

■ 論 文 ■

설계서비스수준을 고려한 설계시간순위 결정방안 (국도 4차로이상을 대상으로)

Determination of Design Hour Rank Considering Design Level of Service

문 미 경

(한양대학교 첨단도로연구센터
도로교통연구실장)

장 명 순

(한양대학교
교통시스템공학과 교수)

강 재 수

(한국도로공사
경기건설사업소 소장)

목 차

- I. 서론
 - 1. 연구배경 및 목적
 - 2. 연구내용 및 방법
 - II. 관련문헌 검토
 - 1. 설계시간계수의 정의
 - 2. 설계시간계수 추정방법
 - 3. 설계시간순위
 - 4. 중방향설계시간계수(KD) 정의
 - III. 자료 조사분석 및 문제점
 - 1. 자료 조사분석
 - 2. 현행 설계시간순위의 문제점
 - IV. 설계서비스수준을 고려한 설계시간순위
 - 1. 설계서비스수준
 - 2. 설계서비스수준을 고려한 설계시간순위 결정
 - V. 설계시간순위 변경에 따른 기대효과
 - 1. 최대시간교통량 대 용량비율 증가
 - 2. 휴일비율 감소
 - 3. 중방향 설계시간계수 감소
 - VI. 결론
 - 1. 연구결과
 - 2. 향후 연구과제
- 참고문헌

Key Words : 설계시간교통량, 설계시간계수, 설계시간순위, 30순위, 설계서비스수준

요 약

기존의 설계시간순위 결정은 "순위곡선의 기울기가 완만해지는 지점"이라는 정성적인 기준을 사용하였다. 따라서, 분석자마다 서로 다른 결과를 도출하고 도로 설계시 고려해야하는 두요소(교통혼잡, 경제성)를 전혀 고려하지 못하는 문제점이 있다. 또한 현재의 도로 설계시 대상으로 삼는 시간교통량은 국내 도로의 교통특성이 설, 추석 등의 연휴에 집중적으로 몰리는 등 외국과 그 특성이 상이함에도 불구하고 미국과 동일한 상위 30순위 교통량을 사용한다. 상위 30순위 교통량을 설계시간순위로 하는 경우, 상위 30순위교통량 중 휴일교통량의 비율이 74.1%(설, 추석 연휴 39.7%)로 휴일 집중 교통량의 영향을 크게 받으며, 연중 최대교통량이 용량의 85.2%에 불과해 도로가 과다설계된다.

본 연구에서는 목표년도의 연중 최대시간교통량이 용량에 도달하는 순위를 설계시간순위로 하였으며, 분석결과 상위 150순위가 교통혼잡과 도로의 경제성을 모두 고려할 수 있는 설계시간순위로 선정되었다.

설계시간순위를 150순위로 할 경우 현행 설계순위인 30순위에 비해 휴일비율 13.8% 감소, 최대시간교통량의 용량비율(V_1/C_a) 16.0% 증가의 효과가 있을 것으로 분석되었다.

- 현행 설계시간순위(30순위) : 휴일비율 74.1%(설, 추석 비율 39.7%), V_1/C_a 85.2%
- 제안 설계시간순위(150순위) : 휴일비율 60.3%(설, 추석비율 23.0%), V_1/C_a 101.2%

I. 서론

1. 연구배경 및 목적

설계시 대상으로 하는 시간교통량의 순위(이하 설계 시간순위)는 설계대상도로에 대해 적절한 서비스수준의 제공 여부와 경제적 효율성을 고려하여 결정해야 한다.

현재의 설계시간계수 산출은 일년동안의 시간 교통량인 8,760시간을 높은 교통량부터 낮은 교통량의 순으로 나열한 뒤 순위곡선의 기울기가 급격하다가 완만해지는 지점의 시간교통량을 AADT로 나누는 값으로 하고 있다.¹⁾ 설계기준은 모든 사람이 동일한 결과를 도출할 수 있도록 설정되어야 함에도 불구하고 "기울기가 완만해지는 지점"이라는 주관적, 정성적인 기준으로 설계시간순위를 결정하도록 규정되어 기준으로서의 객관성 및 신뢰성이 낮다.

또한 현행 도로의 계획 및 설계시 사용하는 상위 30순위를 설계시간순위로 하여 도로를 설계시 평균적으로 최종 목표년도의 최대시간교통량도 용량에 도달하지 못하며(최대시간교통량 대 용량비, $V_1/C_a=0.852$), 상위 30순위 교통량중 휴일 교통량 비율이 74.1%에 해당되는 등 도로가 고규격, 고비용 도로로 과다 설계될 가능성이 크다.

본 연구에서는 도로의 혼잡과 경제성을 동시에 만족시키는 설계시간순위 도출로 고비용 및 저비용 도로로 인해 발생하는 문제점을 개선하여 도로운영의 경제성을 제고시키는 것을 그 목적으로 한다.

