

미시적 교통류 시뮬레이션을 활용한 교통영향평가 분석기법 개선방안

A Study on Traffic Impact Assessment Method using Microscopic Simulation Model

신대섭* · 이선하**

Shin, Dae Sup · Lee, Seon Ha

Abstract

Traffic flow which is prescribed under previous traffic effect/access act is analyzed by traffic volume, V/C, mean speed on road and LOS on the intersection. These indexes based on analytical method can not consider stochastic characteristics of traffic flow. Moreover it is hard to analyze traffic flow visually in whole traffic effect area because only individual road and intersections are targeted. In this study, it is devised to show traffic flow analysis method within traffic effect area visually applying microscopic-simulation by car-following theory, and then based on this, effect analyze ways are studied according to space range plan, improvement measure establishment and etc. To execute this study, effect area is set up using V/C, and the change of traffic current around development area is analyzed using microscopic-simulation program.

Key words : Microscopic, Simulation, Car-Following Theory

요 지

기존의 교통영향평가 지침으로 규정된 사업 시행 전후의 교통흐름은 가로구간의 경우 교통량, V/C, 평균통행속도와 서비스수준, 교차로의 경우 서비스 수준 등의 교통류 분석지표에 의하여 분석되고 있다. 이러한 교통류 분석지표는 확률론적(stochastic)인 교통류의 특성을 효율적으로 반영하지 못하며, 특히 개별 가로구간과 교차로에 국한하여 분석됨으로서 사업 시행으로 인한 교통영향 분석 범위 전체 구간의 교통흐름을 종합적으로 분석하기에는 미흡하다. 본 연구는 차량추종모형(Car-Following Theory)에 의한 미시적 시뮬레이션(microscopic-simulation) 기법을 적용하여, 개별 구간과 교차로 분석 범위를 넘어서 사업 대상 교통영향 반경 내의 교통흐름을 가시적(visual)하게 보여줄 수 있는 방안과 이를 바탕으로 공간적 범위 설정 개선방안, 개선 대책 수립에 따른 효과분석 방안 등 다양한 분석결과를 도출하였다.

핵심용어 : 미시적 시뮬레이션, 차량추종모형

1. 서 론

환경·교통·재해 등에 관한 영향평가법에서는 교통영향평가의 실시방법·절차 및 재평가 등에 관한 필요한 사항을 교통영향평가 지침으로 규정하였으며, 이 들 규정에 의한 사업 시행 전후의 교통흐름은 가로구간의 경우 교통량, V/C, 평균통행속도와 서비스수준, 교차로의 경우 서비스 수준 등의 교통류 분석지표에 의하여 분석되고 있다.

이런 교통류 분석지표는 결정론적(deterministic)인 특성을 갖고 있으므로, 확률론적(stochastic)인 교통류의 특성을 반영하는데 있어 효율적이지 못하며, 개별 가로구간과 교차로에 국한하여 분석함으로써 사업 시행으로 인한 영향이 미치는 분석 범위 전체 구간의 교통흐름을 종합적으로 분석하기에는

미흡하다.

특히, 도심지에서 주로 실시되는 교통영향 평가 사업의 경우 새로운 시설 입지로 인한 주변 가로망의 교통 정체 현상을 가시적(visual)으로 파악하는 것이 필요하나 현재의 평가 방법으로는 어려운 실정이다.

본 연구는 교통유발 사업이 주변교통체계에 미치는 영향을 판단하는 척도들(교차로 지체시간 및 링크별 통행속도 등)에 더하여 자동차 추종 모형(Car-Following Theory)를 기반으로 하는 미시적 시뮬레이션(Microscopic-Simulation)기법을 적용하여 네트워크 분석결과를 새로운 분석척도로써 제시하였다.

네트워크 분석을 하기 위해서는 무엇보다도 정확한 영향권 설정이 필요하며, 기존의 교통영향평가지침에 제시된 획일적인 영향권 설정 방법을 보완하여 V/C를 이용한 영향권 설정

*공주대학교 건설환경공학부 박사과정 (E-mail: supdae@hotmail.com)

**정회원 · 공주대학교 건설환경공학부 부교수

방법을 제시하였다.

Microscopic-Simulation 기법을 이용하여 개별 구간과 교차로 분석 범위를 넘어서 사업의 교통영향 반경 내의 교통흐름을 visual하게 보여줄 수 있는 방안과 이를 바탕으로 공간적 범위 설정 개선방안, 개선대책 수립에 따른 효과분석 방안 등을 강구하였고, 나아가 효과분석에 따른 결과를 계량화 시키는 방법을 제시하였다.

2. 기존 연구의 고찰

2.1 영향권 설정 이론

『예비타당성조사 표준지침¹⁾』에서는 영향권에 대한 개념을 사업시행으로 인하여 현저한 변화가 발생하여 사업의 타당성을 분석하는데 포함되어야할 공간적 범위라고 정의하였다. 또한 영향권을 직접영향권과 간접영향권으로 구분하며 직접영향권은 사업 시행 시 지리적으로 인접한 지역으로서 사업의 시행효과를 세밀하게 분석하기위하여 상세한 O/D 및 Network의 구축이 필요한 공간적 범위를 의미한다고 명시되어있다.

