

Mesoscopic Traffic Simulator를 이용한 고속도로 지정체 관리방안평가

Evaluation of Freeway Congestion Management Using Mesoscopic Traffic Simulator

최기주*, 이승환**

Keechoo Choi, Seunghwan Lee

Abstract

A mesoscopic simulation study to measure the effects of trip generation caused by rampant expansion of residential area around the Kyungbu corridor has been conducted. Some alternatives, which seem to be judgementally plausible and technically feasible to mitigate such congestion, have been carefully examined and evaluated by the simulation model called INTEGRATION. Alternatives are mostly network improvements. Banpo IC dedicated ramp construction (A1), Seocho IC TSM based weaving elimination (A2), dedicated local and express separation over Seocho-Yangjae segment (A3), Heonleung IC (A4) and Daewang IC installations (A5), Pangyo IC improvement (A6), Baikhyun IC (A7) and Dongbaek IC installations (A8) along with Shingal-Pangyo segment capacity addition (A9). The most capital intensive ones are A9, A5, and A4 in that order. A1, A6, A7, and A8 are short in distance but they are also capital intensive and need some construction periods. The least capital driven alternatives are A2 and A3, the A2 is easier to do, but A3 needs traffic diversion scheme during construction. The A1, A7, and A8 have been identified cost effective in terms of speed increase and travel time saving. Along with these results, some limitations and future research agenda regarding simulation have also been presented.

Key Words: 교통시뮬레이션, 혼잡, INTEGRATION, 교통대안

* 아주대학교 환경도시공학부 부교수

** 아주대학교 건설교통공학과 석사과정

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

현재 수도권 일원의 고속도로는 늘어나는 교통수요를 감당하지 못해 갈수록 심각한 교통지·정체를 겪고 있다. 그럼에도 불구하고 서울 주변의 집중적인 개발로 인하여 장래에는 그 심각성이 더욱 커질 것으로 판단된다. 수도권의 고속도로와 지방자치단체의 도로 건설계획이 개별적으로 시행되어 수도권 전체의 교통체계가 효율적으로 수립되지 않고 있다. 고속도로와 연결도로의 접속처리가 불량하고, 주변도시의 교통체계와 조화를 이루지 못하여 이에 대한 대책이 절실히 필요하게 되었다.

따라서, 본 연구에서는 기존 경부고속도로축을 중심으로 현재의 교통지·정체를 완화시킬 수 있는 단기 개선방안의 검토와 더불어, 향후 단계별 주변 택지개발 및 도로망 확충에 따른 교통영향분석을 실시하여 문제점을 도출하고 그 개선대책을 강구하고자 한다.

그러나, 지금까지는 이러한 교통혼잡현상의 관리방안을 평가하기 위해 국내외적으로 매크로한 시물레이션 모형을 이용하였으나, 이는 현실을 정확하게 반영할 수 없다는 단점이 있었다. 본 분석에서는 현실을 더 잘 구현할 수 있는 Mesoscopic 시물레이션 모형을 이용하여 고속도로상의 지·정체 해소방안의 평가를 수행하고자 한다.

1.2 연구의 범위

공간적으로는 수도권의 고속도로를 대상으로 하여 고속도로의 구간별 교통량 및 IC 유출입 교통량을 예측하며, 수도권의 고속도로를 중심으로 전체적인 교통상태를 분석하고, 부분적인 구간과 지점의 세부적인 분석을 실시하였다. 시간적으로는 2000년을 기준으로 하여 장래 OD를 추정하였고, 분석 대상 년도는 장래 2003년과 2005년으로 설정하였다. 이를 토대로 IC

연결도로의 교통영향을 Mesoscopic 교통분석모형의 시물레이션인 INTEGRATION을 통하여 세부적으로 검토 및 문제점을 도출하고 교통지·정체의 해소방안을 제시하였다.

2. 시물레이션 틀 소개

2.1 분석 틀 소개

본 연구에서는 대안 평가 시 교통류의 흐름에 대한 거시적, 미시적인 분석을 모두 반영할 필요가 있기 때문에 기본적으로 TRANPLAN과 INTEGRATION을 병용하기로 하였다. 그러나 TRANPLAN은 거시모형으로서 수요증가에 따른(또는 공급의 감소) 대기행렬의 시간적인 선상에서의 표현의 어려움이 있는바 기본적으로 규모가 큰 공급의 증가대안에 대한 평가에만 활용하는 것을 원칙으로 하였고, 미시적인 대안의 평가에는 INTEGRATION을 이용하는 것으로 하였다. 단, INTEGRATION은 시물레이션 도구인 만큼 사용에 한계가 있었던 바(예를 들면, 본 연구에서 사용된 INTEGRATION Large Version은 주어진 시간대의 시물레이션에서 해당 네트워크 상에 7만대이상의 차량이 존재하면, software적인 한계로 인해서 수행이 불가능하였음), 이를 극복하기 위하여 분석대상의 크기를 고려하여 부분적으로 이러한 대안평가에는 TRANPLAN이 함께 이용되는 것으로 하였다. 개략적인 두 모형에 대한 소개는 다음과 같다.

