

변곡점 탐색을 통한 도로설계시간계수 산정

안성채* · 최기주** · 김부원***

Ahn, Seongchae*, Choi, Keechoo**, Kim, Boowon***

Estimating Road Design Hourly Volume via Inflection Point Identification

ABSTRACT

Design hourly volume and the K-factor, first proposed by FHWA in the 1950s, is based on the 30th hourly traffic volume during a year (out of 8,760 hours). It was used when surveying the traffic volume was laborious in the past and is still being used now although it leaves some to be desired for practical applications. More reasonable K-factor for better design, based on theoretical evidence, is needed. This paper proposes the knee searching method based on simple linear regression to find out the inflection point of the volume ranking curve that describe the annual 8,760 hourly traffic volumes. The method was applied to the Chungcheong province's national highway, and the results were compared to the existing guidelines' values of K-factors. Identified design hourly traffic volumes ranked between 43rd to 694th, which is much lower than the 30th volume, meaning that some overdesign examples are inevitable if the conventional 30th volume is used.

Key words : Design hourly volume, K-factor, Hourly volume ranking curve, Knee (inflection point) search, Linear regression

초 록

설계시간계수는 1950년대 FHWA에서 최초로 제안하였던 개념으로 1년(8,760시간) 중 상위 30번째 순위의 시간교통량을 기반으로 한다. 과거, 모든 시간대의 교통량 조사가 힘들었던 시기에 사용되었던 방식으로 다소의 문제점에도 불구하고 현재까지 사용되고 있다. 합리적인 설계를 위해서는 이론적 근거에 바탕을 둔 설계시간계수 도출이 필요하다. 본 연구는 현재까지 고수되고 있는 30번째 순위가 과연 옳은 것인가에 중점을 두고 있으며, 이를 해결하기 위해 8,760 시간교통량 순위곡선에서 변곡점을 탐색할 수 있는 기법을 제안하였다. 그리고 충청권 일민국도를 대상으로 제안 방법론을 적용하여 분석대상지점의 설계시간계수를 산정하였으며, 기존 지침의 내용과 비교하였다. 설계시간순위는 43~694순위로 일반적으로 사용되는 30순위보다 모두 하위 순위에서 발생되고 있었던바, 30순위 교통량을 사용할 경우 약간의 과다설계가 이루어 질수 있음이 확인되었다.

검색어 : 설계시간계수, 설계시간교통량순위, 시간교통량순위곡선, 변곡점 탐색기법, 단순선형회귀

1. 서론

설계시간의 개념은 1950년대 미국의 연방도로관리청(FHWA)에서 최초로 제안하였던 1년 중 30번째 순위의 시간교통량을 기반으로 하고 있다. 연중 8,760시간에 대한 내림차순의 순위도 곡선을 사용하며, 곡선의 기울기가 급변하는 (또는 완만해지는) 순위를 경험적으로

* 교신저자 · 아주대학교 건설교통공학과 박사과정 (Corresponding Author · Ajou University · citadel@ajou.ac.kr)

** 정희원 · 아주대학교 교통시스템공학과 교수 (keechoo@ajou.ac.kr)

*** 정희원 · (주)지비티에스 엔지니어링 사장 (kimbw41@naver.com)

Received March 5, 2013/ revised May 8, 2013/ accepted July 29, 2013

30번째 순위로 보고, 이를 설계시간교통량 설정의 준거로 삼았다. 과거, 모든 시간대의 교통량 조사가 힘들었던 시기에 사용되었던 방식이며 현재까지 사용되고 있다.

설계시간교통량은 설계목표년도의 첨두시간 예상교통량을 의미하며, 도로기하구조 설계의 기준이 되는 교통량으로 사용되고 있다. 설계시간계수(K factor)는 계획목표년도의 연평균 일교통량(AADT, Annual Average Daily Traffic)에 대한 설계시간교통량(DHV, Design Hourly Volume)의 비율(DDHV/AADT)로 정의된다(건설교통부, 2000). 장래 도로의 차로수 산정시 설계시간계수가 크면 설계시간교통량이 커지게 되므로 작은 경우보다 상대적으로 더 많은 차로수를 필요로 하게 된다. 이처럼 설계시간계수를 적정기준보다 높게 산정할 경우 설계시간교통량이 커져 비경제적인 도로건설이 발생할 수 있으며, 너무 낮게 산정할 경우 많은 시간대에서 설계시간교통량보다 많은 교통량의 통행으로 잦은 교통 혼잡을 발생시킬 수 있다.

차로수와 같이 도로시설의 규모산정과정에 있어서 설계시간계수는 중요한 부분을 담당하고 있다. 그럼에도 불구하고 기존의 설계시간계수들은 실제 그 추정과정이 정성적이고 의미가 불확실하였으며, 일괄적인 적용으로 지역이나 노선의 특성은 고려되지 않았다. 과거와는 달리 자료(교통량 등)의 구득이 용이한 지금, 설계시간계수와 관련하여 여러 연구가 진행되어오고 있지만 현실적인 반영은 미미한 실정이다.

본 연구는 현재까지 고수되고 있는 30번째 순위가 과연 옳은 것인가에 대한 의문에서 시작하며, 이론적 근거에 바탕을 둔 설계시

간계수 도출을 통해 합리적인 설계가 가능하도록 8,760시간 순위곡선에서 단순선형회귀(Simple Linear Regression)를 활용한 변곡점(knee) 탐색 기법을 제안하였다. 그리고 충청권 일반국도를 대상으로 본 연구에서 제안한 방법론을 적용하여 분석대상지점의 설계시간계수를 산정하였으며, 기존 지침에서 제시된 내용과 비교하였다. Fig. 1과 같이 충청권 일반국도 49개 상시조사지점에 대한 2009년 교통량 자료를 이용하였다.

