

■ 論 文 ■

설계시간교통량 산정방법 개선

A Study on Improvement of the DDHV Estimating Method

문 미 경

(한양대학교 첨단도로연구센터
도로교통연구실 실장)

장 명 순

(한양대학교
교통시스템공학과 교수)

강 재 수

(한국도로공사
경기건설사업소 소장)

목 차

- I. 서론
 - 1. 연구배경 및 목적
 - 2. 연구내용 및 방법
 - 3. 용어의 정의
 - II. 기존 DDHV 산정방법 및 문제점
 - 1. 기존 DDHV 산정방법
 - 2. 자료 조사 분석
 - 3. 기존 산정방법의 문제점
 - III. DDHV 산정방법
 - IV. DDHV 산정방법별 비교
 - 1. 중방향 설계시간계수($K \times D$, KD , KD_p) 비교
 - 2. 설계순위별 혼잡예상시간
 - 3. 중방향 설계시간교통량 오차율 비교
 - 4. 중방향 설계시간계수 변동특성 비교
 - 5. 도로기능 분류별 KD 계수 특성
 - 6. 종합비교
 - V. 결론 및 향후과제
 - 1. 결론
 - 2. 향후 연구과제
- 참고문헌

Key Words : DDHV, 설계시간계수, 중방향 설계시간계수, 비분리방안, 설계순위

요 약

기존의 DDHV는 양방향 시간교통량의 합으로부터 K계수, D계수를 도출하여 산정하고 있다. 이로 인해 설계 순위와 실제순위의 차이, DDHV 산정값의 오차, DDHV의 불규칙한 변동 등의 문제점이 있다. 본 연구에서는 서로 독립적인 두 방향(상행, 하행)의 교통량 중 중방향 시간교통량에서 설계대상 순위를 결정하여, K계수와 D계수를 분리하지 않고 동시에 적용하는 방법(비분리방안)을 제시하였다.

일반국도 상시조사지점 360개 지점에 대하여 30순위를 기존 DDHV 산정방법(분리방안)으로 분석결과 다음과 같은 오차가 나타났다.

- 설계순위와 실제순위가 357지점(99.2%)에서 불일치
- 실제순위 특성 : 평균 80순위, 최대 1,027순위, 최소 2순위
- 설계순위와 실제순위의 오차분포 : 10시간 내(30 ± 10 시간)가 106지점(29.4%), 254지점(70.6%)은 30순위와 ± 10 순위이상 오차 발생
- DDHV 산정값의 오차율 : 평균 8.4%, 최대 46.7%

반면, 비분리방안은 설계순위와 실제순위가 전체 지점에서 일치하고 DDHV 산정값의 오차율이 "0"이므로, AADT가 정확한 것을 전제할 경우 비분리방안에 의해 설계시간교통량 산정시 평균 50순위, DDHV 8.4%의 오차 개선효과가 있는 것으로 분석되었다.

1. 서론

1. 연구배경 및 목적

도로의 차로수는 1차로의 시간당 서비스 교통량과 장래 도로를 이용할 것으로 예측되는 중방향 설계시간 교통량(Directional Design Hour Volume, DDHV)에서 결정된다. 현재 DDHV의 산정방법은 연평균일 교통량(Annual Average Daily Traffic, AADT)에 설계시간계수(K), 중방향계수(D)를 각각 분리하여 곱하는 방법을 사용하고 있다(이하 분리방안). 여기서 설계시간계수(K)는 일년동안의 시간당 양방향 교통량을 높은 교통량부터 낮은 순으로 나열한 뒤 예상 혼잡시간과 도로의 효율성을 고려하여 설정한 순위(이하 설계순위)의 양방향 교통량을 연평균일교통량으로 나눈 값이며, 이 때의 교통량이 많은 방향 교통량을 양방향 교통량으로 나눈 값이 중방향 계수(D)이다.

기존의 분리방안으로 DDHV를 산정시 계획한 설계순위와 실제 혼잡이 발생하는 시간이 서로 같아야 함에도 불구하고 실제 혼잡 발생 시간과 설계순위가 대부분의 지점에서 상이한 것으로 나타났다.(상위 30순위의 경우, 일반국도 360개 상시조사지점 중 357개 지점에서 설계순위와 혼잡시간의 크기가 불일치함)

분리방안의 이와 같은 문제점은 사실상 교통량이 각 시간대별로 방향별 교통량 비율이 다르다는 사실을 고려하지 않고 양방향 교통량을 합한 자료로부터 설계순위를 결정하기 때문이다.

따라서, 본 연구에서는 양방향 교통량이 아닌 중방향 교통량을 설계순위의 결정에 사용하여, 설계시간계수(K)와 중방향계수(D)를 각각 분리하지 않고, 중방향을 고려한 설계시간계수(KD)를 적용하여 DDHV를 산정하는 방법(이하 비분리방안)을 제안하였다. 비분리방안은 ①실제 혼잡 발생시간과 설계순위가 동일하여, ②정확한 설계시간교통량을 예측하고, ③적정 규모의 차로수 산정 등의 효과가 있을 것으로 기대한다.

2. 연구내용 및 방법

본 연구에서는 먼저, 기존의 DDHV 산정방법에 대한 고찰과 이론적인 문제점을 분석하고, 2001년도 일반국도 상시조사지점 360개소에 대해 기존 방법으로 설계시간교통량을 산정하여 실무적용시의 문제점을

분석하였다. 다음으로 대안을 설정하여 기존 방법과 대안 적용시의 혼잡시간 오차(계획시와 실제 혼잡시간의 차이), 설계시간교통량 오차 등을 비교, 분석하였다.

