

일반국도 4차로의 차량군 특성에 관한 연구

A Study On the Platoon Character of 4-Lane National Highway

한대철

(한국건설기술연구원, 연구원)

문학룡

(한국건설기술연구원, 연구원)

변상철

(한국건설기술연구원, 선임연구원)

Keyword : 서비스 수준, 차량군, 영상검지기, 교통류, 대기행렬

목 차

I. 서 론

II. 차량군에 대한 연구사례

III. 자료의 수집 및 분석

1. 자료의 수집
2. 자료의 분석
3. 차량군 특성에 대한 분석

IV. 결론 및 향후 연구과제

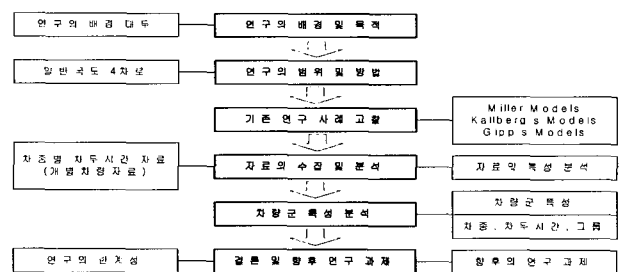
I. 서 론

도로의 서비스 수준을 평가하는 효과적도(MOE)는 통행속도, 정지수, 통행시간, 교통밀도, 운영비용 등 여러 가지가 있다. 본 연구에서는 차량군의 특성을 분석하여 도로의 서비스 수준과 교통 특성에 어떠한 관계가 있는지를 파악하는데 기초를 두었다. 또한, 차량군의 특성을 파악하여 교통류 전체의 특성 파악과 교통 특성의 개념화를 시킬 수 있으리라 판단된다.

차량군의 정의는 일정한 간격으로 운행하는 두 대 이상의 차량으로 정의된다. 차량군의 일반적인 특성을 살펴보면 차량군의 수는 차량이 서로 접근하면 줄어들고, 차량이 서로 멀어지거나 추월 할 때 증가한다는 것을 알 수 있다. 차량군을 형성시킬 가능성이 높은 차량은 승용차에 비해, 트럭, 버스, RV와 같은 중차량이 높다고 생각된다. 따라서 차량군의 크기는 선두차량의 차종, 도로의 선형, 교통량, 추월차량 등에 의해 제약을 받으며, 차량군의 특성은 대기행렬과 서로 밀접한 관계가 있을 것이다. 왜냐하면, 대기행렬의 길이가 길어지면 차량군 수는 감소하고 차량군의 크기는 증가하는 것을 알 수 있기 때문이다.

본 연구에서는 차량군의 특성을 분석하기 위하여 대상범위를 일반국도 4차로로 설정하였으며, 차량군을 형성하기 위한 요소로 개별차량에 대한 차두시간을 이용하였다.

본 연구에서 차량군의 특성을 분석함으로써 차량군이 교통류에 미치는 영향과 도로의 서비스 수준을 척도로하는데 활용될 수 있으리라 판단된다. 그림 1은 차량군 특성에 관한 연구의 수행 과정이다.



<그림 1> 연구의 수행 과정

II. 차량군에 대한 연구사례

차량군에 대한 연구는 Miller(1961), Kallberg(1980), Gipps(1974, 1976) 등에 의해 연구되어 왔으며, 연구의 내용을 요약하면 다음과 같다.

Miller의 모델은 차량군의 상호작용을 신중히 고려하는데 기초를 두었으며, 모델이 교통류 전체 특성과 관련 있다고 유추했다. 교통류는 차량군의

이동과 대기행렬의 시스템으로 고려되어졌고, 간섭을 받지 않는 독립된 차량도 차량군 또는 대기행렬로 정의했다. Miller는 교통류에서 차량군의 밀도를 고려했으며, 차량군의 밀도는 차로의 길이 당 차량군의 수로 정의했다. 차량군의 수는 차량이 서로 접근하면 줄어들고, 서로 추월을 하면 증가하고, 차량군의 밀도는 시간의 비율에 따라 변한다고 설명했다.

Miller의 가장 큰 공헌은 차량군화된 2차선 운영의 교통특성의 개념화와 공식화에 있다. Miller는 일반적인 추월을 함수의 모수가 실제 자료에서 유도된다고 제안했다. 하지만 적합한 현장 자료를 얻지 못하는 문제 때문에 성취되지 못했고, 그래서 일반적인 의미에서 유용한 단계까지 발전되지 못했다. 그러나 이제 필요한 자료는 컴퓨터 시뮬레이션에서 쉽게 생성될 수 있으며, Miller의 모형은 시뮬레이션 조사에서 일반화시키는 수단으로 현재 새로운 관심이 될 수 있다.

