

■ 論 文 ■

주행속도 분포 특성을 이용한 설계기준 적용 방안

A Geometric Design Method Based on the Running Speed Distribution

정 준 화

(한국건설기술연구원 도로연구부 수석연구원)

박 창 호

(서울대학교 지구환경시스템공학부 교수)

목 차

- I. 서론
- II. 수요 특성과 도로 설계
 - 1. 수요 특성을 반영한 설계 체계
 - 2. 수요 특성과 설계기준 적용
- III. 곡선부 주행속도 분포 특성
 - 1. 자료 조사
 - 2. 속도의 누적분포 특성
- IV. 곡선부 설계와 설계기준의 적용
 - 1. 곡선부 안전 설계 방안
 - 2. 설계기준 적용 범위 산정
- IV. 결론 및 향후 연구과제
- 참고문헌

Key Words : demand characteristics, geometric design, horizontal curve, speed distribution, design flexibility

요 약

도로 선형 설계의 제1의 목표는 통행의 안전과 원활한 운행 여건을 구조적으로 확보하는 데에 있다. 현재 우리나라 도로 설계법은 외국의 설계기준과 방법론을 바탕으로 한 것이나, 도로를 이용하는 사람이나 차량의 특성이 설계 체계에 반영되어 있지 않아, 설계자의 기대와 이용자의 이용 행태간의 간격이 존재하며, 그 결과는 안전하고 편리한 도로를 제공하는 데에 장애가 된다. 도로 기하구조 설계의 적정성을 높이고 안전성을 높이기 위해서는 차량 주행 특성에 기반한 도로 선형 설계기준과 그 적용 체계를 갖출 필요가 있다.

본 연구에서는 실제 도로 이용자의 특성이 반영된 도로 설계 체계를 갖추는 작업의 일환으로 일반국도 4차로도로의 단일 곡선부 구간에 대한 주행 차량의 속도 분포 특성을 바탕으로 일반국도의 선형의 설계기준을 적용하는 방안을 제시하였다.

Highway geometric design aims to provide drivers with safe and efficient road conditions. Highway design method of Korea doesn't consider demand characteristics of drivers, vehicles etc. Therefore there is a gap between designer's expectation and user's behavior, and it hinders to make safer roads. It is required to develop the geometric design criteria and design method based on driving characteristics to provide safe and flexible design.

This study suggested a geometric design method of horizontal curves on rural 4-lane highways based on speed distribution.

1. 서론

도로 시설 측면의 교통 사고 요인을 최소화하기 위해서는 근본적으로 도로를 안전하고 쾌적한 구조가 되도록 만들어야 한다. 도로의 기본 골격을 도로의 선형이 결정한다는 점에서 도로 선형설계의 제 1 목표는 통행의 안전과 원활한 운행 여건을 구조적으로 확보하는 데에 있다.

그러기 위해서는 이용자 집단의 수요 특성에 맞는 시설을 공급하는 것이 필수적이다. 도로 선형의 경우 수요 집단은 주로 운전자와 차량이며, 운행 특성이 수요 특성을 대변한다. 따라서, 도로 선형 설계기준을 만들 때나 이를 적용할 때 또는 시설 여건을 개선하려 할 때, 운행 특성을 반영하는 것은 당연하다.

무엇보다도 외국의 설계기준과 방법론을 바탕으로 제공된 현재의 우리나라 도로가 도로 여건과 운전자 특성, 교통 특성 등을 포괄하는 국내 여건에 적절하지, 적절하지 않다면 그러한 특성을 감안한 설계 차원의 해결 방안은 무엇인지 등에 초점을 둔 연구가 절실하다.

현재 도로의 선형설계는 임의로 정해진 목표 설계속도에 따라 설계가 진행되는데, 평면선형의 경우 운전자 특성이나 지형 특성이 제대로 반영되지 않은 채 최소 곡선반경만을 규정하고 있기 때문에(건설교통부, 2000) 안전성을 고려한 효율성 측면에 융통성이 필요하다. 따라서, 본 연구에서는 평면 곡선부의 차량 운행 특성을 바탕으로, 곡선부 안전성과 효율성을 높이는 설계기준 적용 방안을 제안하였다.