본 연구에서는 교통영향평가상의 영향권 설정 기준과 그 외 다른 연구를 나누어 조사 분석하였다.

2.1.1 교통영향평가 영향권 설정기준

기존의 교통영향평가지침에 제시되어 있는 영향권 설정방법은 교통여건에 대한 이론적인 배경이 없는 획일화된 것이다.

설정 기준을 살펴보면 시설의 경우 3가지 규모로만 나누어 구분하여 설정하게 되어있으며, 철도, 도시철도, 도로 및 도시계획사업 중 도로 건설의 경우 하나의 영향권 설정기준에 따른다.

이는 교통유발사업의 특성과 규모만 고려할 뿐 사업지 주변 네트워크의 형태나 교통류의 특성 등을 고려하지 못함을 의미한다.

본 연구에서는 사업의 종류나 규모가 지역적인 특성, 즉 사업지역의 도로망형태나 도로의 기하구조, 교통운영형태 등

표 1. 교통영향평가의 범위

사업의 종류	규모	내용
시설	최소평가규모의 4배 미만	반경2.0km 이내 12개 교차로
	최소평가규모의 4배~8배	반경2.5km 이내 16개 교차로
	최소평가규모의 8배 이상	반경3.0km 이내 20개 교차로
철도의 건설 및 도시철도의 건설	모든사업	4개 교차로
도로의 건설 및 도시계획사업 중 도로의 건설	모든사업	4개 교차로
기타	최소평가규모의 2배 미만	반경4.0km 이내 20개 교차로
	최소평가규모의 2배~4배	반경5.0km 이내 25개 교차로
	최소평가규모의 4배 이상	반경6.0km 이내 30개 교차로

¹⁾ 도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제4판): 도로 및 철도사업에 대한 예비타당성조사를 수행하는 기본적인 절차와 방법론을 규정하여 예비타당성조사의 객관성과 사업간 평가의 일관성을 제고하는 것을 목적으로 한국개발연구원에서 만들었으며 현재 제 4판 까지 작성되었다.

에 의하여 영향을 받는 범위가 바뀔 수 있기 때문에 지역적인 특성이 배제되어있는 기존의 방법으로는 불합리한 영향권 설정이 될 수 있다고 판단하였다.

2.1.2 그 외 영향권 설정기준

송지영(1999)은 Trans-CAD를 이용하여 임의의 네트워크를 설정하고 통행배정을 하여 구한 통행시간으로 영향권 설정방법을 제시하였다. 이 방법은 영향권 설정이란 기본 개념에 가장 충실한 방법이지만, 실제 네트워크에서의 통행배정 결과 값의 오차로 인하여 현실반영 시 무리가 있는 것으로 판단된다.

양치정(2003)은 IZMI(영향권 지수)라는 개념을 도입하여 대규모 공공 투자 사업이 국가 및 지역경제에 미치는 영향을 측정할 수 있는 방안을 제시하였다. 이 방법의 분석 결과가 상대적인 영향력의 차이를 나타내는 값으로 투자우선순위 결정 등에는 사용가능하나 영향권의 범위를 설정하기엔 한계가 있는 것으로 판단된다.

김홍배(2005)는 양치정의 영향권지수모형을 이용하여 민간 투자 고속도로 영향권 설정에 관한 모형을 개발하였으나 이 연구의 목적은 동일한 고속도로를 공공투자로 건설하는 경우와 민간투자로 건설되는 경우의 차이를 보여주는 것으로 양치정의 연구가 가지는 한계는 같다고 할 수 있다.

김강수(2005)는 링크통행시간 변화를 이용한 영향권 설정방법을 제시하였다. 하지만 통행시간이라는 변수는 교통량에 의하여 변화되기 때문에 『예비타당성 조사지침』에 제시되어 있는 교통량을 이용한 방법과 교통량 변화율을 이용한 방법과 크게 다르지 않다고 판단된다.

한국개발연구원의 『예비타당성 조사지침』에서는 예비타당성 조사 시 영향권 설정 기법에 대해 3가지 방법을 제시하고 있으며 그 내용은 다음과 같다.

(1) OD 기준 통행량 비율에 의한 방법

통행배정 이전에 적용할 수 있는 방법으로 O/D를 이용하여 사업지역에서 출발하는 교통량이 많이 도착하는 지역을 영향권으로 설정하는 방법이다.