2. 연구내용 및 방법

본 연구에서는 설계시간순위 및 설계시간계수 산정 방법에 대한 문헌고찰과 일반국도 상시조사지점 중 4차로 이상 244개 지점에 대한 분석을 통해 현행 설계 시간순위의 문제점을 분석하고, 이를 개선할 수 있는 방안을 제시하였으며 개선시의 기대효과를 분석하였다.

현행 설계시간순위 결정에서는 양방향 시간교통량 합의 순위도를 이용하고 있다. 그러나 두 방향(상행, 하행) 교통량은 서로 독립적이며, 시간대별 변동 특성이 달라 양방향 교통량 합 순위도가 시간대별 변동특성을 정확히 반영하지 못하므로 본 연구에서는 설계시 대상으로 하는 중방향 교통량의 순위도에서 설계시간순위 및 설계시간계수를 도출한다.

II. 관련문헌 검토

1. 설계시간계수의 정의⁷⁾

교통량은 공간 및 시간에 따라 변화하며 이러한 변화는 교통수요를 적절히 처리하기 위한 교통계획 및 설계요구조건에 영향을 미치게 된다.

설계목적에 부합되는 적절한 시간교통량의 선정은 연간 모든 시간(또는 대부분의 시간)에 대해 적절한 서비스수준의 제공여부와 경제적 효율성을 고려하여 결정한다.

설계시간을 결정할 때에는 선택하고자하는 시간보다 더 많은 교통량이 통행하는 시간 즉 서비스 교통량을 초과하는 시간의 영향을 고려하여야 한다. 또 다른 고려사항은 서비스수준이다. 서비스수준 B로 설계된 도로는 서비스수준 D로 설계된 도로에 비해 설계시간 교통량보다 더 많은 교통량을 통과시킬 수 있다.

연평균 일교통량에 대한 설계시간교통량의 비율을 K라고 하는데, 이 값은 선정된 설계시간 및 도로의 특성, 주변환경에 따라 변한다.

2. 설계시간계수 추정방법^{1,3,4)}

설계시간계수를 산출하는 과정은 일반적으로 다음과 같은 절차를 따른다.

- (1) 교통량 순열 : 참고도로의 일년 8,760 시간교통량을 높은 교통량에서 낮은 교통량의 순서대로 배열한다.
- (2) 순위곡선 작성 : 각 시간당 교통량을 나타내는 점들을 연결하는 매끄러운 곡선을 그린다.
- (3) 설계시간순위 및 K 결정 : 상기 절차에서 작성된 곡선에서 곡선의 기울기가 완만해지는 지점을 결정된 후 그 지점에 해당하는 교통량의 연평균 일교통량에 대한 비율을 산출한다.

3. 설계시간순위

미국에서는 통상 10~50번째 사이의 시간교통량을 설계교통량으로 하고 있으며, 이 범위에 곡선의 꺾이는 부분을 포함하게 된다. 관공도로의 경우 50~100번째, 지방도로의 경우는 30번째, 도시도로에서는 10~20번째에서 순위곡선 기울기의 변화지점이 발생한다.⁷⁾

우리나라에서는 특정 연휴동안에는 교통량이 하루 종일 몰리는 것을 고려해 볼 때 설계시간 기준을 하향 조정할 필요가 있다. 우리나라의 경우 K값을 결정하는 교통량 순위는 관광도로의 경우 150~200번째, 도시주변 지역은 30~50번째, 그리고 지방지역 주요도로는 100번째가 타당한 것으로 본다.⁴⁾

현재 국내에서 도로의 설계시 기준으로 삼는 순위는 "상위 30순위"로 일률적인 적용을 하고 있다.^{1,3,5)}

4. 중방향설계시간계수(KD) 정의⁶⁾

현행 설계시간순위 결정에서는 양방향 시간교통량 합 순위도를 이용하고 있다. 그러나 두 방향(상행, 하행) 교통량은 서로 독립적이며, 시간대별 변동 특성이 달라 양방향 교통량 합 순위도가 시간대별 변동특성을 정확히 반영하지 못하므로 설계시 대상으로 하는 중방향 교통량의 순위도에서 설계시간순위 및 설계시간계수를 도출한다. 중방향 설계시간계수(KD)는 8,760 시간 교통량을 먼저 중방향 교통량만 추출하여 높은 값부터 낮은 값의 순으로 나열한 뒤 혼잡 예상시간과 효율성 등을 고려하여 선택된 중방향 시간교통량의 양방향 연평균 일교통량에 대한 비율로 정의된다.