2. 관련 문헌 및 이론적 고찰

2.1 국내외 관련 지침

2.1.1 국외 설계시간계수 적용 지침

설계시간계수를 산정하는 과정은 일반적으로 ① 교통량 순위작성, ② 순위곡선 작성, ③ 계수 추정의 절차를 따른다. 미국의 Highway Capacity Manual(HCM) (2000)에는 실무에서 사용 가능하도록 Table 1과 같이 5개로 구분된 토지이용 특성별 설계시간계수가 제공되고 있다. 설계시간교통량은 30~100번째 사이의 교통량을 적용하여 0.091~0.100의 설계시간계수를 제시하고 있으며, 해당 지역의 자료를 근거로 판단할 수 있도록 지침을 마련해두고 있다.

한편 미국 AASHTO의 A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (2004)에는 교외간선도로의 통계자료로부터 도출한 순위그래프를 통해 최적의 설계시간교통량은 전체 중 30번째 교통량으로, 이는 ADT의 15% 수준이라고 명시되어 있다. AASHTO의 기준은 최초 1965년에 제시된 이래로 현재까지도

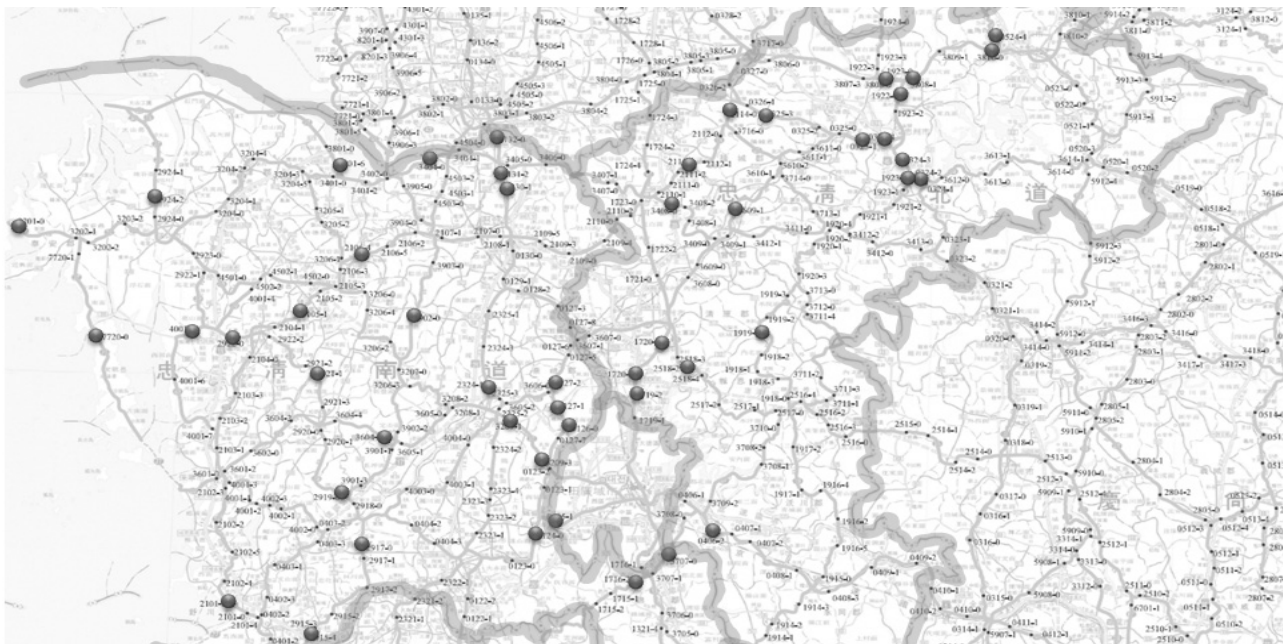


Fig. 1. Study Area

Table 1. Related Guidelines and Studies for Design Hourly Factor Estimation

Case	Study Area		8,760th Curve		1,000th Curve		100th Curve		Notes
			Rank	K(%)	Rank	K(%)	Rank	K(%)	
1	Rules about the Road Structure and Facilities Standards, Ministry of Construction and Transportation								
	-	Urban	30	8~12	-	-	-	-	-
	-	Rural		12~18	-	-	-	-	-
2	Statistical Yearbook Related to Construction and Transportation, Ministry of Construction and Transportation								
	Highway	-	30	7~8.5	-	-	-	-	-
	Freeway	-		8~15	-	-	-	-	-
3	Korea Highway Capacity Manual, Ministry of Construction and Transportation								
		Urban	30	9(7~10)	-	-	-	-	-
		Rural		15(12~18)	-	-	-	-	-
	Highway	Urban		9(7~11)	-	-	-	-	-
		Rural		15(12~18)	-	-	-	-	-
4	Guideline for Highway Feasibility Studies and Schematic Design, Korea Expressway Corporation								
	Highway	-	30	6~18	-	-	-	-	-
	Freeway	-		9.1~15.7	-	-	-	-	-
5	Highway Capacity Manual (TRB)								
	-	Urbanized	30 ~ 100	9.1	-	-	-	-	-
	-	Urban		9.3	-	-	-	-	-
	-	Transitioning		9.3	-	-	-	-	-
	-	Rural (D)		9.5	-	-	-	-	developed
	-	Rural (Un-D)		10.0	-	-	-	-	undeveloped
6	A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO								
	Arterial	Suburban	30	15	-	-	-	-	-
	Freeway	Urban	26~50	8~12	-	-	-	-	recurrent
7	Redesigning the Design Hour for Alberta Highways, Hempsey and Teply, 1999								
	Arterial(Summer)		187	-	-	-	-	-	-
	Arterial		355	-	-	-	-	-	-
	Rural Arterial		507	-	-	-	-	-	-
8	A Derivation of the Hourly Traffic Volume Curves for Estimating the K-factor on Highways, Bae, 1999								
	H-1	Seoul	140	6.4	16	6.9	3	7.2	-
	H-35	Dong-Seoul	290	6.5	25	7.4	3	7.7	-
	H-50	Bugok	120	6.2	15	6.5	2	6.8	-
	H-100	Sungnam	300	7.3	25	8.5	2	9.0	-
	H-120	Incheon	140	6.3	15	6.8	2	7.0	-
	H-15	Gunja	180	6.5	30	7.7	6	9.8	-
		Maesong	420	7.5	57	9.5	4	11.2	-
	H-110	Nam-Incheon	180	7.3	26	8.0	2	8.2	-
Average			225	7.0	30	7.7	4	9.2	-

