

# 도로 설계 지역 구분

## Area Identification for Road Design

김용석 Kim, Yong Seok | 정희원 · 한국건설기술연구원 수석연구원 (E-mail : safey@s@kict.re.kr)

### ABSTRACT

**PURPOSES :** Ambiguous decision on whether rural or urban area for road design can increase the construction cost and restrict the land use of surrounding area. However, administrative classification on rural and urban area is not directly related to road design because of this classification is not based on the engineering viewpoint, so method which can explain the road design context is required.

**METHODS :** Method which enables to identify the area for road design is suggested based on the deceleration expected to be experienced by drivers who use the road section concerned. Deceleration rate corresponding to the area such as rural or urban suggested in Road Design Guideline is used as the criteria to identify the area by comparing this value with the estimated deceleration rate at the road section concerned. Speed profile method is utilized to derive the deceleration rate, and speed estimation way for reflecting both road geometry and intersection is suggested using stopping sight distance concept.

**RESULTS :** The procedure of the method application is suggested, and the design example utilizing the method is provided.

**CONCLUSIONS :** The method is expected to be used to identify the area for road design with engineering viewpoint, and design consistency among the roads with similar driving environment can be made.

### Keywords

road design, area identification, driving experience, deceleration rate, stopping sight distance

Main Author : Kim, Yong Seok, Senior Researcher  
Highway&Transportation Research Division, Korea Institute of  
Construction Technology, 283 Goyangdae-Ro, Ilsanseo-Gu, Koyang-Si,  
Gyeonggi-Do, Seoul, 411-712, Korea  
Tel : +82.31.910.0178 Fax : +82.31.910.0161  
E-mail : safey@s@kict.re.kr

International Journal of Highway Engineering  
http://www.ksre.or.kr/  
ISSN 1738-7159 (print)  
ISSN 2287-3678 (Online)  
Received Oct. 15, 2014 Revised Oct. 16, 2014 Accepted Oct. 31, 2014

## 1. 서론

### 1.1. 연구배경

도시·군 관리계획에 따라 도시지역으로 완전하게 구분되거나 무인산간의 지방지역 도로는 도로 설계를 위한 지역구분이 명확하지만, 무인산간의 지방지역 도로가 도시에 접근하면서 주변의 토지이용에 따라 도로변으로 빈번한 진·출입이 발생하는 여건이 되는 경우 이에 대한 지역구분이 모호한 경우가 있다. 현재는 행정적인 구분이나 발주처나 설계자의 재량 등에 의해 지

역이 결정되고 있는 실정이지만 도시지역으로 분류되어도 무방한데 행정상의 구분을 그대로 따라서 지방지역으로 구분되는 경우는 도로 건설비가 증가되는 등 불합리한 여건이 조성될 개연성이 높다. 따라서 행정적인 지역구분 보다는 도로 설계의 목적에 맞게끔 지역을 구분할 수 있는 공학적인 판단기준이 마련된다면 발주처, 주민, 설계자 사이에 불필요한 논란이 해소될 수 있고 보다 합리적인 도로 설계를 위한 지역구분이 가능할 것으로 본다.

## 1.2. 연구범위

현 도로 설계기준에 변속차로 길이 산출 시 지역에 따라 상이한 감속도 기준을 적용한다는 점에 착안하여, 본 논문에서는 분석대상 도로 구간에서 운전자가 경험하게 되는 평균 감속도를 산출하는 방법론을 개발하고, 이를 현 도로 설계기준 상에 제시된 지역구분 감속도 기준(예로, 감속차로 길이산정을 위한 감속도를 도시지역은  $3.0\text{m/s}^2$ , 지방지역은  $2.0\text{m/s}^2$ 으로 정하고 있음)과 비교적으로 판정하여 지역을 구분할 수 있는 방법론을 제시하였다.

## 2. 기존자료 검토

### 2.1. 행정상의 지역구분

도시지역에 대한 행정상의 구분은 국토의 계획 및 이용에 관한 법 제6조(국토의 용도구분)에 따르며, 도시지역은 인구와 산업이 밀집되어 있거나 밀집이 예상되어 그 지역에 대하여 체계적인 개발, 정비, 관리, 보전 등이 필요한 지역으로 정의되어 있다. 국토의 계획 및 이용에 관한 법은 도시지역에 대한 결정기준으로 도시·군관리계획에 따르도록 하고 있다.