3. 용어의 정의

1) 기존 문헌상 정의된 용어

- AADT : 양방향 연평균 일교통량(대/일/양방향). 일년에 대한 양방향 교통량(상행 : A, 하행 : B)을 합하여 일일 평균한 값.¹⁾

$$\left(\frac{1}{365} \sum_{i=1}^{8,760} (A_i + B_i) \right)$$

- K : 설계시간계수. 양방향 설계시간 교통량의 연평균 일교통량에 대한 비.¹⁾

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

A_m, B_m = 설계순위 "m"에서의 방향별 교통량

- D : 중방향 계수. 설계순위에서 중방향 교통량을 양방향 교통량으로 나눈 값.⁸⁾

$$\left(\frac{\text{Max}(A_m, B_m)}{A_m + B_m} \right)$$

2) 본 연구에서 새로 정의한 용어

- 분리방안 : 현재와 같이 설계시간계수와 중방향계수를 따로 산정하여 설계시간교통량을 결정하는 방안. 여기서는 양방향 교통량 합을 높은 값부터 낮은 값의 순서로 나열하여 양방향 설계시간교통량을 결정한 뒤(DHV), 중방향 교통량이 양방향 교통량에서 차지하는 비율(D)을 곱하여 설계시간 교통량(DDHV)을 도출한다.
- 비분리방안 : 일년 365일, 8,760시간의 교통량을 양방향이 아닌 각 시간별 중방향 교통량에 대해 높은 값부터 낮은 값의 순서로 나열하여 예상혼잡시간과 도로의 효율성을 고려하여 DDHV를 산정하는 방안. 따라서 K계수와 D계수를 분리하여 산정하는 것이 아니라 D계수의 의미를 포함한 중방향 교통량을 설계시간계수 산정시 사용함으로 계수를 비분리하여 적용하는 방안이다.
- 설계순위 : 설계시 대상으로 삼은 순위. 8,760시간의 교통량을 높은 값부터 낮은 값의 순으로 나

열하여 예상되는 혼잡시간과 도로의 효율성을 검토하여 결정된 설계시간 교통량의 순위.

- 예상 혼잡시간 : 설계순위보다 교통량이 높아 혼잡이 예상되는 시간. 따라서, (설계순위-1)이 예상 혼잡시간임.

- $AADT_p$: 중방향 연평균 일교통량(대/일/중방향). 각 방향별(상행, 하행)로 큰 시간 교통량을 일년 합하여 이를 일일 평균한 값.

$$\left(\frac{1}{365} \sum_{i=1}^{8,760} \text{Max}[(A_i), (B_i)] \right)$$

- 중방향 설계시간 계수 : 중방향과 설계시간을 함께 고려한 값으로 분리방안의 경우에는 $K \times D$, 비분리방안의 경우에는 KD 또는 KD_p 가 적용됨.

- KD : 중방향 설계시간계수(대안 1). 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 비율.

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

- KD_p : 중방향 설계시간계수(대안 2). 8,760 시간 교통량을 먼저 중방향 교통량만 추출하여 높은 값부터 낮은 값의 순으로 나열한 뒤 혼잡 예상시간과 효율성 등을 고려하여 선택된 중방향 시간교통량의 중방향 연평균 일교통량에 대한 비율.

$$\left(\frac{\text{Max}(A_m, B_m)}{\frac{1}{365} \sum_{i=1}^{8,760} \text{Max}[(A_i), (B_i)]} \right)$$

- A_m, B_m : 설계순위 "m"에서의 방향별 교통량

II. 기존 DDHV 산정방법 및 문제점

1. 기존 DDHV 산정방법

1) DDHV 산정식

중방향 설계시간교통량은 연평균 일교통량과 설계시간계수(K), 중방향계수(D)로부터 식(1)의 방법으로 산정된다. K값과 D값은 해당 지역의 교통 수요 패턴에 따라 변하는데, 매년 발간되는 교통량 상시조사 자료(건설교통부, 도로교통량 통계연보, 각 연도)를 활용하여 해당 사업에 맞게 도출하여 적용하고 있다.¹⁾

$$DDHV = AADT' \times K \times D \tag{1}$$

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

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

여기서,

$DDHV$: 중방향 설계시간 교통량

$AADT'$: 설계 대상도로 양방향 연평균일교통량

K : 설계시간계수

D : 중방향 계수

A_i, B_i : 시간 i 에서의 설계대상도로 방향별교통량

A_m, B_m : 참고지점에서 시간 i 에서의 방향별 교통량

A_m, B_m : 참고지점에서 설계순위 m 에서의 방향별 교통량

2) 설계시간계수(K-factor)

- 정의 : 연평균 일교통량(AADT)에 대한 설계시간 교통량(DHV) 비
- 도출방법 : 연중 조사된 8,760시간의 각 시간별 양방향교통량을 연평균 일교통량으로 나눈 값(이하 K값)을 높은 값부터 크기 순서대로 나열한 후, 이들을 부드럽게 곡선으로 연결한 뒤 급격히 변하는 지점의 K값을 설계시간계수(K계수)로 함. 30 번째 시간 교통량의 연평균 일교통량에 대한 비율을 K계수로 사용할 때 K_{30} 으로 나타낸다.

〈표 1〉 설계시간계수(K-factor)

구분	설계시간계수	
	도시지역	지방지역
KHCM ¹⁾	0.09(0.07~0.11)	0.15(0.12~0.18)
HCM ²⁾	0.10	0.15
도로구조·시설 기준 ⁶⁾	0.08~0.12	0.12~0.18

3) 중방향계수(D-factor)

- 정의 : 양방향 교통량에 대한 중방향 교통량의 비¹⁾, 설계시간에서 중방향 교통량의 양방향 교통량에 대한 비율⁸⁾, 첨두시간 교통량에 대한 양방향 중량은 교통량의 비⁷⁾로 각각 정의하고 있다. 본 연구에서는 AASHTO에서 정의한 "설계시간에서 중방향 교통량의 양방향 교통량에 대한 비율"을 중방향계수로 사용한다.

〈표 2〉 중방향 계수(D-factor)

구분	중방향 계수	
	도시지역	지방지역
KHCM ¹⁾	0.60(0.55~0.65)	0.65(0.60~0.70)
HCM ²⁾	0.60	0.65

2. 자료 조사 분석

1) 자료 조사 및 분석

건설교통부에서 실시한 2001년도 일반국도 상시조사지점 360개소에 대한 일년 8,760시간동안의 시간별 방향별 교통량 자료를 분석하였다. 조사지점의 일반적인 사항은 〈표 3〉, 〈표 4〉와 같다.

AADT는 1만대 미만이 125개지점(34.7%)으로 가장 높은 비중을 차지하며, 92%가 4만대 미만인 것으로 나타났다.

상위 30순위의 K계수값은 평균(12.1%), 85% 값(15.3%), 15% 값(8.7%)이며, D계수값은 평균(61.7%), 85% 값(72.9%), 15% 값(52.0%)으로 나타나 특성이 도로용량편람(2001)과 크게 다르지 않음을 알 수 있다.

