분석

교통영향평가에서의 교통수단분담율 분석은 일반적 도시교통체계 분석에 적용하는 분석 기법과는 달리하는 경우가 많다. 즉 도시 전체를 놓고 분석할 경우 교통존의 집합적 교통량 자체가 많으므로 집약적 분석기법을 적용하여도 통계학의 중심극한이론(central limit theorem)에 의해 평균적 값의 분산이 적어 비교적 합리적 결과가 나올 수가 있으나, 상대적으로 규모가 적은 특정 사업지의 통행은 그 변동폭이 커서 개별적 통행패턴을 집약적인 하나의 수학적 공식으로 예측하기가 어렵기 때문이다. 또한 교통영향평가에서는 개별 교통수단 선택모형을 적용하기 어려운 것이 출발 또는 도착이 사업지의 통행단(trip end) 쪽에서는 교통수단별 속성을 찾아 낼 수는 있으나 그 반대쪽 통행단의 속성은 분석 영향권 밖에서부터 오는 통행이 많아 그 속성을 규명하기 어려워 모형에 적용하는데 어려움이 존재한다. 이론적으로는 사업지와 관련된 통행을 출발점에서부터 도착점까지의 교통환경을 고려하여 선택이론에 따라 교통수단분담율을 추정하는 것이 바람직할 것이나, 자료의 한계로 이와 같은 분석은 현재 국내 및 국외에서 적용되고 있지 않은 것으로 파악된다. 다만 학문적 연구과제로 접근성 측정치(accessibility measurement)를 활용하여 대략적 교통수단분담율을 분석하는 방법은 있을 수 있다고 생각한다. 따라서 현재 유사법(Analogy)를 적용하여 유사한 위치의 유사한 이용시설에 대해 조사하여 이와 같은 교통수단분담율을 전문가적 판단(professional judgement)을 반영한 후에 적용하는 방법이 바람직할 것이다. 하지만 현재 한국의 대부분 교통영향평가 분석에서는 공신력 있는 정부기관에서

도시전체 규모에 대해 분석한 결과 자료를 활용하여 도시전체의 평균 교통수단분담율을 적용하고 있는 것이 대부분이다. 하지만 교통수단은 특정한 위치에 따른 대중교통체계와 도로체계에 따라 매우 다른 교통패턴을 보여주기 때문에 도시 전체의 평균적 분담율과는 차이가 많아 앞으로는 그 분석방법에 변화가 있어야 할 것으로 고려된다. 즉 유사법에 따라 주차시설의 규모와 토지이용이 비슷한 사업지 인접 시설의 수단분담율을 적용하는 것이 오히려 그 지역의 특성을 반영시킨 분석 결과를 얻을 수 있다고 고려된다.

현재 우리 나라에서 일반적으로 적용하고 있는 교통수단 분담율 추정 요령을 요약 설명하면 다음과 같다.

- 수단분담은 조사된 수단분담율 자료를 토대로 현재의 수단분담율을 설정하고 해당도시의 교통관련지표 중 수단통행량 자료를 활용하여 장래 목표연도별 수단분담율을 구한다.
- 통행목적별로 수단분담율이 설정되어야 한다.
- 평가대상 건물의 주변의 교통여건에 따라 분담율이 달라지며, 대중교통수단의 접근이 용인한 경우 당연히 대중교통수단에 대한 분담율이 높게 나타난다. 지하철의 경우 이용반경에 따라 수단분담율을 달리 적용할 수 있으며, 통상적인 역세권반경인 500m인 경우에는 당연히 지하철 분담율이 높게 나타난다.

교통수단분담율이 분석되면, 노선배정 분석에 앞서 사람통행(person trip)에서 차량통행(vehicle trip)으로 전환하여야 한다. 이때 적용하는 것이 재차 인원수(vehicle occupancy)로 이 자료는 조사자료를 근거로 하여 적용하여야 할 것이다. 재차인원 설정을 위한 실무적 요령을 정리하면 다음과 같다.

- 재차인원은 조사대상 건물의 조사를 통해서 자료를 구할 수 있으며, 택시의 경우 평가대상 건물의 이용자를 대상으로 하는 것이므로 운전자는 당연히 제외되어야 한다.
- 재차인원 조사시 활동인구별로 구분하여 조사하는 것이 가장 바람직하나 불가피한 경우, 차종만 구분하여 조사하기도 한다.
- 재차인원에 대한 증가율은 해당시의 인구 및 자동차 증가추이를 적용하여 재차인원을 조정하되, 1.0 미만일 경우 1.0을 적용한다.

이와 같이 설정된 재차인원수를 적용하여 사람통행에서 차량통행으로 전환하는

실무적 요령을 정리하면 다음과 같다.