도로법 시행규칙(제15조)에는 도시지역을 국토의 계획 및 이용에 관한 법에서 정한 바를 준용하도록 하고 있고, 도로와 다른 도로의 연결에 관한 규칙(제5조)에서도 도시지역의 구분은 국토의 계획 및 이용에 관한 법을 따르도록 하고 있다. 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설(국토교통부, 2013)은 도시지역을 주택·건물이 연속되어 시가지형성을 하고 있는 지역으로 정성적으로만 정의하고 있고, 도시와 지방지역의 구분에 대해서는 발주자의 지침이나 설계자의 판단과 재량에 따라 결정하는 것으로 규정하고 있다.

### 2.2. 교통공학적인 구분

도로용량편람(국토교통부, 2012)에는 지역을 완전하게 구분하고 있다고 볼 수는 없으나 지방지역의 일반도로는 다차로나 2차로 도로로 구분해서 용량이나 서비스 수준 산정법을 제시하고 있으며 도시지역 도로는 도시 및 교외간선도로로 분류하여 각각의 서비스수준 산정법을 제시하고 있다. 편람은 다차로 도로 중 고규격 도로는 주로 국도로써 도로 주변의 토지이용 행태가 저밀도 주거지대, 녹지 또는 농지 등임을 제시하고 있다. 특히 고규격의 다차로 도로는 신호교차로가 km당 2개 이하이고, 버스정류장 수도 km당 2개 이하이며, 대도시와

주변 중·소도시를 연결하면서 그린벨트 지역을 통과하는 국도 및 지방도 등이 해당된다고 언급하고 있다. 비록 교통공학적인 측면에서 다차로와 도시 및 교외간선도로를 구분하여 용량산정법을 제시하고는 있으나 여전히 지역구분에 대한 명확한 기준은 언급되지 못한 실정이다.

### 2.3. 도로설계적 구분

도시지역 기하구조 설계에 대한 특징으로, 도시지역에서는 교차로의 접속, 횡단보도, 연도이용 및 자동차의 빈번한 정지 등을 고려하여 편경사를 설치하지 않거나 작은 편경사를 둘 수 있고, 도시 관리 계획이나 주변 지장물 등으로 인하여 부득이 하다고 인정되는 경우 확폭에 예외를 두고 있는데, 이러한 차이를 둘 수 있는 이유로서 도시지역에서는 교차로가 많고 신호의 존재를 운전자가 평소에 어느 정도 인식하고 있으므로 반응시간을 지방지역보다는 짧게 할 수 있다는 것이다.

이런 관점에서 도시지역과 지방지역에 적용하는 도로 설계기준에 차이를 두고 있는데, 주요한 차이로는 평면 교차로의 변속차로 설계에 있어 가속차로 길이산정을 위한 감속도를 도시지역은  $3.0\text{m/s}^2$ , 지방지역은  $2.0\text{m/s}^2$ 로 한 것이나, 나란히 이웃하는 2개의 차로를 변이구간에 걸쳐서 연결하여 접속하는 부분인 테이퍼 설계에 있어 설계속도  $50\text{km/h}$  이하의 경우 그 비율을  $1/8$ , 설계속도  $60\text{km/h}$  이상의 경우는  $1/15$ 의 접속비율로 산정한 값 이상으로 설치할 수 있으나 도시지역 등에서 용지 제약, 지장물 등이 심한 경우는 그 설치비율을  $1/4$ 까지 할 수 있는 것이 예이다. 또한 신호교차로 정지 시거를 산출하는데 있어서도 감속도에 차이를 두고 있고, 인지반응시간을 지방지역에서는 10초, 도시지역은 6초를 기준으로 하고 있고 감속도는 지방지역은  $2.0\text{m/s}^2$ , 도시지역은  $3.0\text{m/s}^2$ 으로 정하고 있다.