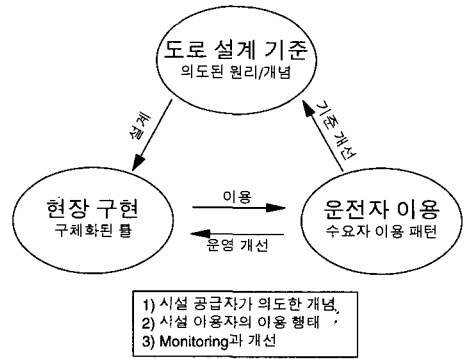
본 연구에서 수행한 현장 자료 조사 및 분석은 시간적으로는 2000년 당해 자료에 한하며, 공간적으로는 일반국도의 지방부 4차로 도로 중 평면 선형의 주종을 이루는 단일 곡선부로 범위를 국한하였다.

II. 수요 특성과 도로 설계

1. 수요 특성을 반영한 설계 체계

다수가 이용하는 시설을 만들 때에는 해당 시설을 이용하는 수요자 특성을 고려해야 하는 것은 당연하다. 도로 설계 역시 도로 이용자들의 수요 특성을 고려해야 한다. 도로의 경우 수요 집단은 주로 운전자와 차량이며, 이들의 운행 특성은 수요 특성을 대변한다.

운행 특성을 나타내는 주요 척도 중에서 차량의 주



(그림 1) 수요특성을 고려한 기하구조 설계 체계

행속도는 이러한 수요자 집단의 특성이 복합적으로 나타나는 효과척도이다. 주행속도는 가상의 설계값인 설계속도와 그에 따라 설계, 제공된 도로를 이용하는 이용자들의 속도 선택 특성과 당시의 도로 및 교통 조건에 지배된다. 도로 설계 과정에서 이들 속도는 기준을 정하여 적용하는 부분부터 운영하는 부분에 이르기까지 모든 부분과 관계되어 있고 이를 이용하는 운전자들의 안전과 직결되어 있는 변수이다.

그림 1은 차량의 운행 특성을 고려한 도로 선형설계 과정을 개념적으로 나타낸 것으로, 안전 측면에서 선형설계 문제를 설계 자체에만 두지 않고 이용자의 사용 부분까지 확대하여 접근한 개념이다.

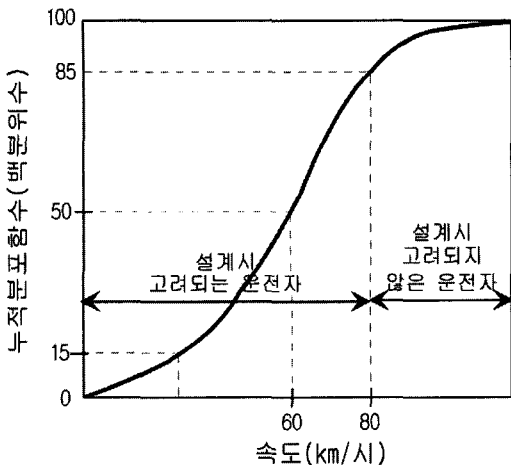
가장 안전하고 합리적인 도로 설계 방식은 시설의 수요와 공급의 균형 원리에 따른 설계 체계, 즉 수요 집단의 특성을 감안한 시설 공급 체계이다. 수요자의 이용 행태를 고려하여 시설의 공급 체계를 정한다는 점에서 이러한 접근 방식은 행태적 접근 방식으로 볼 수 있다.

독일의 경우, 주행속도의 85백분위 속도(V_{85}) 개념을 선형설계 절차에 반영하고 있으며(RAS-L, 1995), 호주의 경우 설계속도와 속도환경에 따른 85백분위 속도를 추정하여 최종 선형을 결정하고 있다(Austroads, 1993).

이러한 체계는 설계기준과 그에 따른 설계 방법을 논하는 부분부터 설계 과정이라는 틀을 짜는 부분까지 포함하고 있다. 즉, 설계 작업뿐만 아니라 개통 후 조사 평가를 통한 현장의 계속 개선과 설계기준과 설계 방법의 지속적인 수정까지 포괄한다.

2. 수요 특성과 설계기준 적용

설계속도 개념을 바탕으로 한 설계 체계에서 도로 이



〈그림 2〉 백분위수와 설계기준 설정 원리(정준화, 1998)

용자 특성을 설계기준에 반영하는 방법은 간단하다. 즉, 운전자의 반응시간이나 속도 선택, 차량의 미끄럼 마찰계수나 엔진 성능, 이들이 조합되어 표시되는 주행속도 등은 이용자 집단을 규정하는 특성치가 하나로 나오지는 않는 통계적 분포 특성을 갖기 때문에, 이러한 분포 특성에 대한 관련 기준 통계값을 바탕으로 기준값을 정하는 것이다. 이 방식은 도로 기하구조 설계를 원리적 측면에서 M. Hirsh 등(1986), F. Navin(1990), J. Leisch 등(1977)이 접근했던 방식인데, 구조물 안전 설계 분야에서는 신뢰성 이론을 대표로 하여 상당히 발전된 개념이다 (Ang(1973), Freudenthal 등(1966)).