- 발생 교통량은 조사된 원단위를 통한 활동인구를 예측하고, 유출입 시간대별 분포 비율을 적용한 시간대별 통행량을 산출한 후, 수단분담율 자료와 재차인원을 적용하여 시간대별 발생차량 교통량을 예측하게 된다.
- 택시의 경우 Back haul traffic⁸⁾을 적용하여 동시간대 유입대수가 그대로 유출한다고 가정을 하고 발생 교통량을 산출한다.

4. 노선배정 분석

사업지 비관련 교통량을 우선 각 도로에 배경교통량(background traffic 혹은 pre-loading traffic)으로 깔아 놓은 상태에서 사업지 관련 교통량의 노선배정은 그 위에 노선배정하게 된다는 사실에 우선 유의를 하여야 할 것이다. 통행분포에서 분석된 결과와 교통수단 분담율 분석 결과를 이용하여 사업지 관련통행을 각 도로에 배정하는 노선배정 기법에도 크게 다음의 2가지 방법이 있을 수 있다.

- 1) 수작업에 의한 노선배정 : 사업지의 규모가 작고 사업지 관련통행(site-oriented traffic)에 의해 영향을 받는 지역이 사업지에 주변의 일부 도로 및 교차로에 국한될 것으로 예상되는 사업에 사업지 관련 통행의 노선배정에 적용될 수 있는 기법이다. 통행분포 분석단계에서 얻은 사업지 관련 통행의 각 주요 가로축별 통행량을 전문가적 판단에 의해 최단 경로에 all-or-nothing 방법으로 배정하거나, 혹은 경쟁 노선에의 배정 비율을 조사자료에 근거하여 확률적 비율에 따라 노선에 배정하는 방법이다.
- 2) 전산에 의한 사용자균형 배정 : 예측된 사업지 비관련 교통량을 사업지 영향권 내의 Network에 Pre-loading 한 후에 사업지 관련 교통량을 통행분포 분석결과에 따라 전산프로그램을 이용하여 사용자 균형 노선배정 또는 all-or-nothing으로 수행하여 분석하는 기법이다.

현재 우리 나라에서는 규모가 적은 평가 대상의 경우는 수작업에 의한 노선배정이 이루어지고 있으며, 규모가 커서 수작업이 불가능한 경우는 전산프로그램을 이용한 노선배정을 하고 있으나 그 방법에 있어서는 교통전문 실무자에 따라 그 방법

8) 택시는 평가대상 시설의 이용시간이 택시이용자의 승하차에 소요되는 시간만큼만 필요하므로 평가 대상 시설의 이용시간이 매우 짧다. 따라서 유입대수가 그대로 동시간대에 유출하는 것으로 가정하는 것이 필요하다.

에 있어 조금씩 차이가 있다고 보인다. 하지만 주의할 사항은 노선배정에 있어 사업지 관련 통행과 사업지 비관련 통행을 구분하여 분석하는 것이 더 합리적이라는 점을 인식할 필요가 있다. 노선배정의 분석 시간대 설정은 사업지 비관련 통행에 의한 주변가로의 교통량과 사업지 관련 교통량의 합이 첨두가 되는 시점을 첨두 시간대로 설정하여 분석하는 것이 원칙⁹⁾이나, 분석의 안정성을 도모하고, 비전문가들의 이해도를 높이기 위하여, 주변가로 첨두시간대의 교통량 위에 사업지구의 첨두시 교통량을 노선배정하기도 한다.

Ⅲ. 사업지 비관련 교통량 추정 (사업 미시행시 교통량 추정)

사업 완공 시점 및 1년 후, 5년 후 등 장래 시점에 사업지 관련 교통량을 제외한 사업지 주변 도로망의 배경교통량(background traffic)을 예측 추정하는 단계이다. 사업지 관련 통행과는 달리 교통량 수요에 영향을 주는 요인들에 대한 정보를 모르는 가운데 분석되어야 하므로 분석이 매우 어렵고 따라서 매우 집약적이며 대략적 방법에 의존할 수밖에 없는 분석 단계이다. 따라서 사업지 비관련 교통량의 분석은 통행발생, 통행분포 및 교통수단선택의 분석단계를 거치지 않고 장래 도로망(링크)의 교통량을 직접 예측 추정하는 것이 일반적이다. 다만 대상 사업지의 교통영향분석의 영향권에 영향을 줄 것으로 보이는 주변의 다른 개발 계획을 추가적으로 포함시켜 가로망에 추가 배정하여야 한다는 점은 명심할 필요가 있다. 사업지 비관련 교통량을 예측 추정하는 방법에는 다음과 같은 것들이 있다.