Table 1. Intersection Speed Change Lane Design Criteria

Design Speed(km/h)		80	70	60	50	40	30
Acceleration Lane Length (m)	Rural Area (a=1.5m/sec <sup>2</sup> )	160	130	90	60	40	20
	Urban Area (a=2.5m/sec <sup>2</sup> )	100	80	60	40	30	-
Deceleration Lane Length (m)	Rural Area (a=2.0m/sec <sup>2</sup> )	120	90	70	50	30	20
	Urban Area (a=3.0m/sec <sup>2</sup> )	80	60	40	30	20	10

도로설계를 위한 지역구분이 중요한 것은 설계기준을 적용한 결과를 보면 알 수 있는데, 예를 들어 교차로 감속차로 길이를 설계할 때 설계속도 80km/h에서 지방지역은 120m를 확보해야 하지만 도시지역은 80m만으로도 설계가 가능하여 비단 공사비뿐만 아니라 토지이용 측면에서도 큰 차이를 갖게 된다.

## 2.4. 기존자료 검토결과

현재 도로 설계를 위한 지역구분은 행정적인 구분이나 발주자의 지침이나 설계자의 재량 등 사실상 도로 설계와는 무관한 기준이거나 설계자의 정성적인 판단에 의존하는 실정이다. 그러나 지역구분에 따라 적용기준이 달라지기 때문에 공사비에 큰 차이가 생기고 도로변 토지이용에도 영향을 미치기 때문에 최대한 도로 설계 관점에서 활용될 수 있는 공학적 기준이 마련될 필요가 있다.

본 논문은 현 도로 설계기준에 변속차로 길이 산출 시 지역에 따라 상이한 감속도를 적용한다는 점을 고려하여, 지역구분을 위한 공학적 판정에 대한 연구의 개념적 틀을 세우고, 방법론을 개발하였다. 개발된 방법론에 대한 적용성을 검토하기 위해 설계 예시를 만들어 검토하였다.

## 3. 연구의 개념적 틀

### 3.1. 연구구상

본 연구는 감속도를 기준으로 지역을 구분하는 기준을 마련하였다. 해당 도로구간을 주행하는 운전자가 경험적으로 체득한 감속도를 예측하는 방법론을 개발하고, 이 값을 현재 도로 설계기준에서 지방지역과 도시지역에 적용하는 감속도 기준과 비교하는 것으로 하였다. 예를 들어, 운전자가 경험하는 감속도 값이 지방지역 감속도 기준값인  $2.0m/s^2$ 보다 큰 경우는 해당 도로 구간을 도시지역 도로로 간주하는 것으로 제시하였다. Fig. 1은 감속도 기반의 도로설계를 위한 지역구분 절차를 보인 것이다. 기준 감속도는 도로 설계기준에서 정하는 감속도이며, 분석대상 도로 구간에서 속도프로파일 작성을 통해 평균가속도를 산출하고 이 값을 기준감속도와 비교하여 지역을 구분하는 것이다.

