

■ 論 文 ■

# 일반국도의 수행 기능 분석에 의한 적정 설계기준 연구

National Highway's Design Criteria Based on Analysis of Functional Classification

강 원 의

(한국건설기술연구원 수석연구원)

## 목 차

- I. 서론
  - 1. 연구배경 및 목적
  - 2. 일반국도의 기능구분과 설계기준의 문제점
- II. 일반국도의 수행기능 분석
  - 1. 도로 수행기능 분석방법과 사용자료
  - 2. 일반국도 기능구분 결과
- 3. 일반국도 수행기능 해석
- III. 일반국도 기능별 도로교통 특성
  - 1. 교통량 시간변동 특성
  - 2. 평균 통행속도 특성
- IV. 일반국도 간선기능 제고를 위한 설계기준 제안
- V. 결론
- 참고문헌

Key Words : 도로설계, 도로기능, 기능분류, 설계기준, 목표 통행 속도

## 요 약

본 연구는 지방지역에서 주간선도로 및 보조 간선도로의 기능을 수행하도록 규정된 일반국도의 수행기능을 통계적 방법으로 유형화하고, 각 유형별 교통특성 규명에 의한 일반국도의 적정 설계기준을 제안하였다. 전국의 도로망에서 일반국도가 수행하는 기능은, 크게 3가지로 유형화할 수 있음을 통계적 방법으로 검증하였으며, 각 유형별 도로 구간의 교통특성 조사 결과, 당초 간선도로로 건설된 일반국도가 그 역할을 충분히 수행하지 못하는 것으로 판단할 수 있었다. 이러한 문제점의 개선 대안으로 일반국도가 간선도로로서의 역할을 수행할 수 있도록 기능별 설계기준의 차별화와, 목표통행속도 개념을 반영한 부속시설 정비 기준을 제안하였다.

## 1. 서론

### 1. 연구배경 및 목적

국토 구조의 골격을 형성하는 고속국도에서부터 지역사회의 일상생활 기반인 시, 군도까지 포함하는 도로망을, 각 도로가 분담해야 할 역할에 따라 체계적으로 정비하는 것이 국가적 차원의 도로정비의 주요한 목표이다. 공공부문이 담당하는 도로건설사업은 매년도의 투자재원이 한정되어 있으므로 투자사업의 효율성을 확보하는 것이 중요한 과제로 인식되고 있다.

일반국도는 도로법 제13조에서 중요 도시, 지정항만, 중요한 비행장 또는 관광지 등을 연결하며 고속도로와 함께 국가 기간 교통망을 이루는 도로로 그 수행기능을 정의하고 있다. 또한, 일반국도의 설계기준은 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」<sup>1)</sup>에서 지방지역의 주간선도로와 보조간선도로로 구분되고, 각각의 설계기준이 제시되어 있다. 일반국도를 주간선도로와 보조간선도로로 구분하여 건설하는 이유는 이용자들에게 제공하는 속도 서비스를 포함한 이용 편의를 차별화하기 위함이다.

자동차 전용도로로 설계되어 철저히 이동성을 추구하는 고속도로와는 다르게 일반국도는 당해 구간의 이용자 특성과 지역적 특성을 감안하여 이동성과 접근성 등의 기능들을 조화시켜 건설할 필요성이 있으므로, 한두 가지의 설계기준으로 도로 수준을 제한할 경우 다양한 요구를 만족시키기 어렵다.

따라서 일반국도의 설계기준은 현재 수행하는 기능과 향후에 수행하여야 할 기능을 파악하고, 그 기능에 적합한 시설 수준이 되도록 설정할 필요가 있다.

그러나 현재까지 건설한 일반국도가 당초에 목표로 한 간선도로로서의 기능 수행 여부와 현행설계기준의 적정성에 관한 조사가 이루어지지 않아, 전국 도로망에서 일반국도가 수행하는 역할에 관한 평가가 충분한 수준에서 이루어지지 않았다.

본 연구에서는 지방지역에서 주간선도로 및 보조간선도로의 기능을 수행하도록 정의된 일반국도의 수행기능을 통계적 방법으로 유형화하고, 각 유형별 도로 교통특성 규명에 의한 일반국도의 적정 설계기준을 검토하고자 한다.

## 2. 일반국도의 기능 구분과 설계기준의 문제점

현행 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」 해설 및 지침<sup>2)</sup>에서, 지방지역 도로의 기능별 구분은 <표 1>과 같이 일반국도를 주간선도로와 보조간선도로로 구분하여 설계기준을 차별화하고 있다. 또한, 도로 종류별 설계속도는 <표 2>와 같이 정하고 있으나, 현장 적용에 있어서는 다음과 같은 문제점이 제기되어 왔다.