Kallberg의 모형은 차량속도 분포와 차량군사이의 관계를 발전시키기 위해서 Miller보다 덜 정확하지만 더 거시적인 접근을 사용했다. 궁극적인 목적은 서비스 수준 척도로서 차량군을 사용하는 데 있으며, Kallberg의 모형은 이에 대한 이론적인 기반을 제공하도록 발전되었다.

Gipps는 차량군 상태의 변화에 대한 전치행렬을 기반으로 해서 시스템의 균형상태를 조사하는데 복잡한 방법을 제시했다. 그러나, 차량군 크기에 대한 분포를 가정함으로써 Gipps는 상당히 간소화된 수학적인 절차를 사용했다.

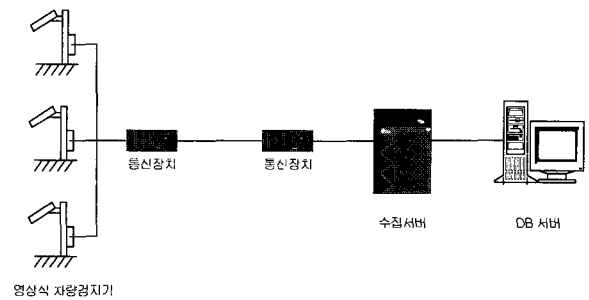
Gipps는 차량군 크기에 대한 Miller, Bovel-Tanner와 기하학적인 분포를 가정하여 균형 평균 차량군 크기를 교통량 함수로 계산하기 위해서 수학적인 방법을 사용했다. 이는 양쪽의 교통류가 거의 동일하게 중~고 수준의 교통량을 가지면서 운영되는 경우에 양쪽이 균형상태임을 암시한다. 모형체계가 차량 밀도보다 추월의 부족에 더욱 민감한 경우에 적은 교통량을 가진 교통류는 더 큰 차량군을 갖는다. 시간당 400대의 교통량을 가진 주교통류와 대향 교통류를 가진 Miller의 차량군 크기 분포에 대해서 두 개의 해를 보여준다.

Gipps의 목적은 정량적인 교통류 수행 모형보다는 균형 상태의 양쪽 안정(bi-stable)에 대한 가능성과 두 교통류 사이에 존재하는 상호작용에 대한 정성적인 조사에 있는 듯 하다.

III. 자료의 수집 및 분석

1. 자료의 수집

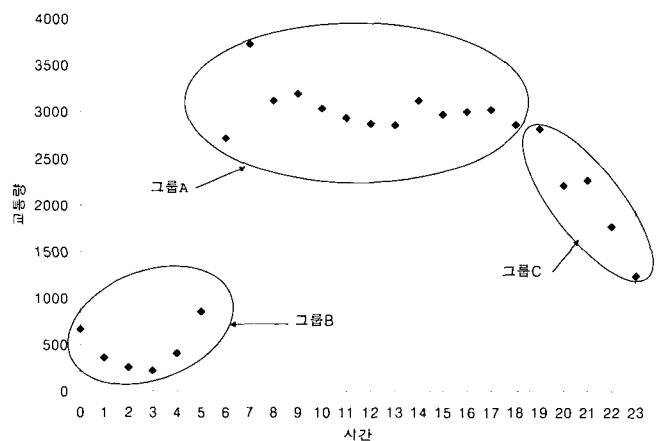
본 연구의 분석을 위한 자료는 현재 일반국도 3호선에 설치·운영중인 영상식 차량검지기로부터 개별차량 자료를 수집하였으며, 영상식 차량검지기에서 개별차량 자료는 차종(소형, 중형, 대형), 속도, 차두시간 등의 24시간 개별차량 자료를 수집하였다. 그림 2는 영상식 차량검지기에서 자료를 수집하는 과정을 나타낸 것이다.



<그림 2> 자료 수집 과정

2. 자료의 분석

본 연구의 대상구간은 일반국도 4차로를 기준으로 하였으며, 교통량 특성에 따라 차량군의 형태가 어떻게 나타나는지 분석하기 위하여, 다음 그림 3과 같이 A, B, C그룹 형태로 특성을 분석하였다. A그룹은 교통량이 3000대 내·외로 교통량이 많은 경우이고, B그룹은 교통량이 1000대 미만으로 교통량이 적은 경우이며, C그룹은 교통량이 감소하는 경우를 나타낸 것이다.



