

다차로도로 설계 및 계획 단계 서비스분석 방법 제안

Techniques to Estimate Level of Service for Planning and Design Applications in Multilane Highways

문재필^{*} · 정준화^{**} · 김영록^{***} · 양충현^{****}

Moon, Jae-Pil · Jeong, Jun Hwa · Kim, Young Rok · Yang, Choong Heon

1. 서론

2001년 도로용량편람에서 정의된 다차로도로는 고속도로와 함께 지역 간 간선도로 기능을 담당하는 양방향 4차로 이상의 도로로서, 고속도로와 도시 및 교외 간선도로의 도로 및 교통 특성을 함께 갖고 있으며, 확장 또는 신설된 일반국도가 주로 이에 해당되며, 평균 신호등 밀도가 1.0개/km 이하로 완전 출입 제한된 도로라는 점에서 자동차 전용도로와는 구별된다. 미국과 국내 현실은 다차로도로 기능과 기하구조면에서 차이가 있기 때문에 2001년 도로용량편람에서는 통행속도를 효과적으로 사용한 새로운 다차로도로 운영 분석 방법을 제안한 바 있다.

그러나 다차로도로의 현재의 도로 및 교통여건이 변화함에 따라 한국도로용량편람(2001)에 수록되어 있는 다차로도로의 정의, 용량, 차로수 산정 방법 구체화 및 계획 단계의 서비스분석 방법에 대한 재검토가 필요한 것으로 나타났다. 도시 및 교외 간선도로 정의에서 신호밀도의 중복성과 일관성이 없는 다차로도로 정의, 이에 따른 다차로도로 유형, 도로 유형별로 차등화된 서비스수준 등 이에 대한 문제점 개선이 필요하다. 특히, 계획 단계의 서비스분석 방법은 운영 상태 분석 과정에서처럼 도로 및 교통 조건에 따른 보정계수를 적용하여 산정한 평균통행속도에 따라 판정하는 방법으로 많은 도로·교통 자료가 요구되기 때문에 계획단계에서 개략적으로 서비스수준을 분석하는 데 복잡하며 상당한 시간이 요구된다. 또한 적정 차로수 산정 시 분석 과정을 여러 번 반복해야 하는 어려운 점도 있는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 다차로도로 설계 및 계획 단계에서 서비스수준 분석 및 차로수 산정 시 지적된 문제점들을 해결하기 위해 기존 국내·외 연구 방법을 대상으로 우리나라 도로·교통 조건에 맞는 새로운 다차로도로 설계 및 계획 단계의 서비스수준 분석 방법을 제안하는 것이다.

2. 기존 문헌 고찰

Richard Dowling 등(1997)은 교통 계획, 교통 영향 분석, 주요 교통 투자 사업 등에 대한 속도와 서비스 교통량을 평가하기 위한 방법론을 제안하였다. 아래와 같이 그들은 기존의 BPR(Bureau of Public Roads)공식을 보정하여 4가지 도로시설 형태(연속류 도로, 단속류 다차로도로, 단속류 2차로도로, 단속류 도시부 도로)별에 대한 계획 단계에서 통행속도와 서비스수준을 분석하기 위한 방법을 제시하였다.

$$s = \frac{s_f}{1 + a(v/c)^b}$$

* 정희원 · 한국건설기술연구원 도로연구실 연구원 · 공학박사(E-mail: jpmoon@kict.re.kr) -발표자

** 정희원 · 한국건설기술연구원 도로연구실 연구원 · 공학박사(E-mail: jhjeong@kict.re.kr)

*** 정희원 · 한국건설기술연구원 도로연구실 연구원 · 공학석사(E-mail: busbay@kict.re.kr)

**** 정희원 · 한국건설기술연구원 도로연구실 연구원 · 공학박사(E-mail: chyang@kict.re.kr)



여기서,

- s = 예측 평균 속도(km/h)
- s_f =자유속도(km/h)
- v = 교통량(대/시)
- c = 용 량(대/시)
- a = 0.05(신호교차로)
= 0.20(다른 도로 시설)
- b = 10

표 1.1은 상기한 BPR공식에서 각 도로시설 형태별에 대한 자유속도 산정 공식을 보여주고 있다.

표 1. 자유속도 산정 공식

제한속도 80km/h이상인 시설 (연속류, 다차로도로, 2차로도로)	제한속도 80km/h이하인 시설 (연속류, 다차로도로, 2차로도로)	단속류 도시부 도로
평균속도=0.88×(제한속도)+22	평균속도=0.79×(제한속도)+ 19	$s_f = \frac{L}{L/s_{mb} + N \times (D/3600)}$ <p>여기서, s_f = 자유속도(km/h), L = 길이(km) s_{mb} = 신호교차로간의 중간지점 자유속도 N = 신호교차로 수 D = 신호교차로당 평균 지체(초) $= DF \times 0.5 \times C(1 - g/C)^2$</p>

그들은 통행속도 산정이외에 서비스수준 분석은 분석 대상구간 중 'Critical'지점의 교통량과 용량 비율(v/c)을 토대로 각 도로형태 별로 각 서비스수준의 최대 허용 v/c값과 비교하는 것이다. 또한 최대 서비스교통량은 'Critical'지점의 용량과 최대 허용 v/c값을 곱하여 산정한다.