즉, <표 1>의 지침에 의하여 향후에 건설할 도로기능을 지정하려고 할 때, 평균통행거리 등을 예측하는 방법론이 정립되어 있지 않아 시행이 어렵고, 예측을 하더라도 그 결과의 타당성을 검증하기 어렵다. 따라서, 이러한 요인으로 해당도로의 기능을 구분하는 것은 애매하고, 업무 담당자의 판단에 따라 차이가 날 수 있어, 동일노선에서도 도로수준의 연속성이 확보하기 어렵다. 이러한 이유에서 현행의 도로구분은 주로 계획 교통량에 의존하는 경우가 대부분이나 설계

<표 1> 지방지역 도로의 기능별 구분지침

구분	주간선도로	보조간선도로	집산도로	국지도로
도로의 종류 및 등급	국도	국도 또는 지방도	지방도 또는 군도	군도
평균 통행 거리	5km 이상	5km 미만	3km 미만	1km 미만
유·출입 지점간 평균 간격(m)	700	500	300	100
동일기능 도로간 간격 (m)	3,000	1,500	500	200
계획 교통량 (대/일)	10,000 이상	2,000~10,000	500~2,000	500 미만

출처 : 참고문헌 [2]

<표 2> 지방지역의 도로종류별 설계속도 기준

구분	설계속도(km/h)	
고속도로	평 지	120
	산 지	100
주간선 도로	평 지	80
	산 지	60
보조간선 도로	평 지	70
	산 지	50
집산도로	평 지	60
	산 지	40
국지도로	평 지	50
	산 지	40

출처 : 참고문헌 [1]

교통량 산정 시 발생할 수 있는 오차 범위 내에서도 도로기능이 바뀔 수 있어 바람직한 방법이 아니다. 또한, 정량화가 가능한 계획교통량 크기로 도로기능을 결정할 경우, 대도시 주변의 일반국도는 대부분 주간선 도로로 구분될 가능성이 높고, 인구밀도가 낮아 계획교통량이 상대적으로 적은 도로는 향후 수행할 기능과 관계없이 보조간선도로로 지정 될 우려가 크다.

한편 <표 1>에 의하여 일반국도의 기능은 주간선과 보조간선 도로의 2가지 유형으로 구분되나, 이러한 구분 방법의 적합성에 대하여는 충분히 검토된 바가 없다. 이상적으로는 일반국도가 수행하는 기능을 조사하여 적합한 구분 방법이 제시되어야 하나, 이에 대한 검토 없이 현행기준을 적용하여 왔다.

최근 건설되는 일반국도는 그 구간의 수행기능을 명확하게 예측하기 곤란한 관계로 인하여, 설계실무자들은 가능한 고규격으로 도로를 설계·시공함으로, 과다 또는 과소 설계의 우려가 제기되고 있다.

또한, 도로기능을 구분한 후에도 도로 설계 기준이 구체적이지 못하여, 도로부속시설(입체교차시설, 중앙분리대, 진출입로, 통로 박스 등)의 적정수준을 객관적으로 결정하기 어렵고 설계자의 주관적인 판단에 따라 다양한 결론이 도출될 수 있다. 이러한 도로부속시설은 도로의 수준을 결정하는 요소로 시설물 설치 여부에 따라 공사비의 차이가 발생한다. 예를 들어, 지하횡단보도를 설치 할 경우, 도로고가 높아지고 경사면이 발생하여 부지 확보비용과 공사비가 증가하게 된다.

따라서 이러한 문제점을 해결하기 위하여는 일반국도의 실제적인 수행기능을 고려한 도로기능 구분과 도로기능별로 명확한 설계 기준의 재정립이 필요하다.

## II. 일반국도의 수행 기능 분석

### 1. 도로 수행 기능 분석방법과 사용자료

도로의 기능은 크게 이동기능, 접근기능, 공간기능의 3가지로 나눌 수 있으나, 어떤 도로구간의 수행기능을 정량적 척도로 표현하는 방법론은 사용되지 않고 있다. 즉, 도로가 수행하는 기능은 여러 가지 복합적인 성격을 가지고 있으므로 몇 가지의 지표에 의해 각 도로구간의 기능을 분류하는 것은 한계가 있기 때문이다.

도로가 수행하는 기능을 파악하기 위한 방법은 FHWA<sup>3)</sup>에서 제시되었고, 이러한 방법론에 근거하여 일본 건설성 토목연구소에서 참고문헌[4]와 같은 연구가 시행되었다. 참고문헌 [3],[4]에서 사용하는 기본적인 방법론은 교통량조사 결과 얻어진 교통특성에 관한 기초자료를 통계적으로 분석하여, 교통특성이 유사한 구간을 유형화 한 후 유형별 교통특성 해석을 통한 도로기능 분류를 수행하고 있다.

본 연구에서는 이상의 참고문헌[3],[4]에서 제시한 방법에 따라 일반국도를 전체 구간을 대상으로 일반국도가 어떤 유형의 기능을 수행하는 것인가에 초점을 맞추었다.

분석에 사용한 자료는 1997년 도로 교통량 상시조사<sup>5)</sup> 결과 얻어진 142개 조사구간의 교통량 관련 통계자료를 이용하였다(<표 3> 참조). 건설교통부의 도로교통량 조사에서는 <표 3>의 5개 설명변수 이외에도 일변동계수, 월변동계수, 첨두시간계수, K값 등을 얻을 수 있으나, <표 3>의 5개 설명변수와 상관성이 높은 경우는 설명변수로 채택하지 않았으며, 상시조사구간 중에서 조사시간이 누락된 지점을 제외하고 전국의 142개 구간을 대상으로 하였다.