설계시간교통량 산정시 중방향 설계시간계수에 의한 방법(KD)과 설계시간교통량 및 중방향계수에 의한 방법(K×D)는 다음과 같이 서로 다른 결과를 나타낸다.

$$DDHV = AADT' \times K \times D$$

$$= \frac{1}{365} \sum_{i=1}^{8,760} (A_i + B_i) \times \frac{A_m + B_m}{\frac{1}{365} \sum_{i=1}^{8,760} (A_i + B_i)}$$

$$\times \frac{Max(A_m, B_m)}{A_m + B_m} \quad (1)$$

$$DDHV = AADT' \times KD$$

$$= \frac{1}{365} \sum_{i=1}^{8,760} (A_i + B_i) \times \frac{Max(A_n, B_n)}{\frac{1}{365} \sum_{i=1}^{8,760} (A_i + B_i)} \quad (2)$$

여기서,

DDHV : 중방향 설계시간 교통량

AAADT' : 설계 대상으로 양방향 연평균일교통량

K : 설계시간계수

D : 중방향 계수

A_i, B_i : 시간 i 에서의 설계대상도로 방향별교통량

A_i, B_i : 참고지점에서 시간 i 에서의 방향별 교통량

A_m, B_m : 참고지점에서 양방향순위 m 에서의 방향별 교통량

A_n, B_n : 참고지점에서 중방향순위 n 에서의 방향별 교통량

일반국도 상시조사지점 360개 지점에 대한 분석결과와 현행 설계시간교통량 산정방법인 설계시간계수와 중방향계수를 각각 곱하는 방법에 의한 DDHV 산정시 오차율이 평균 8.4%, 최대 46.7%로 나타나 중방향설계시간계수를 곱하여 DDHV를 산정하는 방법이 설계시간계수와 중방향계수를 각각 곱하는 방법에 비해 타당한 것으로 판단된다. 이는 방향별 첨두특성이 서로 다름에도 불구하고 양방향 교통량 합을 이용한 순위도 곡선으로부터 설계시간계수를 산정하고 그때의 중방향계수를 적용함으로써 방향별로 독립적인 교통량에 대한 고려가 되지 않았기 때문이다.

III. 자료 조사분석 및 문제점 분석

1. 자료 조사분석

1) 분석대상

도로를 건설시 기본적으로 양방향 2차로 이상을 건설하며, 양방향 2차로에서의 방향별 교통량은 상호 독립적이지 않고 많은 영향을 미치는 형태를 보이므로 일반국도 상시조사지점 360개 지점 중 2차로 116개 지점을 제외한 4차로 이상 244개 지점을 설계시간순위 결정 및 중방향 설계시간계수 산정의 분석대상으로 한다.

분석대상인 4차로이상 도로 244개 지점 중 238개 지점이 4차로이며, 6개 지점만이 4차로 이상인 것으로 나타나 본 연구에서 분석대상으로 하는 도로는 대부분 4차로 도로임을 알 수 있다.

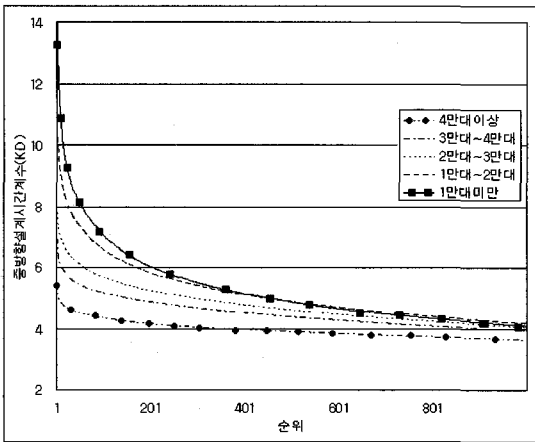
<표 1> 차로수별 분포

양방향 차로수	지점수	백분율(%)
2차로	116	32.2
4차로	238	66.1
4차로 초과	6	1.7
계	360	100.0

2) 도로특성별 설계시간순위 특성

연평균 일교통량을 기준으로 하여 설계시간순위를 분석한 결과 <그림 1>과 같다.

교통량이 많은 도로일수록 최대 중방향설계시간계수는 낮고 곡선의 기울기는 완만한 것으로 나타났으며, 교통량이 적은 도로일수록 최대 중방향설계시간계수는 높고 곡선의 기울기는 급한 것으로 나타나 기존의 연구들과 동일한 결과를 나타내는 것을 알 수 있다.



<그림 1> 교통량 크기별 설계시간순위 변동특성

3) 순위별 휴일비율 특성

국내도로는 설, 추석 등 연휴에 집중적으로 몰리는 등 외국과 그 특성을 달리하며, 설계시간순위를 결정시 휴일교통량 비율이 높으면 도로가 과다 설계되어 비효율적인 운영이 된다.

본 연구에서는 휴일을 <표 2>와 같이 정의하였다.

