

도시고속도로 기본구간의 차로별 서비스수준 분석

Lane-based Level of Service Analysis for Basic Section of Urban Freeway



노창균



김태현



손봉수

서론

고속도로 기본구간의 서비스수준 평가는 해당 구간의 전차로의 평균밀도 또는 교통류율을 사용하여 시행되고 있다. 그러나 도로의 서비스수준에 따라서 차로별 교통류율 또는 차로별 교통량분담율이 서로 상이하므로 전차로의 평균값을 사용하는 현재의 방법으로 도출된 고속도로 서비스수준 평가방안은 대표성이 결여될 수 있다. 따라서 실제 교통류 특성을 고려한 차로별 서비스수준에 대한 분석이 필요하다. 도로용량편람에서 제시된 도시고속도로의 서비스수준의 평가는 차로수에 대한 고려없이 밀도를 효과적으로 사용하고 있다. 이러한 분석은 해당 구간의 도로가 각 차로별로 이용율이 서로 다르고, 용량상태에 도달하지 않았을 경우 차로별 기능에 따라 밀도의 차이를 보이기 때문이

다. 이러한 이유로 현재 도로용량편람에 제시되어 있는 도로의 서비스수준 평가방안으로는 차로별로 명확한 차량의 운행상태를 판정할 수 없으며, 정확한 정보를 제공할 수 없다. 본 연구는 도시고속도로의 기본구간의 특성 및 실제 교통상황을 고려하여 각 차로별로 서비스수준을 분석하는 것을 목적으로 한다.

본 연구에서는 침두/비침두 시간대로 구분하여 분석하며, 데이터 수집 자료는 차량검지기 데이터를 이용하였다. 사고 및 기하조건 등 교통량에 영향을 미치는 요인들이 없는 이상적인 교통상황에서의 교통량만을 산출하여 설계 속도에 해당하는 서비스 수준 기준에 따라 서비스 수준을 판정하였다.

분석결과를 토대로 대상도로의 전차로 서비스 수준과 비교하여 차로별 서비스 수준 분석에 대한

노창균 : 한국교통연구원 종합교통본부, cgroh@koti.re.kr, Phone: 031-910-8405, Fax: 031-910-3228

김태현 : 연세대학교 도시공학과, kth-kan@nate.com, Phone: 02-2123-3569, Fax: 02-393-6298

손봉수 : 연세대학교 도시공학과, sbs@yonsei.ac.kr, Phone: 02-2123-5891, Fax: 02-393-6298

※ 본 연구는 국토해양부 공간정보 전문인력 양성사업의 지원 및 U-City 석·박사과정 지원사업으로 지원되었습니다.

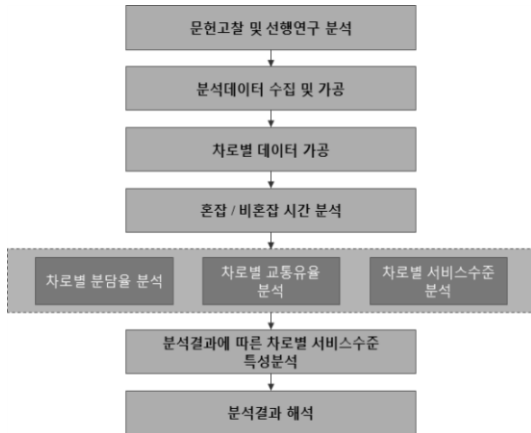


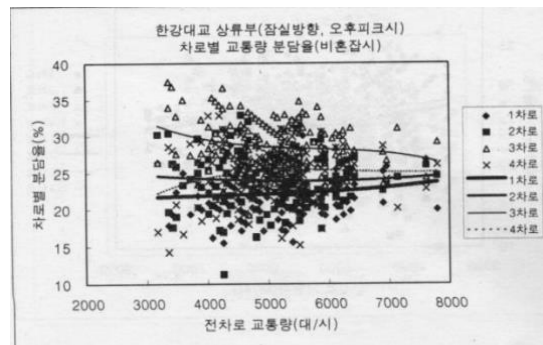
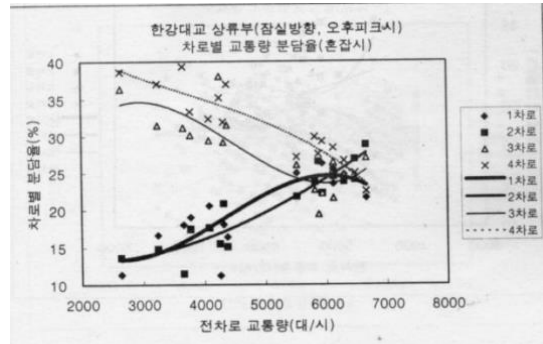
그림 1. 연구수행도

평가를 실시하였다. 연구수행은 그림 1의 흐름과 같다.