### 3.2. 접근방법

본 논문에서 고려하는 도로는 지방지역과 도시지역으로 명확하게 구분되는 지역이 아닌 두 지역의 특징

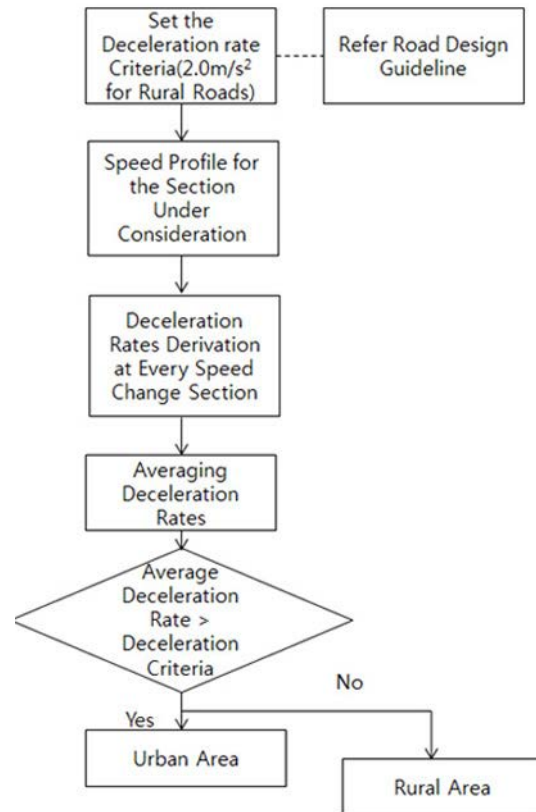


Fig. 1 Area Identification Procedure Based on Deceleration Rate

이 혼재되는 곳으로, 도로 교통공학적으로 보면 연속류와 단속류 특징이 혼재된 도로라고 할 수 있다. 따라서 해당 도로구간의 속도 프로파일을 작성하기 위해서는 속도에 영향을 주는 선형변화구간과 교차로 변화구간이 혼재될 수밖에 없다. 특히 교차로 구간은 단순히 신호나 비신호교차로 뿐만 아니라 도로변 토지이용 활성화에 따라 본선에 연결된 진·출입로에 대해서도 분석이 이루어져야 한다. 또한 분석대상 도로 구간의 길이는 너무 짧은 경우 연속류와 단속류가 혼재된 특징을 감안하기 곤란하고 너무 긴 경우는 지역특징이 분명한 구간까지 포함될 수 있어 결과의 신뢰가 낮아질 수 있다. 따라서 본 논문에서는 현 도로 설계기준에서 정의하는 설계구간 개념을 도입하였다. 설계구간이란 짧은 구간에서 도로 환경(기하구조 등)이 변화되면 운전자가 혼란을 겪을 수 있으므로 일정 연장 안에는 도로 설계를 유사하게 조성하도록 규정한 것으로, 지방지역의 일반도로는 2km 이상으로 도시지역 일반도로는 주요한 교차점의 간격 이상으로 제시하고 있다. 본 논문에서는 지역구분을 위한 분석구간의 길이를 교차점을 포함하여 최소한 3km 이상으로 할 것을 제안한다.

Table 2. Design Section Length Criteria

Type of Roads		Minimum Length of Design Section
Freeways		5km
Non-freeways	Rural Area	2km
	Urban Area	Spacing Between Major Intersections

도로 선형이나 교차로 존재에 따라 운전자의 주행속도가 변화하는 구간이나 지점에서 속도를 예측하기 위해서는 주행속도 예측식이 필요하지만 현재까지는 국내에서 단속류와 연속류가 혼재된 도로에서 주행속도를 예측하는 모형이 개발되지 않은 점을 감안하여 속도가 변화되는 구간별로 시거를 산출하고 이를 역산하여 속도를 산출하는 것으로 하였다.

본 논문에서 제안한 방법론 사용을 위한 또 다른 고려 요소로는 선형이나 교차로 제약이 없는 평면 직선구간에서 운전자가 최대로 도달하는 주행속도(희망속도로 정의함)와 곡선부 앞이나 교차로 앞 등에서 속도를 감속하는 시점에 대한 것이다. 운전자의 희망속도는 지역의 도로 교통여건이나 주변 개발밀도, 도로변 여건, 제한속도 등에 따라 큰 차이가 있어 분석대상구간에서 직접 조사하는 것이 바람직하지만 현재 국내에서 희망속도에 관한 연구가 제한적인 이유로, 본 연구는 Lamm 등(1999)이 제시한 아래의 주행속도를 희망속도로 가정하여 적용하는 것을 권한다. Lamm 등은 고속도로에서 운전자의 주행속도를 아래와 같이 제시하고 있다. 예를 들어, 국도이며 설계속도가 80km/h인 경우의 운전자가 선택하는 희망속도는 110km/h가 된다.

$$V_{85} = V_d + 20 \text{ km/h} \quad (V_d \geq 100 \text{ km/h}) \quad (1)$$

$$V_{85} = V_d + 30 \text{ km/h} \quad (V_d < 100 \text{ km/h}) \quad (2)$$

여기서,  $V_{85}$  = 주행속도(85 percentile 값, km/h)

$V_d$  = 설계속도(km/h)

운전자의 감속시점은 분석대상구간에서 실측하거나 모형을 사용할 수 있으나, 실측이 곤란한 경우에는 본 논문에서는 김용석, 조원범(2005)이 과속단속시스템 설치에 따른 운전자의 감속행태 분석에서 제시한 값의 사용을 제안한다. 김용석 등의 연구에 의하면, Fig. 2와 같이 곡선부에서 진출한 운전자는 과속단속시스템의 전방 200m부터 감속하는 경향을 보였으며, 과속단

속시스템을 통과한 후 100m 지점까지 다시 가속하는 경향을 보인다. 과속단속시스템에 의한 감속도는  $-2.26 \text{ m/s}^2$ , 가속도는  $2.05 \text{ m/s}^2$ 로 분석되었다. 이 연구의 결과를 반영하여, 본 논문에서는 운전자가 감속을 시작하는 위치를 200m로 가정하였으며, 감속도는 속도변화구간 간에 속도차와의 관계를 통해 산출하는 것으로 제안하였다.