이 방법은 네트워크 구축 전 개략적인 영향권을 판단 할 수 있다는 장점을 가지나 사업노선의 건설여부나 사업의 규모가 작은 사업의 영향권은 반영하기 힘들다는 단점이 있다.

$$PV_{ij} = \frac{V_{ij}}{\sum_{j=1}^n V_{ij}} \times 100 \quad (1)$$

(2) 교통량 변화량에 의한 방법

교통량 변화를 이용한 방법은 통행패턴이 현저하게 변화하는 지역을 찾아낼 수 있는 직접적인 방법이다.

$$DV^k = \left| V_{시행}^k - V_{미시행}^k \right| \quad (2)$$

(3) 교통량 변화율에 의한 방법

교통량 변화율을 이용한 방법은 교통량 변화량에 의한 방

법을 개선한 방법으로 기존의 교통량을 고려한 방법이다.

$$BV^k = \frac{|V_{\text{시행}}^k - V_{\text{미시행}}^k|}{V_{\text{미시행}}^k} \times 100 \quad (3)$$

여기서,

- PV_{ij} = 존 I의 발생교통량 가운데 존 j지역 도착 교통량이 차지하는 비율(%)
- DV_k = 사업시행시 링크 k의 교통량 변화량
- RV_k = 사업시행시 링크 k의 교통량 변화율(%)
- $V_{\text{시행}}^k$ = 사업시행시 링크 k의 교통량
- $V_{\text{미시행}}^k$ = 사업미시행시 링크 k의 교통량

2.2 교통영향 분석 이론

본 연구에서는 교통영향평가상의 단계 중 분석부분에 초점을 맞추어 현황분석, 개선효과 분석에 대한 내용을 다루었다.

현황분석 시 교통영향평가지침에는 가로구간분석, 신호 및 비 신호교차로 분석, 대중교통 분석, 엇갈림 분석 등에 대한 서비스 수준 분석 기준이 수록되어 있다. 그러나 분석 사항들 중 계량적인 분석이 가능한 사항은 가로구간 분석과 신호 및 비 신호 교차로 분석항목이며, 다른 항목은 기존의 방법으로 분석이 불가능하다. 또한 사업 영향 반경 내의 교통소통 상황을 전반적으로 분석 할 수 있는 방법은 제시되어 있지 않다.

예를 들어 사업 영향 반경 내에서 운행하는 차량들의 총통행시간이나 운행거리 등 Network 차원의 교통소통 상황을 반영할 수 있는 지표들이 없으며, 기존 교통처리 분석방법으로는 위의 분석사항들 중 가로구간 분석과 신호 및 비 신호 교차로 분석만 가능하다. 이들 분석 역시 도로용량편람 상의 결정론적(deterministic)인 수학적 모델에 근거하여 확률론적(stochastic)인 특성을 갖는 교통현상을 반영하기에는 미흡한 실정이다.

엇갈림 분석의 경우에는 현황이나 개선대책 수립 시 효과 분석은 도로기하구조에 따른 차량추종모형에 의한 차량의 운행 특성 등이 반영되어야 하나, 아직까지 그러한 방법은 적용되지 않고 있다.

3. 개선 방안

3.1 영향권 설정 개선 방안

본 연구에서는 영향권의 의미에 가장 부합되는 영향권 설정 방법으로 링크의 교통량 변화율을 이용한 영향권 설정방법을 이용하였다. 교통량 변화율을 이용한 방법은 사업으로 인하여 링크, 즉 도로망에 부하되는 유발된 교통량의 차이와

기존 교통량과의 비율을 이용, 사업으로 인하여 영향을 받는 지역이 어디까지 인지를 알 수 있는 방법이다.

$$RV^k = \frac{|V_{\text{시행}}^k - V_{\text{미시행}}^k|}{V_{\text{미시행}}^k} \times 100 \quad (4)$$

여기서,

- RV_k = 사업시행시 링크 k의 교통량 변화율(%)
- $V_{\text{시행}}^k$ = 사업시행시 링크 k의 교통량
- $V_{\text{미시행}}^k$ = 사업미시행시 링크 k의 교통량

기존에 연구된 교통량 변화율을 이용한 방법은 의미상에 있어 영향권 설정에 적합하다고 할 수 있으나, 단순히 사업 전후의 교통량차이와 사업 전 교통량에 대한 비율을 가지고 영향권을 설정하는 것은 모든 도로에 같은 기준을 적용한다는 단점이 있다. 예를 들어 용량이 다른 두 도로에 같은 교통량이 존재할 경우 실제로는 용량이 큰 도로가 용량이 작은 도로보다 사업으로 인한 영향을 덜 받게 되지만 기존의 방법을 이용할 경우 두 도로 같은 영향을 받는 것으로 분석된다. 따라서 본 연구에서는 기존 방법을 보완하여 새로운 영향권 설정 방법을 제시하였다.

$$CV^k = \frac{|V_{\text{시행}}^k - V_{\text{미시행}}^k|}{C_{\text{미시행}}^k} \times 100 \quad (5)$$

여기서,

- CV_k = 사업시행시 링크 k의 교통량 변화율(%)
- $V_{\text{시행}}^k$ = 사업시행시 링크 k의 교통량
- $V_{\text{미시행}}^k$ = 사업미시행시 링크 k의 교통량
- $C_{\text{미시행}}^k$ = 사업미시행시 링크 k의 도로용량

