

■ 論 文 ■

Two-Fluid Model을 이용한 교통신호제어시스템 개선에 따른 거시적 교통류 변화 분석

Analysis of the Macroscopic Traffic Flow Changes using the Two-Fluid Model by the Improvements of the Traffic Signal Control System

정 영 제

(서울시립대학교 교통공학과
박사과정)

김 영 찬

(서울시립대학교 교통공학과
교수)

김 대 호

(경기도청 교통건설국
교통개선과장)

목 차

- I. 서론
- II. 선행 연구 고찰
- III. Two-Fluid Model 적용 방법론
- IV. 교통신호제어시스템 개선
- V. Two-Fluid Model 분석결과
- VI. 결론 및 향후 연구과제
- 참고문헌

Key Words : Two-Fluid Model, 네트워크의 저항성, 네트워크의 서비스 질, 미시적 시뮬레이션, 신호제어시스템
Two-Fluid Model, Resistance of Network, Service Quality of Network,
Microscopic Simulation, Signal Control System

요 약

도로교통망의 시스템변화에 대한 효과분석의 일환으로 1979년 Herman이 제시한 Two-Fluid Model을 적용하여 거시적인 교통류 변화특성을 분석하였으며, 이를 통해 도로시설의 운영개선 효과를 정량적으로 확인하였다. 본 연구에서는 일반국도 3호선 의정부 전체 구간의 약 8km, 총 31개 신호교차로를 분석 대상으로 하며, TSIS CORSIM 및 Run Time Extension을 이용한 미시적 시뮬레이션 분석으로 현황 및 개선 대안에 대한 개별차량의 주행정보를 추출하였다. Two-Fluid Model의 파라메타 산출결과 현황 대비 신호제어시스템 개선 시 네트워크의 서비스 질을 의미하는 단위거리 당 평균최소통행시간(T_m)은 약 35% 감소하였으며, 네트워크 수요증가에 대한 저항성을 의미하는 파라메타 n 은 약 28%의 향상된 결과를 나타내었다. 국도 축을 대상으로 하는 시뮬레이션 기반의 자료 수집으로 인해 제한된 연구결과이나 Two-Fluid Model이 신호 최적화 및 연동형 반감응제어의 적용 등 신호제어시스템 개선에 대한 우수한 거시적 효과평가 지표로 활용되어 질수 있음을 확인하였다.

The operational effect of traffic signal control improvement was evaluated using the Two-Fluid Model. The parameters engaged in the Two-Fluid Model becomes good indicators to measure the quality of traffic flow due to the improvement of traffic signal operation. A series of experiment were conducted for the 31 signalized intersections in Uijeongbu City. To estimate the parameters in the Two-Fluid Model, the trajectory informations of individual vehicles were collected using the CORSIM and Run Time Extension. The test results showed 35 percent decrease of average minimum trip time per unit distance. One of the parameters in the Two-Fluid Model is a measure of the resistance of the network to the degraded operation with the increased demand. The test result showed 28 percent decrease of this parameter. In spite of the simulation results of the arterial flow, it was concluded that the Two-Fluid Model is useful tool to evaluate the improvement of the traffic signal control system from the macroscopic aspect.

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

경기도는 현재 일반국도 3, 6, 43호선 등 주요 간선 도로를 대상으로 교통혼잡지역의 소통개선을 목적으로 하는 교통체계개선사업을 추진 중에 있으며, 이는 도로의 구조적 개선과 더불어 교통 신호제어시스템의 구축 및 개선을 주요 내용으로 하고 있다. 이중 교통신호제어 시스템은 국내 일반 국도의 특성을 고려하여 주방향 직진인 소통개선효과 증대를 목적으로 하는 연동형 반감응 제어가 주요 신호제어유형으로 설계되어 국도측 이동성 기능의 극대화를 도모하였다.