2.1.1 TRANPLAN

대표적인 거시적 분석모형으로서, 구축된 OD를 통해 다양한 기법으로 통행배정을 실시한다. 또한 시물레이션을 하기 위하여 필요한 Subarea 분석을 통해 해당지역의 네트워크, OD추출 등이 용이하며, 네트워크의 편집 및 수정을 위한 에디터 기능을 가진 HNIS를 이용하여 네트워크 수정 및 데이터 입력이 용이하다. TRANPLAN에서는 분석을 위한 효과척도로서 네트워크 전체의 VHT(Vehicle Hours Traveled)와 VKT(Vehicle

Kilometers Traveled), 링크의 통행시간, 통행속도, V/C, 교통량 등이 산출 가능하다.

2.1.2 INTEGRATION

가. 모형의 개요 및 장단점

Macroscopic모형(TRANPLAN, EMME/2 등)과 Microscopic모형(NETSIM, FREESIM, T-7F 등)의 기능의 일부를 동시에 갖춘 Mesoscopic 범주에 속하는 틀이다. INTEGRATION은 최초 분석범위와 교통류 특성이 현저히 다른 고속도로와 신호교차로를 동시에 분석하기 위하여 개발되었다. 기존의 모형은 Macro, Micro모형으로 구분되어 각각의 경우에만 최적화 및 분석이 가능하였다. 통합된 관리전략의 운영 및 평가를 위해 적절한 현실상황 반영의 결여로 통합모형이 많은 이점이 있음에도 불구하고 구현이 어려웠다. 이러한 고속도로를 포함한 거시적 모형과 신호교차로를 포함한 미시적 모형은 매우 다른 기존구조를 가지고 있다. INTEGRATION에서는 이러한 부조화를 극복할 수 있도록 기존 교통모형의 적용과 데이터베이스 인터페이스를 기존모형으로 구성하여 단순화시켰다. 따라서, INTEGRATION은 고속도로 및 간선도로, 신호교차로 포함한 네트워크를 통합하는 시뮬레이션이 가능하며, 신호의 최적화 및 배정에 대한 시뮬레이션, 유도상황, HOV차로시행, 램프미터링시행 등 기타 ITS 상황에 대한 시뮬레이션이 가능하다.

INTEGRATION에서는 미래의 ITS를 고려하여, 차내 운전자정보시스템 즉 route guidance를 통해 교통관리의 조정이 가능하도록 다루고 있다. 또한, 개별차량이 일련의 데이터를 속성으로 가지게 되어 속도 및 경로파악이 가능하고, 각 링크에 대한 개별결과자료 및 전체 네트워크의 분석과, 애니메이션 기능을 통해 시뮬레이션 수행시의 네트워크의 교통상황 및 대기행렬 길이 등의 상황을 눈으로 확인하기가 용이하다.

기본적으로 고속도로, 일반도로를 함께 포함하는 네트워크에 대한 분석이 가능한 것이 가장 큰 장점인 바 본 연구에서 채택하였으나, 시뮬레이션의 한계는 역시 있다고 볼 수 있다. (전

술한 70,000대 Limit, 시뮬레이션의 러닝 타임이 장시간소요 등) 유사한 형태를 가진 TRAF-NETSIM 모형과 달리 OD를 제공함으로써 route choice에 대한 배려가 있어서 path 단위의 교통패턴에 대한 처리가 가능하며, 효과적도로 속도, 통행시간, 지체, 교통량 등이 산출된다.

나. 기본적 모형화 개념 (modelling concept)

INTEGRATION의 기본적인 모형화 개념은 다음과 같다.

차량은 계획된 출발시간에, 기점(origin)에서 네트워크로 유입된다. 그 다음, 최소경로(minimum path tree)에 기초하여 차량은 희망하는 종점(destination)의 방향을 따라 적절한 링크를 선택한다. Tree는 각 종점에 최적경로와 연결된 링크에서의 회전이동을 나타내고, 링크통행시간의 변화를 반영하기 위해 정기적으로 업데이트한다.

링크에 차량이 유입됨에 따라, 링크는 링크통행시간과 같은 시간의 간격을 가지게 되고, 이 시간이 완료되면, 차량은 링크의 맨 앞에 도착하여 종점 방향의 링크로 이동하게 된다. 차량은 이 링크에서 이용 가능한 가장 최근의 최소 경로 tree를 선택하게 된다. 가장 효율적인 방법으로 차량을 최종 목적지까지 링크에서 링크(link-to-link)로 인도한다. 종점까지 도착하게 되면, 차량은 네트워크로부터 소멸되고 통계자료가 기록된다. 이 과정에서 다양한 네트워크 시설의 상태나 차량은 차량특성을 저장한 벡터와 매트릭스의 연속으로 컴퓨터에 표시된다. 교통망의 변화를 반영하는 원칙에 따라 차량의 기록이 다뤄지는 동적 데이터베이스(dynamic database)에 저장되고, 시간의 함수로 벡터/매트릭스는 네트워크의 변화를 표현한다. 기본적인 다섯 가지의 중요한 모형 요소는 다음 <표 1>과 같다.

<표 1> 시물레이션에서 사용되는 기본 벡터와 매트릭스

Vehicle Data Table				Departure Stack	
Car	Origin	Dest	Time	Position	Vehicle
1	A	E	0001	1	1
2	A	F	0100	2	4
3	B	C	0500	3	3
4	B	E	0010	4	2

Link Data Stack				Tree Table			
I	II	III	IV	A	B	C	D
2	3	1	-	A	-	I	I
4	9	-	-	B	-	II	III
6	5	-	-	C	-	-	VI
-	-	-	-	D	-	-	-

Link Stop Line	
Link	Time
I	0001
II	0100
III	0020
IV	0300

Vehicle data table: 차량의 기점, 종점, 유출시간.