설계시간순위별 휴일교통량이 차지하는 비율을 분석한 결과 <표 3>과 같다. 상위순위일수록 휴일교통량 비율이 높고, 반면 하위순위일수록 휴일교통량이 낮은 것으로 나타나 상위순위 교통량이 휴일 집중교통량에 의한 영향을 많이 받는 것을 알 수 있다.

<표 2> 휴일 정의

a. 설, 추석	설, 추석명절 연휴
b. 연휴	2일 이상 휴일인 경우
c. 징검다리연휴	휴일 사이에 평일이 하루 있는 경우
d. 공휴일	공휴일 중 a, b에 포함되지 않은 날
e. 일요일	일요일 중 a, b, c에 포함되지 않은 날

<표 3> 순위별 휴일 비율

순위	설, 추석	연휴	징검다리	기타 휴일		총계
				공휴일	일요일	
10	44.6	6.2	3.3	1.2	22.8	78.1
30	39.7	6.2	3.4	1.5	23.3	74.1
50	35.2	6.2	3.5	1.8	24.1	70.8
100	27.8	5.7	3.8	1.8	25.5	64.7
150	23.0	5.1	4.0	2.0	26.1	60.3

2. 현행 설계시간순위의 문제점

1) 정성적 기준에 의한 설계시간순위 기준

기존의 설계시간계수 산정방법은 작성된 순위도곡선에서 곡선의 기울기가 완만해지는 지점으로 설계시간계수를 산정한다. 이때 "완만한 지점"이라는 정성적인 기준으로 인해 설계시간계수를 도출하는 분석자마다 서로 다른 결과를 나타내는 등 모든 사람에게서 동일한 결과를 기대할 수 있어야하는 설계의 기준으로서 적정하지 못하다.

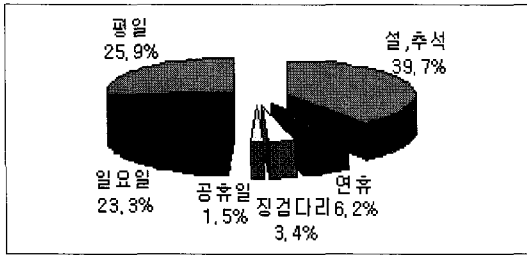
설계시간계수를 결정함에 있어서는 설계시간교통량을 초과하는 시간대(혼잡발생)와 도로가 용량에 크게 못 미치는 상태로 운영되는 정도(여유용량) 등 도로운영의 경제성을 고려해야 하나 현재의 기준으로는 경제성에 대한 분석을 할 수 없다.

따라서, 설계시간계수를 산정하는 방법에 있어서 정량화할 수 있고, 도로이용의 경제성을 고려할 수 있는 새로운 대안이 필요하다.

2) 설계시간순위내 휴일교통량 비율의 과다

설, 추석 등과 같이 특정 연휴동안에는 교통량이 하루종일 몰리는 등 우리나라의 통행특성이 외국과 달라 설계시간순위를 국내 실정에 맞게 조정할 필요성은 느끼면서도 통행특성에 대한 연구 미흡으로 미국의 AASHTO⁸⁾에서 제시하는 상위 30순위를 그대로 적용하고 있다.

현재 설계시간순위로 사용되는 상위 30순위에서 휴일이 차지하는 비율을 분석 결과 <그림 2>와 같이 74.1%(설, 추석 39.7%)로 매우 높게 나타나 기존의 상위 30순위를 대상으로 설계시 도로 규모가 휴일의 집중 교통량을 대상으로 결정되어 과다 설계로 비경제적인 도로운영이 될 가능성이 높다.



〈그림 2〉 현행 설계시간순위(30순위)의 휴일비율(%)

〈표 4〉 설, 추석연휴 비율 (단위:%)

구분	평균	최대	최소	표준편차
10순위	44.6	100.0	0.0	37.7
30순위	39.7	100.0	0.0	33.0
50순위	35.2	100.0	0.0	29.4
100순위	27.8	98.0	0.0	22.7
150순위	23.0	76.0	0.0	18.0

3) 비경제적인 도로운영

차로수는 목표년도(통상 20년)의 설계시간교통량이 일정 서비스수준을 유지하면서 운영되는 것을 목표로 결정된다.

현행 국도의 설계서비스수준은 'D'이며, 도로를 설계시 설계시간순위에서는 설계서비스수준을 초과하지 못하므로, 설계시간교통량은 서비스수준 'C' 이상, 'D' 이하인 상태에서 결정된다. 따라서, 본 논문에서는 설계시간순위에서의 V/C값을 'C~D'의 평균값으로 가정한다.