기존연구 고찰

이승준 (2006)은 고속도로 교통운영상태 분석과 이로부터 도출된 하나의 평가척도에 의해 서비스수준 평가 방법론을 구축하였다. 고속도로의 정체발생원인을 규정하고, 정체가 발생하는 병목구간 및 병목구간에서 발생하는 정체메카니즘을 유형화하는데 중점을 두고 있다. 이를 바탕으로 수요교통량에 따른 정체류 분석이 가능하였다. 이승준 (2006)의 연구는 서비스수준 평가를 정체에 중점을 둔 연구로 본 연구와의 차이가 있다.

손봉수 (1997)의 연구에서는 비혼잡상태에서는 전반적으로 바깥차로인 3, 4차로가 안쪽차로인 1, 2차로에 비해 교통량분담율이 높은 경향이 보이는 것으로 제시하고 있다. 전차로의 교통량분담율은 대체로 20-30% 정도를 유지하고 있으며, 교통량이 용량수준에 도달했을 경우 전차로의 교통량분담율은 거의 같은 수준으로 수렴하고 있다. 혼잡상태에서는 교통량분담율이 비교적 낮은 경우 1, 2차로의 교통량분담율은 3, 4차로보다 훨씬 낮으나, 교통량이 증가할수록 3, 4차로의 교통량분담율은 감소하고 1, 2차로는 증가하여, 용량수준에서의 전차로 교통량분담율이 거의 같은 수준으로 수렴



자료: 손봉수(1997), 도시고속도로 교통관리시스템 소프트웨어의 요구사항 분석, 서울시정개발연구원.

그림 2. 올림픽대로 기본구간의 차로별 교통량 분담율

한다.

평균통행속도 변화추이 검토결과 비혼잡상태에서의 평균통행속도는 교통량분담율과 역비례관계로 나타났다. 즉 교통량분담율이 높을수록 평균통행속도는 낮아지는 것으로 분석되었다. 그러나 전반적으로 1, 2차로의 평균통행속도가 높고 각 차로의 속도는 교통량에 상관없이 일정 수준을 유지하는 것으로 나타난다. 혼잡상태에서는 대체로 교통량분담율과 비례관계를 갖는 것으로 나타났다. 즉 교통량분담율이 높을수록 평균통행속도가 증가한다. 그러나 1차로는 2차로와, 3차로는 4차로와 교통량변화에 따른 평균통행속도 변화량이 비슷하게 나타났으며 증가폭은 1, 2차로가 3, 4차로보다 큰 편으로도 출되었다.

그림 2는 올림픽대로 한강대교 상류부의 침두시 및 비침두시의 교통량분담율을 분석한 결과로, 침두시에는 차로별 교통량분담율이 극심하게 구분되는 현상을 확인할 수 있다.

데이터 분석

1. 데이터수집 및 기초데이터 가공방안

본 연구에서는 서울도시고속도로 교통관리센터 관할인 강변북로와 올림픽대로에 설치된 차량검지기 중 영상검지기를 통하여 수집된 30초주기 원시 데이터를 이용하였다.

강변북로 및 올림픽대로에는 약 500m 간격으로 영상검지기가 설치되어 있으며, 차로별로 교통류 데이터를 30초 주기로 검지를 하고 있다. 검지되는 데이터는 속도, 교통량, 점유율, 밀도, 차종 등이 있으며 본 연구에서는 속도 및 교통량을 바탕으로 데이터를 가공하여 사용하였다. 교통류 데이터 수집을 위하여 표 1과 같이 강변북로 및 올림픽대로 기본구간 중 본선차로수가 4차로로 구성된 영상검지기 총 3개 지점을 선정하였다.

노면상태가 건조한 상태인 맑은날 주중 3일의 데이터를 분석에 이용하였다. 수집된 원시데이터를 15분주기 데이터로 가공하였으며, 속도가 0 또는 교통류율이 0인 데이터는 분석에서 제외하였다.

분석데이터는 15분 데이터를 바탕으로 1시간 교통류율 데이터를 생성하였고 속도는 교통량에 가중치를 둔 평균속도값으로 가공하였다. 차로별 서비스수준의 분석을 차로별 15분 평균속도를 기준으로 산정하였다.

