

■ 論 文 ■

주행속도 기반 도로 평면선형 설계 안전성 평가연구

A Study on the Evaluation of Design of Road Horizontal Alignments Based on the Operating Speed

김 용 석

(한국건설기술연구원 도로연구부 선임연구원)

조 원 범

(한국건설기술연구원 도로연구부 연구원)

목 차

I. 서론

- 1. 연구 목적
- 2. 연구 범위
- 3. 연구 방법

II. 문헌 고찰

- 1. 설계속도 기반 도로설계의 한계
- 2. 주행속도 기반 도로설계 안전성 평가 방안

III. 현장 조사

- 1. 주행속도 조사
- 2. 횡방향 미끄럼 마찰계수 산정
- 3. 분석 결과

IV. 결론

참고문헌

Key Words : 도로 설계, 선형 안전성, 주행속도, 설계속도, 횡방향 미끄럼 마찰계수

요 약

현 도로설계기준은 설계속도가 주행속도를 대표하는 값을 내재하고 있다. 역으로, 설계속도와 주행속도의 불일치는 현 도로설계가 주행 안전 및 쾌적감을 보장하지 못함을 의미하게 된다. 이런 맥락에서, 지방부 2차로 도로를 대상으로 운전자의 주행속도를 조사하여 설계속도와 주행속도 사이의 관계에 대해 검토하였다. 추가적으로, 주행속도로부터 도출된 수요 횡방향 미끄럼 마찰계수와 공급 횡방향 미끄럼 마찰계수를 주행 역학적 안전성 관점에서 비교하였다. 주행속도와 공급 설계속도를 비교한 결과, 평면 곡선반경 약 200m 이하 구간에서 주행속도가 공급 설계속도를 초과하는 것으로 나타났으며, 평면 곡선반경에 작을수록 두 속도 사이의 차이가 큰 경향을 나타냈다. 유사하게, 평면 곡선반경 약 200m 이하 구간에서 수요 횡방향 미끄럼 마찰계수가 공급 횡방향 미끄럼 마찰계수를 초과하는 것으로 나타났으며, 평면 곡선반경이 작을수록 두 값 사이의 차이가 큰 경향을 나타냈다.

I. 서론

1. 연구 목적

도로 평면선형 설계는 설계속도, 횡방향 미끄럼 마찰계수, 편경사에 근거하여 이루어진다. 설계속도는 도로 기능, 지형 등을 감안하여 선정되며, 횡방향 미끄럼 마찰계수는 곡선부를 주행하는 운전자가 구심력(centripetal force)으로 인한 불쾌감이 발생하지 않는 범위에서 결정된다. 따라서 적합하게 선정된 설계속도와 횡방향 미끄럼 마찰계수는 운전자의 안전과 쾌적감을 동시에 보장할 수 있다. 반면, 설계속도와 운전자의 주행속도 사이에 차이가 발생하는 경우는 운전자에게 과도한 횡방향 가속도를 줌으로써 불쾌감 및 안전 관점에서도 불리한 결과를 초래하게 된다.

현 「도로의구조·시설기준에관한규칙(이하 '규칙）」은 내재적으로, 설계속도가 운전자의 주행속도를 대표할 수 있는 값을 전제하고 있다. 따라서 도로 설계의 안전성을 논하는 관점에서 설계속도와 주행속도의 일치 여부는 매우 중요한 사안이 된다.

본 연구는 지방부 도로에서 운전자의 주행속도를 조사하여 설계속도와 주행속도 사이의 관계에 대해 검토하였으며, 추가로 미끄럼 마찰계수를 현장에서 조사하여 도로 곡선부를 주행하는 운전자의 주행 역학적인 안전성에 관해 검토하였다.

2. 연구 범위

본 연구에서 수행한 운전자의 주행행태 조사를 위한 속도 자료는 지방부 2차로 도로를 공간적 범위로 하고, 차량간의 간섭이 주행속도에 미치는 영향을 최소화할 수 있는 비첨두 시간대를 시간적 범위로 하여 속도자료가 수집되었다. 미끄럼 마찰계수는 지방부 콘크리트 포장구간을 대상으로 하였다.

3. 연구 방법

현장에서 운전자의 주행행태 분석을 위해 주행속도 자료 및 콘크리트 포장에 대해 미끄럼 마찰계수를 실측하였다. 수집된 자료들을 이용하여 현 설계속도 기반의 도로 평면선형 설계의 한계점 분석 및 안전성 분석을 시도하였다.