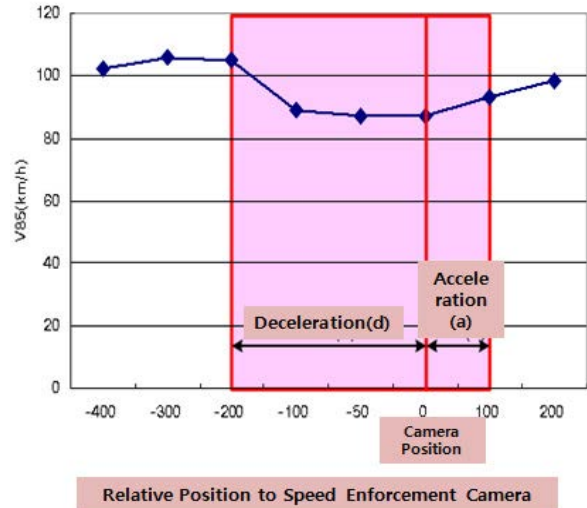


Fig. 2 Observation Results of Operating Speed Relating Speed Camera

### 3.3. 도로 선형에 따른 주행속도 예측

도로 선형에 따른 주행속도 예측은 현장에서 수집된 속도를 이용하여 모형을 만들고 속도를 예측하는 방법이 있고, 선형 특성인 시거를 이용해서 속도를 역산해 보는 방법이 있을 수 있다. 본 연구는 연속류와 단속류 특징이 혼재된 도로 구간에 대한 속도예측식이 개발되지 못한 점을 감안하여 시거를 이용해서 속도를 역산하는 방법을 제시했다. 다만, 분석대상구간에서 조사한 속도자료가 있는 경우 이 자료를 이용해서 본 연구에서 제안한 방법에 따라 감속도를 구할 수 있으므로 별도의 모형이나 시거를 이용한 속도역산을 할 필요가 없다.

도로 정지시거는 아래와 같이 구하게 되며, 해당 지점의 시거를 산출하여 속도를 역산하는 경우는 Eq. (6)을 사용하게 된다.

$$D = d_1 + d_2 = \frac{V}{3.6}t + \frac{V^2}{254f} = 0.694V + \frac{V^2}{254f} \quad (3)$$

여기서,  $D$  = 정지시거(m)

- $d_1$  = 반응시간 동안의 주행거리
- $d_2$  = 제동정지거리
- $V$  = 주행속도(km/h)
- $t$  = 반응시간(2.5초)
- $f$  = 노면습윤상태의 종방향미끄럼마찰계수

평면선형 조건에서 시거의 산출은 중앙종거와 평면곡선 반지름으로부터 아래와 같은 식으로 구한다.

$$M = \frac{D^2}{8R} \quad (4)$$

- 여기서,  $M$  = 중앙종거(m)
- $D$  = 시거(m)
- $R$  = 평면곡선 반지름(m)

종단선형 조건에서 시거는 종단곡선 변화비율을 토대로 아래 식으로 구한다.

$$K_r = \frac{D^2}{385} \quad (5)$$

- 여기서,  $K_r$  = 종단곡선변화비율(m/%)
- $D$  = 시거(m)

평면선형과 종단선형 조건에서 각각 시거를 산출한 다음에는 정지시거 공식을 이용해서 속도를 역산하게 된다.

$$V = \sqrt{D \times 78.74 + 27.323} - 27.323 \quad (6)$$

- 여기서,  $V$  = 시거로부터 역산한 속도(km/h)
- $D$  = 시거(m)

### 3.4. 교차로 및 진·출입로 구간에서 주행속도 예측

신호교차로에서는 운전자가 정지를 경험하는 것을 반영할 필요가 있으며, 따라서 신호교차로에서 주행속도는 정지조건으로 정하고, 감속시점은 본 논문에서 제시한 교차로 정지선 전방 200m에서 시작하는 것으로 한다. 비신호 교차로에서는 Fig. 3과 같은 시거삼각형을

고려하고, Fig. 3의 'Da' 를 정지시거로 가정하여 이 값으로부터 주행속도를 역산하는 것으로 한다.