〈표 3〉 AADT

구분	지점수	%
4만대이상	29	8.1
3만~4만대	43	11.9
2만~3만대	67	18.6
1만~2만대	96	26.7
1만대미만	125	34.7
계	360	100.0

〈표 4〉 K 및 D계수분포

구분	K ₃₀ (%)	D(%)
average	12.1	61.7
85%	15.3	72.9
15%	8.7	52.0
range	7.2~51.8	50.1~87.9

2) 기존 방법에 의한 DDHV 산정시 예상 혼잡시간

기존 분리방안의 적합성을 판단하기 위해 상위 30순위에 대한 예상 혼잡시간을 산정하였다. 설계시간 계수는 상위 30순위의 연평균 일교통량에 대한 시간

〈표 5〉 DDHV산정시 예상 혼잡시간(30순위)

예상 혼잡시간	빈도수	%
0~10	23	6.4
10~20	64	17.8
20~30	62	17.2
30~40	44	12.2
40~50	23	6.4
50~60	23	6.4
60~70	15	4.2
70~80	15	4.2
80~90	13	3.6
90~100	12	3.3
100~200	30	8.3
200이상	36	10.0
계	360	100.0

교통량 비율인 K₃₀을 사용하였으며, 상위 30순위에서의 중방향 교통량을 양방향 교통량으로 나눈값을 중방향계수로 하였다.

식(1)의 기존 분리방안을 사용하여 DDHV를 산정하였으며, DDHV 초과시간은 양방향 중 적어도 한 방향의 시간교통량이 DDHV를 초과하는 시간이다. 이는 예상 혼잡시간과 동일하며, DDHV산정방법이 적합할 경우 설계순위(상위 30번째를 K계수로 설정하였으므로 설계순위는 30순위임)보다 '1'이 적은 값이 나타나야 한다.

그러나 분리방안의 30순위 중방향 교통량을 적용시 예상 혼잡시간대가 계획시보다 10시간 내(30±10시간)에서 변화되는 지점은 총 360개 지점 중 106개 지점(29.4%)에 불과하여 교통 예측의 정확성에 심각한 문제가 있음을 알 수 있다.

3. 기존 산정방법의 문제점

1) 설계순위와 실제순위가 상이함.

도로상에서 동일지점 동일시간대의 교통량의 경우 양방향 교통량은 서로 별개의 자료이며, 독립적이다. 즉 상행과 하행의 교통량은 서로 무관하다.

기존의 설계순위 결정방법은 양방향 교통량을 합한 값으로 순위를 매겨 설계시간 교통량 도출의 기본자료로 사용하고 있으며, 이것은 방향별 교통량 비율을 8,760시간 전체에 대해 동일하다고 가정할 경우는 적합하나 현실적으로 방향별 교통량 비율은 매 시간,

〈표 6〉 설계순위와 실제순위 비교

구분		설계 순위					
		1	30	50	100	150	200
실제 순위	max	290	1027	1464	1169	2207	1857
	min	1	2	4	2	11	13
	average	11	80	104	155	250	297
오차 범위 별 분포 (%)	10시간이내	76	29	18	14	7	9
	10~20	11	24	19	11	5	4
	20~30	5	13	17	11	9	5
	30~40	1	4	10	9	6	7
	40~50	2	4	6	8	8	4
	50시간초과	5	25	30	48	64	70
계		100	100	100	100	100	100

매 지점마다 다르므로 양방향 교통량에 의한 설계순위 결정은 현실을 정확하게 반영하지 못한다.

〈표 6〉은 설계순위를 1, 30, 50, 100, 150, 200 순위로 할 경우의 실제순위 분석 결과이다. 각각의 실제순위는 평균값이 11, 80, 104, 155, 250, 297 순위로 설계순위보다 훨씬 하위순위로 나타났으며, 오차 범위도 30순위의 경우 10시간 이내가 29.4%에 불과하고 70.6%는 10시간을 초과하는 것으로 나타나 정확한 설계시간교통량 산정에 어려움이 있음을 알 수 있다.

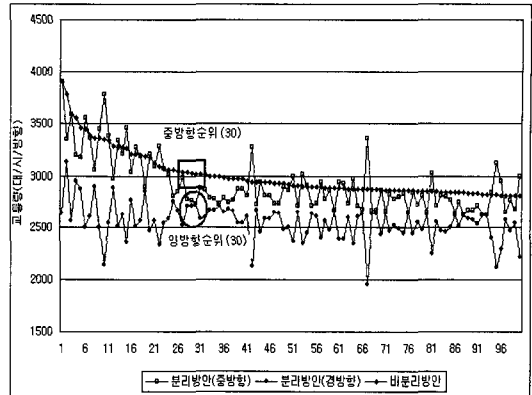
이와같이 분리방안에 의해 DDHV를 산정할 경우, 계획시 설계한 혼잡시간과 실제로 도로 운영시 혼잡할 것으로 예상되는 시간이 매우 큰 차이를 나타내어 도로가 과소 혹은 과다설계된다.

양방향 교통량 합을 사용하여 결정한 순위(이하 양방향 순위)와 중방향 교통량을 사용하여 결정한 순위(이하 중방향 순위)를 예를 들어 설명하면 다음과 같다.

○ 예시지점 개요

- 지점 : 일반국도 48호선(상시조사 지점번호4803-2)
- AADT : 76,018대/일/양방향
- 차로수 : 4차로

〈그림 1〉, 〈표 7〉은 예시지점의 동일한 30순위에 대한 중방향 교통량을 기존의 양방향 교통량 합을 사용하여 결정한 순위(이하 양방향 순위)와 중방향 교통량을 사용하여 결정한 순위(이하 중방향 순위)에



〈그림 1〉 양방향 및 중방향 순위비교 예시

〈표 7〉 양방향 및 중방향 순위비교 예시

시간 순위	양방향 순위					중방향 순위	
	양방향		중방향			중방향	
	교통량 (대/시/양방향)	K (%)	교통량 (대/시/중방향)	D	K×D (%)	교통량 (대/시/중방향)	KD (%)
1	6,546	8.61	3,905	0.60	5.14	3,905	5.14
10	5,931	7.80	3,788	0.64	4.98	3,353	4.41
20	5,681	7.47	3,213	0.57	4.23	3,179	4.18
30	5,466	7.19	2,740	0.50	3.60	3,020	3.97
50	5,368	7.06	2,868	0.53	3.77	2,916	3.84
100	5,215	6.86	2,996	0.57	3.94	2,809	3.70
150	5,129	6.75	2,700	0.53	3.55	2,757	3.63
161	5,119	6.73	2,737	0.53	3.60	2,740	3.60
200	5,070	6.67	2,665	0.53	3.51	2,708	3.56

대해 비교한 것이다. 원으로 표현한 부분이 양방향 30순위이며, 사각형으로 나타낸 부분이 중방향 30순위 교통량이다. 양방향 30순위의 중방향 교통량은 2,740대/시/중방향이며, 중방향 30순위 교통량은 3,020대/시/중방향으로 10%(280대/시/중방향)의 설계시간 교통량 차이를 나타낸다. 또, 중방향 30순위의 중방향 교통량은 실제와 동일한 30순위인데 반해 양방향 30순위의 중방향 교통량은 실제 중방향 교통량 순위에서는 161순위로 나타나 437%(131순위차이)의 차이를 나타낸다.