Table 1. Related Guidelines and Studies for Design Hourly Factor Estimation (Cont'd)

Case	Study Area		8,760th Curve		1,000th Curve		100th Curve		Notes
			Rank	K(%)	Rank	K(%)	Rank	K(%)	
9	The Derivation of Design Hourly Factor (K) Using Volume Distribution Curves, Kim, 2000								
	N.H.-3	Seongnam-Gwangju	23	8.3	-	-	-	-	-
	N.H.-6	Yangsuri-Yangpyung	51	11.9	-	-	-	-	-
		Wabu-Paldang	35	9.5	-	-	-	-	-
	N.H.-37	Yeoju-Yeouju IC	24	8.6	-	-	-	-	-
	N.H.-39	Songchu-Uijeongbu	24	8.2	-	-	-	-	-
	N.H.-42	Yongin-Yangji	38	10.2	-	-	-	-	-
	N.H.-43	Suwon-Hyangnam	25	8.7	-	-	-	-	-
	N.H.-45	Yongin IC-Gwangju	27	9.1	-	-	-	-	-
National Highway		Range of K	23 ~ 51	8.2 ~ 11.9	-	-	-	-	-
		Average	29	9.1	-	-	-	-	-
10	Determination of Design Hour Rank Considering Design Level of Service, Moon et al., 2004								
	National Highway(≥4)		150	-	-	-	-	-	-
11	A Study on The Value of Roads Grade K-factor in Roadways Design, Kim, 2006								
	N.H.(4)	Urban	< 10	12	-	-	-	-	National Highway
	N.H.(2)	Tourist Spot		24	-	-	-	-	
12	The Selection of Optimal Probability Distribution and Estimation for Design Hourly Factor in National Highway Roads, Cho, 2006								
	Arterial	Suburban	30	15	-	-	-	-	-
	Freeway	Urban	26 ~ 50	8 ~ 12	-	-	-	-	recurrent

그 내용에 변동이 없다. 일본 도로협회의 도로구조령의 해설과 운용 (1999)에서 역시 미국 사례와 동일하게 30번째 시간교통량을 설계시간교통량을 제시하고 있다.

2.1.2 국내 설계시간계수 적용 지침

도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침 (2000)은 국외 사례와 동일하게 충분한 교통량 자료의 부재와 관련된 연구의 한계를 이유로 30번째 시간교통량을 설계시간교통량으로 채택하고 있다. 다만, 고속도로와 같이 연중 교통량의 변화가 심한 경우에는 특별한 고려가 필요하다고 제시하고 있다.

도로용량현람 (2001)에서는 매년 발간되는 해당지역의 교통량 상시조사자료(도로교통량 통계연보)를 활용하여 해당사업에 맞게 적용하도록 하고 있다. 적정한 값을 구할 수 없는 경우에는 Table 1과 같은 분류에 따라 사용하도록 하고 있다.

고속도로 타당성 조사 및 기본설계 실무지침서 (1999)는 고속도로 교통량조사 자료를 우선적으로 활용도록 하고 있으며, 과업노선의 성격 및 지역적 특성이 유사한 기존 도로의 자료를 이용하도록 하고 있다. 국내 대부분의 지침에서는 기본적으로 30번째 순위를 적용하고 있다.

2.2 설계시간계수 산정 관련 연구

설계시간계수 산정과 관련된 선행연구는 크게 세 가지 흐름으로 분류해볼 수 있다.

- ① 순위곡선의 크기나 형태를 변형하는 방식으로 변곡점을 찾는 방식에 관한 연구(변곡점 탐색 연구)
- ② 설계시간계수에 대한 개념자체를 재정립하여 산정하는 방식에 관한 연구(개념 재정립 연구)
- ③ 순위곡선을 통해 모형을 추정하고, 이를 이용해서 설계시간계수를 산정하는 방식에 관한 연구(순위곡선 모형추정 연구)

2.2.1 변곡점 탐색 연구

켄터키 주(Commonwealth of Kentucky, 1977)에서는 HCM 방식의 시간교통량 순위곡선에서 변곡점을 명확히 지정할 수 없음을 언급하고, 순위곡선을 8,760순위, 상위 1,000순위, 상위 100순위의 세 가지 형태로 세분하여 분석을 시도하였다. 주 정부는 변곡점 탐색에 있어 상위 1,000순위곡선을 이용하는 것이 변곡점 범위를 찾는 데 더 뚜렷할 것으로 보고 사용을 권고하고 있다.