앞에서 언급한 바와 같이 사업이 주변 교통체계에 미치는 영향이 있고 없음을 결정하는 요인은 기본이 되는 도로의 교통량의 처리 능력 즉 도로의 용량도 중요하다고 할 수 있다. 예를 들어 도로용량편람의 도로부문 서비스수준의 결정 과정을 살펴보면 도로의 용량개념이 들어가 있다. 본 연구의 대상이 되는 사업은 도시내 위치하는 교통유발사업이며 이때 사업지 주변 링크는 산호교차로 사이의 링크를 의미한다. 따라서 본 연구에서는 도로용량편람에서 제시하고 있는 신호교차로 접근링크의 용량을 구하는 방법을 이용하여 각 링크의 용량을 구하였다.

$$C^k = S_i \times \frac{g_i}{C} \quad (6)$$

표 2. 현황 및 개선효과 분석 사항

구분	내용
가로구간 분석	구간별 진행방향, 차로수, 차로폭, 구간거리, 최대허용용량, 침두시 교통량, 교통량대용량비(V/C), 평균 통행속도, 서비스 수준
교차로 분석	교차로 명진행방향을 구분한 교통량 및 신호주기 등을 토대로 산출한 평균 지체도
대중교통 분석	혼잡도, 환승체계, 노선수 및 운행시각, 평균 승하차 인원, 버스배이규모, 대기공간
엇갈림분석	배치형태, 비제한 차로수, 엇갈림 용량, 최대 엇갈림 길이, 서비스 수준

여기서,

- $C_k = i$ 차로군의 용량
- $S_i = i$ 차로군의 포화교통류
- $g_i = i$ 차로군의 유효녹색시간
- $C =$ 주기

3.2 교통처리 분석 개선방안

3.2.1 마이크로 시뮬레이션의 활용 방안

기존의 교통측이나 신호교차로 분석 시 T7F 등의 프로그램을 이용하는 것이 대부분이었으며, Network 차원의 교통흐름을 분석하는 방법은 미흡하였다. Network 차원의 분석을 수행하기 위해서는 “운전자-자동차-단위”의 움직임에 의해 교통 흐름을 모의 실험하는 Microscopic Simulation Program 이 필요하며 다음과 같은 원리를 갖고 있어야 한다.

-차량 추종과 차로 변경 등을 포함하는 미시적인 교통류 시뮬레이션 모델이어야 하며, 운전자의 psycho-physical한 행태를 반영한 것이어야 한다.

-운전자의 지각에 의해 저속의 전방 차량에 접근할 경우 감속하거나, 옆 차선 차량과의 간격이 충분할 경우 차선변경을 시도하거나, 또는 앞 차량과의 간격이 다시 벌어질 때 가속을 하는 가감속과정을 simulation 할 수 있어야 한다.

위의 조건을 충족하는 미시적 교통시뮬레이션(Microscopic Simulation)을 이용하여 사업지역의 도로교통 여건에 적합한 네트워크 트래픽 모델(Network-Traffic model)을 구축하고 시설, 사업의 입지에 따른 교통현상의 변화를 가시적(Visual)으로 분석 할 수 있다. 또한 기존 교통처리 분석방법으로는 불가능한 사업 영향 반경에 대한 네트워크(Network)차원의 총통행시간이나 총 운행거리의 변화 등의 거시적인(Macroscopic) 지표의 산출이 가능하며, 개선대책 수립 시 신호체계의 변화, 도로기하 구조의 개선 등 다양한 개선대안에 대한 사전 시뮬레이션을 통하여 가장 효율적인 개선대책을 수립할 수 있다.

본 연구에서는 시설, 사업의 입지적 특성에 따른 Network-Traffic model을 구축하여, 현황 분석 및 개선대책 효과 분석 시 사업 영향반경 내 교통류에 대한 총 통행시간이나 총 운행거리 등 거시적 지표의 산출과 Visual한 측면에서 교통여건을 분석할 수 있는 방안을 모색하였다.

3.2.2 현황분석

현황분석 시 교통영향평가지침에 명시된 기준에 의해 가로 구간분석, 신호 및 비 신호교차로 분석, 대중교통 분석, 엇갈림 분석, 보행분석 등을 실시하였으나, 본 연구에서는 미시적 분석 시뮬레이션(Microscopic-Simulation)도입으로 사업 영향 반경 내의 교통소통 상황을 전반적으로 분석 할 수 있는 방법제시가 가능하게 되었다.

예를 들어 사업 영향 반경 내에서 운행하는 차량들의 총통행시간이나 운행거리 등 Network 차원의 교통소통 상황을 반영할 수 있는 지표들을 Microscopic-Simulation을 통하여 도출 할 수 있고 또한, 수학적 모델에 의한 LOS(Level Of Service)의 제시에 근거한 교통소통 여건 분석은 Visual한 특성이 결여되어 있었으나 Microscopic-Simulation의 도입으로

가능하며, 엇갈림 분석의 경우에는 현재 개선대책 효과 분석에 대해서 도로용량편람의 지침을 따르고 있으나, Microscopic-Simulation의 도입 시 도로기하구조에 따른 차량추종모형에 의한 차량 운행 특성 등을 반영할 수 있다.