이들 방법에 따르면 도로 설계에서 우리가 쓰고 있는 값들은 고정된 값으로서, 이 값은 누적 함수의 평균이나 85백분위수에 해당한다. 수요 집단의 특성을 설계에 반영하는 설계 체계에서 이들 값을 고정값으로 사용할 경우, 개념적으로는 평균적인 운전자나 85백분위수까지의 운전자만 고려되며, 그 외의 운전자는 고려되지 않는다. (〈그림 2〉 참조) 도로 설계시 고려되지 않는 이용자는 적어도 이론상으로는 그만큼 안전하지 못하거나 불편한 상태에서 도로를 이용하는 셈이다. 도로의 설계 체계는 명시적이지는 않지만 이러한 개념 체계를 근간으로 하고 있다.

설계속도를 바탕으로 한 도로 설계기준은 현장에서 관측된 주행속도의 통계적 특성치를 반영하여 정하도록

되어 있다. 이 때 일반적으로 자유 교통류 상태의 속도 자료를 활용하는데, 속도 자료의 누적 분포에 대한 백분위 속도(percentile speed)를 활용한다. 이를테면 주행속도의 누적 분포 자료의 85백분위 속도(85percentile speed)를 기준으로 설계속도를 정한다.

50백분위수와 85백분위수, 99백분위수는 그 자체가 수요 집단의 계층별 특성을 나타내는 지표이자 설계시 고려해야 하는 수준을 결정하는 지표가 된다. 예를 들면 바람직한 기준과 일반적인 최소 기준, 더 이상 악화시킬 경우 공학적인 판단 기준으로 볼 때 위험한 한계(임계) 최소 기준 등을 설정할 때 이들 백분위수간의 비율을 바탕으로 기준간 선택의 폭을 정할 수 있다 (Kerman, 1980). 이들 백분위수간에 일정한 비율 관계가 있다면, 이 비율을 바탕으로 설계시 백분위수에 따른 설계변수의 적용 수준을 완화하거나 설계변수를 조합하는 방안을 찾아볼 수 있다.

차량의 운행 특성을 바탕으로 설계기준을 산정하고 그 기준을 완화 또는 강화 적용하는 방법의 기본 골격은 다음과 같은 가정을 바탕으로 하고 있다.

- i) 주행속도 분포는 정규분포를 따른다.
- ii) 속도 자료의 누적 분포도에서 백분위수들간에는 일정한 비율이 존재한다. 확률밀도함수의 분포가 정규분포를 따르기 때문이다. 이 비율에 따라 모든 설계값 간의 관계를 규정할 수 있다.
- iii) 누적 분포에서 백분위수는 해당 이용자 집단을 어느 수준까지 포괄할 것인지와 관련이 있다. 이를테면 누적 분포의 85백분위수는 100명의 집단에서 85번째까지 포괄한다는 의미를 갖는다. 여기에서 대표적인 백분위수는 15백분위수, 50백분위수, 85백분위수 등이 사용된다.
- iv) 85백분위 값을 공학적인 안전율이 고려된 최소 기준 또는 일반 최소 기준으로 한다면, 99백분위 값은 이 최소 기준보다 한 단계 높은 기준값(예: 바람직한 기준)을 가지며, 50백분위수는 최소 기준보다 한 단계 낮은 기준값(예: 한계 최소기준)이 된다.¹⁾ 이러한 개념은 기준을 완화 또는 강화할 수 있는 최소값의 범위를 정하는 데에 도움을 준다.

1) 백분위수 통계자료를 공학적인 의미에서 볼 때, 바람직한 기준(desirable criteria)은 99백분위수까지, 일반적인 최소기준(minimum criteria)은 85백분위수까지, 한계 최소기준(limiting criteria)은 50백분위수까지 각각 포괄하게 된다. 한계 최소기준을 초과할 경우 안전하지 못한 집단(수치상 50백분위수 이상의 집단, 실제 안전상으로는 50백분위수에서 85백분위수 사이의 집단)이 발생하며 이 집단은 위험에 직접 노출된다. (한국건설기술연구원, 1998)

III. 곡선부 주행속도 분포 특성

1. 자료 조사

도로의 수요자 특성을 바탕으로 설계기준을 정하고 그 적용의 융통성 범위를 정하기 위해 수요 특성을 대변하는 주행속도의 통계적 분포 특성을 분석하였다. 이를 위하여 자유류 상태에서 곡선부를 주행하는 차량의 85백분위 속도, 백분위 속도 간의 상관성 등을 중심으로 검토하였다.