II. 문헌 고찰

1. 설계속도 기반 도로설계의 한계

설계속도는 설계구간 내에서 주행하는 승용차가 도로조건, 기후 등이 양호한 상태에서 안전하게 달릴 수 있는 최고 속도로 정의된다.

국내 도로설계의 기준인 현 '규칙'은 설계속도 개념을 근간으로 하여 도로의 기능별 구분에 따른 각각의 설계속도를 제시함으로써 도로 설계 규정을 제시하고 있으며, 이에 따라 현재 국내의 도로 설계 실무에서는 도로 시설 유형에 따라 정의된 설계속도에 기초하여 도로안전과 밀접한 상관성이 있는 정지시거, 평면/종단선형, 교차로 시거 등의 도로 설계 요소들을 정하고 있다. 현 '규칙'은 지형상 여유있는 곳에선 최소 평면곡선반경을 적용하기 보다는 그 구간의 전후방 조건과 균형을 고려하여 지형조건에 순응할 수 있는 평면곡선반경을 적용해야 한다고 규정하고 있으나, 실제 실무에서 그 적용범위를 정하기는 어려운 실정이다.

설계속도의 개념은 1930년대에 Barnett(1936)에 의해 도입되었으며, '상대적으로 속도가 높은 운전자 그룹에 의해 받아들여질 수 있는 균일한 최대 속도'로 설계속도를 정의하였다.

Gutierrez(1997) 등이 제시한 설계속도를 기반으로 한 도로설계의 기본 전제는 다음과 같다.

- i) 설계속도는 운전자가 도로환경을 토대로 예상하는 속도(즉, 운전자가 특정 도로설계구간에서 주행하고자 하는 희망속도)와 일치되어야 한다. 이러한 전제는 설계속도가 운전자가 기대하는 속도를 충분히 반영하는 경우에 한해서는 매우 바람직한 결과를 보장하지만 설계속도가 운전자가 기대하는 속도보다 너무 낮게 설정되면 두 속도의 차이에 의해 안전상의 문제점을 야기한다.
- ii) 설계속도는 전체 도로구간을 대상으로 선택되어지며 도로설계구간 내 개별 평면곡선의 설계속도는 전체 도로구간의 설계속도보다 크거나 같아야 한다.
- iii) 설계속도는 해당 도로를 주행하는 자동차의 누적 분포 관점에서 높은 백분율 값을 가져야 한다 (AASHTO, 1994).

McLean(1981)은 호주의 120개 평면곡선에서 주

행속도를 조사하고 설계속도가 90km/h 이하의 도로에서는 V85(85백분위 속도)가 설계속도보다 높게 나타남을 결론으로 제시했다. 이 결과는 주행속도가 설계속도를 초과하지 못한다는 설계속도 기반 도로설계의 기본적인 전제와 상충되는 것이다.

McLean(1981)은 설계속도가 100km/h를 초과하는 구간에서는 V85가 설계속도 보다 일반적으로 낮음을 제시하였으며 이 경우 Barnett(1936)이 제시한 설계속도를 적용할 수 있다고 언급하였다.

McLean(1981)의 연구결과에 상응하여, 호주는 설계속도가 낮은 도로 구간(100km/h 이하)의 평면선형 설계 절차에서 V85가 반영될 수 있도록 개정하여 이러한 도로구간에서는 V85를 설계속도 대신 사용하도록 규정하였다.

설계속도 기반 도로 설계의 한계점들을 정리하면 다음과 같다.

- i) 설계속도는 평면곡선과 종단곡선에만 적용되고 그 곡선들을 연결해주는 직선에는 적용되지 못한다. 따라서, 평면 또는 종단곡선의 진입부와 연결되는 긴 직선 구간의 끝에서 운전자의 주행속도는 평면곡선에 적용된 설계속도보다 큰 값을 갖게 되고 이로 인해 운전자는 무리한 감속을 하게 되어 주행상의 큰 부담으로 작용하게 된다 (McLean, 1978).
- ii) 평면선형과 종단선형이 복합되는 복합선형에 대해서 안전을 보장하기 어렵다. 도로 설계기준은 평면선형과 종단선형을 구분하여 제시되기 때문에 각 선형에 내포된 안전여유(Safety Margin)가 선형들이 복합된 환경에서도 동일하게 유지된다고 보기 어렵기 때문이다(McLean, 1978).