Departure stack: 모든 차량에 대한 유출순서

Link data stack: 각 링크 상에 차량의 목록

Tree table: 모든 종점의 minimum path tree 목록

Link stop line: 각 링크의 가장 초기의 next scheduled departure time

I, II, III, and IV: 네트워크내의 링크

A, B, C, D, E, and F: 노드(origin and/or destination)

Times: Simulation clock time in deciseconds.

Vehicles: Vehicle identification numbers.

차량데이터(Vehicle Data Table): 시물레이션 동안 차량은 데이터 테이블에 저장된 특성에 따라서 연속으로 발생된다. 이 테이블은 각 차량의 기종점, 다음 출발시간을 기록한다. 추가적으로 차량의 형태, 운전자 형태, 또는 차량접유 factor 등과 같은 데이터를 포함할 수 있다. 기점정보와 유출시간은 각 네트워크와 출발시간에 유입되는 차량의 지점을 나타내는 데 사용된다. 유출시간의 제한을 통해 유출시간 이전에 네트워크로 유입되는 것을 방지한다. NSDT (Next Scheduled Departure Time)는 차량이 새로운 링크에 진입하는 때 시간마다 변화되고, 대기시간을 배제시킨 상태에서 링크통행시간에

현재시간을 더하여 배정된다. 종점 정보는 회전 이동 결정을 보조하기 위한 최소경로테이블과 결합되어 이용된다.

차량자료스택(Vehicle Data Stack): 차량출발스택 (Vehicle Departure Stack)은 네트워크 유입 이전의 모든 차량이 머무르는 대기공간 (Parking Lot)이라 생각할 수 있다. 시물레이션 동안, 출발을 위한 차량의 자격은 NSDT에 도달하였는지에 따라 결정된다. 그 순간, 도달한 차량은 기점에서 네트워크로 유입되고, 차량의 최종 종점 방향의 링크에 배정된다.

링크자료스택(Link Data Stack): 링크에 유입까지, 차량 번호는 링크자료스택 (link data stack) 에 입력되고, NSDT는 현재 링크통행시간의 추정치만큼 증가한다. 차량은 링크의 하향류 끝까지 도착되고, 다음 하향링크까지 이동하는데 적합하게 된다. 그러나, 유출권리는 여전히 용량, 교통신호, 대기행렬의 스펠백(spillback), 또는 다른 고려요소에 의해 거부될 수도 있다. 각 차량의 링크데이터 스택 (link data stack)은 링크상의 모든 차량을 순차적으로 기록하는 first-in first-out 스택 (FIFO stack)으로서 수행된다. 여기서는 대기차량과 비대기차량 모두를 포함하고, 또한 링크가 사용된다면 반드시 기재되어 있다. 각 링크 stack은 첫 번째 차량이 출발에 적합한지 아닌지 매 시간의 증감마다 결정을 체크하게 된다. 차량이 출발에 적합하게 되면, 현재 링크 stack에서 제거되고 다음 하향 링크의 링크 stack의 상단에 추가된다. 도착은 링크 stack의 상단에서 입력되고 차차 밀므로 이동한다. 따라서, 링크 stack은 항상 현재 링크 상에 있는 모든 차량을 보유하게 된다. 테이블에서는 각 차량이 현재 링크를 떠나는 것이 가능한 최초의 시간을 나타내기 때문에, 링크 끝의 정지선 (stop line)에 도착하는 차량의 일반적인 차량군과 링크를 따르는 차량간 차두 간격을 대략적으로 제공한다.

최소시간경로테이블(Minimum Path Tree Table): 이 테이블은 각각 가능한 종점에 대한 최소경로와 일치하는 각 노드상의 회전이동목록을 제공한다. 주어진 차량의 현재 위치와 희망하는 종점에 따라 운전자가 교차로 또는 인터체인지(interchange)에서 경로선택결정에 직면할 때, 주행중(en-route)에 이 테이블은 적용된다.

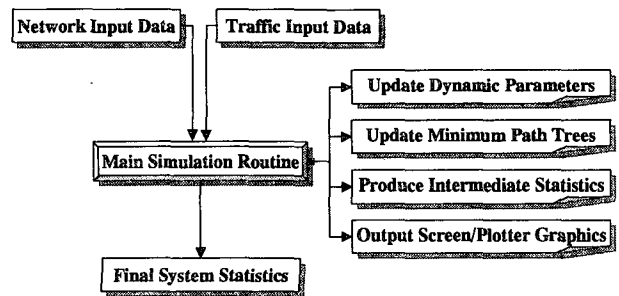
최적경로는 각 모든 가능한 후보경로 상에서 각각의 링크의 상대적인 링크통행시간에 따라 계산된다. 이러한 통행시간은 링크의 길이, 자유속도, 용량과 교통량, 신호세팅, 램프 미터링, 및 대기행렬의 관점이 적용되어 계산된다. 시뮬레이션 진행 내내, 변수들의 변화에 따라, 최적경로의 추정치는 사용자가 설정한 간격에서 재계산되고, 최적경로로의 회전이동은 함께 갱신된다. 운전자가 각 노드를 통과함에 따라 최적경로를 다시 체크할 때, 이전의 경로가 혼잡하게 되거나, 대안경로가 더 빠르게 된다면, 종점까지 남은 부분의 통행에 대한 경로를 자동적으로 재선택할 수 있다. 입력된 변수의 자료를 사용하여 갱신된 경로선택과 재선택 과정은 네트워크내의 연속적인 동적평형(dynamic equilibrium)상태를 시도한다.