자료는 지방부 일반국도의 평면선형 곡선부의 자료(정준화, 2001)의 자료를 활용하였는바 개괄적인 자료 특성과 조사 방법은 다음과 같다.

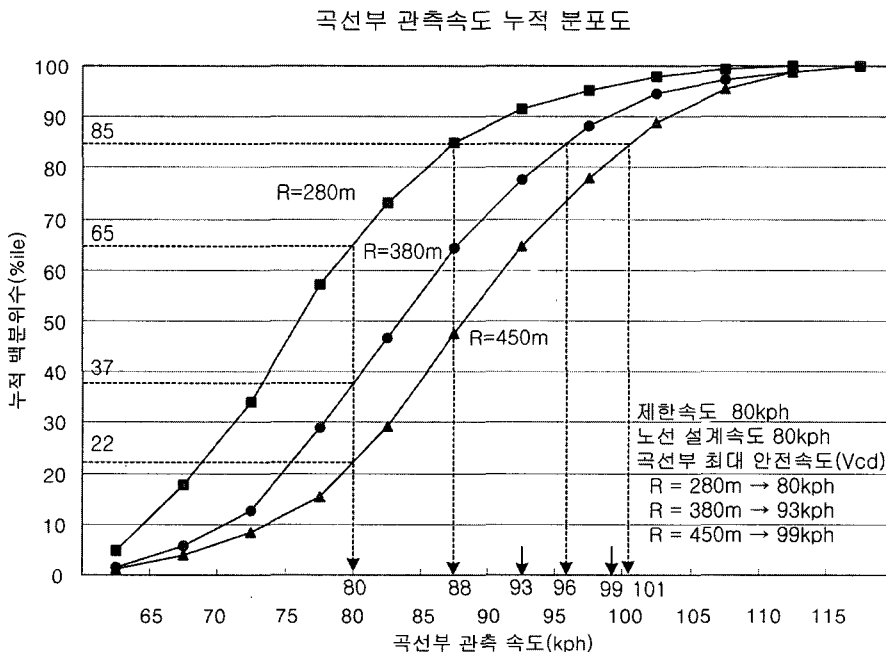
- 대상 도로 : 지방부 일반국도 4차로도로 평면 곡선부 45개 지점
- 기하구조 범위 : 평면 곡선반경 280~500m, 곡선길이 100~560m, 종단경사 ±3.5%
- 속도 범위 : 설계속도 80kph, 제한속도 80kph
- 조사 방법 : nu-metrics사의 NC-97에 의한 1차로 주행차량의 개별차량 속도 조사(곡선부 전후 방 각 1지점, 곡선부 내 5지점, 도합 지점 별 7개소) → 승용차 중심의 자료 조사

2. 속도의 누적분포 특성

속도 분석 결과, 전체적으로 곡선부 전방 직선부에서 관측된 85백분위 주행속도는 노선의 설계속도 80kph를 모두 초과하고 있으며, 약 15~30kph 정도 높게 운행되고 있다. 곡선부 내의 최저 속도 역시 모든 지점에서 노선 설계속도 80kph를 약 5~20kph 초과하여 운행되고 있다.

〈그림 3〉은 몇 개의 지점에 대한 속도 자료를 누적 분포시킨 것인데, 직선부에 대해서는 논의로 하더라도 곡선부에서도 노선의 설계속도 또는 곡선부의 최대 안전속도(Vcd) 기준보다 높게 주행하고 있는 것을 볼 수 있다. 즉, 설계속도는 곡선부에서 관측된 주행속도의 누적분포도에서 R=280m일 때 65백분위 값, R=380m일 때 37백분위 값, R=450m일 때 22백분위 값에 각각 해당한다. 또, 각 곡선부의 최대 안전속도조차도 R=280m(Vcd=80kph)일 때 65백분위 값, R=380m(Vcd=93kph)일 때 78백분위 값, R=450m(Vcd=99kph)일 때 83백분위 값에 각각 해당하여 85백분위 값에 미치지 못한다.