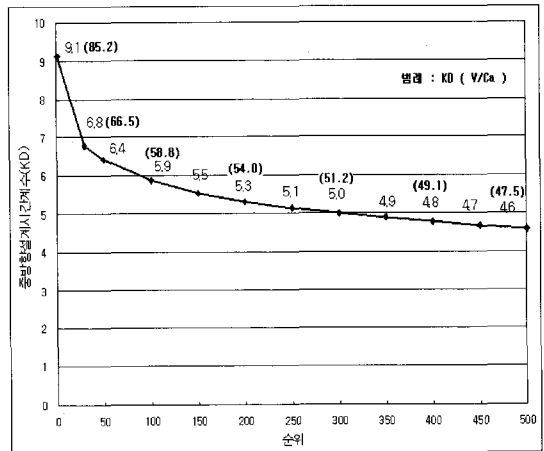
현재와 같이 설계시간순위를 30순위, 설계서비스수준 'C~D'로 도로를 설계시 AADT의 예측이 정확하고 시간교통량의 패턴이 현재와 동일하다면, 도로 개통 후 20년이 지나면 서비스수준 'C~D'를 초과하는 시간 교통량이 최대 29시간이 생긴다. 환언하면 개통 후 20년 동안 29시간을 제외한 시간은 적어도 설계서비스수준을 초과하지 않는다. 이는 도로의 용량을 초과하는 시간대가 적어 교통혼잡의 문제점은 발생하지 않지만 대부분의 시간에서 교통량이 도로의 용량에 미달하여 도로가 극히 비효율적으로 운영됨을 알 수 있다.

설계시간순위를 현재 사용하는 상위 30순위로 하고 교통량 대 용량비를 설계서비스수준 C와 D의 평균값인 66.5%로 도로 설계를 가정할 경우, 244개 분석대상 도로의 상위 1순위의 교통량 대 용량비 V_1/C_a 는

〈표 5〉 30순위 적용시 도로운영상태 분석

순위	$KD_i^{(1)}$ (%)	$(V_i/C_a)^{(2)}$ (%)
1	9.1	85.2
10	7.6	73.1
20	7.1	69.0
30	6.8	66.5

주 : 1) 분석대상 전체의 순위 i에서 KD의 평균
 2) 분석대상 각각에 대해 설계시간순위를 상위 30순위로하고, 설계서비스수준에 따른 교통량 대 용량비 C, D의 평균값인 66.5%로 할 경우 순위 i에서의 교통량 대 용량 비를 평균한 값



〈그림 3〉 현재의 설계시간순위 적용시 도로운영상태

〈표 4〉에 제시한 바와같이 평균 85.2%에 불과해 용량에 크게 못 미치는 것으로 분석되었다. 이는 도로가 최종 목표년도의 최대 시간교통량도 용량에 못 미치는 과다설계로 비경제적인 도로 운영이 이루어짐을 의미한다.

IV. 설계서비스수준을 고려한 설계시간순위

1. 설계서비스수준

설계서비스수준이란 설계대상도로의 혼잡상태를 어느 수준까지 허용할 것인가 하는 도로운영 상태의 결정기준이다.

도로는 통행하는 운전자가 쾌적하고 안전하게 주행할 수 있도록 설계서비스수준을 설정해야 하나, 당해 도로에 투자될 수 있는 비용에 한계가 있으므로 사회적, 경제적 측면에서 타당한 서비스수준을 선정하여 이에 맞는 기준으로 설계해야 한다.

〈표 6〉 설계서비스수준 및 V/C_a (국내기준)

설계서비스수준	지방지역	도시지역	비고
고속도로	C	D	$(V/C_a)C : 0.58$
일반도로	D	D	$(V/C_a)D : 0.75$

〈표 7〉 설계서비스수준 적용기준(AASHTO)

도로구분	지방지역			도시지역
	평지	구릉지	산지	
고속도로	B	B	C	C
간선도로	B	B	C	C
집산도로	C	C	D	D
국지도로	D	D	D	D

국내에서 도로의 설계시 기준으로 하는 설계서비스 수준 및 서비스수준별 교통량 대 용량비(V/C_a)는 〈표 6〉과 같다.

AASHTO⁸⁾에서는 도로의 종별 및 지역, 지형에 따라 〈표 7〉과 같이 설계서비스수준을 정하고 있다.

2. 설계서비스수준을 고려한 설계시간순위 결정

1) 개념

(1) 차로수 산정방법

차로수는 중방향설계시간교통량을 설계교통용량으로 나눈값을 2배하여 구한다.³⁾

HCM⁷⁾에서는 차로수를 DDHV가 2, 3, 4차로로 건설시 예상되는 각각의 서비스수준과 설계서비스수준이 같아지게 하는 방법으로 결정한다. 즉, 도로를 설계시 차로수는 설계시간교통량을 차로당 서비스용량으로 나눈값을 올림하여 적용한다. 이는 도로가 최종목표년도 설계시간순위에서 설계서비스수준 이상의 상태로 운영되어야함을 의미한다.