교통시설의 개선 전후 효과분석은 정량적 지표를 통해 사업의 효과를 파악하고, 정책의 입안, 운영개선, 대안의 평가, 대시민 홍보 등 다양한 수단으로 활용되어 질 수 있으므로 중요한 의미를 가진다. 시스템 개선 전·후 효과분석을 위해 적용되고 있는 분석지표(MOE)로는 통행시간, 속도, 교차로 별 차량 당 평균지체, 교차로별 대기행렬 길이, 통과교통량 등이 해당되며, 이와 더불어 지체시간 변화에 따른 서비스수준 개선을 분석 지표로서 적용 중에 있다. 그러나 상기 지표들의 경우 단일 신호교차로 및 비교적 협소한 구간을 대상으로 하여 미시적 효과분석의 적용에 적합한 것으로 판단된다. 국내에서 신호교차로 개선에 있어 효과평가에 적용되는 지표로는 일반적으로 침두·비침두시의 교통량 실측자료를 기반으로 하여 도로용량편람(2004)의 지체 산정방식에 따른 서비스 수준변화를 관찰하는 것으로 거시적 관점에서 네트워크 또는 가로축 전체의 성능개선을 언급하기에는 한계가 따른다. 따라서 도로시설을 거시적 관점에서 이동성 또는 혼잡상황을 공학적 이론을 기반으로 하여 설명할 수 있는 분석지표가 요구된다.

국내의 연구사례에서 볼 때 적용 가능한 단속류의 거시적 효과분석 지표로는 자유통행속도에서 통행시간과 침두시 혼잡상황에서 통행시간의 비율을 의미하는 Travel Time Index, 개별차량 기종점 이동경로에 있어 회전을 통한 우회 정도를 나타내어 좌회전 금지 등에 따른 통행패턴 변화분석에 이용되는 Circuity Index, 교통류를 이동 중인 차량과 정지한 차량으로 구분하여 네트워크의 이동성을 분석하는 Two-Fluid Model 등이 있다.

본 연구에서는 이중 네트워크의 서비스 질에 대한 거시적 평가가 가능한 Two-Fluid Model을 이용한 효과

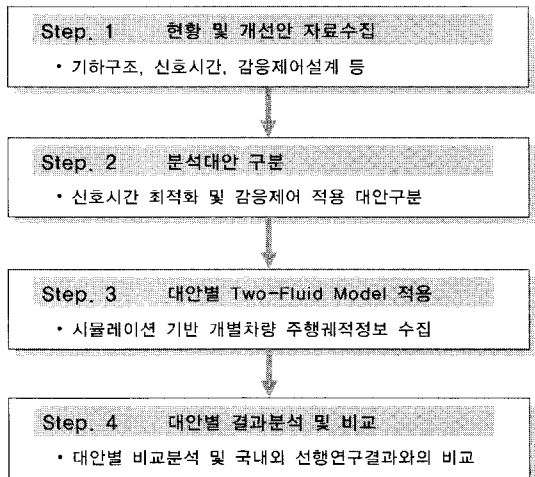
분석 방법론을 제시하고, 교통신호제어시스템 구축에 따른 사례분석을 수행하였다.

2. 연구의 범위 및 방법

네트워크의 시설개선에 따른 거시적 효과분석을 위해 Two-Fluid Model을 이용한 분석 방법론을 제시하였으며, 사례분석 대상구간은 <그림 1>과 같이 일반국도 3호선 중 의정부시 전체 구간으로 총 연장 약 7.9km에 31개 신호교차로가 산재해 있다. 본 분석대상은 국도 축을 따라 시가화가 진행되어 있는 국내 일반국도의 특징을 나타내고 있으며, 평균 교차로 간격이 약 250m로서 신



<그림 1> 사례분석의 공간적 범위



<그림 2> 분석의 과정 및 방법

호시간 최적화, 연동개선, 감응제어 적용 등의 신호제어 시스템의 개선효과가 명확히 나타날 것으로 예상된다. 본 연구에서 사용되는 효과분석 방법론에서는 시스템의 구축 전후를 대상으로 함에 따라 미시적 시뮬레이션을 기반으로 한다.

II. 선행 연구 고찰

1. Two-Fluid Model

Two-Fluid Model은 1979년 Herman과 Prigogine에 의해 제시되었으며, Herman(1971)에 의해 제시된 교통류의 Kinetic 이론을 기초로 한다. 도시부 도로네트워크의 교통류를 거시적 관점에서 묘사함으로써 네트워크의 운영 상황에 따른 최적운영여부를 진단하기 위한 목적으로 개발되었다. 여기에서 Two-Fluid는 네트워크를 주행 중인 교통류를 움직이고 있는 차량과 정지한 차량으로 구분하는 것을 의미하며, 도로교통 서비스 수준을 주행과 정지라는 단순화된 개념을 적용함으로써 네트워크의 혼잡 수준을 거시적 관점에서 분석이 가능하다는 장점을 가진다. 본 모형은 다음의 가정을 전제로 하며, 이는 다양한 교통류 이론 및 경험적 실험을 통해 이미 다양한 검증이 수행된바 있다.