다음으로 백분위 속도간의 관계를 살펴보았는데, 이는 속도 분포가 모집단의 특성에 따라 정규성을 갖는다



〈그림 3〉 설계속도와 곡선부 관측 속도의 누적 분포도

〈표 1〉 곡선부 속도 자료의 백분위수별 특성치

조사 위치	백분위 속도	백분위 속도		평균
		V ₈₅ / V ₅₀	V ₉₉ / V ₈₅	
곡선부 100m 후방	(-100m)	1.16	1.17	1.165
곡선부 시점	(BC)	1.16	1.17	1.165
곡선부 1/4지점	(1/4L)	1.17	1.19	1.180
곡선부 2/4지점	(2/4L)	1.16	1.20	1.180
곡선부 3/4지점	(3/4L)	1.17	1.20	1.185
곡선부 종점	(EC)	1.16	1.19	1.175
곡선부 100m 후방	(+100m)	1.16	1.19	1.175
평균		1.163	1.187	1.175

주: 조사 자료의 곡선부 위치별 평균을 요약한 것임.

는 점에 착안하여 누적 분포된 자료의 백분위수간의 상관성을 알아보고, 이를 바탕으로 하여 주행속도 특성을 기반으로 한 설계 체계의 국내 적용성을 확인해보기 위한 것이다.2)

이를 위하여 조사 자료로부터 누적 속도 분포의 백분위수 값과 그 값들간의 관계를 도출하였다. 분석 대상 백분위수는 V₁₅, V₅₀, V₈₅, V₉₉ 등으로 하였다. 〈그림 4〉는 곡선부 속도의 누적 분포도에서 이들 백분위수 개념을 나타낸 것이다.

위 조사 자료로부터 누적 분포도에서 백분위수 간의 관계에 일정 비율이 있는지를 알아보기 위해 각 지점

자료에 대해 인근 백분위수 간의 비율을 계산한 결과, 그 비율은 평균 1.175로 도출되었다(〈표 1〉 참조).

이 값은 영국의 지방부 고속도로와 일반도로에서 같은 값으로 Kerman(1980)이 도출한 값인 1.189와 비슷한 것이다.

$$\bullet V_{85} \div V_{50} \approx V_{99} \div V_{85} \approx 1.175 = 2^{1/4.3}$$

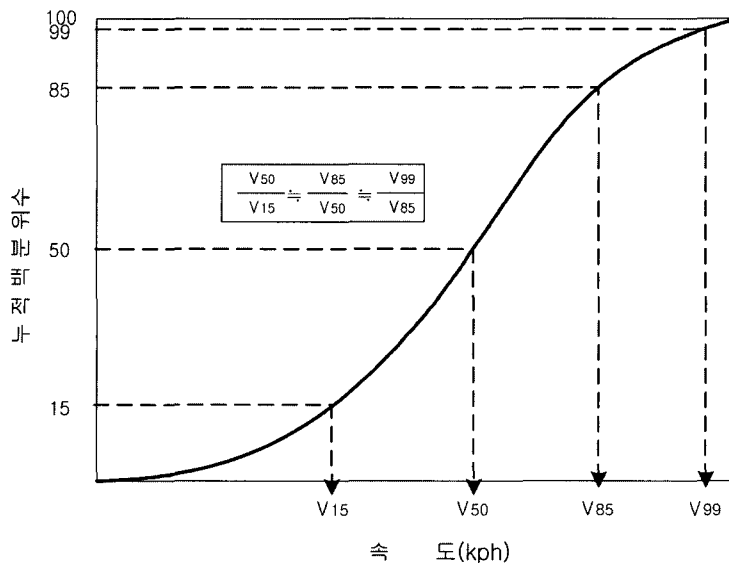
(한국, 지방부 일반국도)

$$\bullet V_{85} \div V_{50} \approx V_{99} \div V_{85} \approx 1.189 = 2^{1/4}$$

(영국, 지방부 고속도로와 일반도로)

이 분석 결과는 속도 자료의 누적 분포에서 백분위수 간에는 일정한 관계가 있음을 말해준다. 이 일정한 관계는 결과적으로 주행속도를 바탕으로 하여 곡선부의 설계기준이나 방법론을 개발하기 위한 기초 자료로 활용할 수 있다. 즉, 85백분위 주행속도를 지속적으로 모니터링한 결과를 바탕으로 설계속도와와의 관계를 규정하고3) 설계할 때에는 이러한 속도 차이를 안전 요소로 감안하고 있다.

또, 특정 설계 요소를 현장 설계 여건상 불가피하게 기준보다 낮게 적용해야 할 경우에는 이러한 비율을 바탕으로 다른 설계 요소를 보강하는 것이 안전시설을 설치하는 것과 같은 대안보다는 최소한 논리적인 대안이 될 것이다.