(2) 설계시간순위 결정방법

설계시간계수(설계시간순위)는 지나치게 높게 산출하면(상위순위) 비경제적인 도로 건설을 초래하고, 반대로 너무 낮게 적용하면(하위순위) 잦은 교통혼잡을 유발하게 된다. 따라서 K값(설계시간순위)의 합리적인 결정이 반드시 필요하다.³⁾

도로의 건설시 서로 상반되는 상기 두 관점을 모두 만족시키기 위해, 연중 최대교통량이 용량을 초과하지

않는 범위에서 설계시간교통량을 조정하는 것이 바람직하다고 판단된다.

본 연구에서는 도로를 설계시 계획목표년도의 연중 최대시간교통량(V_1)이 용량(C_a)을 초과하지 않는 조건을 만족시키는 교통량 중 최소시간교통량을 설계시간교통량으로, 이때의 순위를 설계시간순위로 하여 분석하였다. 즉, 연중 최대시간교통량이 용량을 초과하지 않아 교통 혼잡이 발생하지 않는 교통량 중 가장 작은 교통량을 설계시간교통량으로 선정하여, 도로가 과다 설계되는 것을 막고 경제적인 도로운영이 되는 설계시간순위를 도출하였다.

$$KD_{\max} = \frac{V_1}{AADT}$$

$$KD_i = \frac{V_i}{AADT} \quad (3)$$

설계시간순위를 i 로 두면

i 순위에서의 교통량 $V_i = MSF_i$, 이므로

$$KD_i = \frac{MSF_i}{AADT} \quad (4)$$

식(3)에서

$$AADT = \frac{V_1}{KD_{\max}} \quad (5)$$

식(5)를 식(4)에 대입하면

$$KD_i = MSF_i \times \frac{KD_{\max}}{V_1}$$

$$\frac{MSF_i}{V_1} = \frac{KD_i}{KD_{\max}}$$

이때, $V_1 = C_a$ 를 만족시키는 시간순위 i 는

$$\frac{MSF_i}{C_a} = \frac{KD_i}{KD_{\max}} \text{ 임}$$

여기서,

KD_i : 순위 i 에서의 시간교통량을 $AADT$ 로 나눈 값 $\left(\frac{V_i}{AADT}\right)$

KD_{\max} : 연중 최대시간교통량을 $AADT$ 로 나눈 값 $\left(\frac{V_1}{AADT}\right)$

- V_1 : 연중 최대시간교통량
- C_a : 도로의 차로당 시간당 용량(LOS E에서의 교통량)
- MSF_j : 설계서비스수준 "j"에서의 최대 서비스교통량

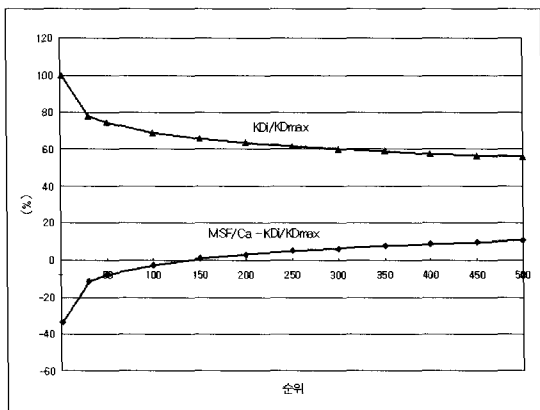
2) 설계시간순위 분석

연중 최대시간교통량 (V_1)이 용량 (C_a)을 만족시키는 값을 중방향 설계시간계수로 하여 분석결과 설계시간순위는 "상위 150순위", 중방향 설계시간계수는 "5.5"에서 연중 최대시간교통량과 교통용량이 동일한 것으로 분석되었다.

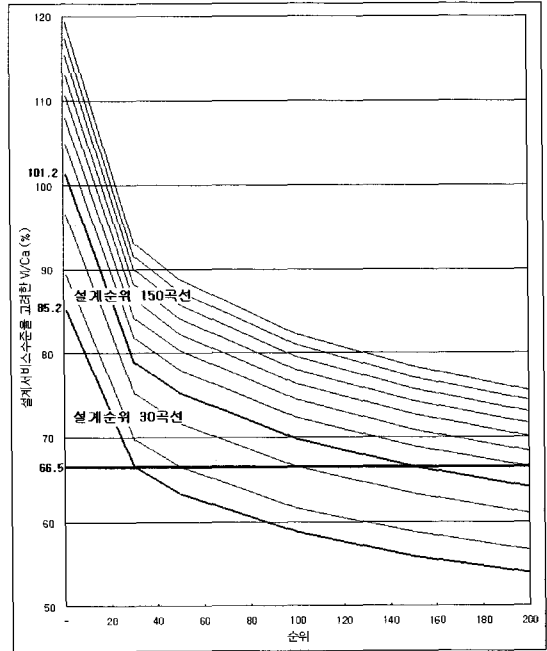
〈표 8〉 최대교통량과 용량이 같아지는 설계시간순위 (단위:%)