3. 계획 단계의 서비스수준 방법론 제안

3.1 분석 방법론 흐름도

그림 1과 같이, 국내·외 연구를 바탕으로 본 연구에서 새롭게 정립된 다차로도로의 계획 단계 서비스분석 방법론을 보여주고 있다. 새롭게 정립된 계획 단계 서비스수준 방법론은 기존 분석 방법에 비해 도로 및 교통 정보를 많이 필요 하지 않으며, 간편하게 적용할 수 있다는 점이 큰 장점이다. 반면, Richard Dowling 등(1997)의 연구에서 지적한 것과 같이 도시부 도로에서 신호 제어기 의한 지체 영향을 잘 반영하지 못하는 것이 단점이다. 그러나 Richard Dowling 등의 연구에서 신호교차로간의 거리가 2km 이상인 경우 신호 제어기에 의한 지체는 무시할 수 있다고 주장하고 있다.

본 연구에서 제안한 다차로도로 계획 단계 서비스수준 분석 방법론의 개략적인 과정을 살펴보면, i) 다차로도로의 유형을 구분하고, ii) v/c 변화(10% 이내)에 따라 분석구간을 분할하며, 분할된 구간 내에 하나의 'Critical'지점(최대 v/c값)을 선정한다. iii) 각 구간별로 통행속도와 용량을 산정한 다음 서비스수준을 분석하며, iv) 전체 구간에 대하여 통행속도를 산정하여 서비스수준을 판정한다.

여기서, BPR공식을 이용하여 평균 통행속도를 산출하며, 교통류에 대한 신호 교차로의 영향은 신호교차로 방법론을 이용하여 자유속도에 반영한다.

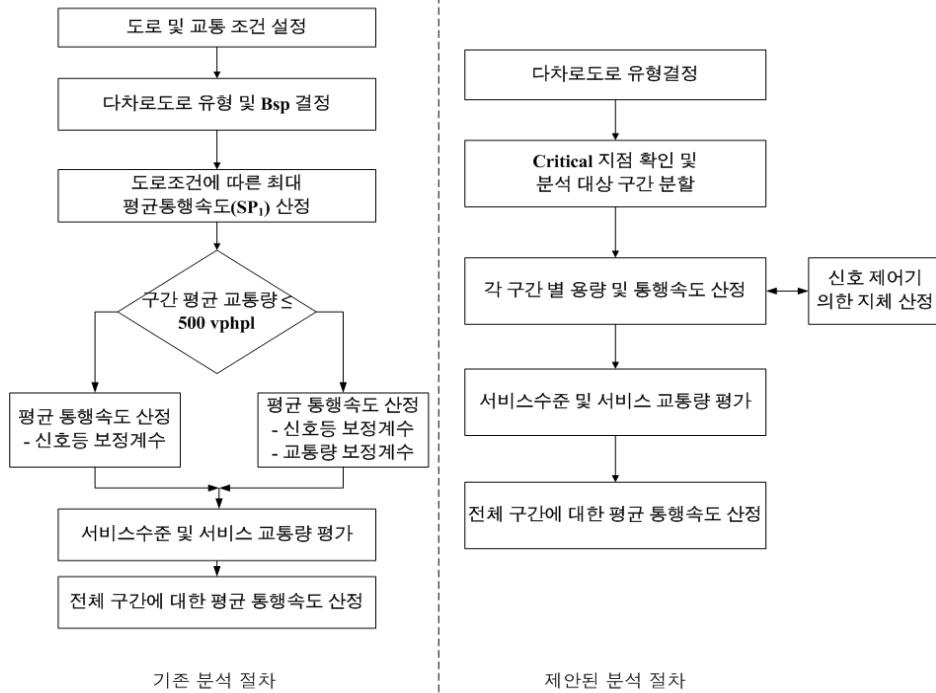


그림 1. 기존과 제안 분석 방법 절차 비교

표 2. 다차로도로 형태별 평균 속도 산정식

연속류	단속류 도시부
$s = \frac{s_f}{1 + a(v/c)^b}$ <p>여기서, s : 공간 평균 속도 (km/h) s_f : 설계속도 (km/h) v : 교통량 (vph) c : 용량 (vph) a, b : 매개변수 값</p>	$s = \frac{s_f}{1 + a(v/c)^b}$ $s_f = \frac{L}{L/s_{mb} + N \times (D/3600)}$ $D = PF \times 0.5 C (1 - g/C)^2$ <p>여기서, L : 구간길이(km) s_{mb} : 설계속도 (km/h) D : 신호당 평균 지체(s) N : 신호 교차로 수 g : 유효 녹색시간(s) C : 신호주기 (s) PF : 연동계수</p>

3.2 BPR 공식의 민감도

우리나라 다차로도로 시설 형태별 특성을 반영한 BPR 공식의 매개변수 값을 산정하기 위해서 2001년 한 국도로용량편람 다차로도로편에서 제시한 교통량에 따른 속도 변화율을 토대로 BPR 공식의 매개변수에 대하여 Calibration을 수행하였다.