Hempsey et al.(1999)은 HCM에서 설명하는 기존 30번째 순위 시간 산정방법의 문제점을 지적하였다. Fig. 2에서처럼, 순위곡선의 범위(300순위, 8,760순위)에 따른 산정결과의 차이를 설명하였

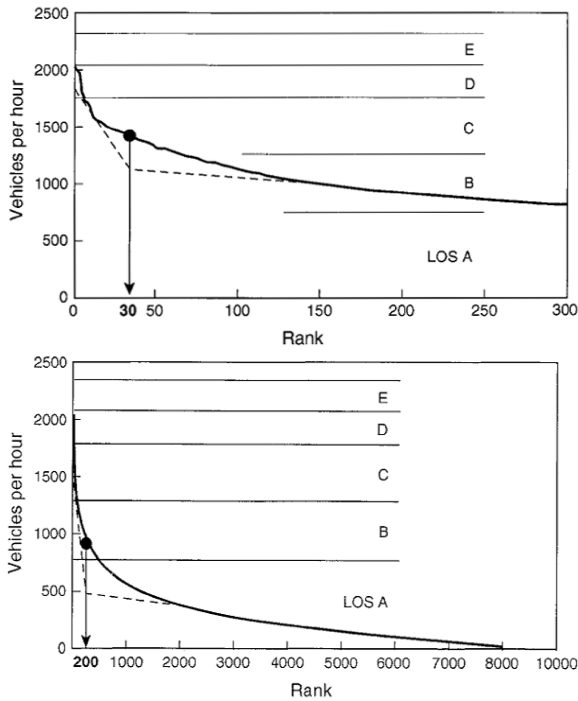


Fig. 2. Hourly Traffic Volume Curves (Hepsey and Teply, 1999)

다. Baek et al.(2007)은 국외사례와 달리 30번째 순위가 지역적 특성을 충분히 반영하지 못함을 지적하고, 곡률을 이용한 변곡점 (knee of the curve) 산정식을 적용하여 순위곡선의 기울기가 급격히 변화하는 지점으로 설명하였다.

2.2.2 개념 재정립 연구

설계시간계수와 더불어 설계시간교통량 산정에 영향을 미치는 중요 변수는 중방향계수(D Factor)이다. Wu(1994), Sharma et al.(1992, 1995), Moon et al.(2003), Liu et al.(2006)은 기존의 중방향 설계시간교통량(DDHV, Directional Design Hour Volume)이

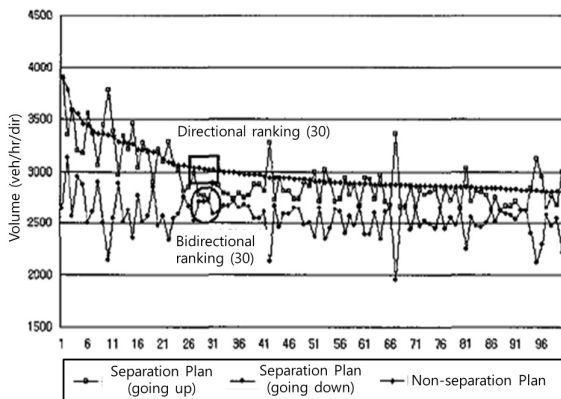


Fig. 3. Rank Reversal (Moon et al., 2003)

양방향시간교통량의 합으로부터 K factor, D factor를 도출하여 산정되고 있음에 따라 설계순위와 실제순위의 차이, DDHV 산정 값의 오차, DDHV의 불규칙한 변동 등의 문제가 발생한다는 점을 지적하고 이를 해결할 수 있는 대안으로 설계시간계수와 중방향계수의 곱으로써 동시에 도출되어야 한다고 제시하고 있다.

Moon et al.(2003)은 교통량 흐름에 대한 방향성 구분 없이 적용할 경우, Fig. 3과 같이 순위가 역전되는 등 과대 또는 과소 추정 우려가 있음을 지적하였다.

2.2.3 순위곡선 모형추정 연구

설계시간계수를 산정하는데 있어 다양한 추정방식들이 제시되고 있으며, 주로 다루어지고 있는 방식으로는 Sharma et al.(1988), Bailey(1988), Byrne(2007), Kim(2000), Lee(2001), 임성한 등(2003)의 연구에서와 같이 설계시간계수를 산정하는 과정에 있어 연평균 일교통량(AADT)과의 관계식 추정이 있다.

Sharma et al.(1988)은 설계시간교통량(DHV)을 어떻게 예측할 것인지에 관심이 있었으며, 한 지점의 30번째 순위 교통량과 AADT 사이의 관계를 일관되게 예측할 수 있도록 하는데 주안을 두었다. Sharma et al.(1988)은 단일 모형과 유형별 모형, 두 가지 형태로 구분하여 DHV모형(30HV-AADT 관계식)을 제시하고 있다.

Bailey(1988)는 7월이나 8월 주말교통량 집계를 기반으로 30번째 순위시간을 추정하는 방법과 AADT와의 선형관계식으로 추정하는 방법을 제시하고 있다. 경우에 따라 두 방법이 용이할 수 있음을 설명하였다.

Byrne(2007)는 Sharma et al.(1988)과 유사한 연구를 수행하였는데, 버먼트 주의 도로를 6개 유형으로 분류하고 각 유형별로 AADT를 독립변수로 하여 설계시간교통량을 추정하는 회귀모형을 검토하였다. 또한 별도로 상수항이 없는 직선회귀식의 기울기를 설계시간계수로 해석하는 설계시간계수 직접추정모형을 제시하였다. 그러나 이 논문 역시 30번째 순위 시간교통량을 설계시간교통량의 모수로 가정하고 있다.

Kim(2000)은 경기도 내 일반국도를 대상으로 설계시간 교통량 순위곡선이 갖는 변곡점 범위를 추정하여 도로의 통행특성(차 노선의 계절별, 월별, 요일별, 시간별 교통특성)과 순위곡선이 갖는 일반적인 특성을 찾아내고 순위곡선이 갖는 모형식을 추정하여 지역(경기도) 설계시간계수를 도출하였다. Kim(2000)은 변곡점을 찾기 위해 순위곡선을 우선 추정하였다.