분석에 사용된 방법은 설명변수간의 관계를 주성분 분석으로 파악하고, 상관성이 낮은 변수로만 군집분석(cluster analysis)을 하여 교통 특성이 유사한 구간별로 유형화 작업을 하였다.

이러한 자료를 바탕으로 유형별로 교통특성을 재정리하여 각 유형이 가지는 기능적 의미를 해석함으로써, 궁극적으로는 일반국도가 수행하는 기능을 구분하고자 하였다.

<표 3> 설명변수 일람

구분	변수	정 의	비고 (특성)
X(1)	일요일 계수	일요일 교통량 / 주평균 일교통량	시간 변동
X(2)	주야율 (%)	[주간(07:00~19:00) 교통량/ 24시간 교통량]×100	시간 변동
X(3)	피크율 (%)	(피크시 1시간 교통량/ 24시간 교통량)×100	시간 변동
X(4)	대형차 혼입률 (%)	(중대형 화물차, 버스 교통량/ 전체 교통량)×100	화물 수송 특성
X(5)	ADT (대/일)	조사시간 교통량/조사일수	이용 빈도

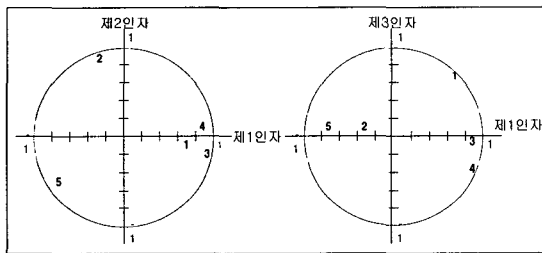
## 2. 일반국도 기능구분 결과

〈표 3〉의 5개 설명변수를 속성별로 분류하기 위하여 주성분 분석을 실시한 결과는 〈그림 1〉과 같다. 〈그림 1〉에서 보는 바와 같이 제 1인자와 제 2인자간의 관계에서는 X(1), X(3), X(4)가 비슷한 속성을 나타내었고, 제 1인자와 제 3인자간에는 X(3)와 X(4)가 유사한 속성을 가지고 있음이 나타났다.

또한, 각 변수간의 상관관계수는 X(3)와 X(4)가 0.73으로 가장 높고, X(4)와 X(5)가 -0.67을 나타내었다. 즉, 피크율이 높을수록 주야율이 높으며, 주야율과 ADT는 음의 상관관계를 갖는 것으로 알 수 있다.

이상의 주성분 분석 결과, 설명변수간의 상관이 낮다고 판명된 X(1), X(2), X(4)를 사용하여 군집분석을 하였고, 계산 결과 전체 142개 조사 구간이 4개의 유형으로 크게 분류됨을 알 수 있었다. 4개 유형별로 설명변수의 평균치를 정리하면 〈표 4〉와 같다.

〈표 4〉에서, 4개 유형별로 설명변수의 차이가 비교적 분명하게 나타나고 있으며, 이는 각 변수별 값과 전체 평균을 비교함으로써 유형별 교통특성을 차별화 할 수 있다는 의미를 가진다. 즉, 요일별 교통량 변동을 나타내는 일요일 계수의 경우, 분류 I에 속하는 구간들이 가장 작은 값을 나타내어 평일과 휴일의 교통량이 큰 차이가 없다는 점을 알 수 있고, 분류 IV



〈그림 1〉 설명변수간의 관계

〈표 4〉 일반국도 유형별 설명변수의 평균치

구분	빈도 수	일요일 계수	대형차 혼입률	피크율	주야율	ADT
전체평균	-	1.10	18.20	7.21	76.76	17,862
분류 I	46	1.04	13.76	7.00	74.67	29,966
분류 II	12	1.10	31.33	6.85	74.50	14,144
분류 III	63	1.09	20.98	7.20	77.48	12,798
분류 IV	21	1.26	12.19	7.96	80.50	8,664

에 속하는 구간들이 가장 높게 나타나 평일보다 휴일에 더 많은 교통량이 발생함을 보여 주고 있다.

이러한 차이는 일반국도 중에서도 각 구간이 위치한 지역의 특성에 따라 수행하는 기능의 차이를 정량적으로 표현할 수 있게 하는 것이다. 또한, 분류 II와 분류 III의 설명 변수들은 대형차 혼입률을 제외하고는 유사하여, 근본적인 수행 기능은 유사하나 대형차 혼입률의 차이가 각기 다른 유형으로 구분되도록 작용하였음을 알 수 있다.

따라서, 이상의 분석 결과 일반국도 교통량 관련 지표로 통계적 유사성을 구분할 경우 크게 4개의 유형으로 구분 가능하고, 그 중에서 분류 II와 분류 III은 대형차 혼입률을 제외하고는, 교통특성상 큰 차이가 없음을 알 수 있다.