운전자의 주행속도(회망속도)와 설계속도 사이에 차이가 발생하는 경우에는 도로 설계의 일관성이 유지되기 어려우며, 설계속도를 기반으로 한 도로 설계의 한계점을 극복하기 위해서는 도로 기능별로 정의된 설계속도를 실제 운전자가 회망하는 주행속도와 최대한 일치시켜 도로 안전성을 확보하여야만 한다.

2. 주행속도 기반 도로설계 안전성 평가 방안

주행속도 기반 도로설계는 운전자의 주행속도에 기

반하여 도로 평면선형 설계의 안전성을 평가할 수 있는 것이다. 도로의 평면 곡선반경 등 도로 기하구조 조건에 따른 운전자의 주행속도를 예측하는 모형을 구축하고, 주행속도 프로파일을 이용하여 도로 선형 설계의 안전성을 평가하는 것이다.

AASHTO(1994)는 주행속도를 '도로 구간별 설계속도에 의해 결정되는, 안전속도를 초과하지 않고 양호한 기상조건하에서 운전자가 주어진 도로구간을 주행할 수 있는 최대속도'로 정의하고 있으며 최근 AASHTO(2001)에는 자유류 상태에서 관찰되는 속도로서 85백분위 수가 가장 일반적으로 통용되는 척도임을 언급하였다. 도로 설계 일관성을 유지하기 위해 주행속도를 활용하는 대표적인 방안이 주행속도 프로파일을 작성하는 것이다. 주행속도 프로파일 모형은 일정 도로구간 중 주행속도 일관성이 없는 구간을 찾는데 이용된다. 속도 프로파일의 수평축은 거리를, 수직축은 주행속도를 나타낸다. 연속되는 선형 요소간 주행속도가 크게 변화하는 경우 설계 일관성이 없음이 판별되게 된다. 스위스는 주행속도 프로파일을 도로 기하구조 설계에 반영한 첫 번째 국가이며 독일과 호주도 주행속도를 활용하여 도로 설계의 일관성을 확인하는데 활용하고 있다.

도로 설계 일관성 평가기준은 Leisch와 Leisch(1977), Lamm, Psarianos와 Mailaneder(1999) 등에 의해 개발되었다.

특히, Lamm 등(1999)은 이 분야 연구들을 종합하여 다음과 같은 세 가지 도로 선형 안전성 평가기준을 제시하였다.

1) 도로 설계요소별 주행속도와 설계속도의 차이를 이용한 선형 안전성 평가

동일 지점(곡선부)의 주행속도와 설계속도의 차이를 이용하여 도로의 선형 안전성을 평가하는 기준이다(〈표 1〉). 주행속도와 설계속도 간에 차이가 발생하면 설계속도에 따라 설계된 도로 설계요소가 운전자의 기대와

〈표 1〉 도로 선형 안전성 평가기준 I

기준 구분	단일곡선 설계일관성
우수	$ V_{85_i} - V_d \leq 10 \text{ km/h}$
양호	$10 \text{ km/h} < V_{85_i} - V_d \leq 20 \text{ km/h}$
불량	$ V_{85_i} - V_d > 20 \text{ km/h}$

주) V_d : 설계속도

V_{85_i} : i번째 설계요소를 주행하는 운전자의 85백분위 주행속도

일치하지 못하게 되고, 결국 사고로 이어질 개연성이 높아짐을 의미하게 된다.

2) 연속된 설계요소 사이의 주행속도 차이를 이용한 선형 안전성 평가

연속된 설계요소(직선과 평면곡선, 평면곡선과 직선) 사이의 주행속도 차이를 토대로 선형의 안전성을 평가하는 방법이다(〈표 2〉).

3) 수요 횡방향 미끄럼 마찰계수와 공급 횡방향 미끄럼 마찰계수의 차이를 이용한 선형 안전성 평가

동일 지점(곡선부)에서 도로 설계 시 설계속도에 따라 결정된 공급 횡방향 미끄럼 마찰계수(f_{RA})와 실제 도로 이용자의 주행속도에 의해 결정된 수요 횡방향 미끄럼 마찰계수(f_{RD})의 차이를 토대로 도로의 선형 안전성을 평가하는 기준이다(〈표 3〉). 개별적인 설계요소의 안전성을 평가하는 측면에서 '도로 설계요소별 주행속도와 설계속도의 차이를 이용한 선형 안전성 평가와 유사하나 주행의 동적 안전성에 기초하고 있는 점에서 차이가 있다.