Lee(2001)은 수도권 내 일반국도의 순위곡선이 S형 곡선인 점에 감안하여 Kim(2000)의 연구와는 달리 순위곡선을 대수모형으로 추정하였다. Lee(2001)은 상위 1,000순위곡선과 상위 100순위곡선을 4개의 도로유형(도시부, 지방부, 2차로 국도, 관광지)별로 각각 추정하였다.

Lim et al.(2003)은 일반국도를 대상으로 하여 K30과 AADT간의 관계를 규명하고 이를 회귀분석을 통해 모형화 하였다. Lim et al.(2003)의 연구가 기존 방식과 다른 특징은 비선형모형으로 추정되고 있다는 것이다.

Cho et al.(2006)은 일반국도를 대상으로 하여 설계시간계수의 확률분포모형을 추정하고 있다는 것이 기존의 추정방식과는 차별화되고 있다. Normal, Inverse, Gaussian, Log-normal II, Erlang 등 14개의 확률분포모형을 도시부, 지방부(2차로, 4차로), 관광부 도로 등 도로유형별로 검토하여 가장 설명력이 높은 확률분포모형을 선정하고 있다. 이 연구 역시 30번째 순위로 가정하여 적용하고 있다.

3. Simple Linear Regression을 이용한 knee 탐색법 도출

3.1 기존 연구와의 차별성

본 연구는 앞서 분류한 연구 중에서 변곡점 탐색 연구에 속한다. 최근 Baek et al.(2007)이 곡률을 이용하여 변곡점을 결정하는 방법을 제안하였으나, 그 이전에 순위곡선을 회귀식 모형으로 추정하는 과정(순위곡선 모형추정 연구에 해당)이 필요하였다. 본 연구는 순위곡선의 모형을 추정하지 않기 때문에, 상대적으로 직관적이다. 본 연구에서는 일반적으로 적용되는 30번째 순위를 이용한 설계시간계수의 문제점을 개선하고자, 대안으로써 Simple Linear Regression을 이용한 knee 탐색법을 제안하였다.

본 연구에서 제안하는 탐색법은 Salvador et al.(2004)이 정리한 knee(변곡점, 곡선의 기울기 특성이 변하는 지점) 탐색 방법을 참고하였으며, 내용은 다음과 같다.

- ① 두 점간의 최대 편차(the largest magnitude difference between two points)
- ② 두 점간의 최대 변화율(the largest ratio difference between two points)
- ③ 특정 임계치를 초과하는 첫 번째 2계도 함수 값(the first data point with a second derivate above some threshold value)
- ④ 2계도 함수 값이 최대가 되는 점(the data point with the largest second derivative)
- ⑤ 곡선을 접합한 직선에서의 거리가 최대가 되는 점(the point on the curve that is furthest from a line fitted to the entire curve)
- ⑥ 곡선을 2개의 직선으로 접합한 후 오차의 합이 최소가 되는 두 직선의 접점(L-method, which finds the boundary between the pair of straight lines that most closely fit the curve)

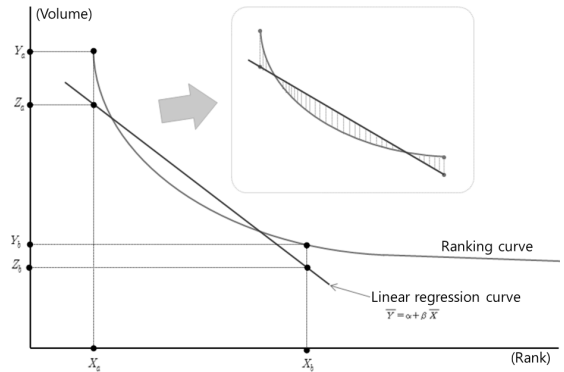


Fig. 4. The Knee Searching Method based on Simple Linear Regression

3.2 Simple Linear Regression을 이용한 knee 탐색법

본 연구에서는 Fig. 4와 같이 두 점 사이의 구간 값들에 대한 Simple Linear Regression을 추정하고 추정된 회귀직선의 값(모형 추정 값)과 순위곡선 상에 위치한 값(실제 값) 사이의 오차를 이용하여 곡선의 변화를 탐색하였다.

순위곡선의 변화를 탐색하기 위해 시점(순위곡선 상 1순위 지점)은 고정된 채 분석구간의 중점(관측값 3개 이상을 고려함에 따라, 1, 2순위를 제외한 순위곡선 상의 지점)을 증가시키면서 각 구간에 대한 오차의 제곱을 분석구간 수(자유도)로 나누어 합산하였다. 오차는 Fig. 4에서 빗금이 치어진 부분과 관련되며, 임의의 [a, b] 구간에 대한 구간 계산식은 다음과 같다. 본 논문에서 a=1 이다.

$$S_n = \sum_{n=a}^b \frac{(Y_n - Z_n)^2}{b-a}, \quad a=1 \quad (1)$$

Eq. (1)은 Fig. 4에서처럼 오차가 양과 음의 값을 가지게 됨에 따라 제곱을 적용하고 있으며, 분석구간의 범위가 증가함에 따라 오차 제곱합이 증가하게 되는 영향을 고려하기 위해 분석구간의 범위로 나누어주고 있다. 본 연구에서 이 계산식(S_n)은 ‘구간평균 오차제곱합’으로 명하여 사용토록 한다. 다음으로 설계시간순위는 산출된 구간평균 오차제곱합의 차분에 대한 런(Run) 패턴을 검토하여 결정토록 하였다. 런의 길이가 구분되어지는 지점으로 런 패턴을 검토하였다.