이를 분석하기 위하여 Microsoft Excel 2010 을 이용하여 데이터 분류를 실시하였고, 분석된 각

표 1. 데이터 수집

구분	내용
검지기 위치	- 올림픽대로 하남방면 방화대교 전방 900m - 강변북로 구리방향 동작대교 전방 1,000m
도로 조건	- 설계속도 : 100km/h (제한속도 80km/h) - 차로폭 : 3.5m 이상 - 측방여유폭 : 1.5m 이상 - 차로수 : 본선4차로 - 지형: 평지
PCU	- 소형 (2.5t 미만트럭, 16인승 미만 승용차) : 1.0 - 중형 (2.5t 이상트럭, 16인승 이상 버스) : 1.5 - 대형 (세미 트레일러 또는 풀 트레일러) : 2.0

각의 데이터를 15분 주기의 데이터로 가공하였다. 각 30초주기 데이터를 15분 기준의 단위로 분류한 후, 교통류율은 단위시간내의 모든 교통량의 합을 15분주기 데이터의 값으로 사용하였다. 속도의 경우 단순 평균값이 아닌 교통량에 가중치를 둔 속도를 산출하였으며, 이러한 방법에 의하여 단순 평균값을 사용할 경우 발생할 수 있는 오류를 최소화하였다.

2. 분석방안

차로별 서비스수준 도출을 위하여 사용한 데이터는 교통량이다. 도로용량편람의 고속도로 기본구간의 서비스수준 판별기준은 표 2와 같다. 도로용량편람의 기본구간 서비스수준 분석은 분석구간의 전차로 교통량을 기준으로 판별한다. 본 연구에서는 차로별 교통량 및 전차로 교통량을 기준으로 차로별, 전차로 서비스수준을 분석하였다.

차로별 교통류율을 이용하여 구간의 평균밀도 및 차로별 밀도 산출하고 전차로의 평균밀도 및 차로별 평균밀도를 이용한 서비스수준을 분석하였다. 이를 바탕으로 차로별 서비스수준 및 전차로 평균 서비스수준을 분석하여 고속도로 기본구간의 서비스수준분석방안의 문제점을 도출하였다.

3 차로별 교통량분담율 분석

차로별 교통량분담율은 차로별 교통량을 기준으로 산정하였다. 표 3의 분석결과 예시와 같이 차로

표 2. 고속도로 기본구간의 서비스수준 판정기준

서비스 수준	밀도 (pcpkmpl)	설계 속도 100 kph	
		교통량 (pcphpl)	v/c비
A	≤6	≤600	≤0.27
B	≤10	≤1,000	≤0.45
C	≤14	≤1,350	≤0.61
D	≤19	≤1,750	≤0.8
E	≤28	≤2,200	≤1.00
F	>28	-	-

별로 교통량분담율이 서로 상이하게 나타났다. 오전첨두시에 해당하는 오전 7시부터 7시 30분까지의 경우 2차로 및 3차로의 교통량분담율이 30% 이상으로 집중되는 것으로 분석되었다.

표 3. 올림픽대로 하남방면 방화대교 전방 900m 지점 차로별 교통량분담율 분석결과

시간	1차로	2차로	3차로	4차로
70000	18%	34%	31%	17%
71500	14%	36%	32%	17%
73000	17%	32%	33%	18%
123000	31%	27%	23%	19%
124500	30%	27%	23%	20%
130000	29%	26%	24%	21%

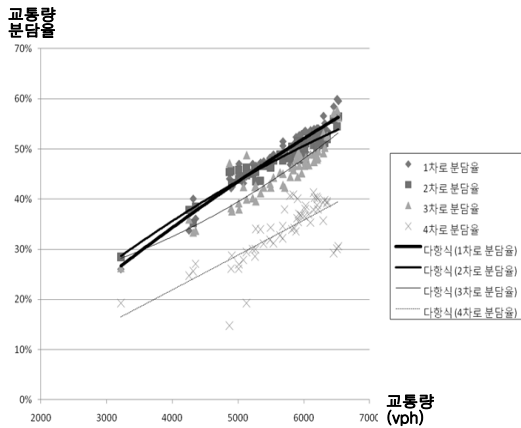


그림 3. 올림픽대로 하남방면 방화대교 전방 900m 지점 차로별 교통량분담율

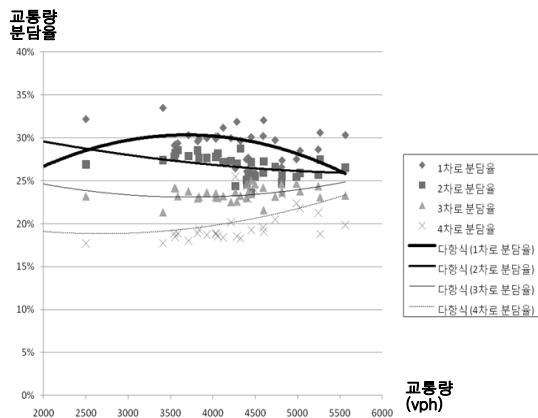


그림 4. 강변북로 구리방면 동작대교 전방 1,000m 지점 차로별 교통량분담율

첨두시의 경우 차량이 차로변경이 용이한 2차로 및 3차로에 교통량분담율이 높다. 이러한 특성에 의하여 차로별 서비스수준이 서로 다르게 나타날 수 있으며, 도로용량편람에 의하여 전차로의 평균통행 속도 또는 교통량 및 밀도에 의하여 산정되는 서비스수준은 해당 구간의 대표성이 낮다.