기존의 교통영향평가의 개선방안은 교차로 신호주기 최적화를 이용한 교차로 서비스 수준향상과 셋백(Set-Back)을 이용하여 사업지의 진출입로에 의한 지체 최소화, 보행자를 위한 횡단보도 설치 등이 대부분이었으며 이에 대한 분석은 신호교차로의 신호주기 최적화만 분석이 되었으나, Microscopic-Simulation의 도입으로 기존 방법으로는 분석할 수 없었던 일방통행, 좌회전금지과 같은 가로구간에 대한 통제방법 변화와 기하구조 변경으로 인한 도로의 선형 변화 같은 개선 방법 효과를 평가 할 수 있다.

개선대책 수립의 경우에도 개별 가로와 교차로에 대한 개선대책을 수립하고 분석할 경우, 수립된 개선대책이 인접 가로와 교차로에 미치는 영향을 Microscopic-Simulation 통하여 Network 차원의 분석이 가능하게 된다.

3.3 손실비용 추정방안

사업이나 시설이 입지하게 될 경우 발생하는 교통량에 의한 지정체로 인하여 시간비용이나 운행비용 등의 손실이 발생하게 되며, 이를 추정하기 위해서는 공간적 범위 내 차량들의 총 지체시간이나 평균속도 등의 산출이 필요하다.

Microscopic-Simulation을 이용하여 Network 차원의 총 통행시간, 지체시간, 평균속도 등의 산출이 가능하다. 이러한 Network 차원의 교통류 분석 지표 들을 바탕으로 사업이나 시설 입지 시 교통량 증가에 따른 손실을 계량화하는 방안을 제시한다.

본 연구는 위의 손실 항목 중 차량운행비용 손실, 통행시간 증가 손실, 교통사고 증가 손실, 환경비용 증가 손실로 구분하여 계량화 하였다.

구분	손실 항목
직접 손실	차량운행비용 증가 통행시간 증가 교통사고 증가 쾌적성, 정시성, 안정성 하락
간접 손실	환경비용 증가 지역 시장권의 축소

3.3.1 차량운행비용(VOC) 손실

차량운행비용 감소는 사업 미시행시 도로구간을 주행하는 차량의 운행비용과 사업 시행시 도로구간을 주행하는 차량의 운행비용과의 차이를 의미한다.

차량운행비용은 비용의 성격에 따라 고정비와 변동비로 구분되며, 고정비는 차량의 감가상각비, 운전원 및 보조원의 임금, 보험료 및 차량검사료로 세분되며, 변동비는 연료비, 엔진오일비, 타이어마모비, 차량유지수선비 등이다.

$$VOCS = VOC_{\text{사업 미시행}} - VOC_{\text{사업 시행}} \quad (7)$$

$$\text{여기서, } VOC = \sum_{k=1}^3 (D_k \times VT_k \times 365)$$

표 3. 운행비용 손실 (단위:원)

차종 속도	승용차	소형 버스	대형 버스	소형 트럭	중형 트럭	대형 트럭
10	256.12	270.86	487.26	295.63	441.83	531.40
20	208.08	217.51	404.72	239.87	371.51	445.72
30	181.16	180.43	320.01	199.91	328.77	369.40
40	157.37	157.07	261.49	173.80	289.26	313.49
50	142.61	138.26	233.24	161.93	270.18	284.86
60	135.23	129.69	218.74	155.17	258.12	281.42
70	130.54	123.23	213.84	154.40	255.98	282.00
80	124.46	117.73	211.09	147.26	264.47	293.61
90	122.59	116.46	209.18	162.91	263.28	327.83
100	122.92	115.80	213.81	172.42	273.67	344.23
110	121.66	117.43	224.71			
120	127.65	120.75				

자료 : 한국개발연구원, 『도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완연구(제4판)』, 2004.

- D_k : 차종별 대·km
- VT_k : 해당속도에 따른 차종별 차량운행비용
- k : 차종 (1: 승용차, 2: 버스, 3: 화물차)

3.3.2 통행시간비용(VOT) 손실

통행시간비용은 사업의 시행으로 인해 증가되는 통행시간의 양을 해당사업의 손실로 보는 것으로, 손실항목 중 가장 높은 비율을 차지하는 항목이다.

통행자의 통행시간 증가에 의한 손실은 한계임금율법을 이용하여 시간가치를 분석하며, 시간가치에 따른 손실은 교통량 자료와 시간증가 크기를 도출하여 나온 대시 결과를 이용하여 사업 미시행시와 사업 시행시의 차이를 이용하여 산출한다.

$$VOTS = VOT_{\text{사업미시행}} - VOT_{\text{사업시행}} \quad (8)$$

여기서,

- T_k : 차종별 대·시
- P_k : 차종별 시간가치
- k : 차종(1:승용차, 2:버스, 3:화물차)

통행시간손실 산출에 사용할 통행수단별 운전자의 통행시

표 4. 통행수단별 운전자의 통행시간가치

구분	승용차		버스	
	업무	비업무	업무	비업무
재차인원(인)	0.39	1.61	3.60	18.40
통행자 시간가치 (원인·시)	13,257	4,335	9,325(1인) 13,257(2.2인)	2,160s
차량 시간가치 (원/대·시)	5,170	6,979	35,839	39,744
평균시간가치 (원/대)	12,150		75,583	

자료 : 한국개발연구원, 『도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완연구(제4판)』, 2004.