즉, 양방향 순위를 기준으로 설계시간 교통량을 선정시, 계획가가 혼잡 허용 시간을 29시간으로 설정하여 접근하였으나, 실제 계산 결과는 160시간으로 무려

131순위나 늘어나는 결과를 초래했다. 이는 기존의 설계시간교통량 산정방법이 부적합함을 의미하며, 서로 별개인 두 방향의 교통량을 합한 자료로부터 설계의 기준이 되는 대상시간을 선정함에서 발생하는 문제점이다.

따라서, 본 연구에서는 각 시간대별 교통량에서 설계의 대상이 되는 중교통량만을 먼저 뽑아서 일년 8,760시간의 교통량을 높은 순위부터 낮은 순위로 나열하여 설계의 대상이 되는 순위와 계수값을 도출하는 방법(이하 비분리방안)을 제안한다.

2) 설계시간교통량의 오차율

분리방안에 의해 산정된 설계시간교통량은 실제값과 차이를 나타낸다. <표 8>은 상위 30순위에 대한 설계시간교통량을 분리방안으로 산정시 실제 설계시간교통량과의 오차율 분포를 분석한 결과이다. 상위 30순위의 오차율은 최대 46.7%, 5%범위 이내 127개지점(35.3%)이며, 5%범위 초과가 233개지점(63.7%)으로 실제 설계시간교통량과 산정식에 의한 설계시간교통량이 큰 차이를 나타낸다.

이것은 기존의 분리방안에 의한 DDHV 산정방법이 적합하지 못함을 의미하며, 정확한 DDHV산정을 위해서는 설계순위의 실제 설계시간교통량과 계산식에 의한 설계시간교통량이 일치하고 설계순위가 커짐에 따라 DDHV가 낮아지는 상관 관계를 잘 설명하는 산정방법이 사용되어야한다.

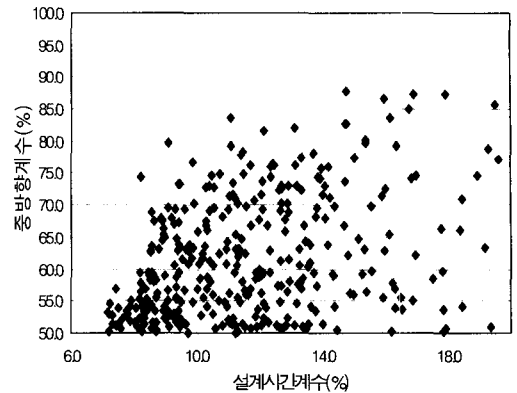
<표 8> 분리방안의 DDHV 오차율 분포(30순위)

오차율 ¹⁾ (%)	빈도수	백분율(%)
0~ 5	127	35.3
5~10	112	31.1
10~15	62	17.2
15~20	37	10.3
20~25	14	3.9
25 이상	8	2.2
계	360	100.0

주 : 1) 오차율 = $\frac{| \text{실제 DDHV} - \text{분리 DDHV} |}{\text{실제 DDHV}} \times 100$

3) 설계시간교통량의 불규칙한 변동

양방향 교통량의 합을 높은 순서부터 나열한 순위도는 부드러운 곡선으로 연결되고 점차 감소되는 특성이 있다. 그러나 D값이 K값에 관계없이 0.5~1.0의



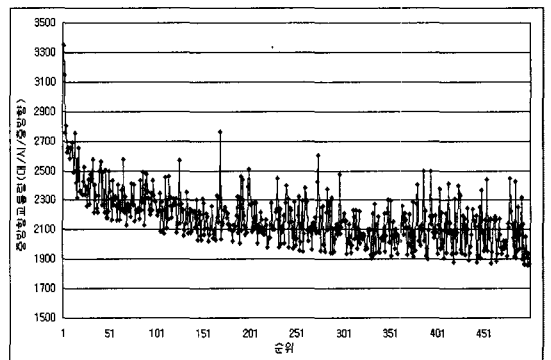
<그림 2> 분리방안 적용시 K 와 D계수의 상관관계

다양한 변동값을 가짐으로 인해 1, 2순위의 작은 설계 순위 변화에도 DDHV는 일정한 추세가 없이 음(-), 양(+),의 일정한 방향을 가지지 않고 웨이브 형식을 나타낸다.

<그림 2>은 분리방안으로 DDHV 산정시 K계수와 D계수의 상관관계를 산포도로 표현한 것이다. 그림에서와 같이 두 계수는 상관관계가 매우 낮은 것으로 분석되었다(상관계수 $\gamma=0.28$).

또한, 양방향 교통량의 합으로 순위도 작성시 양방향 교통량 합은 순위에 반비례하여 점차 작아지는 경향이 있지만, 도로의 설계시 기준이 되는 중방향 교통량은 점차 작아지는 추세가 아닌 불규칙한 변동을 나타낸다.

<그림 3>는 기존의 분리방안의 DDHV 변동특성을 예로 나타낸 것이며, 순위에 따라 중방향 설계시간교통량이 일관된 감소 경향을 나타내지 않고 불규칙한 변동을 나타내는 것을 알 수 있다.



<그림 3> 분리방안의 DDHV 변동특성 예시

4) K, D계수의 오차 누적

K계수와 D계수는 지역적 특성 및 교통특성이 유사한 지점이 있을 경우, 이를 참고로 하여 적용한다¹⁾. 이때 단위는 1% 단위로 적용하므로 기존의 분리방안은 K와 D계수의 예측에 있어서 오차가 누적되므로 DDHV의 오차를 줄일 수 있는 방안이 또한 요구된다.