비첨두시에 해당하는 12시 30분부터 오후 1시까지의 경우 차로별 교통량분담율은 첨두시와 비교할 때 평균 차로별 분담율인 25%의 근사한 값들로 분포되어 있는 것으로 분석되었다. 비첨두시의 경우 넓은 차두간격을 유지되므로 차량이 차로변경 등을 통하여 전차로에 걸쳐 차량들이 고루 분포하는 형태를 보이게 된다.

4. 차로별 서비스수준 분석

차로별 서비스수준 분석결과 표 4와 같이 도로용량편람에 의하여 산정된 해당 구간의 서비스수준은 모두 D로 동일하지만, 차로별 서비스수준은 B부터 E까지 다양하게 나타났다. 차로별로 평균통행속도와 교통류율의 차이에 의하여 서비스수준이 서로 다르게 분석되었다.

그림 5와 그림 6과 같이 분석지점의 24시간 동안의 차로별 서비스수준의 변화를 분석하였다. 전차로를 기준으로 산정한 서비스수준 분석과 차로별 서비스수준 분석결과를 검토한 결과 전차로 서비스수준 D, E, F의 경우 전차로 서비스수준과 차로별 서비스수준이 유사한 것으로 분석되었다. 그러나 A, B, C의 경우 전차로의 서비스수준과 차로별 서비스수준이 다르게 나타나는 경우가 존재하였다.

표 4. 강변북로 구리방면 동작대교 전방 1,000m 지점 차로별 서비스수준 분석결과

시간	1차로	2차로	3차로	4차로	전차로
90000	D	D	E	B	D
91500	D	D	D	C	D
93000	D	D	D	C	D
94500	E	D	D	C	D
10000	E	E	D	C	D

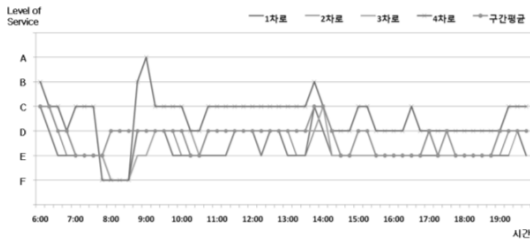


그림 5. 올림픽대로 하남방면 방화대교 전방 900m 지점 차로별 서비스수준 분석

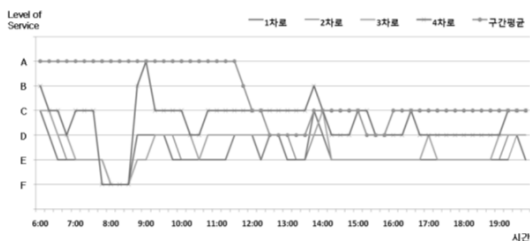


그림 6. 강변북로 구리방면 동작대교 전방 1,000m 지점 차로별 서비스수준 분석

결론

본 연구의 결과는 손봉수 (1997)의 연구결과와 유사한 결과를 보이고 있다. 기존 연구에서는 기본 구간, 램프 상류 및 하류구간, 엇갈림구간에서 차로별로 교통량분담율이 상이함을 분석하였다. 본 연구에서는 교통량분담율의 상이함을 실제 데이터를 통해서 증명하고 추가적으로 차로별, 전차로에 대한 서비스수준 분석을 수행함으로써 기존 연구와의 차별성을 두었다. 이로써 현재 적용하고 있는 고속도로 기본구간의 서비스수준 분석방안에 대한 개선이 필요함을 증명하였다는데 의의가 있다.

도로의 설계목표인 도로의 서비스수준 D 또는 E상황을 제외한 도로의 소통상태가 양호한 경우 (도로의 서비스수준 A, B, C) 차로별로 서비스수준을 분석하는 것이 보다 의미가 있는 결과를 도출할 수 있을 것이라 판단된다.

본 연구는 도시고속도로 기본구간만을 대상으로 수행하였으나, 차로별 기능이 상이한 램프 상류 및 하류구간, 엇갈림구간 등을 대상으로 추가적인 연

구가 필요하다고 생각한다.

본 연구 및 이와 같은 연구의 결과는 향후에 차로제어시스템 (Lane Control System, LCS) 및 첨단기술에 적용하여 효율적인 도로이용을 통한 원활한 운행상태유지를 가능하게 할 것이다.

참고문헌

대한교통학회 (2001), 도로용량편람.
 손봉수 (1997), 도시고속도로 교통관리시스템 소프트웨어의 요구사항 분석, 서울시정개발연구원.
 이승준 (2006), 고속도로 최대통과교통량 산정 및 서비스수준 평가 기법 개발, 대한교통학회지, 24(4), 129-148.