간가치를 제시하고 있으며, 버스 및 승용차 승객의 경우 승용차 운전자의 통행시간가치를 사용하도록 규정하고 있으나, 화물의 시간가치는 고려하지 않는다.

3.3.3 교통사고비용(VIC) 손실

사업으로 인하여 교통량이 증가하면 교통량에 비례하는 교통사고역시 증가하게 되고 결국 증가된 교통사고로 인한 교통사고비용의 손실이 증가하게 된다.

본 연구에서 가정한 백화점 설치사업의 경우 대표적인 교통량 유발사업이다, 따라서 노면교통량의 증가로 인한 교통사고 건수가 증가가 예상되며 이로인한 교통사고비용의 손실이 증가할 것으로 예상된다.

$$VICS = VIC_{\text{사업미시행}} - VIC_{\text{사업시행}} \quad (9)$$

$$\text{여기서, } VIC = \sum_{k=1}^3 \sum_{l=1}^2 (A_{kl} \times P_l \times VL_k) \times 365$$

- A_{kl} : 도로 유형별·사고유형별 1억대·km당 교통사고 사상지수
- P_l : 사고유형별 사고비용
- VL_k : 도로유형별 1억대·km
- k : 도로유형(1: 고속도로, 2: 국도, 3: 지방도)
- l : 사고유형(1: 사망, 2: 부상)

3.3.4 환경비용(EVA) 손실

새로운 사업은 기존 도로에 새로운 교통량을 추가함으로써, 기존 도로의 교통량을 늘리는 효과를 가져 온다. 교통량 증가로 인한 대기오염 및 소음증가 효과가 발생하지만 본 연구에서는 대기오염의 증가에 의한 환경 손실 비용만을 분석하였다.

$$EVAS = EVA_{\text{사업미시행}} - EVA_{\text{사업시행}} \quad (10)$$

$$\text{여기서, } EVA = \sum_{k=1}^3 (D_k \times EV_k \times 365)$$

- D_k : 차종별 대·km
- EV_k : 해당속도에 따른 차종별 대기오염비용
- k : 차종 (1: 승용차, 2: 버스, 3: 화물차)

해당속도에 따른 차종별 대기오염비용은 대기오염비용을 종속변수로, 속도를 독립변수로 하는 관계식을 추정하여 산출하였으며 속도 및 대기오염비용 관계식 계수추정결과와 차종

표 5. 사고건당 및 사상자당 교통사고 비용

구분	사망	부상
	사고 1건당	PGS 포함 41,468
	PGS 제외 30,049	2,723
사상자 1명당	PGS 포함 36,374	3,057
	PGS 제외 26,884	1,693

자료 : 한국개발연구원, 『도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완연구(제4판)』, 2004.

표 6. 차종별 · 속도별 대기오염비용(종속변수)

구분	상수	V	V ²	V ³	R ²
승용차	86.933333	-3.458308	0.051098	-0.000246	0.97
버스	522.864000	-19.923548	0.440529	-0.003562	0.99
트럭	281.022000	-8.035918	0.103114	-0.000442	0.99

주: V는 속도(km/h)임

별 · 속도별 대기오염비용은 다음과 같이 나타난다.

5. 개선방안 적용사례

5.1 영향권 설정 개선방안 사례

5.1.1 적용대상 지역 설정

본 연구에서 가정한 대상지역은 충청남도 계룡시 일대로서 인접하여있는 중로 1-6호선과 주간선도로인 국도 4호선, 남북 간선도로를 이용하여 공주시, 논산시 및 대전광역시로의 접근이 가능하다.

본 연구에서는 이 지역에 부지면적 6,614m³(2,000평), 건축 연면적 23,659m³(7,156평)의 규모의 판매시설 조성사업을 가정하였다.