## 3. 일반국도 수행 기능 해석

4개로 분류된 일반국도의 수행기능을 파악하기 위하여 유형별 설명변수의 평균값의 해석뿐만 아니라, 각 구간을 전국 도로망 지도에 표기하여 지역적 특성의 공통점과 기·종점 특성을 파악함으로써 종합적인 결론을 도출하였다. 그 결과를 정리하면, 4개로 유형화된 구간들의 수행기능을 다음과 같이 정의할 수 있다.

- 분류 I (광역간선도로) : 고속국도와 함께 수도권과 주요 지방도시를 연결하는 경부축, 호남축 등의 주요 이동축에 나타나며, 야간 교통 비율이 타 구간에 비하여 높고, 일요일계수가 낮게 나타나는 도로가 대부분이다. 이러한 경향으로 볼 때 분류 I에 속하는 구간들은 교통량이 가장 많은 도로이면서 장거리 대용량의 교통 수요를 고속도로와 연계 처리하는 기능을 수행하는 것으로 해석 가능하다.
- 분류 II (지역간선도로) : 고속도로망의 정비가 부족한 지역에서 고속도로의 진출입구와 지방의 산업시설과 주요도시 등을 연결하는 간선도로의 기능을 수행하는 도로로 평가 가능하며, 이러한 사실은 대형차 혼입률이 4개 그룹 중 가장 높은 것으로 확인 가능하다. 즉, 장거리 통행의 광역적 간선도로보다는 도단위 지역에서 중소도시간 물류 이동의 중심이 되는 도로로 평가 가능하다.
- 분류 III (지역간선도로) : 전체적인 성격으로 분류 II와 유사하나, 대형차 혼입률이 분류 II보다 10%

정도 낮고, 교통량도 분류Ⅱ보다 다소 적어 지역 중소도시간의 간선도로로 평가 가능하다.

- 분류Ⅳ (보조간선도로) : 4개 그룹 중에서 교통량이 가장 적고 비일상 교통량이 휴일에 집중되는 도로로, 교통량이 적음에도 불구하고 인구밀도가 낮은 지역에서 중요한 간선도로로서의 기능과, 휴일에는 대도시권의 행락 교통을 고속도로와 연계 또는 단독으로 처리하는 도로로서의 기능을 수행하는 것으로 평가 가능하다.

이상의 분석 결과 일반국도의 기능은 크게 4가지로 구분할 수 있고 분류Ⅱ, Ⅲ은 크게 차이가 나지 않아 최종적으로는 3가지로 크게 구분하는 것이 가능하다.

### Ⅲ. 일반국도 기능별 도로 교통 특성

이상에서 일반국도의 상시교통량 조사결과를 사용한 군집분석 등의 통계적 기법으로 일반국도의 수행 기능에 따른 유형을 구분하였다. 본장에서는 <표 1>의 설명변수에 포함되지 않은 통계지표를 이용하여 일반국도의 기능 구분에 따른 교통량 시간 변동 특성과 유형별 실제 통행속도의 차이를 검토하였다.

#### 1. 교통량 시간 변동 특성

4개로 분류된 일반국도 각 구간의 시간 변동 특성(K값, 요일 변동계수, 월간 변동계수의 평균)을 정리하면 <표 5>와 같다.

<표 5>에서 K값의 평균은 분류Ⅰ이 가장 낮고 분류Ⅳ가 가장 높음을 알 수 있으며, 분류Ⅰ은 거의 도시부 도로와 유사하고 분류Ⅳ는 전형적인 지방부의 교통량 변동 특성을 가지고 있음을 알 수 있다. 분류Ⅱ,Ⅲ은 거의 유사하면서 분류Ⅰ과 분류Ⅳ의 중간적인 변동특성을 보여 준다.

요일변동과 월간변동은 분류Ⅰ이 변동의 크기를 나타내는 표준편차가 가장 작고 분류Ⅳ가 가장 큰 값을 알 수 있고, 분류Ⅱ,Ⅲ은 분류Ⅰ과 분류Ⅳ의 중간에 해당하는 크기를 보여준다.

이러한 차이는 4가지로 분류한 도로구간들이 각각 차별화된 기능을 수행하는 것을 반영한 것이고, Ⅱ장에서의 분류 방법이 큰 오류가 없음을 반증하는 것으로 해석 가능하다.

<표 5> 유형별 교통량 시간변동특성

분 류	K값의 평균(%)	요일 변동의 표준 편차	월간 변동의 표준 편차
I	9.3	0.05	0.06
Ⅱ	11.1	0.07	0.13
Ⅲ	12.1	0.06	0.10
Ⅳ	15.1	0.11	0.17

### 2. 평균통행속도 특성

#### 1) 평균통행속도 조사결과

도로기능 수행측면에서 4가지로 분류한 일반국도의 도로구간은 교통량과 관련한 지표로 볼 때 비교적 뚜렷한 차이가 있음을 알 수 있었다.