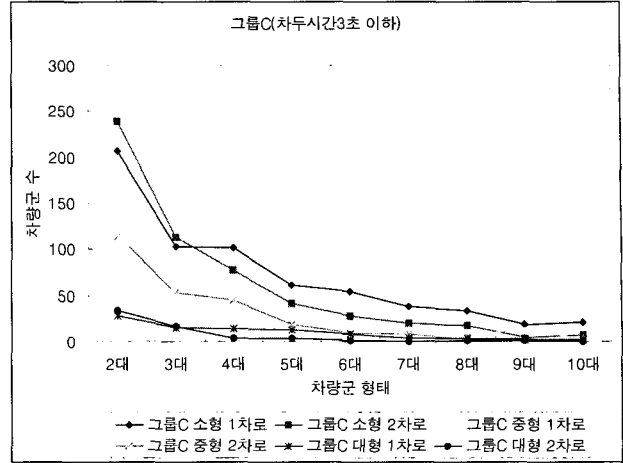
<그림 3> 차량군 그룹 형태

3. 차량군 특성에 대한 분석

차량군의 특성에 대한 분석을 위하여 그룹별(A, B, C그룹), 선두차종별(소형, 중형, 대형), 차량군 형태별(차두시간이 연속된 차량대수·2대, 3대...14대)로 구분하여 분석하였다.

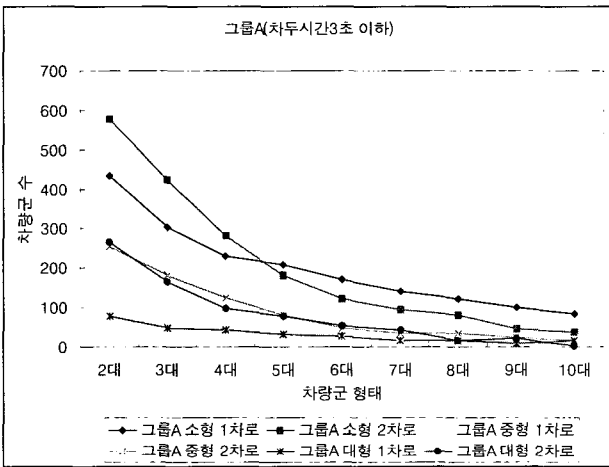
<표 1> 차두시간 3초 기준일 경우

구분	선두 차종	차로	차량군 수									
			2대	3대	4대	5대	6대	7대	8대	9대	10대	
그룹 A	소형	1	434	303	230	208	172	141	121	101	83	
		2	579	422	281	182	123	95	81	46	38	
	중형	1	65	64	46	24	32	25	20	12	8	
		2	254	182	126	81	48	36	36	25	15	
	대형	1	78	48	44	32	26	15	15	8	16	
		2	267	165	98	78	53	43	17	22	4	
그룹 B	소형	1	45	17	8	4	1	3	2	1	0	
		2	49	8	5	0	0	0	0	0	0	
	중형	1	19	11	2	4	0	2	0	0	0	
		2	13	4	2	0	0	0	0	0	0	
	대형	1	14	5	3	2	0	1	0	0	0	
		2	3	3	2	1	1	0	1	0	0	
그룹 C	소형	1	206	103	101	61	54	38	34	18	21	
		2	239	113	77	42	28	20	17	5	7	
	중형	1	95	73	47	32	20	13	9	12	4	
		2	114	53	45	19	9	8	2	4	1	
	대형	1	28	15	14	13	8	3	4	2	2	
		2	34	16	4	4	1	0	1	1	0	

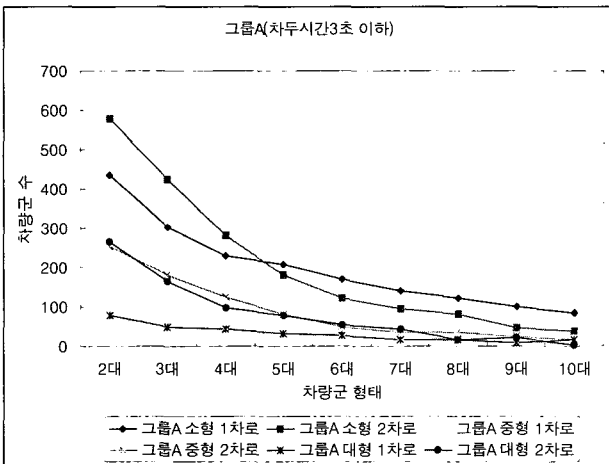


<그림 6> 그룹C 차두시간 3초 기준일 경우

차두시간이 3초 이하일 경우 교통량이 많은 그룹A에서는 선두차량이 소형일 때 차량군 형태(연속 차량수) 4대까지는 2차로에서 차량군을 형성하는 수가 많았으나, 차량군 형태(연속 차량수) 5대부터는 1차로에서 차량군을 형성하는 수가 많은 것으로 분석되었다. 선두차량이 중형과 대형일 때는 2차로에서 차량군을 형성하는 수가 많은 것으로 분석되었다. 교통량이 적은 그룹B와 교통량이 감소하는 그룹C에서는 운전자들이 2차로보다 1차로로 주행하는 특성 때문에 1, 2차로에서 차량군을 형성하는 수가 거의 차이를 보이지 않는 것으로 분석되었다.