평가기준 III과 관련하여, Lamm 등(1999)에 의해 제시된 수요 횡방향 미끄럼 마찰계수(f_{RD})와 공급 횡방향 미끄럼 마찰계수(f_{RA})는 식(1)~식(3)으로 표현된다.

〈표 2〉 도로 선형 안전성 평가기준 II

기준 구분	연속 선형 주행속도 일관성
우수	$ V85_i - V85_{i+1} \leq 10 \text{ km/h}$
양호	$10 \text{ km/h} < V85_i - V85_{i+1} \leq 20 \text{ km/h}$
불량	$ V85_i - V85_{i+1} > 20 \text{ km/h}$

주) $V85_i$: i번째 설계요소를 주행하는 운전자의 85백분위 주행속도
 $V85_{i+1}$: i+1번째 설계요소를 주행하는 운전자의 85백분위 주행속도

〈표 3〉 도로 선형 안전성 평가기준 III

기준 구분	주행 역학 측면의 일관성
우수	$f_{RA} - f_{RD} \geq +0.01$
양호	$-0.04 \leq f_{RA} - f_{RD} \leq +0.01$
불량	$f_{RA} - f_{RD} < -0.04$

주) f_{RD} : 수요 횡방향 미끄럼 마찰계수
 f_{RA} : 공급 횡방향 미끄럼 마찰계수

$$f_{RD} = \frac{V85^2}{127 \cdot R} - e \tag{1}$$

$$f_{RA} = n \cdot 0.925 \cdot f_T \tag{2}$$

$$f_T = 0.59 - 4.85 \cdot 10^{-3} \cdot V_d + 1.51 \cdot 10^{-5} \cdot V_d^2 \tag{3}$$

여기서,

f_{RD} : 수요 횡방향 미끄럼 마찰계수

f_{RA} : 공급 횡방향 미끄럼 마찰계수

f_T : 종방향 미끄럼 마찰계수

V85 : 85백분위 주행속도(km/h)

R : 평면곡선반경(m)

e : 편경사(%/100)

n : 횡방향 미끄럼 마찰계수 활용비

- 신규도로 구릉지/산지 : 0.4

- 신규도로 평지 : 0.45

- 기존도로 : 0.6

III. 현장 조사

1. 주행속도 조사

1) 조사범위

지방부 2차로 도로를 공간적 범위로 하고, 차량간의 간섭이 주행속도에 미치는 영향을 최소화할 수 있는 비첨두 시간대를 시간적 범위로 하여 속도자료가 수집되었다. 본 연구는 평면선형의 변화에 따른 주행속도에 예측모형을 개발하는데 초점을 두었으므로, 종단경사가 2% 이하인 평면선형 변화구간을 조사대상으로 했다. 이상의 조건들이 만족되는 지점을 도로 설계도에 기초하여 예비 답사한 후 최종적으로 조사지점을 선정하였다. 선정된 지점들은 지역적으로 교통량이 상대적으로 적은 반면 교통사고의 발생빈도가 타 지역에 비해 상대적으로 높게 나타난 전라북도과 충청북도에 분포되었다. 조사된 지점은 곡선반경이 80m~300m 사이에 분포되어 있다.

2) 조사 방법

속도 자료수집은 미국 nu-metrics사의 NC-97을 이용하였다. 검지기는 가로 16cm, 세로 14cm, 높이 2cm 정도로 운전자에게 쉽게 식별되지 않을 정도의

크기이다. 검지원리는 자기장(magnetic field) 위로 통과하는 차량의 영향을 검지하고, 검지기 내의 마이크로컴퓨터가 이를 토대로 지점속도(spot speed)를 예측하게 된다. 검지기로부터 수집되는 자료는 차량속도, 검지시간, 차두시간, 차량길이이다. 이들 자료는 검지기에 저장되고 조사시간이 끝난 후에 RS232 포트를 통해 개인용 컴퓨터로 옮겨진다.

지점별 설치 조사위치는 곡선부 전방 100m, 곡선부의 시점(BC), 곡선장을 4등분한 지점 중 곡선부의 시점(BC)으로부터 1/4, 1/2, 3/4지점, 곡선부 종점

(EC), 곡선부 후방 100m에 설치되는 것을 기본으로 하였다.