진·출입로에 대해서는 시거삼각형 개념으로 접근하되, 비신호 교차로에서 시거삼각형의 경우는 인지·반응시간(2초)과 속도를 조절하는데 걸리는 시간(1초)을 합해 총 3초 동안 이동한 거리로 가정하여 사용되고 있으나, 도로를 따라 본선에 연결된 진·출입로에서는 현실적으로 시거삼각형을 형성할 수 있는 여건이 어렵기 때문에 도로현장 여건으로부터 시거삼각형을 도출하고 이 값을 정지시거로 가정하여 주행속도를 산출하는 것으로 한다. 다만, 비신호교차로나 진·출입로에서 감속의 시점은 본 논문에서 제시한 전방 200m로 한다.

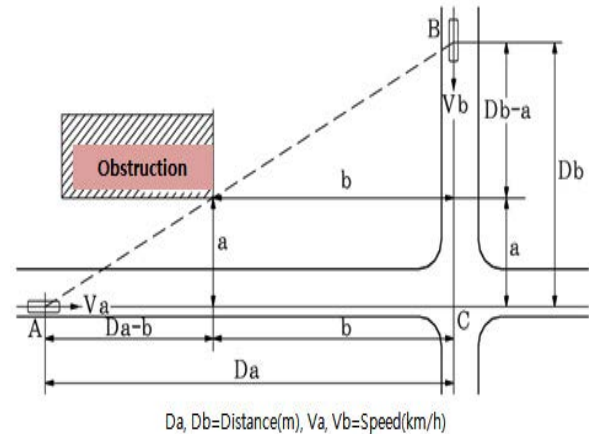


Fig. 3 Sight Distance Triangle at Unsignalized Intersection

### 3.5. 분석구간 주행속도 프로파일 작성

분석구간을 선형과 교차로로 구분하여 각각의 예측 속도를 표기하여 주행속도 프로파일을 작성한다. 주행속도 프로파일은 Fig. 4와 같이 속도변화구간(곡선/교차로) 사이의 평면직선부의 길이에 따라 세 가지 유형으로 구분된다. 유형 1의 경우는 곡선부를 통과하여 운전자가 희망하는 속도까지 속도를 증가시킬 수 있는 경우이고 유형 2는 희망하는 속도까지는 도달하지 못하지만 가속할 수 있는 구간이 있으며, 유형 3은 가속 없이 감속만이 발생하는 경우이다.

일반적으로 주행속도 프로파일을 작성할 때 가속도를 가정하는 것이 일반적이거나, 본 논문에서는 가속의 시점이 매우 중요한 고려요소가 되므로 선행연구에서 제시한 감속시점을 분석에 적용하였다.