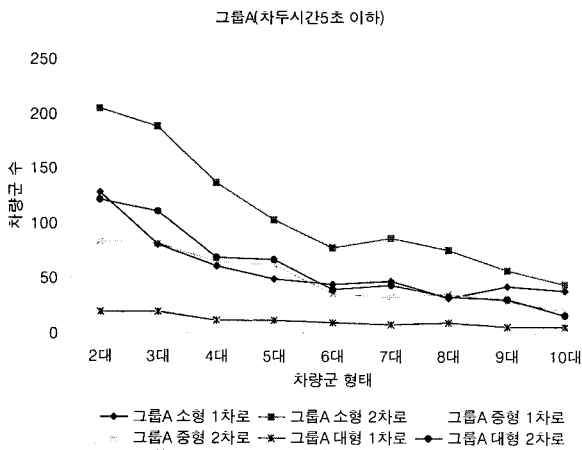
<그림 4> 그룹A 차두시간 3초 기준일 경우



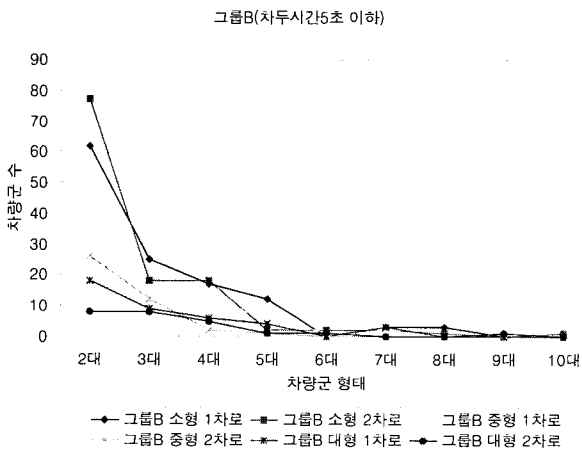
<그림 5> 그룹B 차두시간 3초 기준일 경우

<표 2> 차두시간 5초 기준일 경우

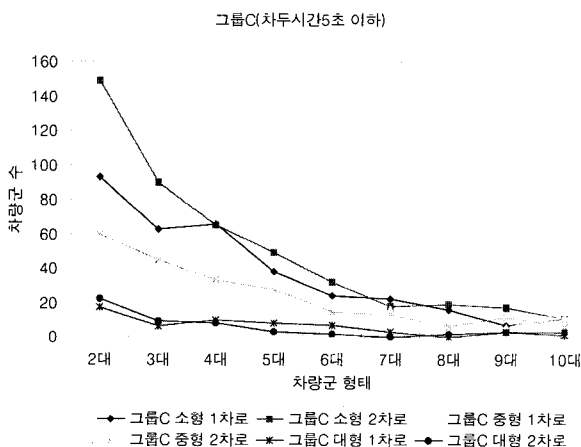
구분	선두 차종	차로	차량군 수									
			2대	3대	4대	5대	6대	7대	8대	9대	10대	
그룹 A	소형	1	128	80	61	49	45	47	32	43	39	
		2	204	188	137	103	78	86	76	57	45	
	중형	1	17	20	14	8	7	12	7	10	6	
		2	83	81	65	62	36	33	36	29	20	
	대형	1	19	19	12	12	10	8	10	6	6	
		2	121	110	69	67	40	44	33	31	16	
그룹 B	소형	1	62	25	17	12	0	3	3	0	1	
		2	77	18	18	2	2	2	1	0	1	
	중형	1	26	13	10	7	1	2	0	0	0	
		2	26	12	2	1	0	0	0	0	0	
	대형	1	18	9	6	4	0	3	0	0	0	
		2	8	8	5	1	1	0	0	1	0	
그룹 C	소형	1	93	63	66	38	24	22	16	7	11	
		2	149	90	65	49	32	18	19	17	11	
	중형	1	48	38	29	19	14	16	11	6	12	
		2	60	45	33	28	15	13	6	12	6	
	대형	1	17	6	10	8	7	3	0	3	1	
		2	22	9	8	3	2	0	2	3	3	