〈그림 4〉 곡선부 속도의 누적 분포도와 백분위수

2) 속도 누적 분포도에서 도출한 백분위수 간의 상관 관계를 바탕으로 선형설계 분석을 위한 구조화된 시스템(structured design system) 개념을 제안한 것은 Kerman(1980)이다. 본 연구에서는 그의 설계 방법론이 국내에 적용이 가능한지를 따져 보았다.
3) 독일의 경우, 현장에서 계속 모니터링한 결과를 토대로 85백분위 주행속도를 설계속도보다 일정 수준 높게 가정하여 설계하고 있는데, 이 부분은 설계시 안전 장치로 작용하고 있다고 할 수 있다.

IV. 곡선부 설계와 설계기준의 적용

1. 곡선부 안전 설계 방안

설계 차원에서 도로 곡선부의 안전 문제를 놓고 보면, 주행속도 등과 같은 운행 특성을 반영한 안전 설계 방안에는 다음 세 가지 방안이 있다.

- i) 곡선반경 기준 자체를 크게 하는 방안 : 대부분 지형이나 주변 여건의 구조적인 문제로 곡선반경이 제약되는 경우가 많기 때문에, 경제성 측면에서 비효율적일 수 있다. 곡선반경을 키우면 설계속도를 늘리는 결과를 가져와 시거 증가와 주행성 증가 등으로 주행속도가 더 늘어나므로 오히려 안전성을 떨어뜨리는 요인이 되기도 한다.
- ii) 곡선반경은 그대로 두고 편경사 등을 조절하는 방안 : 긍정적이다. 도로 설계시 곡선반경과 설계속도(주행속도를 반영한 값)를 고정값으로 둔다면, 조정 가능한 변수는 편경사와 횡방향 마찰 계수이다. 횡방향 마찰계수의 경우 대부분의 도로에서 적정 수준이 확보되므로 결국 편경사의 설계기준을 높여서 적용하는 방안이 추천된다. 이 방안을 통해 운전자의 시거 요건 등 속도를 높일만한 여건은 그대로 두어 주행속도는 유지하면서 편경사를 조정하여 곡선부 주행 안전성을 높이는 결과를 기대할 수 있다.
- iii) 설계기준의 적용 범위를 정하여 설계 변수간 조합

또는 조정을 통한 안전한 설계를 유도하는 방안 : 곡선부 운행 특성을 고려한 설계기준의 적용 범위를 정해 두고, 지형적인 제약 조건 등이 발생하여 설계기준 적용이 어려울 때 관련 변수간 조합 또는 조정이 가능하도록 하기 위한 방안이다. 이를 통해 안전한 설계를 유도하는 방안으로 이 역시 긍정적인 방안이다. 이 방안은 두 번째의 경우와 관련이 깊다.

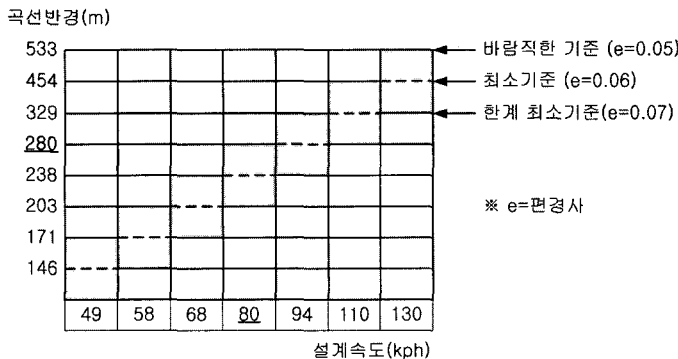
2. 설계기준의 적용 범위 산정

앞서 산출된 속도 누적 분포도의 백분위수 간의 비율(1.175)은 설계기준의 적용 범위 산출에 적용할 수 있다. 설계기준 자체가 85백분위수와 같은 통계적 특성을 반영하는 것이기 때문이다.