첫째, 네트워크의 평균통행속도는 네트워크에서 움직이는 차량의 비율과 비례하며, 식(1)과 같이 표현 가능하다. 둘째, 실험차량의 정지시간 비율은 네트워크에서 정지한 차량의 비율과 비례하며, 식(2)와 같이 표현된다.

$$V_r = V/f_r = V_m f_r^n = V_m (1-f_s)^n \quad (1)$$

$$f_s = T_s / T \quad (2)$$

여기에서,

- V : 단위거리 당 평균통행속도
- V_m : 단위거리 당 평균최대통행속도
- V_r : 주행 중인 차량의 평균주행속도
- f_r : 주행 중인 차량의 비율
- f_s : 정지한 차량의 비율
- n : 네트워크 수요변화의 저항성 계수
- T_s : 단위거리 당 평균정지시간
- T : 단위거리 당 평균통행시간

개별차량의 움직임에 기반을 두는 네트워크의 혼잡상황에 대한 정의 및 네트워크의 차량통행태에 대한 가정에 근거하여 평균주행시간과 최소평균통행시간, 평균통행시간에 대한 관계식은 식(3)과 같이 평균주행시간은 최소평균통행시간, 평균통행시간, 저항성계수의 조합으로 표현이 가능하며, 평균통행시간은 평균주행시간과 평균정지시간의 합으로 구성됨에 따라 평균정지시간은 식(4)와 같이 표현 가능하다. 여기에서 식(3)에 로그를 취함으로써 평균주행시간과 평균통행시간의 로그값에 대한 선형식을 도출할 수 있으며, 실측 또는 시뮬레이션 분석으로 취득한 개별차량의 주행시간과 통행시간정보의 로그값에 대한 회귀분석 계수를 이용하여 치환된 계수들을 산정함으로써 최종적인 Two-Fluid Model의 파라메타 n 및 T_m 을 결정하게 된다.

$$T_r = T_m^{n+1} \times T^{n+1} \quad (3)$$

$$T_s = T - T_m^{n+1} \times T^{n+1} \quad (4)$$

여기에서,

T_r : 단위거리 당 평균주행시간

T_m : 단위거리 당 평균최소통행시간

$$\log T_r = \frac{1}{n+1} \log T_m + \frac{n}{n+1} \log T \quad (5)$$

$$\log T_r = A + B \log T \quad (6)$$

$$n = B / (1 - B) \quad (7)$$

$$\log T_m = A / (1 - B) \quad (8)$$

파라메타 n 과 T_m 은 개별차량의 주행시간과 정지시간을 모형에 적용하여 최종적으로 얻어지는 결과물에 해당하며, 파라메타 n 은 교통수요 증가에 따른 네트워크의 지체악화에 대한 저항성 계수의 의미를 가진다. 예를 들어 우수한 기하구조 및 신호운영 상황(차로폭원, 노면주차 여부, 교차로간 거리, 신호시간 및 연동 등)에서 파라메타 n 은 상대적으로 작은 값을 가지게 되며, 동시에 교통수요 증가에 따른 지체의 악화정도 또한 작은 수치를 나타내게 되어 교통수요의 저항성이 우수한 상황을 나타

타낸다. 또한 평균최소통행시간 T_m 은 도로 네트워크 서비스의 질을 의미하며, T_m 이 낮은 값을 나타낼수록 우수한 네트워크 서비스 질을 의미한다. 예를 들어 단위구간당 통행시간의 최소치인 T_m 값이 큰 값을 나타낼수록 네트워크의 최고주행속도는 저하되어 있음을 나타내며, 서비스 질 또한 저하되어 있음을 의미한다.