조사장비를 통해 조사된 자료 중 추종이 일어날 수 있는 차두시간이 6초 이하인 경우는 다른 차량의 영향을 받았다고 가정하고 자료에서 제외하였으며, 차종은 승용차로 국한하여 분석을 수행하였다.

조사 대상구간의 도로기하구조 조건 및 속도조사 결과는 <표 4>와 같다.

<표 4> 조사 대상구간도로 기하구조

지점	평면곡선반경 (m)	평면곡선길이 (m)	편경사 (m/m)	차로폭 (m)	길어깨 (m)	곡선 1/2 지점 V85 (km/h)
1	80	40	0.077	3.5	1.4	75
2	80	40	0.060	3.4	2.0	70
3	100	80	0.036	3.9	4.8	77
4	100	80	0.028	3.7	1.5	71
5	100	140	0.066	3.3	1.2	66
6	120	80	0.072	3.5	0.7	65
7	120	100	0.061	3.2	0.9	68
8	120	100	0.068	3.2	1.9	69
9	120	100	0.058	3.2	1.4	72
10	120	100	0.077	3.2	1.4	72
11	120	190	0.085	3.5	1.5	69
12	120	190	0.053	3.4	0.8	61
13	150	60	0.066	3.7	0.7	75
14	150	90	0.061	3.2	1.2	72
15	150	110	0.067	3.5	1.2	69
16	150	150	0.074	3.2	1.1	67
17	170	150	0.057	3.1	0.8	75
18	170	150	0.077	3.1	0.8	76
19	180	90	0.069	3.4	0.8	74
20	180	90	0.059	3.3	0.7	69
21	180	90	0.081	3.6	1.0	70
22	180	100	0.057	3.6	1.1	72
23	180	130	0.067	3.4	1.1	81
24	180	130	0.053	3.3	1.0	78
25	200	60	0.071	3.2	0.7	84
26	200	60	0.071	3.2	0.7	81
27	200	80	0.047	3.4	0.7	75
28	200	80	0.047	3.4	0.7	74
29	200	90	0.030	3.3	2.0	66
30	200	140	0.030	3.3	2.0	72
31	200	140	0.057	3.3	1.7	74
32	250	90	0.048	3.4	0.8	73
33	250	90	0.047	3.4	0.8	77
34	300	80	0.068	3.3	0.7	77
35	300	80	0.066	3.3	0.7	81
36	300	90	0.073	3.0	1.0	75
37	300	90	0.063	3.0	1.0	73

2. 횡방향 미끄럼 마찰계수 산정

1) 조사범위

횡방향 미끄럼 마찰계수 산정을 위한 현장조사는 경기도 가평군 국도 46호선(신청평대교 앞) 구간에서 수행하였다.

2) 조사 방법

미끄럼 조사장비는 미국의 K. J. Law Engineers (주)에서 제작한 포장 미끄럼 측정장비를 이용하였다.

본 조사 장비는 실제 크기의 타이어로 포장노면의 미끄럼 저항 특성을 측정하는 방법으로서, 습윤 노면 위를 일정한 무게와 속도로 달리는 타이어를 제동하고, 이때 필요한 견인력을 측정하여 마찰계수(SN : Skid Number)를 산출한다.

$$SN = \frac{F}{W} \times 100 \quad (4)$$

여기서,

F : 견인력(N)

W : 시험륜에 제하된 동적수직하중(N)

<표 5> 조사지점 도로·교통 특성

포장 유형	도로 개요		제한속도 (km/h)	교통량 (대/일)
	도로기능	왕복 차로수		
콘크리트포장	국도	4	80	35,000

<표 6> 주행속도별 미끄럼 마찰계수

조사 개요			측정값(SN)	
주행속도 (km/h)	측정지점 (개소)	측정회수 (회)	평균	표준편차
60	1	9	35	3.77
70	1	10	30	3.31
80	1	14	28	3.51
90	1	6	26	2.81

현장 조사된 종방향 미끄럼 마찰계수는 <표 6>과 같다. 조사결과, 주행속도의 증가에 따라 미끄럼 마찰계수가 감소되었고 측정값은 26~35 사이에 분포하였다.

3. 분석 결과

1) 주행속도와 설계속도 비교

주행속도는 현장에서 조사된 V85속도를 사용하고 설계속도는 도로 평면선형 조사지점의 기하구조와 관련한 안전속도(식(5) 참조)를 설계속도(이후 '공급 설계속도')로 하였다.