통상적으로 85백분위수를 공학적인 의미에서 일반적인 최소 기준으로 하고 있는 점을 감안하면, 특정 설계값에 대해 50백분위수(85백분위수+1.175)는 한계 최소 기준, 99백분위수(85백분위수×1.175)는 바람직한 기준으로 산정할 수 있다. 그 개념은 다음과 같이 표시할 수 있다.4)

- 50백분위수 설계값 = 한계 최소 기준
- 85백분위수 설계값 = 일반적인 최소 기준
- 99백분위수 설계값 = 바람직한 기준

또, 이들간의 비율 관계를 고려할 때, 설계기준 완화



〈그림 5〉 설계기준별 곡선반경 기준 범위(기준 설계속도 80kph일 때)

4) 85백분위수를 일반적인 최소 기준(minimum criteria)으로 할지, 아니면 바람직한 기준(desirable criteria)으로 할지는 논란의 여지가 있으나, 85백분위수를 일반적으로 공학적인 최소 기준으로 쓰고 있는 점을 감안할 필요가 있다. 또, 바람직한 기준도 종래에는 뚜렷한 근거 없이 최소 설계값의 1.5배로 하는 관계가 있지만, 여기에서는 수요 집단의 특성을 99% 포괄한다는 면에서 바람직한 기준으로 설정해도 원리상 문제는 없다.

〈표 2〉 평면선형 설계 요소의 설계기준 범위(기준 설계속도 80kph의 경우)

설계 변수	최소 곡선 반경 (m)	편경사 (e)	횡방향 마찰 계수 (f)	평면 정지 시거 (m)	곡선의 최소 길이(m)		완화 곡선 최소 길이 (m)
					$\theta < 5^\circ$	$\theta \geq 5^\circ$	
바람직한 기준	329	0.051	0.102	165	529/θ	106	59
최소 기준	280	0.060	0.120	140	450/θ	90	50
한계 최소기준	238	0.071	0.141	119	383/θ	77	43

주 : 최소 기준 값에서 백분위수 간 특성치(1.175)를 감안한 값임.

적용을 위한 설계 수준의 단계별 관계도 다음과 같이 규정할 수 있다.

- 설계 수준 [A]단계의 최소 기준(85백분위) 설계값 = 설계 수준 [A+1]단계의 한계 최소 기준(50백분위) 설계값 = 설계 수준 [A-1]단계의 바람직한 기준(99백분위) 설계값

여기서, 설계 수준 단계는 설계속도 기준으로 볼 때에 80kph를 [A]단계로 하면, 설계속도 68kph(=80kph÷1.175)가 [A-1]단계, 설계속도 94kph(=80kph×1.175)가 [A+1] 단계가 된다(〈그림 5〉의 수직축 값 산출 방식).

〈그림 5〉는 이러한 개념을 바탕으로 지방부 일반국도의 기준 설계속도 80kph를 중심으로 곡선반경의 적용 범위를 산정한 것이다. 이 기준에서 최소 곡선반경 기준을 상향(바람직한 곡선반경) 또는 하향(한계 곡선반경)시켜 적용하려 할 때에는 편경사와 횡방향 마찰계수를 보완하여 설계해야 안전한 주행을 보장할 수 있다.

〈표 2〉는 이러한 곡선부 기준 설정 방식에 따라 설계속도 80kph와 100kph에 대하여 평면 선형의 설계요소인 곡선반경과 편경사, 횡방향 마찰 계수, 정지시거, 곡선의 최소 길이, 완화 곡선의 최소 길이 등의 기준 범위 값을 기존 설계기준(건설교통부, 2000)을 바탕으로 정해 본 것이다.

V. 결론 및 향후 연구과제

도로를 안전하고 쾌적한 구조가 되도록 만들기 위해서는 도로의 안전성에 영향을 미치는 도로 및 교통 특성을 감안하여 도로 구조를 만들도록 선형을 설계해야 한다. 본 연구에서는 통행의 안전성을 높이기 위해 주

어진 도로 환경 여건에 대해 이를 이용하는 사람이나 차량의 반응 특성을 감안한 도로 선형 설계 방법에 대한 실증적인 방법론에 대해 알아보았다.

현장의 주행속도를 바탕으로 설계속도를 정하고 적용하는 문제에 대해 요약하면 다음과 같다.

- i) 기준으로 정한 설계속도는 주어진 기하조건에 대한 이용자의 특성을 반영하는 것이어야 한다. 이용자 특성은 사람과 차량 특성에 좌우되는 바, 관측된 주행속도는 그 특성을 잘 대변하는 지표이다.
- ii) 주행속도는 모집단의 특성에 따라 통계적 분포 특성을 갖는데, 속도 분포 자료에서 공학적인 기준을 정할 때에는 속도 자료를 누적했을 때 적정 백분위수(percentile)에 해당하는 속도 값이 의미를 가진다. 누적분포에서 백분위수는 해당 이용자 집단을 어느 수준까지 포괄하는지와 관련이 있다.
- iii) 일반적으로 공학적인 안전율을 고려한 설계기준으로는 누적분포 자료의 85백분위 값을 쓴다. 이보다 낮은 백분위 값(50백분위수)을 적용하면 안전상 문제가 될 수 있고, 이보다 높은 백분위 값(99백분위수)을 적용하면 안전보다는 경제성(과다 설계)이 문제될 수 있다. 따라서, 이 백분위수는 최소 설계기준이나 바람직한 설계기준을 판단하는 기준으로 쓸 수 있어 설계기준을 완화 또는 강화하여 적용하려 할 때 그 범위를 정하는 데에도 도움을 준다.
- iv) 결과적으로 이러한 이용자 집단의 특성을 설계기준 산정에 반영하느냐가 운전자를 고려한, 결과적으로 운전자가 이용하기에 편리하고 안전한 도로를 만들 수 있는가를 결정한다.