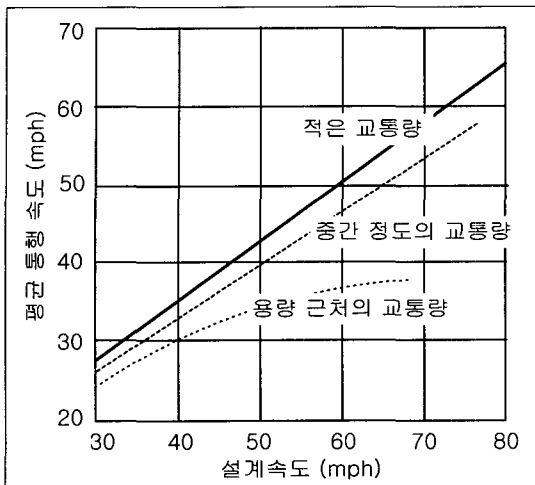
지방부에서 주간선도로와 보조간선도로로서의 기능을 수행하기 위해 건설된 일반국도가 통행속도 측면에서 어떠한 차이를 나타내는가를 파악하기 위해 4개 유형으로 분류된 각 도로 구간에서 실제 통행속도를 조사하였다.

주행조사는 도로용량편람<sup>7)</sup>에 제시된 시험차 주행법을 기본적으로 채택하였으며, 4개 유형의 도로 구간에서 비정체 시간대(서비스 수준 B 이상, 주로 오전 10시~12시, 오후 13시~15시)를 대상으로 조사를 실시하였다. 조사를 통해 얻어진 4개 유형별 도로구간의 평균통행속도를 정리하면 <표 6>과 같다.

<표 6>에서, 분류Ⅰ은 4차선 이상의 비율이 높고 설계속도 80km/h이상의 도로가 대부분이다. 본 구간은 대도시 인근지역에 속하는 곳이 많아, 노선이 개발된 지역이 대부분이어서 교통 신호등이 설치된 평면교차로의 밀도가 높고 접근 관리가 잘 되지 못하여 평균통행속도의 평균은 62.7km/h 이었다. 분류Ⅳ와 같은 도로는 2차선이 대부분을 차지하지만 교통 신호 등의 밀도가 낮아 분류Ⅰ과 큰 속도 차가 나지 않았다. 이상의 조사 결과, 우리 나라 일반국도는 기능별로 차별화된 설계 기준은 적용하여 건설하였지만 실제

<표 6> 평균통행속도 조사결과

분 류	평균통행속도(km/h)
I	62.7
Ⅱ	61.2
Ⅲ	56.2
Ⅳ	55.3



〈그림 2〉 평균 통행속도와 설계속도와의 일반적 관계

통행속도는 큰 차이가 나지 않았음을 알 수 있다.

AASHTO<sup>6)</sup>가 제시한 설계속도와 평균통행속도와의 일반적 관계를 나타내면 〈그림 2〉와 같으며, 평균 통행속도는 설계속도가 증가함에 따라 증가하나, 설계속도가 높을수록 평균통행속도는 설계속도보다 조금씩 낮아지는 경향을 보여준다. 〈표 6〉의 결과와 〈그림 2〉를 비교해 볼 때 우리나라의 일반국도는 설계수준의 차별화가 실제통행속도에 반영이 되지 않는 문제점을 노출시키고 있다.

## 2) 평균통행속도의 영향 요인

일반국도가 〈그림 2〉와 같이 평균통행속도의 차별화가 안되는 요인은 신호등이 설치된 평면교차로 밀도, 유출입 지점, 보행자를 위한 평면횡단보도 등을 들 수 있으나, 그 중에서도 평면교차로 밀도가 중요한 영향을 미치는 것으로 추정된다.

기존의 대부분의 일반국도는 자동차 전용도로가 아닌 단속류 도로로 건설되었으며, 고속국도를 제외한 타 도로와 교차시에는 평면으로 처리하여 교통 신호 등으로 교차로의 교통을 운영하였다.

따라서, 일반국도의 평면교차로 밀도가 평균통행속도에 어떠한 영향을 미치는가를 파악하는 것은 일반국도의 설계 및 운영상 중요한 단서가 될 수 있다.

이러한 관점에서 설계속도 80km/h로 건설된 일반국도 4차로 구간에서 평면교차로 밀도가 통행속도에 미치는 영향을 파악하기 위하여, 실제 주행조사와 시뮬레이션을 통한 분석을 행하였다.

실제 주행조사는 도로용량편람에 제시된 시험차 주행법을 기본적으로 채택하였다. 본 방법은 운전자가 직접 도로구간을 주행함으로써 주행속도를 체험할 수 있어 현실적이나, 주행시간대의 교통량 변동, 운전자의 개인적 특성, 도로기하조건의 미세한 차이 때문에 평균통행속도의 오차가 발생할 수 있다.