Herman (1979)이 제시한 Two-Fluid Model에서 원시자료로 이용되는 개별차량의 주행시간 및 정지시간(또는 주행시간과 정지시간의 합으로 구성되는 통행시간)에 대한 자료수집은 실험차량주행법이 적용되었다. 이는 실험차량이 네트워크를 주행하고 있는 불특정의 차량을 모사주행함으로써 정지시간과 주행시간정보를 수집하며, 여기에서 모사주행은 실험차량이 선행차량의 가감속상황을 동일하게 반복하는 조사방법을 의미한다. 이후 피조사 차량이 네트워크를 빠져나갈 경우 불특정의 다음 피조사 차량을 선정하여 모사주행을 계속하는 방식을 반복적으로 수행한다. 이러한 방식은 네트워크 주행차량을 모사주행하여 누적된 자료는 네트워크 전체 특성을 반영한다는 가정을 전제로 한다.

2. 선행 연구 결과

Two-Fluid Model과 관련한 선행 연구의 검토를 위해 Herman이 본 모형을 최초로 제안한 논문 및 도시별 적용 사례 연구, 국내 적용 사례 연구 등을 고찰하였다. Herman(1979)은 도시부 가로망의 거시적 교통류 분석을 위해 Two-Fluid Model을 제안하였으며, 런던, 디트로이트 등 7개 도시의 분석결과를 제시하였다. 이후 1984년 델러스 등 대도시를 대상으로 재조사를 통해 사전분석자료와의 비교분석 등을 수행하였다. 이와 유사한 최근 연구사례로서 Phong(2007) 등은 미국 및 유럽의 대도시를 중심으로 분석결과를 제시한 논문을 발표한 바 있으며, 기본분석결과 및 도시별 분석결과와의 비교 등을 수행하였다.

Mahmassani(1990) 등은 CORSIM을 이용한 시뮬레이션을 통해 수집되는 개별차량 정보로서 Two-Fluid Model 적용을 수행하였으며, 현황과 개선대안의 비교분석자료로서 유용하게 활용될 수 있음을 제시하였다. 본 연구에서는 분석 시기의 컴퓨터 시뮬레이션 환경상의 제약으로 3×3의 비교적 소규모 네트워크를 대상으로 하였으며, 분석 방법론의 제시에 집중하였다. Jones(2004) 등은 미국 네브래스카주 오마하지역의 주요 가로축을 대

〈표 1〉 Two-Fluid Model 관련 주요 선행연구 특징

연구자 (연도)	분석대상	자료 수집	주요 연구내용
Herman (1979)	네트워크	실험 차량	런던 등 7개 도시의 파라메타 비교분석
Herman (1984)	네트워크	실험 차량	델러스 등 5개 도시의 파라메타 비교분석
Jones (2004)	가로축	실험 차량	가로축을 대상으로 모델 적용하여 사전사후분석
Mahmassani (1990)	네트워크	시뮬레이션	시뮬레이션 기반의 파라메타 산정
이청원 (2005)	네트워크	택시 GPS	택시 GPS자료 기반으로 서울시에 모델 적용
Phong (2007)	네트워크	실험 차량	텍사스 등에 기본적 결과와 비교분석 수행

상으로 분석을 수행하였으며, 네트워크가 아닌 가로축을 대상으로 Two-Fluid Model 적용 시 또한 동일한 형태의 결과분석이 가능함을 제시하였다.

국내 분석사례로 이청원(2005)은 서울시 강남, 강북구를 대상으로 Two-Fluid Model을 적용하였으며, 국외 분석결과와의 비교를 수행하였다. 본 연구에서는 택시의 GPS 정보를 기반으로 자료를 수집하였으며, Two-Fluid Model 이외의 다양한 거시적 지표분석을 수행하였다.

III. Two-Fluid Model 적용 방법론

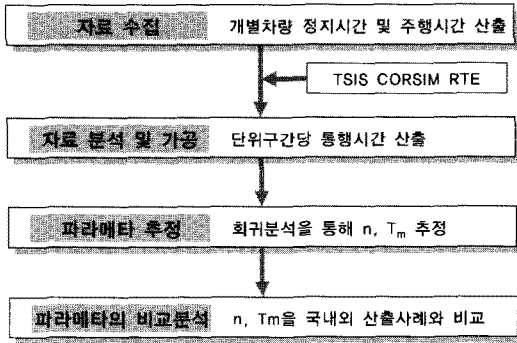
Two-Fluid Model을 이용한 효과분석을 위해 미시적 시뮬레이션을 기반으로 개별차량의 정보를 수집한다. 사례분석에서 적용된 분석도구는 TSIS CORSIM 및 CORSIM Runtime Extension을 적용하였다. 이는 TSIS CORSIM이 다양한 연구를 통해 신뢰할 수 있는 모의실험도구로서 검증·수용되어왔으며, CORSIM RTE를 제공하여 개별차량의 주행정보에 대한 수집이 가능하기 때문이다.