사업 시행 전·후의 링크 교통량을 분석한 결과 사업지 북쪽 간선도로의 통행량이 471대에서 632대로 늘어난 것으로

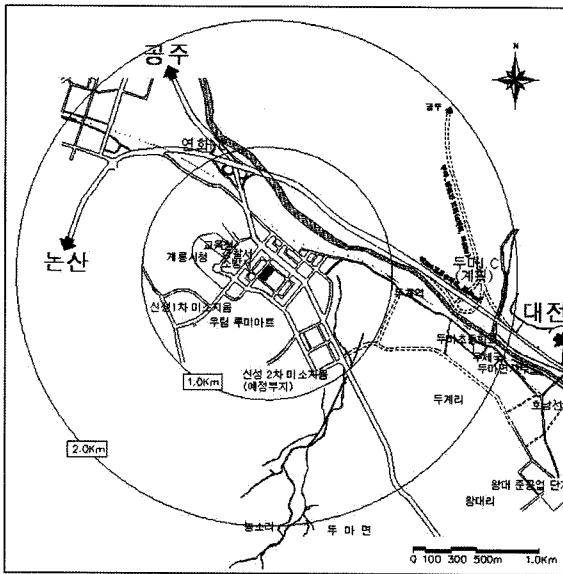


그림 1. 사업의 영향권²⁾ (기존방법)

표 7. 2008년 기준 유발교통량 예측

구분	종합(대시)			
	유입	유출	합계	
평일	침두시	257	322	579
	1일 총 발생교통량	2,820	2,820	5,641
휴일	침두시	435	438	873
	1일 총 발생교통량	3,977	3,977	7,955

²⁾ 반경 2km이나 반경 1km로 기존의 영향권의 크기를 개략적으로 나타내 보았다.

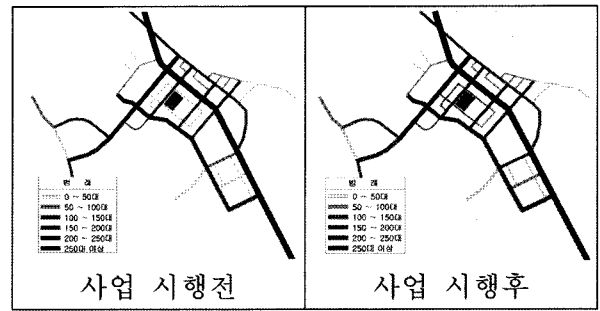


그림 2. 사업 시행전 후 링크별 교통량

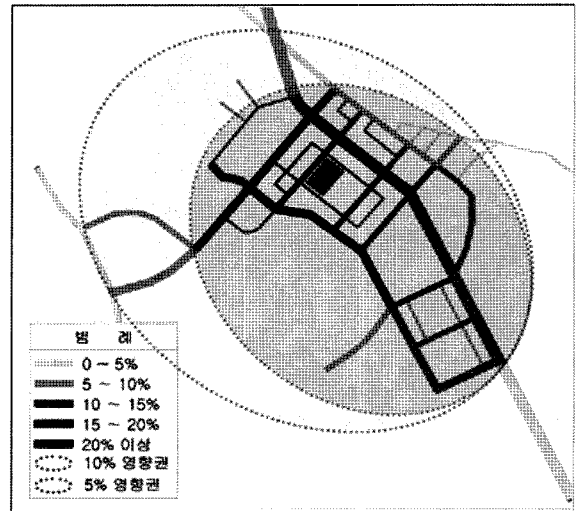


그림 3. 교통량 변화율에 의한 영향권

분석되었으며 농쪽 대로의 경우 203대에서 353대로 늘어난 것으로 분석되었다.

5.1.2 영향권 설정

본 연구에서 가정한 영향권 설정 방법을 이용하여 영향권을 설정하기 위하여 사업의 시행 전과 후를 구분하여 링크별 교통량을 기존의 도로망에 분배하였다.

영향권 설정 결과 사업에 의해 유발된 교통량이 각 링크에 분배되었을 경우 실제로 변화가 일어나는 지역을 영향권으로 설정할 수 있었다.

5.2. 교통영향분석 개선 적용방안

사업지의 입주로 인한 교통영향을 분석하기 위한 Microscopic-simulation program을 이용하여 도출 2008년을 기준으로 분석한 결과 백화점 설치 시 미설치시보다 교차로를 통과하는 차량들의 총 지체시간이 890시간에서 1,041시간으로 약 151시간 늘어나는 것으로 분석되었다.

표 8. 네트워크 분석 결과

사업 시행여부	총 차량대수 (대)	총통행거리 (km)	총통행시간 (h)	평균통행속도 (km/h)	총 지체 (h)
현황	20171	42154.71	1684	26.7	854
미시행시	22065	45278.77	1742	25.8	890
시행시	22784	45714.84	1759	25.4	1041

백화점 설치 시 네트워크 전체의 가로의 차량대수가 22,065대에서 22,784대로 현황대비 약 12.95% 증가하며 평균가로 구간 속도는 미시행시의 25.8km/h에서 시행시 24.7km/h로 미시행시보다 약 4.26% 하락하는 것으로 분석되었다.

6. 사업 시행에 따른 손실비용 추정

6.1 추정 결과

4가지의 손실을 운행비용 손실예측 결과 사업을 시행할 경우 당해연도인 2008년 손실비용이 약 1억7천만원으로 예측되며, 교통영향평가 지침 상의 최종 분석연도인 2012년을 기준으로 할 경우에는 총 2억원의 손실이 발생 할 것으로 추정된다.