<그림 1>은 주행속도(V85)와 공급 설계속도의 차이를 나타낸 것이다.

$$V_s = \sqrt{127 \cdot R \cdot (e + f_{RA})} \quad (5)$$

여기서, V_s : 공급 설계속도(km/h)

R : 곡선반경(m)

e : 편경사(m/m)

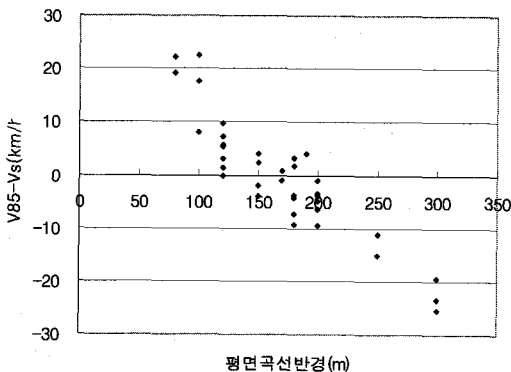
f_{RA} : 공급 횡방향 미끄럼 마찰계수

식(5)에서 공급 횡방향 미끄럼 마찰계수는 주행속도 60km/h에서 측정된 종방향 미끄럼 마찰계수를 이용하여 다음과 같이 구한다.

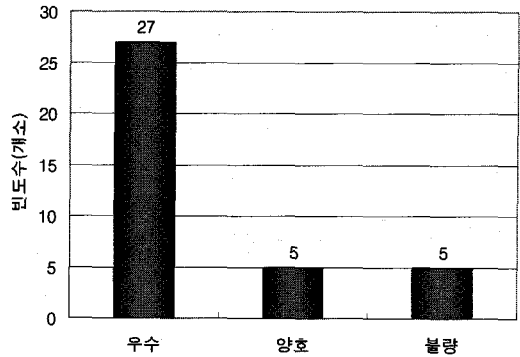
$$\begin{aligned} f_{RA} &= n \times 0.925 \times f_T \\ &= 0.6 \times 0.925 \times 0.35 \\ &= 0.195 \end{aligned} \quad (6)$$

여기서,

$n = 0.6$ (기준도로), $f_T = 0.35$ (<표 6>참조)



<그림 1> V_s 와 V85 속도차 분포



<그림 2> 단일곡선 설계일관성 평가 결과

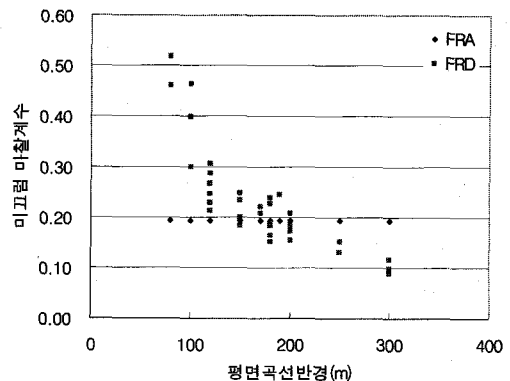
<그림 1>의 결과를 해석하면, 평면 곡선반경 약 200 m 이하에서 주행속도가 지점별 공급 설계속도에 비해 높게 나타났다.

<그림 2>는 단일곡선 설계일관성을 <표 1>에 근거하여 평가한 결과이다.

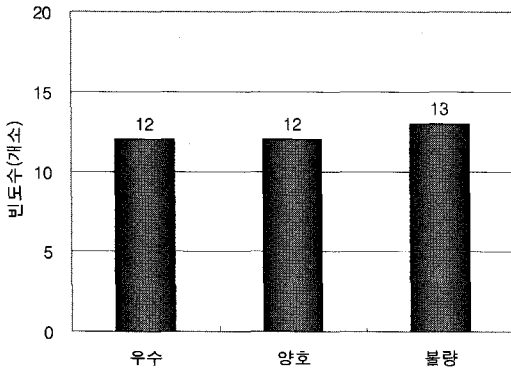
2) 수요 횡방향 미끄럼 마찰계수와 공급 횡방향 미끄럼 마찰계수 비교

Lamm 등(1999)이 제시한 주행속도 기반 도로 선형 안전성 평가기준 III에 의하면 운전자의 실제 주행속도로부터 수요 횡방향 미끄럼 마찰계수(식(1))를 산정하고 이 값과 설계에서 가정한 공급 횡방향 미끄럼 마찰계수의 차이를 통해 도로 평면곡선의 안전성을 평가하는 것이다. 횡방향 미끄럼 마찰계수는 측정이 가능한 종방향 미끄럼 마찰계수로부터 추정될 수 있다.