Two-Fluid Model에 적용될 원시자료의 경우 개별차량의 단위구간 주행시간 및 정지시간(또는 주행시간과 정지시간의 합으로 구성되는 통행시간)이 요구되며, 이후 최종적으로 파라메타 n , T_m 의 추정 및 대안별 비교분석과 국내외 기 연구 사례와의 비교분석을 수행하는 과정을 수행하였다.

분석대안은 〈표 2〉와 같이 현황과 대안 1, 2로 구분하였으며, 대안의 경우 기하구조의 개선 및 이와 더불어 신호시간의 최적화, 연동형 반감응제어의 적용여부에 따라 구분하였다. 이는 연동형 반감응제어의 적용으로 인

〈표 2〉 표본비율에 따른 파라메타 산출결과

대안 구분	분석 적용 사항
현황	현황 기하구조 및 신호시간 적용
대안 1	개선 기하구조 및 신호시간 최적화
대안 2	대안 1 및 연동형 반감응제어 적용



〈그림 3〉 Two-Fluid Model의 분석 과정

한 거시적 교통류 변화특성을 고찰하기 위한 목적으로 연동형 반감응제어의 일반국도 축 적용에 대한 효과를 분석하고자 한다.

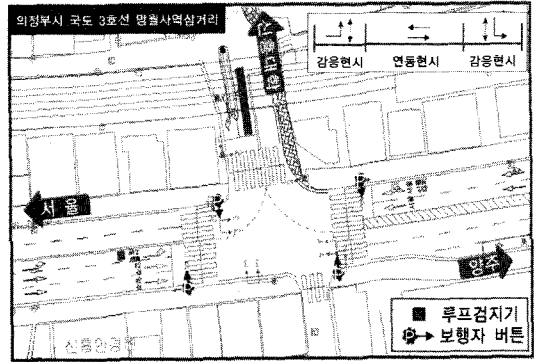
IV. 교통신호제어시스템 개선

일반국도 3호선의 의정부 구간의 교통신호제어시스템의 주요 개선내용은 다음 사항과 같다.

첫째, 신호운영센터의 구축을 통해 중앙관제식 신호 운영체계를 확립하였으며, 둘째, 연동그룹 설정 및 연동 그룹 단위의 신호시간 최적화를 통해 신호교차로 효율성을 제고하였다. 셋째, 연동형 반감응제어의 적용으로 주방향 직진 소통개선효과를 극대화하고, 회전교통류 및 부방향교통류의 접근성을 유지하고자 하였다.

신호제어시스템 구축에 따른 세부 개선내용으로 현재 일중 1~3개 패턴만으로 주말 및 평일 구분 없이 운영되는 제한적 TOD제어에서 신호운영센터를 기반으로 하는 TOD제어와 더불어 총 31개 교차로 중 약 70%에 해당되는 21개 교차로에 대해 연동형 반감응제어를 적용하였다. 또한 연동그룹 설정을 위해 교차로간 거리 기준을 약 700m로 하였으며, 총 연동거리는 3km 이하로 제한함으로써 국도 축을 따라 시가화가 진행된 일반국도 구간의 특성을 반영하여 차량군의 분산에 따른 연동효율성의 저하를 방지하고자 하였다.

주요 신호제어유형으로 제시된 연동형 반감응제어의 경우 〈그림 4〉와 같이 주방향 좌회전 및 부방향 이동류



〈그림 4〉 연동형 반감응제어 적용 방안 예시

를 감응현시로 하며, 주방향 직진 이동류를 연동현시로 하는 전형적인 연동형 반감응제어가 적용되었다. 이때 보행자 작동신호기를 설치하여 감응제어의 효율성을 제고하고자 하였다.