III. DDHV 산정방법

기존 DDHV 산정방법이 가지는 문제점-실제순위와 설계순위의 불일치, DDHV의 불규칙한 변동 등-은 설계순위를 산정함에 있어 서로 독립적인 양방향 교통량의 합을 사용하기 때문이다. 이와같은 문제점을 해결하기 위해 각 시간별 중방향 교통량을 설계순위 산정시 사용하는 비분리방안을 대안으로 제시한다. 비분리방안은 설계시간계수를 양방향 연평균 일교통량을 기준으로 할 것인지, 중방향 연평균 일교통량을 기준으로 할 것인지에 따라 두 개의 대안으로 설정한다.

1) 대안 1

양방향 연평균 일교통량(AADT)에 대한 중방향 시간교통량의 비율을 중방향 설계시간계수(KD)로 하며, 설계시간교통량은 AADT에 KD를 곱하여 산정한다.

$$DDHV = AADT \times KD \tag{2}$$

2) 대안 2

중방향 연평균 일교통량(AADT_p)에 대한 중방향 시간교통량의 비율을 중방향 설계시간계수(KD_p)로 하며, 설계시간교통량은 AADT_p에 KD_p를 곱하여 산정한다.

$$DDHV = AADT_p \times KD_p \tag{3}$$

현재 설계대상도로의 경우, 연평균 일교통량이 양방향에 대해서만 주어지고, 중방향 연평균 일교통량은 목표년도 8,760시간의 방향별 교통량을 모두 알아야 구할 수 있어 비효율적이며, 참고지점이 설계대상도로의 교통특성을 대표한다고 가정하므로, 참고지점의 양방향 연평균 일교통량과 중방향 연평균 일교통량의 비율을 설계대상도로에도 적용한다. 따라서, 아래와 같이 수학적으로 '대안 1'과 '대안 2'는 유사함을 알 수 있다.

식(3)를 풀어쓰면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} DDHV &= AADT_p' \times KD_p \\ &= \frac{1}{365} \sum_{i=1}^{8,760} \text{Max}[(A_i'), (B_i')] \\ &\quad \times \frac{\text{Max}(A_m, B_m)}{\frac{1}{365} \sum_{i=1}^{8,760} \text{Max}[(A_i), (B_i)]} \\ &= \frac{1}{365} \sum_{i=1}^{8,760} (A_i' + B_i') \times \frac{\sum_{i=1}^{8,760} \text{Max}[(A_i'), (B_i')]}{\sum_{i=1}^{8,760} (A_i' + B_i')} \\ &\quad \times \frac{\text{Max}(A_m, B_m)}{\frac{1}{365} \sum_{i=1}^{8,760} (A_i + B_i) \times \frac{\sum_{i=1}^{8,760} \text{Max}[(A_i), (B_i)]}{\sum_{i=1}^{8,760} (A_i + B_i)}} \\ &= AADT' \times \frac{AADT_p'}{AADT'} \times \frac{\text{Max}(A_m, B_m)}{AADT' \times \frac{AADT_p'}{AADT'}} \\ &\approx AADT' \times KD = DDHV(\text{대안1}) \end{aligned}$$

여기서,

AADT' : 설계대상도로 양방향 연평균 일교통량

AADT : 참고지점 양방향 연평균 일교통량

A_i', B_i' : i시간에서 설계대상도로방향별교통량

A_i, B_i : i시간에서 참고지점 방향별 교통량

IV. DDHV 산정방법별 비교

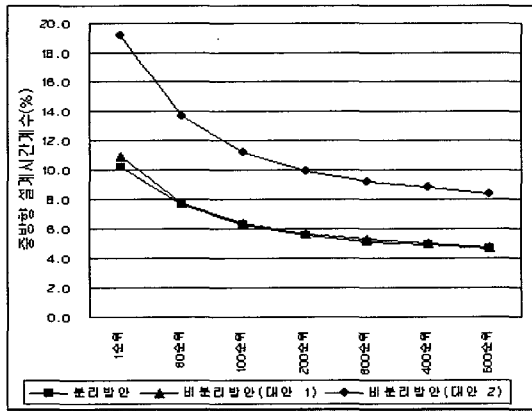
1. 중방향 설계시간계수(K×D, KD, KD_p) 비교

<표 9>과 <그림 4>에 제시된 바와 같이 설계시간계수의 평균값은 대안 2(KD_p)가 중방향 연평균 일교통량에 대한 시간교통량의 비율을 적용하므로, 양방향 연평균 일교통량에 대한 시간교통량의 비율을 적용하는 대안 1(KD)과 분리방안(K×D)에 비해 두 배 정도의 큰 값을 나타낸다.

동일한 양방향 연평균 일교통량을 적용하는 대안 1과 분리방안을 비교시 대안 1이 분리방안에 비해 크게 나타났다. 이는 분리방안의 순위가 양방향 교통량의 합을 기준으로 한 것이며, 중방향 교통량만 분리할 경우 낮은 순위 교통량이 상위 순위에 포함되기 때문이다.

〈표 9〉 중방향 설계시간계수 비교

구분		분리방안			비분리방안	
		K	D	K×D	대안 1 (KD)	대안 2 (KD _p)
1 순위	average	16.8	0.59	10.2	10.9	19.2
	max	84.0	0.95	65.0	63.6	102.9
	min	7.6	0.50	3.9	4.2	7.7
30 순위	average	12.1	0.62	7.6	7.7	13.6
	max	51.8	0.88	40.7	35.5	57.4
	min	7.2	0.50	3.6	3.8	7.0
50 순위	average	11.3	0.61	7.0	7.2	12.6
	max	44.5	0.92	33.6	30.3	49.0
	min	7.1	0.50	3.6	3.8	7.0
100 순위	average	10.3	0.61	6.3	6.4	11.2
	max	32.1	0.86	24.0	22.1	34.9
	min	6.9	0.50	3.6	3.7	6.9
500 순위	average	8.1	0.58	4.7	4.8	8.4
	max	13.3	0.83	8.0	8.7	13.6
	min	6.3	0.50	3.2	3.4	6.3



〈그림 4〉 중방향 설계시간계수 비교

2. 설계순위별 혼잡예상시간

비분리방안은 대안 1, 대안 2 모두 예상 혼잡시간이 '설계순위-1'과 동일하나, 분리방안의 경우는 30순위의 평균 혼잡예상시간은 79시간, 최대 1,026시간, 최소 1시간의 넓은 범위를 나타낸다. 이것은 분리방안으로 DDHV를 산정할 경우, 계획 시 예상했던 것보다 혼잡시간대가 훨씬 커질수도 있고, 반대로 도로가 용량에 크게 못미치는 상태로 운영이되어 도로의 효율성이 저하될 가능성도 있는 것을 알 수 있다.