링크정지선테이블(Link Stop Line Table): 이 테이블은 차량이 링크의 하향류 끝을 떠나는 적합한 시간을 기재한다. 비록 실제 정지선을 가지지 않는 경우라도, 모든 링크 형태는 이 목록에 포함된다. 차량이 정지선을 횡단할 수 있는 최소 차두간격으로 설명되는 링크의 용량에 따라, 이 테이블에 의하여 유출용량 또는 링크의 유입용량에 제한을 가한다. 특히, 첫 번째 차량의 출발에 따라 링크의 정지선은 첫 번째 차량의 차두간격이 완료되는 동일한 시간의 기간까지 뒤이어 일어나는 서비스를 불가능하도록 한다. 최소시간의 완료 이전의 어떤 차량의 도착은 진출권을 거부시키고, FIFO stack에서 대기된다.

대기된 차량은 최소시간의 완료 후에 출발

하게 된다. 위의 최소차두간격 요건을 만족하는 내에서, 몇몇 차량이 도착보다 먼저 출발하게 되면, 차량은 대기행렬과 지체를 증가시키게 된다. 이러한 대기행렬이 주어진 임계크기를 초과할 때 차량을 서비스하기 위해 필요로 하는 최소시간 차두간격은 혼잡시간 동안 링크의 유출용량내에서 대기 및 지체를 감소시키기 위해 차두간격은 선택적으로 증가하게 된다.

이러한 다양한 모형요소의 조합에 의한 시뮬레이션의 개념적 구조는 아래 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 시뮬레이션모형화의 개요

3. 시뮬레이션 수행과정

3.1 접근방법

교통현황조사를 통해 교통량, 도로시설현황 및 주요 혼잡구간의 제반 문제점을 도출하였고, 이를 대안의 도출 및 교통 공학적 검토, 그리고 시설물의 기술적 검토를 통해 지·정체 혼잡 개선방안을 검토하였다. 지점별 문제점, 개선방안은 반포IC, 서초IC, 양재IC, 판교IC, 신갈 Jct를 검토하였고, 구간별 문제점 및 개선방안은 서초~양재IC, 판교~신갈 Jct 구간을 검토하였다. 역시 경부고속도로상의 상습 지·정체 구간은 주로 IC 또는 Jct(분기점)가 위치한 지점으로 유·출입 연결로의 엇갈림 등으로 인해 발생하는 정체가 고속도로 본선에 심각한 영향을 주는 것으로 분석되었다.

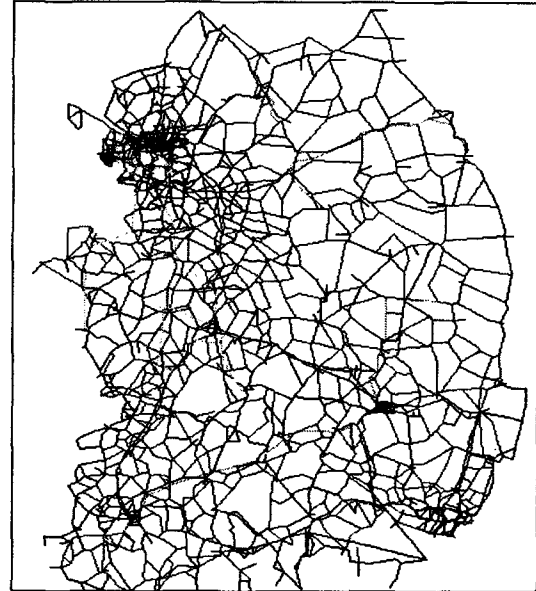
이러한 문제점을 해소하기 위하여 몇 가지 대안을 도출하였고, 용량증대방안, 교통류 처리 개선방안 등 교통 및 기술적 측면에서 검토, 개선방안을 제시하였다. 기본적으로 문제를 해결하기 위한 일반적인 절차는 문제점을 파악하여 가능한 대안을 선정하고 이러한 대안을 시물레이션 모형으로 평가하여 최적대안을 선정하는 일련의 과정을 포함한다. 본 연구에서는 문제점 각각에 대해 대안을 선정하여 이를 평가하는 과정으로 진행하였다.

3.2 네트워크, OD 구축 및 시물레이션 수행과정

미시적 시물레이션(TRANPLAN을 이용하는 거시적 시물레이션과 달리 Meso 시물레이션을 이용하는 것도 여기서는 미시적이라 보았음.)을 위해서는 기본적으로 네트워크 및 OD를 구축하는 과정을 5단계로 나누어 설명될 수 있으며, 기존의 EMME/2로 구축된 기존자료를 활용하여, TRANPALN과 INTEGRATION 분석을 위해서는 시물레이션의 가능한 용량을 고려하여야 하기 때문에 필요한 지역을 추출하는 세부 지역분석(Subarea Network Analysis)이 필요하다. 이를 위해서는 TRANPALN을 이용하여 시물레이션용 OD 및 네트워크를 구축하는 것이 용이하다. 각 단계별 수행과정 및 내용은 다음과 같다.