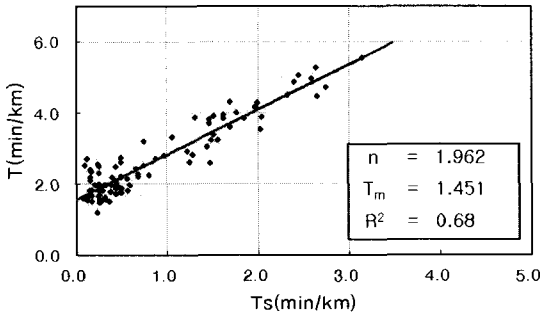
V. Two-Fluid Model 분석 결과

TSIS CORSIM을 이용한 모의실험 결과로서 Two-Fluid Model의 적용을 위해 개별차량 정보를 수집하였으며, 차량 ID의 임의선택으로 총 100대의 표본을 수집하여 현황 및 대안에 대한 Two-Fluid Model의 파라메타를 산출하였다.

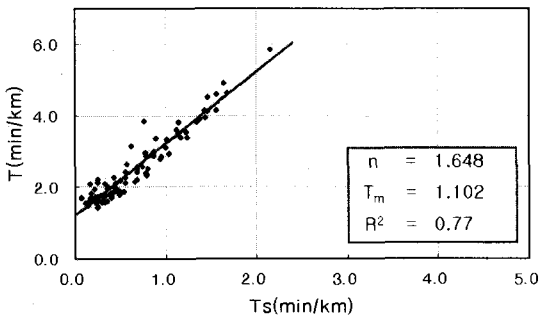
분석결과는 〈표 3〉과 같이 수요증가에 대한 도로시설의 저항성을 나타내는 파라메타 n 의 경우 현황이 1.962, 대안 1이 1.648, 대안 2가 1.415를 나타내었으며, 이는 신호시간 최적화 및 연동형 반감응제어의 적용과 더불어 도류화 등을 주요 내용으로 하는 기하구조 개선으로 인한 수요증가에 따른 네트워크의 대처능력 향상, 즉 교통수요에 대한 저항성 향상의 의미를 나타낸다. 또한 네트워크의 서비스 질을 의미하는 단위구간 당 평균최소통행시간 파라메타 T_m 은 현황 1.451(minute/km), 대안 1이 1.102, 대안 2가 0.948로 약 35%의 개선효과를 확인하였으며, 이를 속도의 단위로 환산 시 현황이 약 41(kph), 대안 2가 약 64에 해당되며, 연동형 반감응제어 설치에

〈표 3〉 현황 및 대안의 파라메타 산출결과

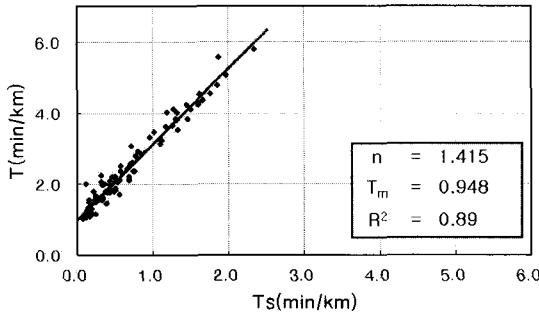
대안 구분	n	T_m		R^2
		(min/km)	(sec/km)	
현황	1.962	1.451	87	0.68
대안1	1.648	1.102	66	0.77
대안2	1.415	0.948	56	0.89



〈그림 5〉 현황에 대한 Two-Fluid Model 적용 결과



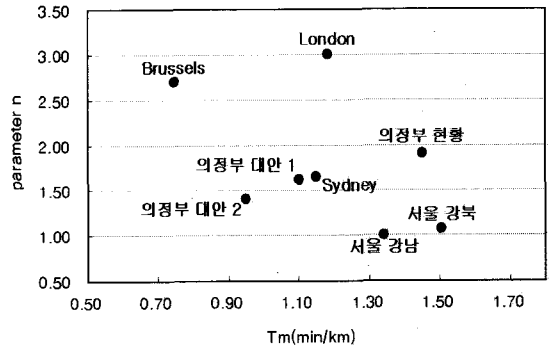
〈그림 6〉 대안 1에 대한 Two-Fluid Model 적용 결과
(신호시간 최적화 적용 대안)



〈그림 7〉 대안 2에 대한 Two-Fluid Model 적용 결과
(신호시간 최적화 및 감응제어 적용 대안)

따른 교차로 연속진행 등 소통개선의 영향으로 판단된다.