〈표 10〉 설계순위별 혼잡예상시간

구분	분리방안			비분리방안
	max	min	average	
1순위	289	0	10	0
30순위	1,026	1	79	29
50순위	1,463	3	103	49
100순위	1,168	1	154	99
200순위	1,856	12	296	199

3. 중방향 설계시간교통량 오차율 비교

실제 DDHV와 계산에 의한 중방향 설계시간교통량의 차이를 분석한 결과, 기존의 분리방안은 상위 30순위의 오차율은 최대 46.7%, 평균 8.4%로 실제 DDHV와 큰 차이를 나타낸다. 반면 비분리방안은 오차를 "0"으로 실제 DDHV와 계산에 의한 교통량이 동일한 값을 나타낸다. 따라서, 연평균 일교통량이 정확하다는 것을 전제할 경우 비분리방안은 기존의 분리방안 적용시 발생하는 오차율(최대 46.7%, 평균 8.4%)을 제거할 수 있어 설계시간교통량의 신뢰성을 제고시킨다.

〈표 11〉 DDHV 오차율¹⁾ 비교 (단위:%)

순위	분리방안			비분리방안
	평균	최대값	5% 이내	
1	7.3	35.4	172지점(47.8%)	0
30	8.4	46.7	127지점(35.3%)	0
50	8.1	37.6	139지점(38.6%)	0
100	7.5	27.4	138지점(38.2%)	0
150	7.9	50.4	136지점(37.8%)	0
200	7.4	48.5	156지점(43.3%)	0

주 : 1) 오차율 = $\frac{|실제 DDHV - 산정 DDHV|}{실제 DDHV} \times 100$

4. 중방향 설계시간계수 변동특성 비교

순위별 설계시간계수의 증감 추이를 검토한 결과, 분리방안은 불규칙한 변동특성을 나타내는 반면 비분리방안은 순차적인 감소경향을 나타낸다.

이는 분리방안으로 DDHV를 산정시 1,000순위의 DDHV도 300순위의 DDHV보다 높을 가능성이 있으며, 이로 인해 도로의 교통특성이 정확하게 반영되지 못하고 설계시간교통량 예측결과가 신뢰성을 상실

하게 된다. <그림 5>에서와 같이 비분리방안은 순차적인 감소 추세를 나타내는 반면, 분리방안은 일률적이지 않은 추세를 나타낸다.

5. 도로기능 분류별 KD계수 특성

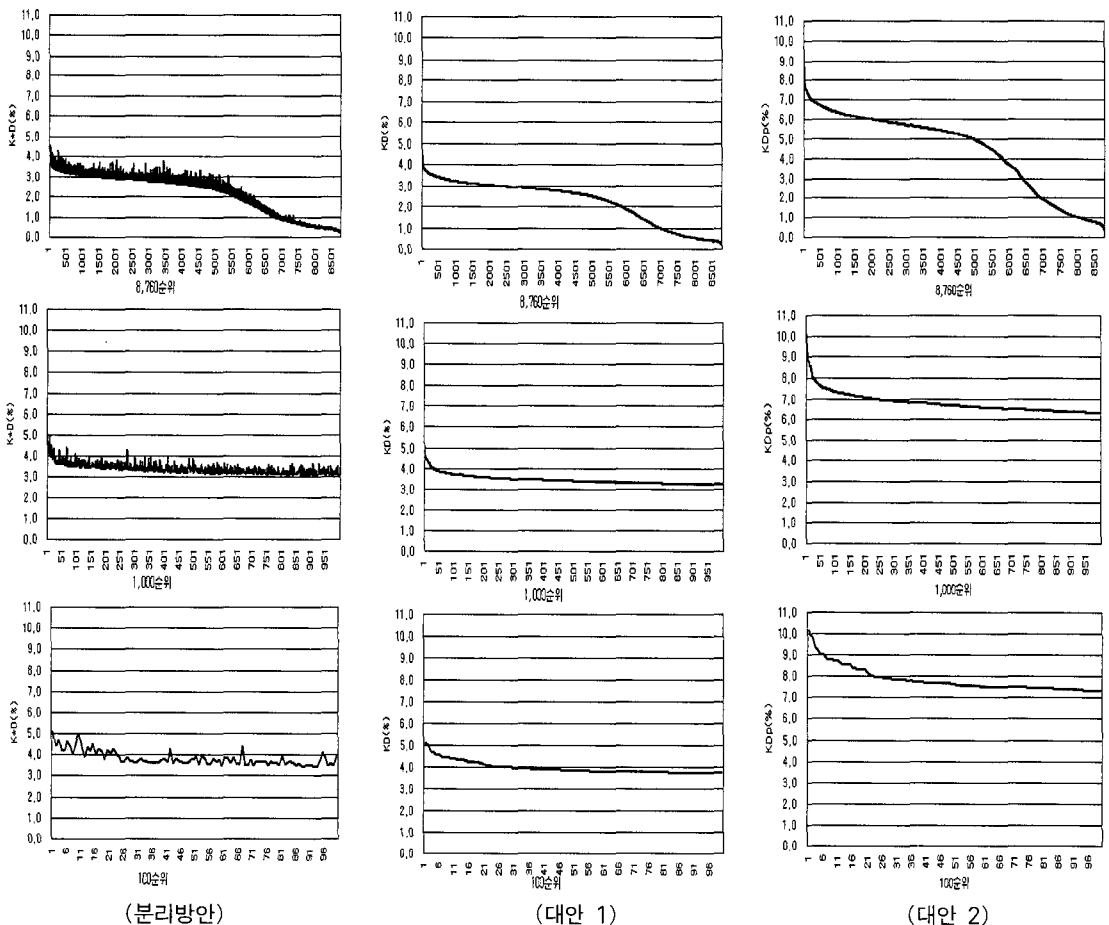
현행 설계시간교통량 산정방법인 분리방안은 K계수와 D계수 특성별로 도로의 기능별 분류를 하여 도로의 설계 및 관리에 있어서 효율성과 신뢰성을 제고시키고자 하는 목적을 가지고 있다.