3.2.1 1단계 수행과정

시물레이션 분석을 위해 EMME/2 형식의 네트워크 및 OD 자료를 TRANPLAN 형식으로 변환(Visual C++ 프로그램 이용)하였으며, EMME/2 네트워크 데이터형식을 TRANPLAN 데이터형식으로 변화하여 도시한 전국네트워크 개요는 <그림 2>와 같다.

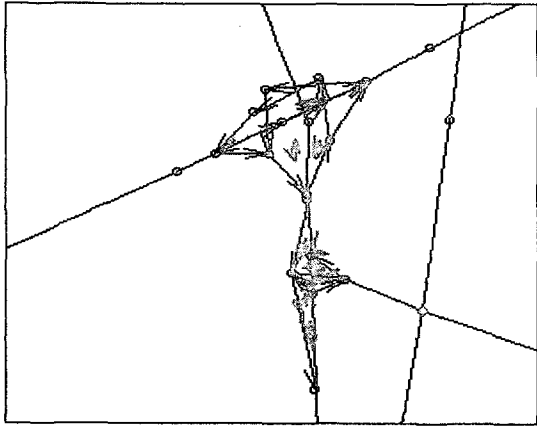


<그림 2> 변환된 전국 네트워크

- : 총 237개의 존.
- : 3,496개의 노드, 10,260개의 링크.
- : 분석구간에 대한 링크 및 램프에 대한 네트워크가 미 구축된 상태.
- : 왼쪽 그림은 각 링크의 차선별로 분류되었음. (링크 Color)
- : 각 연도별 네트워크 및 OD 자료 구축.
2000년 AM OD의 경우 총 1,251,630 Trip

3.2.2 2단계 수행과정

TRANPLAN에서의 전국네트워크의 링크 및 노드를 수정(HNIS 이용)하여 미시적 시물레이션을 수행하기 위해서 보다 상세히 링크의 방향, 용량, 차선 수, 회전금지 등의 세부적인 네트워크 사항을 추가 및 수정하여 분석대상지역인 경부고속도로상의 IC, Jct, 서울 영업소 및 연결 램프 등의 현실상황을 구축하였으며, 이것의 예시 도면은 <그림 3>과 같다.

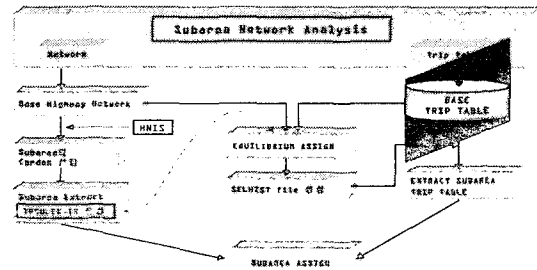


<그림 3> 판교 Jct 및 IC 구간의 수정 예

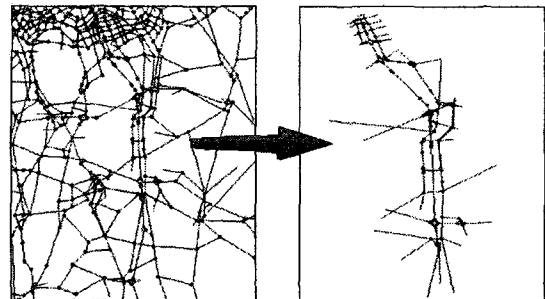
3.2.3 3단계 수행과정

2단계에서의 세부네트워크 표현이 완성되면, Subarea Network Analysis를 이용하여 분석구간의 네트워크 및 OD를 추출하게 된다. 이는 TRANPLAN의 HNIS 기능을 이용하여 서브네트워크(분석구간)를 추출한 후 TRANPLAN의 모듈의 하나인 \$Extract Subarea Trip Table을 이용하여 서브OD를 추출하게 된다. 추출된 네트워크상의 링크가 Extract되는 Cordon Line과 만나게 되는 노드는 하나의 외부존(External Zone)으로 인식되며, 경계선 내의 기존의 존은 순차적으로 새롭게 번호매김(Renumbering)되면서, 새로운 OD파일을 생성하게 된다. 통행배정은 사용자평형(User Equilibrium)으로 배정하였고, Entry와 Exit Node의 각 Trip이 전환되면서 최종 OD를 생성시켰다. 이러한 절차로 2000년, 2003년, 2005년 각각의 년도별 네트워크와 OD를 Subarea Network Analysis를 이용하여 추출하게 된다.

2000년을 기준으로 한 Subarea 추출결과 총 37개의 존으로 압축되었고, 분석지역의 존간 OD, 각 년도별 네트워크와 OD, 반포, 서초, 양재, 판교, 신갈, 수원, 기흥 IC를 포함하는 서브네트워크가 추출되었는데 총 397개의 링크와 210개의 노드로 구성되어 있다.