3.3 설계시간계수 산정 : 충청도 일반국도 대상

본 연구에서는 Simple Linear Regression을 이용한 knee 탐색법을 적용하여 설계시간순위를 결정하였다. Fig. 5와 같이 전반적으로 구간평균 오차제곱합이 증가하다 감소하는 지점이 채택되고

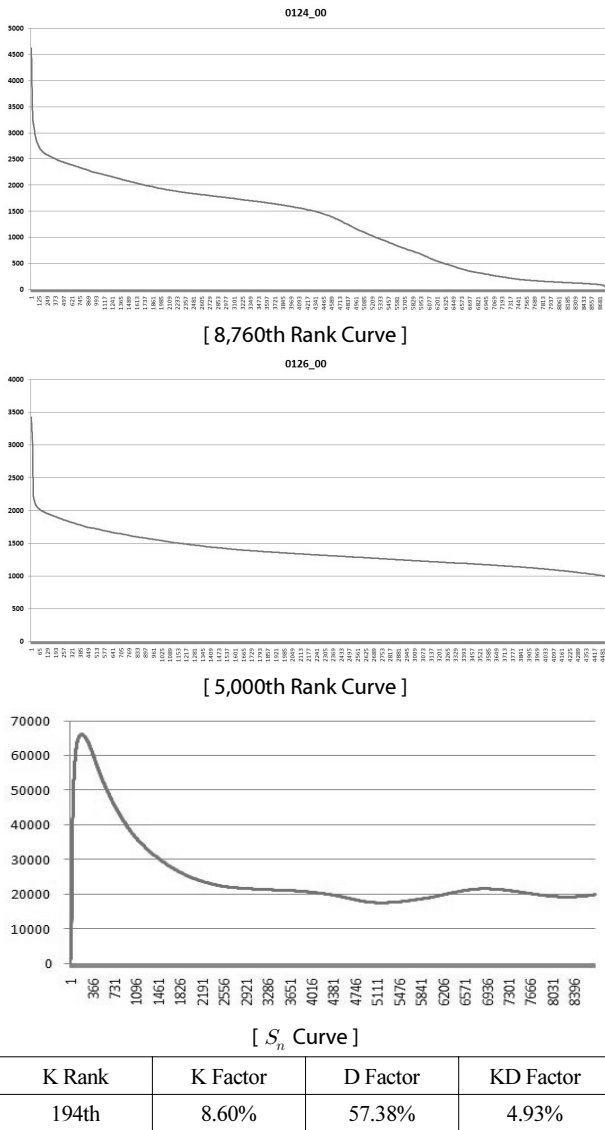


Fig. 5. Design Hourly Volume Estimation (Station 0124-0)

있으며, Fig. 6과 같이 최상위순위 그룹의 값이 큰 상시조사지점 [2924-2]의 경우 변화로 인식할 수 있는(감소하다 증가하는) 지점을 채택하였다.

49개 조사지점을 대상으로 산정한 설계시간순위와 설계시간계수는 Table 2에 제시하였다. 설계시간순위는 최소 43순위에서 최대 694순위까지 검토되고 있으며, 설계시간계수는 최소 7.74%에서 최대 20.66%까지 산정되었다. 설계시간계수는 각 %별로 7%대(2지점), 8%대(22지점), 9%대(10지점), 10%대(4지점), 11%대(4지점), 12%대(4지점), 20%대(3지점)로 조사되었다. 대체적으로 8~9%대에서 산정되고 있는 것으로 검토되었다. 분석지점 중 설계시간교통량보다 높은 시간교통량이 나타나는 비율은 연간 대

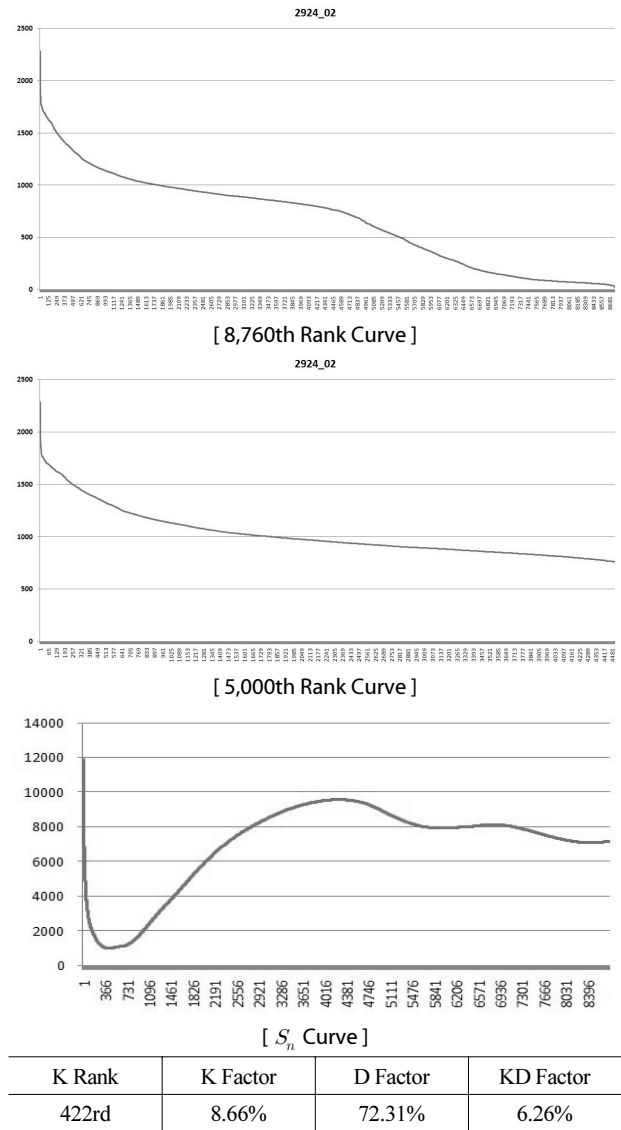


Fig. 6. Design Hourly Volume Estimation (Station 2924-2)

부분 5% 미만이며, 3지점은 10% 미만이었다. 설계시간계수(K)와 중방향계수(D)의 곱인 중방향설계시간계수(KD)는 최소 3.93%에서 최대 11.51%로 산정되었다.