표 3은 다차로도로 시설형태별 Calibration과정에서 산정된 BPR 공식의 매개변수 값을 보여주고 있다. 그림 1과 2는 기준치와 평가된 BPR 공식에 의한 예측치 간의 v/c에 따른 통행 속도 비교를 보여주고 있다. 결

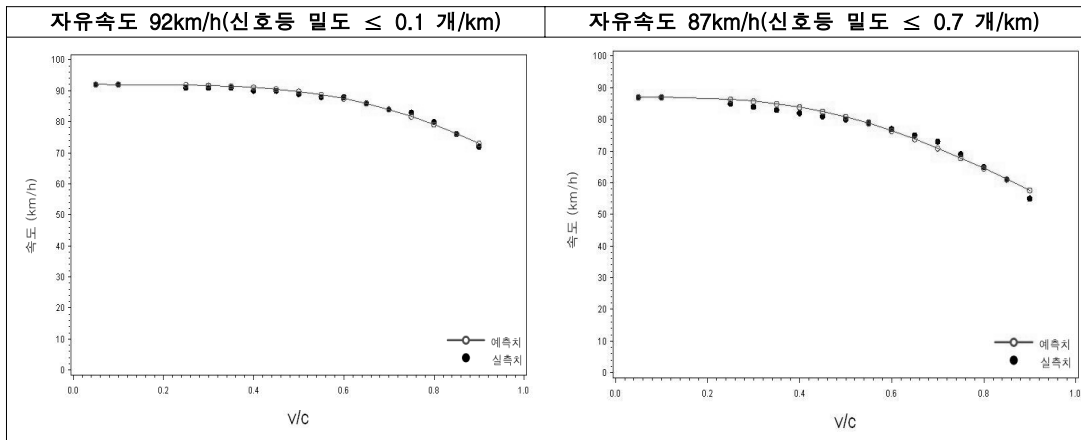


과에 의하면 비선형귀식 방법에 의해 평가된 각 시설형태별 BPR 공식은 v/c 수준에 따른 통행 속도 변화를 충분히 잘 반영한 것으로 나타났다.

표 3. Calibration된 BPR 공식

시설 형태	자유속도	신호등 밀도(개/km)	a	b
신호등 밀도 ≤0.1(개/km)	92 km/h	-	0.40	4.00
	87 km/h		0.44	3.79
신호등 밀도 > 0.1(개/km)	87 km/h	≤0.3	0.51	3.77
		≤0.7	0.63	3.41

표 4. BPR 공식 민감도



4. 결론

한국도로용량편람(2001)의 다차로도로에서 계획 단계 서비스수준 분석 시 지적된 문제점들(예를 들면, 관련 입력 자료의 최소화 및 사용 간편화)을 해결하기 위하여 본 연구에서 다차로도로 계획 단계의 서비스수준 분석방법을 제안하였으며, 기존 도로용량편람의 다차로도로에서 제시한 교통량-속도 관계를 이용하여 우리나라 다차로도로 특성을 반영한 BPR 공식의 매개변수 값들을 설정하였다.

비록 본 연구에서 새롭게 제안한 계획 단계 서비스수준 분석 방법의 각 과정에 대하여 연구 수행 중이어서 자세히 다루지 못하였지만, 이와 같은 결과는 향후 복잡한 우리나라 다차로도로의 많은 교통조건, 기하구조 조건, 그리고 환경조건들을 충분히 반영한 설계 및 계획 단계의 서비스수준 방법에 관련된 항목들을 도출할 수 있는 근거로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

- 1) 건설부, 1992, 도로용량편람.
- 2) 건설교통부, 2001, 도로용량편람.
- 3) Richard Dowling, Wayne Kittelson, John Zegeer, and Alexander Skabardonis, "Planning Techniques to Estimate Speeds and Service Volumes for Planning Applications", NCHRR Rport 387, TRB, 1997.
- 4) Tim Lomax, Shawn Turner, Gordon Shunk, H.S. Levinson, R.H. Pratt, P.N. Bay, and G. B. Douglas, "Quantifying Congestion", NCHRR Report 398, TRB, 1997.
- 5) Transportation Research Board, 1985, Highway Capacity Manual, Special Report 209.
- 6) Transportation Research Board, 2000, Highway Capacity Manual, Special Report 209.