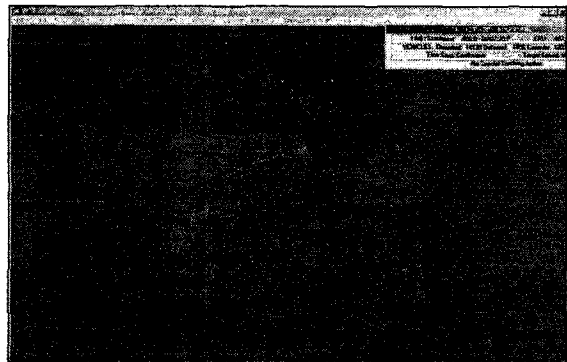
<그림 4> TRANPLAN에서의 Subarea Network Analysis 과정 수행도



<그림 5> Subarea 추출 결과

3.2.4 4단계 수행과정

TRANPLAN format을 INTEGRAION format으로 변환(Visual C++ 프로그램 이용)하여 TRANPLAN 형태의 네트워크와 OD를 INTEGRATION 형태로 변환(노드파일, 링크파일, OD파일로 변환)하였다.



<그림 6> 변환된 데이터의 INTEGRATION 시뮬레이션 수행 모습

3.2.5 5단계 수행과정

INTEGRATION 시뮬레이션 수행의 과정은 변환된 데이터를 통해 INTEGRATION에서 수행 가능한 세부적인 부분(Lane Striping, 신호, 차선이용제한 등)의 수정 및 보완을 통해 기본 시뮬레이션 데이터를 구축한 후, 구축된 기본 데이터에 대안별 추가네트워크의 수정사항의 구축을 통해서 대안별로 네트워크의 상황을 시뮬레이션하는 절차이다.

4. 대안 제시

4.1 지점별 대안설정

연속류인 고속도로의 용량 및 속도를 현저히 감소시키는 고속도로 진출입로 및 연결부에서 특히 현저한 교통정체 현상이 발생하고 있다. 특히 반복적인 혼잡(Recurring congestion)이 발생하는 각 지점 및 구간에 대한 문제점을 파악하며 교통류 및 공학적인 측면을 고려하여 대안으로 제시한 것은 다음과 같다.

A1. 반포 IC

경부고속도로에서 강남고속버스터미널 방향의 사평로로 유입되는 Loop형 연결로의 교통처리능력이 매우 부족하므로 연결로 형식의 변경이 필요하다. 그 개선방안은 경부고속도로에서 사평로의 강남고속버스터미널로 진입하는 Loop형 램프의 시설을 개량하여 교통처리용량을 증대할 수 있는 직결램프를 신설한다.

A2. 서초 IC

서초 IC 지점은 남부순환로에서 양재↔사당, 양재→경부고속도로, 경부고속도로→사당방향의 진·출입 교통이 상충하고 있다. 이러한 교통류의 상충으로 서초 IC의 하부에 있는 남부순환로에서 경부고속도로 진·출입교통의 잇달림으로 서초 IC에서 사당 방향으로 유출하는 교통소통이 원활치 못하여 경부고속도로의 본선까지 대기행렬이 길게 늘어지면서 교통정체를 가

중시키고 있다. 이의 대안으로서 교통류의 분리 방법은 남부순환로의 본선 교통류와 경부고속도로의 진·출입 교통류를 분리할 수 있는 물리적 시설물인 집산로(소분리대) 2차로를 설치하는 것이다.

A3. 서초~양재 구간

서초~양재 구간은 지역 특성상 많은 교통량이 고속도로를 이용하기 위해 진출입하는 구간이다. 더욱이 장거리 통행을 위한 고속도로의 기능을 원활히 수행하기 위해서는 단거리 통행자의 고속도로 유출입을 배제시켜야 하는데, IC의 위치가 밀접하게 다수 있기 때문에 단거리 통행량이 많은 구간이다. 따라서 단거리 통행을 배제하기 위한 대안으로서 서초 IC~양재 IC구간의 구분차로제를 실시하고자 한다. 구분차로제 운영에 대한 검토의 기본방향은 다음과 같다. 본선 4개 차로 중 2개 차로는 서초IC~양재 IC 전후부터 IC 유출입부와 완전히 분리시켜 장거리 고속 교통량이 이용하게 하고, 나머지 2개 차로는 단거리 저속 교통량이 이용하게 인위적으로 별도의 분리 시설물을 설치하는 데 있다.

그리고, 경부고속도로 상행선과 하행선의 교통 문제점을 비교할 때, 전반적으로 하행선에서는 큰 문제가 없으나 서초 IC와 양재 IC의 상행선 합·분류부에서 극심한 교통혼잡이 발생하므로 상행선만을 검토대상으로 하였다.

구분차로제의 운영대안은 다음과 같다. 대안 1은 서초 IC~양재 IC의 전체 구간을 분리하는 방안이고, 대안2는 서초 IC와 양재 IC의 전후 일부구간을 각각 분리하는 방안이다. 대안별로 장단점을 비교한 결과, 서초 IC~양재 IC의 전체 구간을 분리하는 대안1이 가장 효율적으로 IC 유출입 교통량에 의한 본선의 교통소통 장애를 해소할 수 있는 것으로 분석되었다.