3.4 산정된 설계시간계수 검토

49개 상시조사지점 교통량을 Box-plot을 통해 검토해본 결과, 특이치가 평균 4.7일(최소 하루, 최대 36일)로 검토되었다. 기존처럼 미국지침에서 시작한 30번째 순위를 사용하게 될 경우, 우리나라 특성상 특이치인 명절기간만 제외하는 것으로 설계시간교통량을 산정하게 된다고 볼 수 있다. 다시 말해, 명절기간 이외의 지역적 특이치가 반영되지 못한 일관된 설계시간계수의 산정으로 과대추

Table 2. Stational Design Hourly Rank and K Factor

Station	K Rank	K Factor(%)	Station	K Rank	K Factor(%)	Station	K Rank	K Factor(%)
[2922-0]	663	7.74	[0405-1]	68	8.78	[3209-3]	76	9.87
[0130-1]	80	7.98	[2114-0]	78	8.80	[3408-0]	48	10.01
[0131-2]	76	8.12	[2324-1]	114	8.82	[2921-1]	119	10.17
[0325-4]	226	8.14	[1720-1]	143	8.83	[2518-2]	91	10.94
[3801-6]	466	8.21	[1719-2]	139	8.84	[3810-0]	123	11.06
[0132-0]	127	8.28	[3808-0]	487	8.85	[2915-4]	130	11.32
[3404-0]	159	8.28	[0406-2]	97	8.97	[0524-4]	127	11.51
[1720-0]	337	8.32	[2111-1]	83	9.01	[3808-1]	158	11.56
[3902-0]	682	8.35	[2919-0]	174	9.14	[2101-5]	168	12.13
[0324-3]	694	8.43	[0127-1]	94	9.17	[3604-3]	97	12.23
[0124-0]	194	8.60	[0126-0]	87	9.26	[0324-2]	557	12.42
[0325-3]	251	8.60	[3209-1]	128	9.29	[1923-4]	85	12.95
[0325-1]	177	8.66	[3609-1]	128	9.58	[4001-5]	57	19.74
[2924-2]	422	8.66	[3707-0]	86	9.58	[3201-0]	107	20.30
[2917-0]	225	8.70	[1919-1]	442	9.66	[7720-0]	43	20.66
[1922-0]	136	8.71	[2106-4]	141	9.67			
[0127-2]	112	8.78	[1716-2]	161	9.85			

정의 가능성이 높아질 우려가 있다.

49개 상시조사지점 중 서해안에 위치하는 [7720-0], [3201-0], [4001-5]지점(Fig. 7의 (A)영역에 해당)은 관광도로의 특성에 따라 설계시간계수가 19% 이상을 보이고 있다. 김범진 등(2006)은 관광 위락지역을 대상으로 설계시간계수 24%를 산정하고 있어 본 연구와 근접한 결과를 설명한다. 본 분석지점의 평균 화물차통행비율은 25.78%이며, 최소 7.84%에서 최대 53.80%로 조사되고 있다. Fig. 7의 (B)영역에 해당하는 지점은 최상위 그룹의 시간교통량이 상대적으로 크며, 화물차통행비율이 높은 산업도로의 특성을 반영하고 있다.

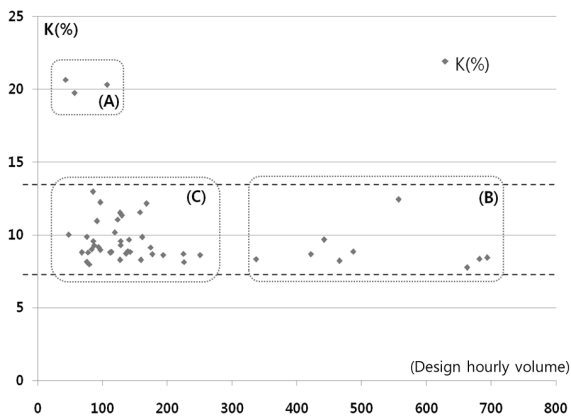


Fig. 7. Distribution of K Factor in Design Hourly Rank

4. 결론 및 향후과제

4.1 결론

과거와 달리 교통량 조사가 기술적으로 뒷받침 되고 있지만, 현재까지 상위 30순위를 설계시간순위로 사용하고 있다. 앞서 설명 하였듯이, 이러한 일괄 적용은 지역 교통특성이 반영되지 않아 과대 또는 과소 추정 of 결과를 낳을 수 있다. 더욱이 가장 근본적인 문제는 설계시간순위를 산정하는데 있어서 순위곡선의 변곡점을 탐색하는 과정이 이론적으로 바탕을 두고 있지 않으며 주관적이다.

본 연구는 지역 교통특성을 반영한 설계시간계수를 산정함으로써 합리적인 도로시설 규모 산정에 이바지하고자 하였다. 설계시간계수 산정과정의 개선을 위해, 본 연구는 설계시간계수 산정관련 연구 중 시간교통량순위곡선에서 변곡점을 탐색하는 방법에 대한 연구를 수행하였다. 제안하고 있는 방법론은 단순선형회귀(Simple Linear Regression)를 이용하여 변곡점(knee)을 탐색하고 있으며, 본 연구의 기법을 충청권 일반국도에 적용하여 설계시간계수를 산정하였다.

본 연구의 결과, 충청권 일반국도 49개 상시조사지점은 설계시간 순위가 43-694순위로 일반적으로 사용되는 30번째 순위보다 모두 하위 순위에서 발생되고 있음을 확인할 수 있었다. 기존 지침과 비교하면 차로수 결정시, 상대적으로 과소추정의 우려가 있다. 하지만 이런 해석과 달리 기존 설계시간계수는 지침에서 평균값으로 제공되고 있기 때문에, 본 연구의 분석지점과 비교하면 상대적으로

로 과대 또는 과소추정이 될 수 있다.