단위구간 당 평균통행시간(T)과 단위구간 당 평균정지시간(T_s)의 관계에서는 〈그림 5〉, 〈그림 6〉, 〈그림 7〉과 같이 현황 대비 대안 1 및 대안 2에서 회귀분석결과에서 상대적으로 급격한 기울기를 나타내어 통행시간 증가에 따라 전체 통행시간 중 정지시간의 구성비가 개선된 것으로 분석되었다. 이중 대안 2의 경우 연동형 반감응제어의 적용으로 대안 1 대비 향상된 기울기를 나타내었으며, 이는 도로네트워크의 수요증가에 대한 저항성



〈그림 8〉 파라메타의 국내외 도시 간 비교

파라메타 n 의 결과가 0.233의 차이를 나타낸 것과 동일한 맥락으로 해석이 가능하다. 이와 더불어 회귀분석에 따른 추세선의 단위구간 당 통행시간 축(T)의 절편은 단위구간 당 평균최소통행시간과 동일한 의미를 가지며, 현황과 대안1, 대안2 모두 앞서 식 (8)에서 제시한 단위구간 당 통행시간 및 정지시간의 대수를 이용한 회귀분석 결과와 동일한 결과를 나타내었다.

Two-Fluid Model의 파라메타 산출결과에 대한 국내외 선행연구결과와의 비교분석을 수행하였다. 본 분석에 있어 원시자료의 수집이 시뮬레이션을 기반으로 하는 한계로 인해 실측자료를 기반으로 하는 선행연구결과와의 직접적 비교에는 한계가 있으나 이동성 및 네트워크 서비스 수준의 거시적 비교분석에는 무리가 없을 것으로 판단된다.

의정부시 일반국도 3호선의 경우 〈그림 8〉과 같이 서울 및 런던 등 국외의 대도시와 비교 시 네트워크의 서비스 질을 의미하는 단위구간 당 최소통행시간(T_m)의 현황은 서울과 유사한 수준을 나타내었으며, 개선 대안의 경우 런던, 시드니 등의 국제도시 대비 우수한 결과를 나타내었다. 또한 수요증가 대비 네트워크 저항성(n)의 경우 런던, 뷔뤼셀 등 유럽의 대도시와는 약 1.0 이상의 차이를 나타내나 서울에 비해 열악한 수치를 나타내었다. 이는 앞서 네트워크의 서비스 질(T_m)과 동일한 맥락으로 분석대상 구간이 단일 축을 대상으로 하며, 약 7.9km 구간에 31개에 이르는 신호교차로로 약 250m에 해당되는 짧은 신호교차로 간 간격 및 편도 2차로의 서울 대비 협소한 차로 수 등이 그 원인으로 판단된다.

국내의 도시간의 Two-Fluid Model의 파라메타 비교를 통해 네트워크의 저항성과 서비스 질에 대한 현황을 확인하였으며, 분석대상 구간의 신호제어시스템 개선 시 향후 네트워크의 운영 상태에 대한 거시적 분석이 가능하다.

V. 결론 및 향후 연구과제

교통시설개선에 따른 교통류의 거시적 변화를 분석하기 위한 방법론으로 시뮬레이션 기반의 Two-Fluid Model을 적용방안을 제시하였다. 시뮬레이션을 통해 개별차량의 주행체적 정보를 추출하고, 이를 단위구간 당 주행시간과 정지시간으로 구분한다. 이후 선형 회귀분석을 통해 파라메타를 산출하여 최종적인 네트워크의 저항성계수(n)과 네트워크의 서비스 질(T_m)을 산출하였다.

사례분석을 위해 일반국도 3호선 의정부시 약 7.9km 전체 구간의 31개 교차로에 대해 Two-Fluid Model을 적용하였으며, 교통시설의 주요 개선내용은 이동성 기능을 하는 해당 국도축의 특성을 고려하여 주방향 소통 극대화에 목표를 가지는 연동형 반감응제어 기반의 신호제어시스템 구축을 골자로 한다. 분석대안으로는 현황, 신호시간 최적화를 기반으로 하는 대안 1, 연동형 반감응제어를 적용하는 대안 2로 구분하였으며, 다음과 같은 결과를 도출하였다.