순위	$KD_i^{1)}$	$\frac{KD_i}{KD_{max}}^{2)}$	$\frac{MSF_j}{C_a} - \frac{KD_i}{KD_{max}}^{3)}$
1	9.1	100.0	-33.5
30	6.8	78.1	-11.6
50	6.4	74.4	-7.9
100	5.9	69.0	-2.5
150	5.5	65.7	0.8
200	5.3	63.4	3.1
300	5.0	60.1	6.4
400	4.8	57.7	8.8
500	4.6	55.7	10.8

주 : 1) 순위 "i"에서의 중방향 설계시간계수 값의 평균
 2) 순위 "i" 교통량을 상위 1순위교통량으로 나눈 값의 평균
 3) 용량에 대한 설계서비스교통량 비율과 상위 1순위교통량에 대한 순위 "i"교통량 비율의 평균값의 차이



〈그림 4〉 V_1 과 C_a 가 일치함을 가정시 V/C_a 의 변화



〈그림 5〉 설계시간순위 변화에 따른 도로운영상태

〈그림 5〉는 설계시간순위에서 설계서비스수준(MSF=0.665)이라고 가정시 교통량의 용량에 대한 비율(V/C_a)의 변화를 분석한 그림이다. 현재와 같이 상위 30순위를 설계시간순위로 할 경우 최대교통량의 용량비율은 85.2%로 나타나고, 상위 50순위, 100순위, 150순위로 설계시간순위를 변화시 각각 89.4%, 96.4%, 101.2%로 증가하는 것을 알 수 있다. 따라서 상위 150순위가 설계서비스수준을 고려한 설계시간순위로 적합한 것으로 판단된다.

V. 설계시간순위 변경에 따른 기대효과

설계시간순위를 현행 30순위에서 설계서비스수준을 고려한 150순위로 변경시 다음과 같은 효과가 나타날 것으로 판단된다.

1. 최대시간교통량 대 용량비율 증가

현행 설계시간순위인 30순위를 설계시간교통량으로 도로를 설계시 최대시간교통량 대 용량 비율이 85.2%로 낮게 나타나며, 반면 제안된 150순위에서는 101.2%로 최대 시간교통량이 용량상태에 도달하는 것으로 분석된다. 따라서, 설계시간순위 150순위를

〈표 9〉 설계시간순위에 따른 (V_i/C_a) 비교

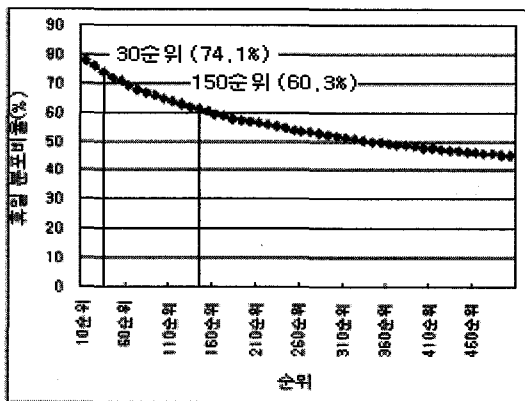
시간 교통량 순위 (i)	설계시간 순위							
	30순위				150순위			
	평균	최대	최소	표준 편차	평균	최대	최소	표준 편차
1	85.2	350.9	69.1	21.9	101.2	486.5	72.4	35.0
30	66.5	66.5	66.5	0.0	79.0	121.7	68.9	9.6
50	63.4	66.1	55.0	1.9	75.3	108.4	68.3	6.9
100	58.8	64.8	43.7	4.4	69.8	83.7	67.1	2.6
150	56.0	64.2	36.3	5.8	66.5	66.5	66.5	0.0
200	54.0	63.7	30.9	6.5	64.2	66.1	56.5	1.5
300	51.2	62.9	26.1	7.4	60.8	65.1	47.8	3.2
400	49.1	62.2	24.5	7.8	58.4	64.5	42.1	4.2
500	47.5	61.6	23.2	8.1	56.4	63.8	37.8	4.9

설계시간교통량으로 정하여 도로를 설계시 V_1/C_a 값이 16.0% 제고 될 것으로 기대된다.

2. 휴일비율 감소

〈표 3〉, 〈그림 3〉와 같이 휴일 비율은 30순위에서 74.1%, 100순위에서 64.7%, 150순위에서 60.3%로 상위순위에서 하위순위로 갈수록 낮아지는 특성을 나타낸다.