A4. 현릉 IC

양재 IC에서 양재대로로 유출하는 교통량중 경부고속도로→강남대로의 양재역 방향으로 좌

회전하는 차량의 원활한 소통을 위하여 신호등을 설치하여 운영하고 있지만, 양재대로의 교통량이 과다하여 그 효과가 매우 미약한 실정이다. 특히 양재IC의 연결로에서 염곡교차로까지 통행거리가 짧기 때문에, 더욱 교통정체를 가중시키고 있다. 양재대로의 과천→수서 방향 교통류와 양재IC 연결로 교통류의 상충으로 경부고속도로의 양재역 방향 좌회전 차로의 진입이 상당히 어렵다.

또한, 이로 인하여 경부고속도로에서 강남대로의 양재역 방향 좌회전차로에 진입하지 못한 교통류가 과천→수서 방향의 교통류를 막게 되어 직진교통의 소통을 방해하고 있다. 이 때문에 염곡교차로 주변에서 교통혼잡이 악화되고, 양재 IC 유출교통량이 본선까지 대기행렬이 늘어지면서 경부고속도로의 교통정체가 만성적으로 발생하고 있다.

이와 같은 교통문제점을 해결하기 위하여 양재IC의 강남대로 방향 유출램프의 시설 개량을 검토하였다. 현재 양재IC의 경부고속도로→강남대로 방향 연결로에서 염곡교차로까지 연장이 너무 짧아서 좌회전을 원활하게 할 수 있는 차로의 확보가 매우 어렵다. 따라서, 경부고속도로 상행선의 양재 IC 이전에서 본선과 강남지역 방향으로 접속되는 별도의 연결로를 설치하는 개선방안을 검토하였다. 그 개선방안은 가칭 현릉 IC와 가칭 대왕 IC를 신설하는 방안으로 크게 나눌 수 있다. 가칭 현릉 IC는 양재 IC와 염곡교차로 주변의 교통혼잡을 해소하기 위한 연결로 시설개량 대안이며, 가칭 대왕IC는 양재IC로 집중되는 강남지역 교통량의 일부를 언주로 방향으로 전환시키기 위하여 양재 IC~판교 Jct 구간의 교통량을 내곡~분당간 도시고속도로로 분산 처리하는 대안이다.

A5. 판교 Jct

판교 Jct와의 합류구간은 성남→부산 방향으로 유입하는 교통량이 청계→분당 방향과 부산 방향의 경부고속도로 본선으로 유입하는 교통량이 짧은 구간에서 합류 또는 엇갈림으로써

교통혼잡이 발생하고 있다. 또한 수시로 대기행렬이 발생하는 서울의곽순환고속도로 청계→부산 방향의 연결로를 1차로→2차로로 확장해야 서울의곽순환고속도로 본선의 소통을 개선할 수 있다.

판교 Jct의 전 방향 램프설치를 위한 분석결과 경부축의 변화는 판교 Jct 상부구간인 양재~판교 Jct 구간이 2003년 167,502대/일, V/C 0.95, LOS E 수준에서 171,071대/일, V/C 0.99, LOS E 수준으로 미미한 변화가 있고, 2005년에는 178,450대/일에서 184,431대/일로 약 3% 정도의 미미한 교통량 증가가 예상된다.

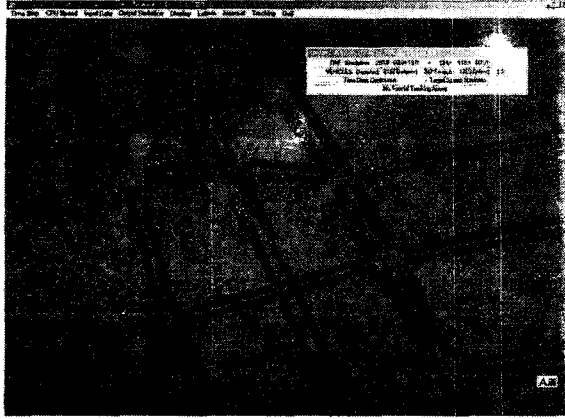
A6. 백현 IC

가칭 백현 IC는 국가지원지방도 23호선의 수지구↔서울방향의 교통량이 오전, 오후 첨두시간대에 판교 IC를 이용하면서 판교 IC와 그 주변도로의 교통지·정체가 유발되고 있다. 이러한 교통지·정체를 해소하기 위하여 경부고속도로 서울영업소↔수지구 방향으로 연결하는 램프를 국지도 23호선에 설치하여 교통량을 분산 처리하는 개선방안이다. 가칭 백현 IC의 유출입시설 형식은 직결형으로 서울영업소 전·후 구간에 유출입 램프를 설치하는 것을 비교, 검토하였다.

5. 시뮬레이션 수행 및 결과

5.1 시뮬레이션 수행결과

반포 IC, 서초 IC, 서초~양재 구간, 판교 Jct는 Meso 모형인 INTEGRATION으로 시뮬레이션을 수행하였으며, 분석 대상의 크기 및 대안의 특성상 현릉 IC, 백현 IC의 신설은 macro 모형인 TRANPLAN으로 수행하였다. <그림 7>은 Meso 모형으로 구간에 대한 시뮬레이션 수행 모습이다.



<그림 7> 반포IC의 INTEGRATION 시물레이션 수행 모습

각 지점에 대하여 개선 전·후를 2003년과 2005년에 따라 시물레이션을 수행한 결과는 다음<표 2>~<표 7>과 같다.