첫째, 도로네트워크의 수요증가에 대한 저항성을 의미하는 파라메타 n 의 경우 현황 1.962, 대안 1이 1.648, 대안 2가 1.415를 나타내었으며, 현황 대비 대안 1이 0.314, 대안 2가 0.547(현황 대비 약 28% 향상)로 분석되었다. 둘째, 네트워크의 서비스 질을 의미하는 단위구간 당 평균최소통행시간(T_m)은 현황이 1.451(minute/km), 대안 1이 1.102, 대안 2가 0.948(현황 대비 약 35% 향상)을 나타내었다.

사례분석 결과 신호시간의 최적화 및 연동형 반감응제어를 골자로 하는 신호제어시스템 개선으로 교통수요 증가 시 운영상태에 대한 악화 정도와 통행시간의 거시적 개선효과를 명확히 확인하였다.

일반국도 축에 대한 Two-Fluid Model 적용으로 신호운영개선으로 인한 교통류의 거시적 분석을 수행하였으며, 개선효과에 대한 정량적 확인 및 국내외 선행연구 결과와의 비교분석을 수행하였다. 또한 시뮬레이션 분석에 한정된 결과이나 신호시간최적화와 연동형 반감응제어 적용 여부로 구분된 개선효과를 확인하였다.

Two-Fluid Model은 본 연구에서 제시된 바와 같이 향후 국내 도시단위의 분석을 수행함으로써 네트워크 운영상태에 대한 교통현황의 인식, 새로운 시스템 도입 및 개선 시 효과분석, 정책대안의 비교분석, 사업의 우선순위 결정 등에 있어 다양한 활용이 가능할 것으로 기대된다.

참고문헌

1. Herman. R. and I. Prigogine.(1979), "A Two-Fluid Approach to Town Traffic", Science, Vol 204, pp.148~151.
2. Herman. R. and Ardekani. S.(1984), "Characterizing Traffic Conditions in Urban Area", Transportation Science, Vol. 18 No. 2, pp.101~140.
3. E. G. Jones and Wahid Farhat(2004).. "Validation of Two-Fluid Model of Urban Traffic for Arterial Streets", Transportation Research Record 1876, Transportation Research Board, pp.132~141.
4. Phong Thanh Vo, Siamak Ardekani(2007), "Comparison of Quality of Service in Two Central Business Districts", Transportation Research Record 1999, Transportation Research Board, pp.180~188.
5. Chungwon Lee, Hyeokryeol Yoon, Keemin Sohn(2005), "Charactering Urban Network Performance Using Two-Fluid Model", Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol 6, Eastern Asia Society for Transportation Studies, pp.1534~1544.
6. Mahmassani, H. S., Jayakrishnan, R., and Herman, R.(1990), "Network traffic flow theory: Microscopic simulation experiments on supercomputers", Transportation Research Part A, Vol. 24, Transportation Research Board, pp.149~163.
7. Federal Highway Administration(2001), "Traffic Software Integrated System - COSIM Version 5.0 User's Guide".
8. Federal Highway Administration(1998), "Traffic Software Integrated System - COSIM Run Time Extension version 4.2".
9. 송성주·이승환·이상수(2004), "미시적 시뮬레이터를 이용한 실시간 신호제어시스템(COSMOS) 평가 시뮬레이션 환경 개발", 대한교통학회지, 제22권 제2호, 대한교통학회, pp.95~102.
10. 최재성(1998), "도시부 간선도로의 교통안전성 평

- 가지표 개발”, 대한교통학회지, 제16권 제3호, 대한
교통학회, pp.47~56.
11. 건설교통부(2004), “도로용량편람”, 대한교통학회,
pp.209~366.
12. 서울시정개발연구원(2003), “도로교통망의 이동성
분석지표 개발”, pp.63~126.

- ☞ 주 작 성 자 : 정영제
- ☞ 교 신 저 자 : 김영찬
- ☞ 논문투고일 : 2008. 10. 30
- ☞ 논문심사일 : 2009. 1. 28 (1차)
2009. 2. 23 (2차)
- ☞ 심사판정일 : 2009. 2. 23
- ☞ 반론접수기한 : 2009. 6. 30
- ☞ 3인 익명 심사필
- ☞ 1인 abstract 교정필