- 1) 유사 가로망의 증가율법 (Analogy of traffic increase) : 유사 도시나 지역의 과거 교통변화 패턴이 사업지 주변의 교통 패턴의 변화와 유사할 경우 최근의 관측 교통량의 변화 비율을 가져와 적용하는 방법
- 2) 증가경향 연장법 (Trend analysis) : 사업지 주변 가로의 교통량 변화에 대한 과거 및 현재자료가 구축되어 있는 경우 그 변화의 경향을 장래에 연장하여 적용하는 방법
- 3) 성장률법 (Growth factor) : 주변 지역의 토지이용 및 사회경제 지표의 성장률에 비례하여 현재 관측 교통량에 교통 증가율을 적용하는 방법
- 4) 전산 노선배정 방법 (Traffic assignment) : 정부와 같이 공신력 있는 기관에서 도시 전체 차원의 분석을 위해 구축된 O-D 자료에 의해 분석된 노

9) 판매시설인 경우 주변가로 첨두시간대(통상 오전 08:00-09:00시)에 맞추어 사업지구 발생교통량을 산출하면, 판매시설의 상근인구만 유입이 되므로 그 양이 매우 적게 된다. 따라서 주변가로에 미치는 영향이 매우 미미하게 분석될 수 있다.

선배정 분석결과를 이용하거나, O-D 자료를 활용하여 교통영향평가 기관에서 노선배정 분석을 하여 그 결과를 활용하는 방법

현재 우리 나라의 교통전문 실무자들은 증가경향 연장법이나 전산 노선배정 방법으로 공공기관의 분석결과를 사용하는 경우가 많다고 보인다. 이와 같은 사업지 비관련 교통량 분석의 경우는 특별히 어떤 분석 방법이 좋다고 정의하기가 어렵다고 보이며, 다만 사업지의 성격과 자료 수집의 가능성을 고려하여 교통전문 실무자가 판단하여 방법론을 선택할 사항이라고 생각된다. 다만 앞에서 서술하였듯이 4가지 방법에 의한 자연증가 교통량 외에 주변지역의 기타 다른 개발 사업에 의한 교통영향을 사업지 비관련 교통량 예측에 함께 명확하게 포함시켜 분석하여야 한다는 점을 꼭 지켜야 할 것이다.

IV. 맺는 말

교통영향평가는 도시교통정비기본계획과 같이 도시 전체의 시스템적 분석을 목적으로 하지 않고 사업지 주변의 교통영향을 파악하고, 그 결과에 따라 문제점을 인식하고 그 개선 대책을 마련하는데 목적이 있다. 따라서 도시 전체의 시스템적 분석에 적용하고 있는 정통적인 교통수요분석 기법이 교통영향평가의 교통수요분석에 적합하지 않을 수가 있다. 따라서 이 글에서는 교통영향평가의 교통수요분석 기법으로 어떠한 방법이 적합할 것이며, 그 적합한 이론적 배경은 무엇인가를 요약 설명하고자 하였다. 특히 사업지 개발에 의한 교통영향을 분석하기 위해 사업지 관련 통행(site-oriented traffic)과 사업지 비관련 통행(non-site traffic, 사업 미시행시 교통량)으로 구분하여 그 교통수요분석 기법을 달리하는 방법을 제시하였다. 또한 대규모 교통수요에 일관된 통행 행태원칙을 적용하는 수학적 모형의 적용에만 의존할 것이 아니라 각 개별의 교통환경을 더욱 세밀하게 반영할 수 있는 수작업에 의한 교통수요 분석 기법도 필요에 따라서는 활용할 것을 제안하였다. 이 글에서 요약 정리한 교통영향평가의 교통수요분석 기법이 시작점이 되어 우리 나라 교통영향평가의 분석방법 이론과 응용 실체가 지속해서 발전하기를 바라는 마음이다. 또한 이 글에서는 직접적인 인용은 하지 않았지만 이 글의 골격이 되었던 참고문헌의 목록을 관심 있는 독자를 위해 첨부하였다.

참고문헌

1. Keller and Mehra(1985), Site Impact Traffic Evaluation (SITE)

- Handbook, FHWA, U.S. DOT.
2. Stover and Koepke(1988), Transportation and Land Development, Institute of Transportation Engineers (ITE), Prentice Hall.
 3. Dey and Fricker(1993), A Proposed Three-step Process for Traffic Impact Analysis in Indiana, ITE Journal, Vol.63, No.7, pp.19~22, July.
 4. Illinois Section of ITE(1992), A Guideline for Local Officials : Traffic Impact/Access Studies, ITE Journal, Vol.62, No.7, pp.44~45, July.
 5. Stover and Koepke(2002), Transportation and Land Development, 2nd Edition, Institute of Transportation Engineers (ITE).
 6. The transportation planners council of the ITE(1988), A Summary of a Proposed Recommended Practice : Traffic Access and Impact Studies for Site Development, ITE Journal, Vol.58, No.8, pp.17~24, August.