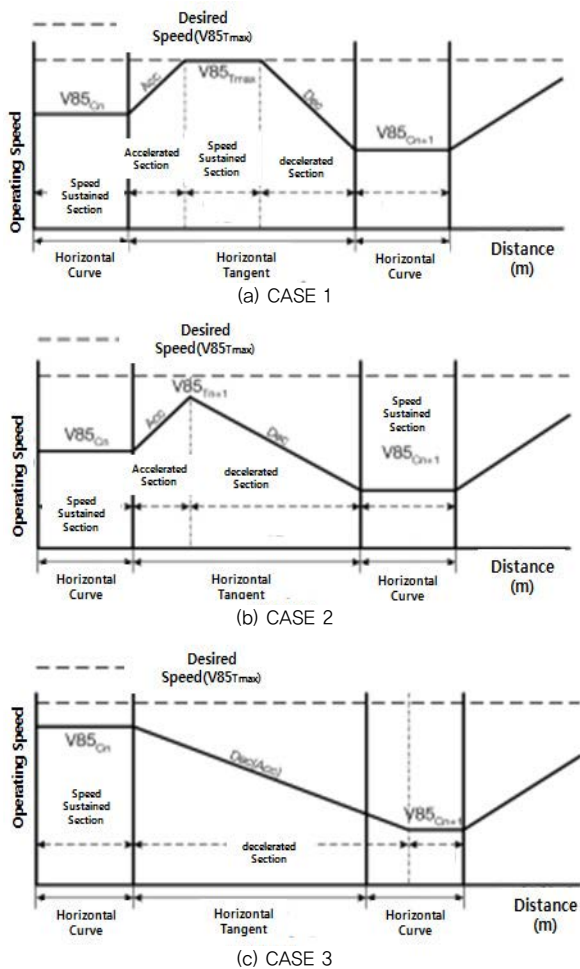


Fig. 4 Operating Speed Profile Method

## 4. 분석 예시

### 4.1. 분석구간 설정

도로용량편람에서 제시한 다차로 도로 특성을 갖는 구간이 주로 대상이 되겠지만, 절대적인 기준은 아니며 발주처와 설계자가 도시지역과 지방지역으로 명확하게 구분하기 곤란한 구간이 대상이 될 것이다. 대체로 국도나 지방부 도로가 해당될 것이며, 이러한 판정이 필요한 대부분의 경우는 도시·군 관리계획 지침에 따라 도시지

역으로 완전하게 구분되거나 무인산간의 지방지역 보다는 도시연접지역으로써 무인산간의 지방지역 도로가 도시에 접근하면서 주변의 토지이용에 따라 도로변으로 빈번한 진·출입이 발생하는 여건이 되는 경우에 이에 대한 지역구분이 모호한 경우가 될 것이다.

### 4.2. 예시구간 설계 조건

본 논문에서는 Fig. 5와 같이 연속류와 단속류 특성이 나타나도록 평면곡선-중단곡선-비신호교차로-신호교차로-비신호교차로-신호교차로로 이루어진 도로구간을 예시구간으로 구성해 보고 본 연구에서 제시한 방법론을 적용하여 보았다.

예시구간 I 은 총 3.8km로 하고, 주행속도 프로파일

Table 3. Road Geometry and Intersection Condition of Design Example I

No.	Cumulated Distance (km)	Geometry and Intersection Condition	Design Value	Length (km)
1	0.0~0.4	Horizontal Tangent	-	0.4
2	0.4~0.6	Horizontal Curve	R=500	0.2
3	0.6~1.2	Horizontal Tangent	-	0.6
4	1.2~1.5	Vertical Curve	K=50	0.3
5	1.5~1.9	Horizontal Tangent	-	0.4
6	1.9~1.965	Unsignalized Intersection	Da=65	65
7	1.965~2.5	Horizontal Tangent	-	0.535
8	2.5~2.6	signalized Intersection	-	0.1
9	2.6~3.2	Horizontal Tangent	-	0.4
10	3.2~3.23	Driveway	Da=30	0.3
11	3.23~3.7	Horizontal Tangent	-	0.47
12	3.7~3.8	signalized Intersection	-	0.1

Note) R = Horizontal Curve Radius(m)

K = Vertical Curve Curvature Rate(m/%)

Da = Parameter in Sight Distance Triangle(see Fig. 3

Length of Intersection (distance between stop lines)

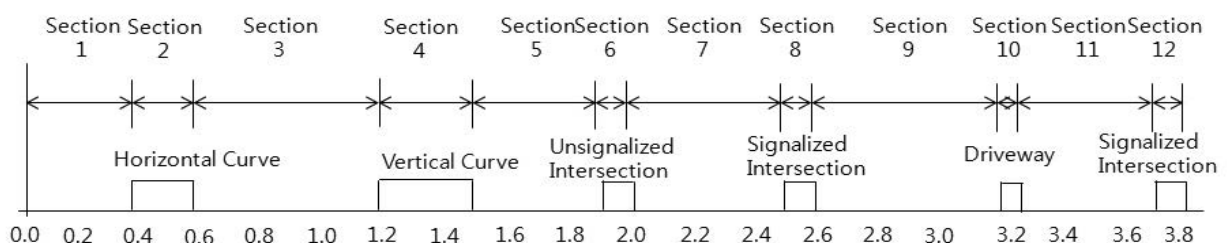


Fig. 5 Section Division for Operating Speed Profile Derivation

작성을 위한 분석구간은 12개로 하였으며, 누적구간 거리별 선형특징/교차로 조건과 설계제원 등은 Table 3 과 같다.