따라서, 현행 설계시간순위인 30순위에서는 휴일 비율이 74.1%(설, 추석비율 39.7%)로 매우 높게 나타나며, 반면 제안된 150순위의 휴일비율은 60.3%(설, 추석비율 23.0%)로 나타나 13.8%의 휴일비율 감소 및 16.7%의 설, 추석비율 감소가 기대된다. 이



〈그림 6〉 순위별 휴일 비율

로 인해 기존 설계시간순위가 교통량이 집중하는 휴일을 기준으로 하여 과다 설계되는 문제점을 개선하는 효과가 있을 것으로 판단된다.

3. 중방향 설계시간계수 감소

중방향 설계시간계수는 상위순위에서 하위순위로 갈수록 낮아지며, 현행 설계순위인 30순위에서 6.8%, 제안된 150순위에서 5.5%로 분석되어, 중방향 설계시간계수가 1.3%감소할 것으로 판단된다(〈표 5〉 참조).

VI. 결론

1. 연구결과

현재 설계시간계수 산정방법은 “순위곡선에서 기울기가 완만해지는 지점”이라는 주관적, 정성적 기준을 사용하고 있다. 이로 인해 분석자마다 서로 다른 결과를 도출하여 모든 사람이 동일한 분석결과를 도출할 수 있어야하는 설계기준으로서 적합하지 않다.

또한 국내에서는 설계시간순위에 대한 연구가 미흡하여 AASHTO에서 미국의 교통특성을 반영하여 제시한 상위 30순위를 국내에서도 설계시간순위로 그대로 적용하고 있다. 그러나 우리 나라에서는 특정 연휴동안에 교통량이 물리는 것을 고려해볼 때 미국의 설계시간순위를 그대로 적용 시 과다설계의 우려가 있어 하향 조정할 필요가 있다.

국도 4차로 이상인 244개 지점에 대해 현재의 설계시간순위인 상위 30순위 교통량을 분석결과 휴일 비율이 74.1%(설, 추석 연휴 비율 39.7%)로 과다하며, 계획목표년도 상위 1순위 교통량의 용량에 대한 비율 (V_1/C_a)이 0.852로 용량에 미달하여 비경제적인 도로 건설 및 운영이 예상된다.

따라서, 본 연구에서는 도로의 교통혼잡과 경제성을 고려하여 계획목표년도에서 전혀 혼잡이 발생하지 않는 최소교통량을 설계시간교통량으로 하며, 이때의 순위를 설계시간순위로 할 것을 제안한다. 설계시간순위 분석결과, 상위 150순위 시간교통량을 설계시간교통량으로 설계시 최대시간교통량이 용량에 도달하는 것으로 나타나 교통혼잡과 경제성을 모두 만족시키는 것으로 나타났다.

설계시간순위를 150순위로 할 경우 현행 설계시간

순위인 30순위에 비해 휴일비율 14.3% 감소(74.1% → 60.3%), 설, 추석 연휴 비율 16.7% 감소(39.7% → 23.0%), 최대시간교통량의 용량비율(V_1/C_0) 16.0% 증가(85.2% → 101.2%)의 효과가 있을 것으로 판단된다.

2. 향후 연구과제

본 연구에서는 설계시간순위 결정방안을 일반국도 4차로 이상에 대해서만 시행하였으며, 향후 고속도로 및 일반국도 2차로에 대해서 추가 연구가 필요하다.

또한 설계도로가 도로 및 지역특성이 유사한 도로에서 K계수 및 D계수 값을 구하고 있으므로 지역적 특성, 교통량 변동특성, 도로의 성격 및 기능 등 특성이 동일한 지점을 결정하는 방법에 대한 추가적인 연구가 수행되어야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 도로용량편람(2001), 건설교통부.
2. 도로교통량 통계연보(2001), 건설교통부.
3. 도로의 구조 및 시설기준에 관한 규칙 해설 및 지침(2000), 건설교통부.
4. 도로용량 편람 연구조사(제2,3단계) 제 2단계 최종보고서(1991), 건설교통부.
5. 장명순·강재수(2002), 도로계획과 설계, 엔지니어즈.
6. 문미경·장명순·강재수(2003), "설계시간교통량 산정방법 개선", 대한교통학회지, 제21권 제5권, 대한교통학회, pp.61~71.
7. Highway Capacity Manual(2000), Transportation Research Board.
8. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets(2001), American Association of State Highway and Transportation Officials.

✉ 주 작 성 자 : 문미경

✉ 논문투고일 : 2003. 10. 20

논문심사일 : 2003. 11. 25 (1차)

2003. 12. 9 (2차)

2004. 1. 13 (3차)

2004. 2. 4 (4차)

2004. 2. 27 (5차)

2004. 4. 12 (6차)

심사판정일 : 2004. 4. 12

✉ 반론접수기한 : 2004. 8. 31