이러한 문제점을 보완하기 위해 일정한 조건에서 시뮬레이션을 통하여 신호교차로 밀도가 통행속도에 미치는 영향을 이론적으로 계산하였다. 즉, 평면교차로 밀도와 평균통행속도와의 관계를 파악하기 위해 4차선도로 10Km의 구간에 평면교차로가 1개소에서 10개소까지 순차적으로 증가할 경우의 평균통행속도를 산출하였다. 시뮬레이션은 도로용량편람의 도시 및 교외간선도로의 평균 통행속도 산정방법<sup>7)</sup>에 따라 수행하였다. 일반국도의 일반적인 상황을 고려하여 다음과 같은 조건을 가정하였다.

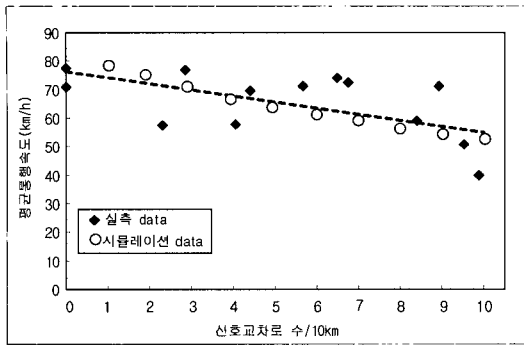
- 교통류의 자유속도 : 82km/h, 순행시간 : 44초/km
- 신호 교차로의 신호주기 : 100초  
녹색 신호 시간비 : 0.4
- 신호 교차로 녹색 신호 시간의 v/c비 : 0.5  
교차로 통과 교통량 : 360대/차로/시간
- 차량 당 정지 지체 : 17.48초/대  
교차로 접근 지체 : 23.43초/대

이러한 조건을 바탕으로 산출된 시뮬레이션과 실제 주행시험의 결과를 나타내면 〈그림 3〉과 같다.

〈그림 3〉에서, 회귀선은 실제 통행속도 조사 결과치를 이용하여 도출하였으며, 회귀선과 시뮬레이션의 결과는 상당히 유사함을 알 수 있다. 〈그림 3〉에서 신호교차로가 증가할수록 저하되는 평균통행속도의 경향을 파악할 수 있고, 10km의 구간에 신호교차로가 10개 있을 경우 그 구간의 평균통행속도는 53km/h에 달하는 것으로 결과를 도출하였다.

또한, 〈그림 3〉의 시뮬레이션은 통행속도에 영향을 미치는 평면 횡단시설과 도로변 접근 시설 등의 영향은 없는 것으로 가정하였으므로 실제로는 분석보다 더 낮은 통행속도로 주행할 확률이 높다.

이상의 분석결과를 요약하면, 주간선도로와 보조간선도로의 설계속도를 다르게 하는 것은 도로 이용자에게 제공하는 속도서비스를 차등하기 위함이나, 주간선도로에서의 신호교차로의 과다 설치나 접근관리



〈그림 3〉 신호 교차로가 평균 통행 속도에 미치는 영향

부실은 설계수준의 차이를 확보하지 못하게 하는 요인으로 작용함을 알 수 있다.

또한, 기존에 설계속도 80km/h로 건설된 주간선도로의 평균통행속도는 50km/h~70km/h 수준으로, 평균적으로 100km/h~120km/h로 주행하는 고속도로와의 속도차가 너무 커서 고속도로→일반국도→지방도로 이어지는 지방부 도로에서 속도 측면의 계층구조가 효율성을 잃고 있는 것으로 판단할 수 있다.

#### IV. 일반국도의 간선기능 제고를 위한 설계 기준 제안

현행 일반국도의 수행기능상 문제점을 개선하고 전국도로망에서 일반국도가 수행하여야 할 간선기능을 회복하기 위하여는, 다음과 같은 새로운 개념을 설계기준에 반영하는 것이 바람직하다.

첫째, 주간선도로 기능 회복을 위한 「고규격 도로」 개념 도입

기존 일반국도의 주간선도로는 「도로 건설→교통량 증가→연변 개발→신호밀도 증가→통행속도 저하」라는 악순환 고리에 의해 당초 목표로 하였던 속도 서비스가 지속적으로 확보되지 못하고 부여된 기능을 충분히 수행하지 못하였다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 일반국도 주간선도로의 설계기준은 도로 준공 후에도 당초의 건설 목적을 달성하기 위해 평균 통행속도의 저하를 유발시키는 요소들을 철저히 억제 시킬 수 있는 방안이 필요하다.

즉, 주간선도로로 건설하는 구간은 도로 연변의 난개발에 의한 유출입 지점의 증가를 원천적으로 봉쇄하기 위한 측도와 유출입 램프 설치 및 평면 교차로

밀도 등을 설계기준에 반영하는 것이 바람직하다.

둘째, 목표통행속도 개념 도입

기존의 설계기준은 양적인 측면의 교통수요를 원활하게 처리하고자 하는 개념이 중심이 되고, 도로 건설 후 이용자에게 제공되는 속도 서비스라는 질적인 측면의 관리 개념이 미진하였다. 유지관리 단계에서는 관계 기관이나 민원에 의하여 신호등, 평면횡단시설 등의 증설 요구에 관한 판단 기준이 미비하였다. 따라서, 설계속도가 높은 주간선도로에서 신호등이나 유·출입로를 추가하는 것에 의해 실제 이용자에게 제공되는 속도 서비스가 낮아지고, 도로 기능이 훼손되는 결과를 초래하였다.