4.2 향후 연구 과제

본 연구는 순위곡선의 상위 30순위에 대한 기본 가정 없이, 수학적으로 접근을 하고 있다는 점에서 연구의 성과를 제시할 수 있다. 하지만 제시한 기법에 대한 적합성 측면에서의 검토는 향후 좀 더 추가적으로 고려되어야 할 것으로 판단된다.

또한 본 연구에서는 설계시간계수와 중방향계수를 개별적으로 산정하고 있음에 따라, Wu(1984)와 문미경 등(2003)이 지적한 것처럼 설계순위와 실제순위의 차이, DDHV 산정 값의 오차, DDHV의 불규칙한 변동 등의 문제가 발생할 수 있다. 설계시간계수 산정과정 중 개념 재정립 연구에서 제시하였듯이, 교통량 흐름에 대한 방향성을 적용하기 위해 향후 중방향계수를 동시에 적용하여 분석할 필요가 있다.

감사의 글

이 논문은 2012년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2010-0029446).

References

- AASHTO (2004). *A policy on geometric design of highways and streets*, AASHTO.
- Bae, H. J. (1999). *A derivation of the hourly traffic volume curves for estimating the K-factor on highways*, Master's Thesis, Hanyang University, Seoul, Korea (in Korean).
- Baek, S. K., Kim, B. J., Lee, J. H. and Son, Y. T. (2007). "Design hourly factor estimation with vehicle detection system." *Journal of Korean Society of Transportation*, Korean Society of Transportation, Vol. 25, No. 6, pp. 79-88 (in Korean).
- Bailey, M. J. (1981). "Estimation of design hour volume." *ITE Journal*, Vol. 51, Issue. 8, pp. 50-56.
- Byrne, B. (1993). Revised method for estimating design hourly volumes in vermont, *Transportation Research Record*, No. 1993.
- Cho, J. H., Han, J. H., Kim, S. H. and Lee, B. S. (2006). "The selection of optimal probability distribution and estimation for design hourly factor in national highway roads." *Journal of Korean Society of Transportation*, Korean Society of Transportation, Vol. 24, No. 6, pp. 33-43 (in Korean).
- Harmelink, M. D. (1968). Estimation of annual average daily traffic and thirtieth highest hourly volume, *Department of Highways Ontario*, Report No. 140.
- Heibl, J. J. (1965). A method for estimating design hourly traffic volumes, *Highway Research Record*, No. 72, pp. 88-100.
- Hempsey, L. J. and Teply, S. (1999). "Redesigning the design hour for alberta highways." *ITE Journal*, Vol. 69, Issue. 5, pp. 43-48.
- Kim, J. H. (2000). *The derivation of design hourly factor (k) using volume distribution curves*, Master's Thesis, Hanyang University, Seoul, Korea (in Korean).
- Lee, Y. K. (2001). *A derivation of the hourly traffic volume curves for estimating the K-factor on national roadways*, Master's Thesis, Hanyang University, Seoul, Korea (in Korean).
- Lim, S. H., Kim, Y. S., Byun, S. C. and Oh, J. S. (2006). "Estimation of design hourly factor using AADT of national highway roads." *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, Korean Society of Civil Engineers, Vol. 23, No. 1D, pp. 19-26 (in Korean).
- Liu, Z. and Sharma, S. C. (2006). Predicting directional design hourly volume from statutory holiday traffic, *Transportation Research Record*, Issue. 1968, pp. 30-39.
- Ministry of Construction and Transportation (2000). *Rules about the Road Structure and Facilities Standards* (in Korean).
- Ministry of Construction and Transportation (2001). *Korea highway capacity manual* (in Korean).
- Moon, M. K., Jang, M. S. and Kang, J. S. (2003). "A study on improvement of the DDHV estimating method." *Journal of Korean Society of Transportation*, Korean Society of Transportation, Vol. 21, No. 5, pp. 61-71 (in Korean).
- Moon, M. K., Jang, M. S. and Kang, J. S. (2004). "Determination of design hour rank considering design level of service." *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 22, No. 2, pp. 55-63 (in Korean).
- Schoon, J. G. (2000). *Geometric design projects for highways: An Introduction (Second Edition)*, ASCE Press.
- Sharma, S. C. and Oh, J. Y. (1988). "Prediction of design hour volume as a function of amount and nature of travel." *ITE Journal*, Volume. 58, Issue. 2, pp. 19-24.
- Sharma, S. C. and Oh, J. Y. (1990). "Prediction of design volume from highest hours of monthly traffic flow." *ITE Journal*, Volume. 60, Issue. 9, pp. 25-31.
- Sharma, S. C. and Singh, A. K. (1992). "Reexamination of directional distribution of highway traffic." *Journal of Transportation Engineering*, Volume. 118, pp. 323-337.
- Sharma, S. C., Oh, J. Y. and Wyatt, J. J. (1987). "Estimation of design hourly volume from seasonal traffic counts." *Canadian Journal of Civil Engineering*, Volume. 14, pp. 728-731.
- Sharma, S. C., Wu, Y. and Rizak, S. N. (1995). "Determination of DDHV from directional traffic flows." *Journal of Transportation Engineering*, Volume. 121, Issue. 4, pp. 369-375.
- Transportation Research Board (1985). *Highway capacity manual*.
- Transportation Research Board (2000). *Highway capacity manual*.
- Transportation Research Board (2010). *Highway capacity manual*.
- Wu, Y. (1994). *Estimation of directional design hour volume: Some important consideration*, M. Sc. Dissertation, University of Regina, Canada.