본 연구에서 제안한 비분리방안이 설계시간교통량 산정방법으로서 타당성 유무를 판단하기 위해 도로기능별, AADT별로 KD계수값이 어떤 특성을 갖는지 분석하였다.

본 연구에서는 일반국도 360개 지점에 대한 휴가

철 및 일요일 집중정도를 기준으로 도로의 기능을 분류하였다. 여기서, 휴가철 집중도는 8월의 일평균 교통량을 AADT로 나눈값을, 일요일 집중도는 일요일 일평균교통량을 AADT로 나눈값을 각각 기준으로 하였다. 도로교통량 통계연보²⁾의 자료 분석결과 휴가계수와 일요일계수는 <표 12>와 같은 분포특성을 나타낸다. 휴가계수는 48.3%가 1.1 미만이고 51.7%는 1.1이상으로 나타나 2개 그룹으로 구분하였으며, 일요일계수는 0.9이하 15.3%, 0.9~1.1 56.7%, 1.1 이상 28.1%로 나타나 3개 그룹으로 분류하였으며, 이를 교차 분류하여 <표 13>과 같이 총 6개의 기능별 유형으로 분류하였다.

기능별 분류 및 AADT에 따른 KD계수값의 특성은 <표 14>와 같이 분석되었다. 휴가철 집중도 및 일요일 집중도가 높은 관광도로일수록 KD계수값이 높고,



<그림 5> 중방향 설계시간계수 변동에서

〈표 12〉 휴가, 일요일계수 분포특성

휴가계수			일요일계수		
계급구분	빈도수	분포비 (%)	계급구분	빈도수	분포비 (%)
0.9-1.0	18	5.0	0.8이하	4	1.1
1.0-1.1	156	43.3	0.8-0.9	51	14.2
1.1-1.2	97	26.9	0.9-1.0	96	26.7
1.2-1.3	34	9.4	1.0-1.1	108	30.0
1.3-1.4	19	5.3	1.1-1.2	52	14.4
1.4-1.5	10	2.8	1.2-1.3	32	8.9
1.5-1.6	8	2.2	1.3-1.4	10	2.8
1.6-1.7	10	2.8	1.4이상	7	1.9
1.7이상	8	2.2			
계	360	100.0	계	360	100.0

〈표 13〉 도로의 기능별 분류 기준

기능분류	분류 기준	
	휴가계수	일요일계수
유형 1	1.1 미만	0.9 미만
유형 2	1.1 미만	0.9 ~ 1.1
유형 3	1.1 미만	1.1 이상
유형 4	1.1 이상	0.9 미만
유형 5	1.1 이상	0.9 ~ 1.1
유형 6	1.1 이상	1.1 이상

〈표 14〉 도로의 기능 및 AADT별 KD계수값

구분		지점수(%)	KD계수	
			평균	표준편차
도로 기능별 분류	유형 1	50(13.9)	5.7	1.5
	유형 2	113(31.4)	6.5	1.7
	유형 3	11(3.1)	9.8	2.9
	유형 4	5(1.4)	7.4	3.4
	유형 5	91(25.3)	7.7	1.7
	유형 6	90(25.0)	10.3	4.56
	계	360(100.0)	7.7	3.21
AADT 별 분류	4만대이상	50(13.9)	4.6	0.52
	3만-4만	113(31.4)	5.6	0.83
	2만-3만	11(3.1)	6.4	0.94
	1만-2만	5(1.4)	7.7	1.58
	1만대미만	91(25.3)	9.9	4.21
	계	360(100.0)	7.7	3.21

휴가철 집중도 및 일요일 집중도가 낮은 도시부 도로 일수록 KD계수값이 낮게 나타났으며, AADT가 높은 도로일수록 KD계수가 낮고 AADT가 높은 도로일수록 KD계수가 낮은 것으로 나타났다. 따라서, 본 연구에서 제시하는 방법인 비분리방안과 기존의 분리방안이 도로기능별 설계계수값의 특성이 유사함을 알 수 있다.

6. 종합비교

중방향 설계시간계수, 설계순위와 혼잡 예상시간의 관계, 중방향 설계시간교통량 오차율, 순위별 중방향 설계시간계수 변동특성 등을 분석한 결과 기존의 분리방안보다 비분리방안이 정확한 설계시간교통량 산정방안으로 적합한 것으로 분석되었다. 이는 기존의 분리방안이 서로 교통특성이 다른 두 방향의 교통량을 합한 양방향 교통량으로부터 순위를 추정하고, 여기서 설계순위를 결정하여 설계시 기준으로는 중방향 교통량의 순위 특성을 반영하지 못하는 반면, 비분리방안은 중방향 교통량을 먼저 도출하여 순위를 작성하고, 여기서 설계순위 및 설계시간계수를 결정하여 정확한 중방향 교통량의 특성을 반영할 수 있기 때문이다.

비분리방안의 두 대안 중 대안 1은 목표년도 설계대상도로의 양방향 연평균 일교통량에 참고지점의 "KD"를 곱하여 산정하고, 대안 2는 목표년도 설계대상도로의 중방향 연평균 일교통량에 참고지점의 "KD_b"를 곱하여 산정한다. 설계대상도로의 경우, 목표년도의 중방향 연평균 일교통량을 구하는 것은 비효율적이며, 교통특성이 참고지점과 유사하다고 가정하므로, 중방향 연평균 일교통량과 양방향 연평균 일교통량의 비율도 참고지점과 유사하다. $\left(\frac{AADT_p}{AADT'} = \frac{AADT_p}{AADT}\right)$ 따라서, 설계시간교통량 산정결과가 유사하며, 적용성에 있어서는 양방향 연평균 일교통량을 사용하는 대안 1이 중방향 연평균 일교통량을 사용하는 대안 2에 비해 더 우수하므로 대안 1을 설계시간교통량 산정의 최적대안으로 선정한다.

비분리방안 적용시 기대되는 설계시간교통량 개선 효과는 분리방안 적용시의 오차율(실제 설계시간교통량과 산정식에 의한 계산값과의 오차)과 동일하며, 평균 8.4%, 최대 46.7%가 개선될 것으로 분석되었다.