<그림 3>은 평면곡선반경별로 운전자의 주행속도(V85)로부터 도출된 수요 횡방향 미끄럼 마찰계수



<그림 3> 평면 곡선반경별 F_{RA} 와 F_{RD}



〈그림 4〉 주행 역학 측면의 일관성 평가 결과

와 공급 미끄럼 마찰계수(현장에서 조사된 종방향 미끄럼 마찰계수를 토대로 산정)의 차이를 비교하였다.

〈그림 3〉에 제시된 바와 같이 수요 횡방향 미끄럼 마찰계수는 평면곡선반경이 약 200m 이하인 구간에서 공급 횡방향 미끄럼 마찰계수에 비해 크게 나타났다.

〈그림 4〉는 주행 역학 측면의 일관성을 〈표 3〉에 근거하여 평가한 결과이다.

VI. 결론

현 '규칙'은 설계속도에 기반한 도로 평면선형 설계를 제시하고 있으며, 내재적 전제는 설계속도가 주행속도를 대표할 수 있다는 것이다. 지방부 왕복 2차로 도로를 범위로 현장 조사된 운전자의 주행속도를 토대로 현 '규칙'에 내재된 가정을 검토하였다.

본 연구의 결과는 다음과 같다.

- 현장 조사된 운전자의 주행속도와 평면선형 조사 지점의 공급 설계속도를 비교한 결과, 평면 곡선 반경 약 200m 이하 구간에서 주행속도가 설계속도를 초과하는 것으로 나타났다.
- 운전자의 주행속도를 토대로 곡선부를 주행하는 운전자의 수요 횡방향 미끄럼 마찰계수를 산출하고, 현장 조사된 미끄럼 마찰계수를 이용하여 산출한 공급 횡방향 미끄럼 마찰계수와 비교한 결과, 평면 곡선반경 약 200m 이하 구간에서 수요가 공급을 초과하는 경우가 발생하였음.

- 비록 습윤상태를 전제로 도출된 공급 설계속도와 건조상태에서 조사된 주행속도의 직접적 비교에는 한계가 있으나 평면곡선반경이 작을수록 주행속도와 공급설계속도의 차이가 비례적으로 크게 나타났다. 이는 운전자가 불쾌감을 감수하면서도 주행속도를 크게 낮추지 않고 주행하는 것으로 해석할 수 있다.

참고문헌

1. AASHTO(1994), "A Policy on Geometric Design of Highway and Street."
2. AASHTO(2001), "A Policy on Geometric Design of Highway and Street."
3. Barnett, J.(1997), "Safe Friction Factors and Superelevation Design," In Gutierrez, N. I., "A Model for Estimating Operating Speeds on Combined Horizontal and Vertical Alignments on Rural Two-Lane Highways," Ph. D. Thesis of Texas A&M University.
4. Gutierrez, N.I.(1997), "A Model for Estimating Operating Speeds on Combined Horizontal and Vertical Alignments on Rural Two-Lane Highways," Ph D Thesis, Texas A&M University.
5. McLean, J. R.(1978), "Speeds on Curves: Regression Analysis," International Report 200-3, Australian Road Research Board, Melbourne, Australia.
6. McLean, J.(1981), "Driver Speed Behaviour and Rural Road Alignment Design," Traffic Engineering & Control, Vol. 22, Printerhall Limited, London, England, pp.208~211.
7. Lamm, R., E. U. Hiersche, and T. Mailaender (1999), "Examination of the Existing Operating Speed Background of the German Guidelines for the Design of Roads": In Lamm, R., B. Psarianos, and T. Mailaender, Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook, McGraw-Hill.
8. Leisch, J. E. and J. P. Leisch(1977), "New Concepts in Design Speed Application,"

Transportation Research Record 631, Transportation Research Board, Washington, D. C.

9. 건설교통부(2000), 도로의구조·시설기준에관한규칙 해설 및 지침.

♣ 주 작 성 자 : 김용석

♣ 논문투고일 : 2004. 10. 13

논문심사일 : 2004. 10. 29 (1차)

심사판정일 : 2004. 10. 29

♣ 반론접수기한 : 2005. 4. 30