<그림 7> 그룹A 차두시간 5초 기준일 경우



<그림 8> 그룹B 차두시간 5초 기준일 경우



<그림 9> 그룹C 차두시간 5초 기준일 경우

차두시간이 5초 이하일 경우 교통량이 많은 그룹A에서는 선두차량이 소형, 중형, 대형 모두 차량군 형태(연속 차량수)가 2차로에서 차량군을 형성하는 수가 많은 것으로 분석되었다. 교통량이 적은 그룹B는 선두차량이 소형일 때 차량군 형태(연속 차량수)가 1, 2차로에서 차량군을 형성하는 수가 비

슷하게 나타났지만, 선두차량이 중형과 대형인 경우는 1차로에서 차량군을 형성하는 수가 많은 것으로 분석되었다. 교통량이 감소하는 C그룹은 선두차량이 소형, 중형일 때 2차로에서 차량군을 형성하는 수가 많은 것으로 분석되었으며, 선두차량이 대형일 때 1, 2차로에서 차량군을 형성하는 수가 거의 차이를 보이지 않는 것으로 분석되었다.

IV. 결론 및 향후 연구과제

본 연구는 일반국도 4차로의 차량군 특성을 분석하여 차량군이 도로의 서비스 수준과 교통 특성에 어떠한 관계가 있는지를 파악하기 위한 연구이다. 일반국도에서 차량군의 특성을 파악하여 교통류 전체의 특성 파악과 교통 특성의 개념화를 시킬 수 있으리 판단된다. 또한, 차량군 특성 분석을 통해서 차량군과 밀접한 관계가 있는 대기행렬, 일반국도에서 운전자 주행 행태 파악도 가능 하리라고 판단된다.

본 연구에서는 교통량이 많은 그룹(일교통량 3000대 내·외), 교통량이 적은 그룹(일교통량 1000대 미만), 교통량이 감소하는 그룹으로 분류하여 각 그룹별, 차두시간(3, 5초), 차로별, 선두차량 유형별로 차량군 형성이 어떤 특성을 나타내는지 분석하였다.

차두시간이 3초 이하이고 교통량이 많은 그룹A에서는 선두차량이 소형일 때 1차로에서 차량군을 형성하는 수가 2차로에서 차량군을 형성하는 수 보다 많은 것으로 나타났으며, 선두차량이 중형, 대형일때는 2차로에서 차량군을 형성하는 수가 1차로 보다 상당히 많은 것으로 나타났다. 교통량이 적은 그룹B와 교통량이 감소하는 C그룹은 선두차량 유형, 차로 유형에 상관없이 거의 고르게 차량군을 형성하는 것으로 나타났다.

차두시간이 5초 이하이고 교통량이 많은 그룹A에서는 선두차량 유형에 상관없이 2차로에서 차량군을 형성하는 수가 많은 것으로 나타났으며, 교통량이 적은 그룹B는 선두차량이 소형일 경우 차로유형에 상관없이 1, 2차로에서 차량군을 형성하는 수가 비슷하게 나타났으며, 선두차량이 중형과 대형인 경우에는 1차로에서 차량군을 형성하는 수가 많은 것으로 분석되었다. 교통량이 감소하는 C그룹은 선두차량이 소형과 중형일 때 2차로에서, 대형일때는 1, 2차로에서 차량군을 형성하는 수가 거의 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 일반국도에 설치하여 운영중인 영상 검지기 개별차량 데이터의 차두시간을 이용하여 선두차량 유형, 차로별 유형, 그룹별 유형으로 차량군 특성을 분석하였으나, 향후 차두시간이 아닌 교통량, 밀도 등을 이용하여 차량군 특성을 파악하는 연구가 이루어져야 될 것으로 보인다.

참고 문헌

1. V. Thamizh Arasan, Shiraj Hussain Kashani (2003) Modeling Platoon Dispersal Pattern of Heterogeneous Road Traffic, pp. 1-2

2. Dianhai Wang, Yu Zhang, Zhitao (2003) Study of Platoon Dispersion Models, pp. 1-2
3. John R. Mchean, Two-Lane Highway Traffic Operations, pp. 156-171
4. 황경수, 최재성 (1998) 양방향 2차로 추월금지구간에서의 지체시간산정모형 개발, 대한교통학회지 제16권 제1호, pp. 112-116
5. 최재성 (1993) 지방부 도로의 양보차선 설계기준 정립을 위한 이론적 연구, 대한교통학회지 제11권 제3호, pp. 69-71
6. 김상구, 박창호(1998) 고속도로 합류부의 교토와해 원인 분석, 대한교통학회지 제16권 제2호, pp. 61-63