<표 2> A1(반포 IC) 시물레이션 수행결과

구분	2003년 개선 전	2003년 개선 후	2005년 개선 전	2005년 개선 후
전체 Network 평균주행속도 (km/h)	18.00	19.00	14.88	16.30
경부축 Link average speed(km/h)	36.67	47.33	36.70	68.33
Total network stops	232964.83	194310.05	338451.59	343281.53
Average network stops(%)	77.33	65.94	96.17	80.02

<표 3> A2(서초 IC) 시물레이션 수행결과

구분	2003년 개선 전	2003년 개선 후	2005년 개선 전	2005년 개선 후
전체 Network 평균주행속도 (km/h)	39.34	39.59	35.83	36.25
경부축 Link average speed(km/h)	59.00	68.17	53.83	62.83
Total network stops	142010.05	139516.92	177194.52	169911.91
Average network stops(%)	54.98	53.83	59.19	56.78

<표 4> A3(서초~양재 구간) 시물레이션 수행결과

구분	2003년 개선 전	2003년 개선 후	2005년 개선 전	2005년 개선 후
Average network speed(km/h)	39.34	39.46	35.83	36.10
경부축 Link average speed(km/h)	66.80	57.40	64.00	64.60
Total network stops	142010.05	138216.91	177194.52	167746.53
Average network stops(%)	54.98	55.77	59.19	59.05

<표 5> A4(현릉 IC) 시물레이션 수행결과

구분	Vehicle Hours Traveled(VHT)	Vehicle Kilometers Traveled(VKT)
2003년 개선 전	39681568.8	86089789.4
2003년 개선 후	3959076.2	86054241.0
2005년 개선 전	5191411.2	97131534.3
2005년 개선 후	5188926.4	97140283.8

<표 6> A5(판교 Jct) 시뮬레이션 수행결과

구분 \ 효과측도	2003년 개선 전	2003년 개선 후	2005년 개선 전	2005년 개선 후
전체 Network 평균주행속도 (km/h)	38.72	39.19	37.11	35.88
정부속 Link average speed(km/h)	49.00	59.80	51.00	57.80
Total network stops	117856.4 8	116774.6	135864.5 3	133459.0 3
Average network stops(%)	62.38	59.90	66.93	69.15

<표 7> A6(백현 IC) 시뮬레이션 수행결과

구분 \ 효과측도	Vehicle Hour Traveled(VHT)	Vehicle Kilometer Traveled(VKT)
2003년 개선 전	3968156.79	86089789.4
2003년 개선 후	3963130.05	86043027.9
2005년 개선 전	5191411.15	97131534.3
2005년 개선 후	5195615.53	97087379.5

6. 결론 및 향후과제

각 대안별로 시뮬레이션을 수행한 결과 모두 개선 효과가 있는 것으로 나타났다. 그러나 서초~양재구간의 구분차로제의 경우, 개선 후 경부고속도로 본선의 속도가 감소한 것으로 나타났다. 다만, 전체 네트워크의 정지수는 감소한 것으로 나타났다. 각 대안별로 산출된 MOE를 바탕으로 개선안에 대한 효과분석은 가능하며, 이를 토대로 경제성 분석 및 공학적인 검토를 통하여 투자우선순위를 정한 결과 A1과 A6이 비용대비 가장 효율적인 대안으로서 분석되었다. 특히 반포IC의 직결램프설치, 판교JC의 교통류 처리대안이 효과가 있는바 이의 추진을 적극적으로 권장하며, 서초부분의 차로확보방안은 단기간의 공사로서 소통효과가 있는바 이의

추진도 요구된다고 볼 수 있다.

본 연구에서 사용된 INTEGRATION은 ITS의 대안을 평가할 수 있는 것이 또 하나의 장점인 모형이다. 하지만, Meso 시뮬레이션으로서 가지고 있는 한계, 즉 거대한 네트워크의 시뮬레이션이 어렵고, 시뮬레이션 러닝 타임이 장시간 소요되며, 시뮬레이션 수행을 하기 전의 워밍업을 위한 시간이 없다는 것이 단점으로 지적되었다. 향후 이러한 부분에 대한 근본적인 모형에 대한 연구가 필요하다 하겠다.

참고문헌

- (1) M.Van Aerde, INTEGRATION RELEASE 2.10 User's Guide, 1998
- (2) M.Van Aerde, Sam Yager, Dynamic Integrated Freeway/Traffic Signal Networks, Transportation Research, 1998
- (3) The Urban Analysis Group, TRANPLAN User Manual, 1996
- (4) Texas A&M University, Transportation Systems Management, 1988
- (5) TRB, Traffic Flow Theory - A Revised Monograph, 1998

● 저자소개 ●



최기주

1980.3~1984.2 서울대학교 공과대학 토목공학 도시공학 (학사)

1984.3~1986.2 서울대학교 공과대학 대학원 토목공학 교통공학 (석사)

1989.1~1992.12 University of Illinois (Urbana) 교통공학 교통계획/
정보체계 (박사)

1994년 8월~현 재 아주대학교 환경도시공학부, 교통공학전공 부교수



이승환

1992.3~1999.2 원광대학교 공과대학 도시공학 도시공학 (학사)

1999.8~2001.8 아주대학교 공과대학 대학원 건설교통공학과 교통공학
(석사)

2001.8~현 재 국토연구원 SOC·건설경제연구실 연구원