이러한 문제의 개선을 위하여 목표통행속도 개념을 도입하고 목표 통행 속도를 유지할 수 있는 부속 시설 정비 방안을 보완하여, 해당 구간의 목표통행속도를 반영구적으로 유지할 수 있는 시설수준이 필요하다.

이러한 2가지 개념을 반영하여 일반국도의 설계기준을 제안하면 〈표 7〉과 같다.

〈표 7〉에서 일반국도의 기능별 구분은 앞에서 논의한 수행기능의 분류결과를 반영하여 기존의 주간선도로를 수행기능의 차이에 따라, 분류Ⅰ은 주간선도로Ⅰ로 구분하고, 분류Ⅱ,Ⅲ은 주간선도로Ⅱ로 구분하였다.

분류Ⅳ의 기능을 수행하는 도로는 보조간선도로로 구분하였다.

〈표 7〉 일반국도 기능별 설계기준(안)

구 분		주간선 도로Ⅰ	주간선 도로Ⅱ	보조간선 도로
설계속도 (km/h)	평 지	80	80	70
	산 지	60	60	50
목표통행속도* (km/h)	평 지	80	70	60
	산 지	60	50	50
시설 정비 기준	중앙분리대 (4차로 이상)	전구간 설치	가능한 설치	부분설치
	입체 교차시설	설치	필요시 설치	설치 최소화
	입체 횡단시설 (통로 박스 포함)	설치	설치 최소화	설치 최소화
	진출입램프, 측도	설치	설치 최소화	설치 최소화
	평면교차로 밀도 (개소/km)	0.3 이하	0.5 이하	1.0 이하

\* 서비스 수준 B 이상에서 평균 통행 속도의 목표치

도로 기능 구분에 따른 설계속도는 참고문헌<sup>1)</sup>에서 제시한 범위를 벗어나지 않으며, 이는 지방부 도로망 위계를 유지하기 위하여 바람직하다. 목표통행속도는 장거리 통행이 많아 이동기능이 강조되는 구간을 법정속도제한을 고려하여 설계속도와 동일하게 하였고, 접근기능이 부분적으로 요구되는 도로구간은 상대적으로 낮게 제안하였다.

시설정비기준에서는 현 규칙<sup>1)</sup> 중 도로 수행 기능에 영향을 미칠 수 있는 대표적 시설만 언급하였다. 이들 시설의 설치에는 상당한 예산이 수반되어야 하므로 도로관리청이 명확한 판단기준에 따라 설치여부를 판단하여야 하나 현 규칙은 대부분의 시설설치에 관하여 설계자의 주관이 반영토록 되어있다. 예를 들어 입체교차의 경우, 주간선도로가 타 도로와 교차할 경우 입체교차를 원칙으로 하나, 부득이 하다고 인정되는 경우는 설치를 안해도 되는 것으로 규정하고 있다. 또한, 주간선도로가 아닌 도로가 서로 교차 하는 경우 필요하다고 인정되면 입체교차를 할 수 있도록 규정하고 있다. 이러한 규정에 의하여 도로설계자가 시설의 설치여부를 판단하기 어렵고, 필요한 경우에도 시설물이 설치 안되는 경우와 반대의 경우가 발생하여, 궁극적으로는 예산의 비효율적 집행과 도로수행기능의 장애를 유발시킬 수 있다. 이러한 배경에서 <표 7>의 시설정비 기준은 도로기능을 고려한 시설 설치의 명확한 판단근거를 제공할 수 있다.

4차로 이상인 구간에 설치하는 중앙분리대의 경우, 주간선도로Ⅰ은 전구간 설치로 상·하행 주행차량의 완전 분리를 유도하였고, 주간선도로Ⅱ는 평면 횡단 보도 등의 시설이 없는 경우 가능한 설치토록 하였다. 보조간선도로는 부분적으로 설치가 가능한 구간에 설치토록 하여 평면 횡단시설이나 평면 교차로에 의해 발생하는 중앙분리대의 단절로 인한 폐해를 고려하였다.

입체교차시설, 입체횡단시설 및 진출입 램프와 측도의 설치여부는 도로공사 예산에 차이를 발생시킨다. 즉, 통로박스로 불리우는 입체횡단시설을 설치하는 경우 도로의 높이를 상당구간 성토를 하여야 하고, 측도를 설치하는 경우에도 도로에 소요되는 면적이 급증하게 된다. 따라서, 이러한 시설들은 반드시 필요한 곳에만 제한적으로 설치하도록 하였다. 주간선도로Ⅰ에서는 도로기능 확보 차원에서 전면적으로 설치하였고, 주간선도로Ⅱ와 보조간선도로는 원칙적

으로 설치를 제한토록 하였다.