본 연구에서는 지방부 일반국도의 기준 설계속도(80km/h)를 중심으로 곡선반경의 적용 범위를 도로 환경 제약 수준에 따라 3단계로 구분하여 산정하였다. 이 설계기준 적용 체계에서는 최소 곡선반경 기준을 상향(바람직한 곡선반경) 또는 하향(한계 곡선반경) 적용시에 다른 관련 설계 변수(편경사와 횡방향 마찰계수 등)를 보완 적용하여 설계하면 제한된 곡선반경을 제공해도 비교적 안전한 주행을 할 수 있게 된다.

이 방법론에 따라 산출된 관련 설계값들은 지방부 4차로 일반도로에 대해 적용할 수 있지만, 다른 수준의 도로에 대해서는 적용성에 한계가 있다. 고속도로, 지방도 등에 적용하기 위하여 관련 조사 연구를 바탕으로

본 연구 방법론을 적용, 그 적정값을 정립할 필요가 있다. 이를 바탕으로 보다 일반적인 도로 기하구조 설계 기준 산정 방법론을 정립할 수 있을 것으로 판단되며, 설계 요소 간의 적용값 조합을 통한 설계 보완 방안도 수립할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 건설교통부(2000), 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 및 해설 지침.
2. 정준화(1998), 수요자 집단의 특성을 고려한 도로 선형 설계, 건설기술정보 통권 178호.
3. 정준화(2001), 주행속도를 이용한 도로의 평면선형 안전성 평가 모형 개발, 서울대학교 대학원 박사학위논문.
4. 한국건설기술연구원(1998), 도로 곡선부의 안전성 향상을 위한 평면선형 설계지침 연구.
5. Ang, A. H-S.(1973), "Structural Risk Analysis and Reliability-Based Design", Journal of Structural Division(ST9), pp.1891~1910.
6. Austroads(1993), "Rural Road Design : Guide to the Geometric Design of Rural Roads".
7. Freudenthal, A. M. et al.(1966), "The Analysis of Structural Safety", Journal of Structural Division(ST1), pp.267~325.
8. Hirsh, M. et al.(1986), "New Approach to Geometric Design of Highways", TRR 1100, TRB, pp.50~57.
9. Kerman, J. A.(1980), "A Structured System for the Analysis of Geometric Design", PTRC Proc. of Seminar Q.
10. Leisch, J. E. and Leisch, J. P.(1977), "New Concepts in Design Speed Application", TRR 631, TRB, pp.4~14.
11. Navin, F. P. D.(1990), "Safety Factors for Road Design : Can They Be Estimated?", TRR 1280, TRB, pp.181~189.
12. Simpson, D. and Kerman, J. A.(1982), "The Research and Development background to Highway Link Design", Traffic Engineering & Control, pp.414~421.
13. Richtlinie für die Anlage von Straßen - Linienführung(RAS-L), 1995.

✉ 주 작 성 자 : 정준화

✉ 논문투고일 : 2005. 6. 18

논문심사일 : 2005. 7. 15 (1차)

심사판정일 : 2005. 7. 15

✉ 반론접수기한 : 2005. 12. 31

이론 및 모형

자기장을 이용한 루프검지기 자동진단시스템 개발

김남선 · 이승환 · 오영태 · 이철기 · 강증식

일반국도의 지점 및 구간검지기 자료의 융합을 통한 통행시간 추정 알고리즘 개발

김성현 · 임강원 · 이영인

고속도로 경로통행시간 산출을 위한 전진반복 전후방탐색법(PIFAB)의 개발

남궁성

수도권 도시철도 수입금 정산 분석모형

신성일 · 노현수 · 조종석

가속차로의 길이 제어와 고속도로 접속부 혼잡저감 효과

신치현 · 김규욱

영상검지기 교정주기 설정방안

이정원 · 백남철 · 송영화 · 장진환