V. 결론 및 향후과제

1. 결론

현재 도로를 계획하거나 설계시 기준으로 하는 설계시간교통량은 설계대상도로의 연평균 일교통량에

설계시간계수와 중방향계수를 각각 곱하여 산정하는 분리방안을 사용하고 있다. 설계시간계수 및 중방향계수는 설계대상도로와 지역적 특성 및 교통특성이 유사한 지점의 상시조사자료가 있을 경우 이를 적용하도록 규정하고 있으며, 부득이한 경우 도로용량편람(2001)에서 제시하는 값을 적용한다.

분리방안은 양방향 시간교통량의 합으로부터 설계시 대상으로 하는 순위와 계수를 도출하여 설계순위와 실제순위의 차이, DDHV 산정값의 오차, DDHV의 불규칙한 변동 등의 문제점이 있다. 본 연구에서는 서로 독립적인 두 방향(상행, 하행)의 교통량 중 중방향 시간교통량에서 설계대상 순위를 결정하여, K계수와 D계수를 분리하지 않고 동시에 적용하는 방법(비분리방안)을 제시하였다.

- 일반국도 상시조사지점 360개 지점에 대하여 30 순위를 기존 DDHV 산정방법(분리방안)으로 분석결과 다음과 같은 오차가 나타났다.
 - 설계순위와 실제순위가 357개지점(99.2%)에서 불일치
 - 실제순위 특성 : 평균 80순위, 최대 1,027순위, 최소 2순위
 - 설계순위와 실제순위의 오차분포 : 10시간 내 (30 ± 10 시간)가 106지점(29.4%), 254지점(70.6%)는 30순위와 ± 10 순위이상 오차 발생
 - DDHV 산정값의 오차율 : 평균 8.4%, 최대 46.7%
- 반면, 비분리방안은 설계순위와 실제순위가 전체 지점에서 일치하고 DDHV 산정값의 오차율이 "0"이므로, AADT가 정확한 것을 전제할 경우 비분리방안에 의해 설계시간교통량 산정시 평균 50순위, DDHV 8.4%의 오차 개선효과가 있을 것으로 분석되었다.

2. 향후 연구과제

본 연구에서는 도로의 기능별 분류를 편의상 8월의 평균 일교통량을 AADT로 나눈 값(휴가계수)과 일요일 평균 일교통량을 AADT로 나눈값(일요일 계수)으로 구분하였으며, 향후 도로의 기능 분류에 대한 재정립 및 재정립된 기능분류에 따른 KD계수의 분석이 이루어져야할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 도로용량편람(1992, 2001), 건설교통부.
2. 도로교통량 통계연보(2001), 건설교통부.
3. 임성한·김윤섭·변상철·오주삼(2002), AADT를 활용한 설계시간계수 추정모형에 관한 연구, -일반국도를 대상으로-, 대한토목학회 2002년 학술발표회.
4. 이용관(2000), 일반국도의 K치 산정을 위한 시간교통량 순위도 곡선 추정, 한양대학교 환경대학원.
5. 김정환(1999), 설계시간교통량 순위곡선을 이용한 설계시간계수(K) 추정, -경기도지역 일반국도를 대상으로, 한양대학교 환경대학원.
6. 도로의 구조 및 시설기준에 관한 규칙 해설 및 지침(2000), 건설교통부.
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.
9. Development of Appropriate Design-Hour Volumes for Urban freeways in Large Texas Cities(1991), Transportation Research Record 1320, Transportation Research Board, Carol H. Walters·Christopher M. Poe.

✉ 주 작 성 자 : 문미경

✉ 논문투고일 : 2003. 3. 28

논문심사일 : 2003. 6. 12 (1차)

2003. 7. 9 (2차)

2003. 9. 30 (3차)

2003. 10. 8 (4차)

심사판정일 : 2003. 10. 8

✉ 반론접수기한 : 2004. 2. 28

using the Data Envelopment Analysis with ranked voting data. The results are as follows. The most urgent matter was considered to be the development of a inter-modal transport system, followed by an integrated service system for public transport, and the need to increase the competitiveness of the transport and logistics industries and to further transport safety. Meanwhile, the provision of transportation for disabled people as well as the elderly was considered to be less important in Korea than in welfare nations. This stems from the belief as further attention needs to be paid to the construction of a public transport system, the establishment of transportation networks construction in preparation for reunification and the North-East Asian era, as well as the privatization of the transport infrastructure.

A Study on Improvement of the DDHV Estimating Method

MOON, Mi Kyung · CHANG, Myungsoon · KANG, Jai Soo

Existent DDHV draws and is calculating K coefficient, D coefficient from sum of traffic volume two-directions time.

There is difference of design order and actuality order, error of DDHV estimation value, problem of irregular change etc.. of DDHV thereby.

In this study, among traffic volume of each other independent two direction(going up, going down), decide design target order in the directional traffic volume, presented way(way) applying without separating K coefficient and D coefficient at the same time.

The result were analysis about national highway permanent count point 360 points 30 orders by existing DDHV estimation value method(separation plan) analysis wave and following variation appear.

- design order and actuality order are collision at 357 agencies(99.2%)
- actuality order special quality : Measuring effi-

ciency of average 80 orders, maximum 1,027 order, minimum 2 orders

- error distribution of design order and actuality order : inside 10 hours is(30±10hour) 106 points(29.4%), 254 points(70.6%) more than 30 orders and ±10 orders error occurrence be
- DDHV estimation value : Average 8.4%, maximum 46.7%

The other side, average 50 orders, error improvement effect of DDHV 8.4% was analysed that is at design hourly volume computation by inseparability method in case of AADT premises correct thing because inseparability plan agrees actuality order at whole agency with design order and measuring efficiency of DDHV estimation value is "0".

An Economic Approach for Improvement of Radius for Hazardous Road

HA, Tae Jun · KIM, Jeong Hyun · YOON, Pan · PARK, Je Jin · KIM, Young Woon

The Government presented improvement plans such as "Traffic Accident Frequent Point" and "Hazardous Roads" to reduce traffic accidents on the increase after 1980s. In case of the hazardous roads, they are expressed by grades which are marked by geometric elements such as width, radius, grade, sight distance, and other environmental factors. As each business for improving roads goes by only focusing on improvement of geometric elements, excessive expense can be invested too much nowadays causing economical waste. Therefore, as improvement plans approached by economic access are needed, this paper shows the cost-effective improvement of the business to keep safety related to traffic accident and economical waste.

The hazardous roads which authorized by Gwang-ju National Road Preservation Office of Construction and Transportation Ministry in 1995 for business for improvement of roads, were investigated before