7. 결론 및 향후 연구과제

기존 교통영향평가 지침에 제시된 영향권 설정방법은 간단한 구분에 의하여 쉽게 영향권을 설정할 수 있는 장점이 있으나 불필요하게 크거나 작은 지역을 영향권으로 설정할 수 있는 위험이 있는 것으로 판단되었다.

본 연구에서 제시된 영향권 설정 방법은 도로망 구축과 각 링크별 용량 산출 및 교통량 조사, 분배 등의 다소 복잡한 과정을 거치나, 기존에 방법에 비하여 좀 더 체계적인 영향

표 9. 운행비용 손실 (단위:원)

구분	VOC사업미시행	VOC사업시행	VOCS
2008	5,746,964,168	5,802,699,832	55,735,664
2012	5,778,093,618	5,841,064,080	62,970,462

표 10. 통행시간비용 손실 (단위:원)

구분	VOT사업미시행	VOT사업시행	VOTS
2008	7,725,334,500	7,800,725,250	75,390,750
2012	7,774,116,750	7,867,246,500	93,129,750

표 11. 교통사고비용 손실 (단위:원)

구분	VIC사업미시행	VIC사업시행	VICS
2008	1,211,576,334	1,223,244,599	11,668,266
2012	1,216,927,964	1,228,730,020	11,802,057

표 12. 환경경오염 손실 (단위:원)

구분	EVA사업미시행	EVA사업시행	EVAS
2008	3,189,832,021	3,220,717,290	30,885,269
2012	3,206,362,027	3,240,402,629	34,040,602

표13. 손실비용 합산 (단위:원)

구분	2008	2012
운행비용손실(원)	55,735,664	62,970,462
통행시간손실(원)	75,390,750	93,129,750
교통사고손실(원)	11,668,266	11,802,057
환경오염손실(원)	30,885,269	34,040,602
합계(원)	173,679,949	201,942,871

권 설정을 할 수 있다고 판단된다.

영향권 설정 방법의 적정성을 위하여 여러 가지 경우를 대상으로 분석해보고자 하였으나, 현재 교통영향평가체계는 사업 전 평가를 위하여 교통영향평가서를 제작할 뿐, 사업 후에 재조사를 하지 않아 실제로 어떻게 반영이 되었는지 모르는 경우가 대부분이다.

따라서 사업시행 전과 후의 자료는 현재의 상황을 바탕으로 예측된 자료뿐 실제 사업후의 교통량 변화에 관한 자료 등은 없는 것으로 조사되었다.

분석방법에 있어서 기존의 교통영향평가 지침은 수학적인 공식과 확인화된 방식으로 기준을 제시하고 있어 분석에 유연성이 부족하고 효율적이지 못하다.

본 연구에서는 Microscopic-Simulation을 이용하여 사업의 영향 반경의 교통체계와 소통현황을 전반적으로 분석할 수 있는 방법을 제시하였다.

사업의 시행전과 후의 교통체계와 개선안 분석 시 Microscopic-Simulation을 이용한 결과, Visual한 화면과 네트워크 단위 분석이 가능해 짐으로써 기존의 문제점을 보완할 뿐 아니라 손실비용계산과 같은 분석적인 지표들을 추정할 수 있게 되었다.

또한 Microscopic-Simulation의 큰 특징인 네트워크 전체의 총 통행시간, 총 통행거리등과 같은 분석 결과를 이용하여 사업의 시행으로 인한 손실비용의 예측이 가능하게 되었다. 하지만 교통영향평가에 대한 분석을 하기위한 기본 자료가 사업시행 전의 조사자료는 있으나 사업시행후의 조사자료가 부족하여 새로운 가설의 검증시 이용할 수 있는 자료가 미흡한 실정이다.

교통영향평가 분석방법이 좀 더 효과적이고 체계적으로 개선되기 위하여 사업시행 전·후의 조사자료가 구축되는 것이 선행되어야 할 것이다.

참고문헌

- 건설교통부 (2005). 교통영향평가지침.
- 송지영 외 1인 (1999). 고속도로 영향권 설정 기법 개발.
- 한국교통연구원 (1998). 교통영향평가서 분석.
- 한국교통연구원 (2004a). 교통영향평가제도 개선 방안.
- 한국교통연구원 (2004b). 교통영향평가제도 개선방안-전문가 정책 토론자료.
- 한국교통연구원 (2005a). 교통수요 검증의 위한 기초연구.
- 한국교통연구원 (2005b). 교통영향평가제도의 개선 및 교통유발계수의 산정모형 정립을 위한 기초연구.
- 한국교통연구원 (2005c). 월간교통, 3월호.
- 한국개발연구원 (2004). 도로철도 사업부문의 예비타당성조사 지침 제4판.
- 한주성 (1996). 교통지리학. 법문사.
- 환경·교통·재해 등에 관한 영향평가법.
- AASHTO (1990). A Policy on Geometric Design of Highway Street.
- FHWA (1988). Manual in Uniform Traffic Control Devices.

- © 논문접수일 : 2007년 09월 17일
- © 심사의뢰일 : 2007년 09월 21일
- © 심사완료일 : 2007년 12월 17일