마지막으로, 일반국도에서 평면교차로 밀도는 도로 기능별 목표통행속도 달성을 좌우하는 가장 중요한 시설요소이다. <표 7>의 평면교차로 밀도는 <그림 2>의 계산결과에 따라 목표통행속도를 고려하여 산출되었으며, 기존의 설계기준에 언급되지 않았던 부분이다. 이러한 설계기준이 확립됨으로서 도로 설계시부터 도로의 적정 운영 수준을 확보 할 수 있으며 도로 기능별로 차별화 한 서비스를 도로이용자에게 제공할 수 있을 것으로 예상된다.

## V. 결론

도로를 기능별로 분류하고 설계기준을 차별화 하는 이유는 도로의 수행기능에 적합한 서비스를 이용자에게 제공하기 위함이다. 현재의 지방부 일반국도는 주간선도로와 보조간선도로의 기능을 수행하도록 정의되어지고 설계기준도 다르게 적용되어져 왔다. 그러나, 현재까지 수십년 동안 일반국도를 건설해 오면서 일반국도 기능구분의 타당성과, 기존의 차별화한 설계기준의 적용으로 인한 제공서비스 차이에 대하여 충분히 검증하였다고 말하기 어려웠다. 또한, 현행의 설계기준으로는 일반국도 설계시 도로기능의 예측이 어렵고, 도로기능을 결정한 후에도 적정 수준의 설계기준을 판단하기 어려워 중요도가 낮은 구간에 과다 투자와 그 반대의 경우도 발생할 수 있는 가능성이 존재한다.

따라서, 지방지역의 일반국도가 국가 도로망에서 간선도로로서의 역할을 수행하기 위하여는 기능별로 차별화한 설계기준을 적용하여 시공하고, 운용단계에서는 목표여행속도를 달성할 수 있도록 교차로의 증설이나 무계획적인 접근로의 추가는 최대한 억제해야 할 것이다.

이러한 관점에서 본 연구에서는, 일반국도 수행기능을 조사하고 각각의 수행기능에 적합한 설계기준을 모색하고자 하였으며, 그 결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 기존 일반국도의 수행기능을 파악하기 위하여, 도로교통량 조사 자료를 이용한 군집분석을 행한 결과, 일반국도의 수행기능은 크게 4가지로 구분 가능하고, 그 중 2가지 유형은 수행기능상 유사점이 많아 최종적으로는 3가지로 구분하는 것이 바람직하다.

둘째, 도로기능 수행측면에서 4가지로 분류한 도로



구간의 교통특성은 교통량과 관련한 지표로 볼 때 비교적 뚜렷한 차이가 있음을 알 수 있었다. 즉, <표 5>의 각 유형별 K값의 평균이 유형 I은 9.3, 유형 IV은 15.1로 차이가 나타나 일반국도가 다양한 기능을 수행하고 있음을 검증할 수 있었다.

셋째, 4개 유형별로 실제 통행속도를 조사한 <표 6>에 의하면, 우리 나라 일반국도는 기능별로 차별화된 설계 기준은 적용하여 건설하였지만 실제 통행속도는 큰 차이가 나지 않았음을 알 수 있었다. 즉, 기존 일반국도의 도로설계는 도로 기능을 주간선도로, 보조간선도로로 구분하여 지형조건을 고려한 설계속도를 적용하여 왔으나, 실제 이용자들이 도로를 주행할 경우에는 평균통행속도가 도로 기능별로 큰 차이가 나타나지 않았다.

넷째, 일반국도에서 평면교차로 밀도가 통행속도에 미치는 영향을 파악하기 위하여 실제 주행조사와 시뮬레이션을 통한 분석을 행한 결과, 신호교차로가 증가할수록 저하되는 평균통행속도의 경향을 파악하였다.

다섯째, 현행 일반국도의 수행기능상 문제점을 개선하고 전국도로망에서 일반국도가 수행하여야 할 간선기능을 회복하기 위하여, 주간선도로 기능 회복을 위한 「고규격 도로」와 목표통행속도 개념을 설계기준에 반영토록 제안하였다.

마지막으로, 일반국도의 설계기준의 문제점을 개선하기 위하여 주간선도로의 설계기준을 주간선도로 I, II로 구분하여, 목표통행속도를 평지에서 80km/h

이상과 70km/h로 차별화하고, 각각의 목표통행속도를 달성하기 위한 구체적인 부속시설물 정비기준을 제시하였다.

### 참고문헌

1. 건설교통부(1999), 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙.
2. 건설교통부(2000), 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」 해설 및 지침.
3. FHWA(1974), Highway Functional Classification : Concepts, Criteria, and Procedures.
4. 일본 건설성 토목연구소(1983), 도로 기능 분류와 교통 특성에 관한 연구.
5. 건설교통부(1999), '97 도로 교통량 통계연보.
6. AASHTO(1994), A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.
7. 건설부(1992), 도로용량편람, pp.475~519.

✉ 주 작 성 자 : 강원의

✉ 논문투고일 : 2000. 12. 14

논문심사일 : 2001. 1. 5 (1차)

2001. 1. 19 (2차)

2001. 1. 29 (3차)

심사판정일 : 2001. 1. 29