예시구간 II는 예시구간 I 과 동일한 배치이지만 평면곡선과 종단선형 제원을 조정하고, 1.9~1.965에 위치한 비신호교차로 대신에 진·출입로를 1.9~1.930에 설치하는 것으로 변경하여 Table 4와 같이 제시하였다.

Table 4. Road Geometry and Intersection Condition of Design Example II

No.	Cumulated Distance (km)	Geometry and Intersection Condition	Design Value	Length (km)
1	0.0~0.4	Horizontal Tangent	-	0.4
2	0.4~0.6	Horizontal Curve	R = 300	0.2
3	0.6~1.2	Horizontal Tangent	-	0.6
4	1.2~1.4	Vertical Curve	K = 33	0.2
5	1.4~1.9	Horizontal Tangent	-	0.5
6	1.9~1.930	Driveway	Da = 30	30
7	1.930~2.5	Horizontal Tangent	-	0.57
8	2.5~2.6	signalized Intersection	-	0.1 <sup>)</sup>
9	2.6~3.2	Horizontal Tangent	-	0.4
10	3.2~3.23	Driveway	Da = 30	0.3
11	3.23~3.7	Horizontal Tangent	-	0.47
12	3.7~3.8	signalized Intersection	-	0.1

Note) R = Horizontal Curve Radius(m)  
 K = Vertical Curve Curvature Rate(m/%)  
 Da = Parameter in Sight Distance Triangle(see Fig. 3)  
 Length of Intersection (distance between stop lines)

### 4.3. 예시구간 속도 프로파일 및 가속도 산출

예시구간 I 에 대한 분석결과는 Table 5와 같다. 평균가속도는  $-1.86\text{m/s}^2$ 으로써 기준가속도  $2.0\text{m/s}^2$ 에 비해 작기 때문에 해당 구간은 지방지역으로 구분하고 설계를 적용한다. 예시구간에 바로 이어서 변속차로를 설계한다고 가정한다면 변속차로의 길이는 120m로 설계가 된다.

예시구간 II 에 대한 분석결과는 Table 6과 같다. 평균가속도는  $-2.02\text{m/s}^2$ 으로 기준가속도  $2.0\text{m/s}^2$ 에 비해 크기 때문에 해당 구간은 도시지역으로 구분하고 설계를 적용한다. 예시구간에 바로 이어서 변속차로를 설계한다고 가정한다면 변속차로의 길이는 80m로 설계가 된다.

Table 5. Deceleration Rate Analysis Results of Design Example I

No.	Cumulated Distance (km)	Geometry and Intersection Condition	Operating Speed (km/h)	Deceleration Rate ( $\text{m/s}^2$ )
1	0.0~0.4	Horizontal Tangent	110	-
2	0.4~0.6	Horizontal Curve	79.4	-1.11(Section 1 → Section 2)
3	0.6~1.2	Horizontal Tangent	110	-
4	1.2~1.5	Vertical Curve	77.3	-1.18(Section 3 → Section 4)
5	1.5~1.9	Horizontal Tangent	110	-
6	1.9~1.965	Unsignalized Intersection	44.4	-1.95(Section 5 → Section 6)
7	1.965~2.5	Horizontal Tangent	110	-
8	2.5~2.6	signalized Intersection	0	-2.33(Section 7 → Section 8)
9	2.6~3.2	Horizontal Tangent	110	-
10	3.2~3.23	Driveway	21.6	-2.24(Section 9 → Section 10)
11	3.23~3.7	Horizontal Tangent	110	-
12	3.7~3.8	signalized Intersection	0	-2.33(Section 11 → Section 12)
Average	-	-	-	-1.86

Table 6. Deceleration Rate Analysis Results of Design Example II

No.	Cumulated Distance (km)	Geometry and Intersection Condition	Operating Speed (km/h)	Deceleration Rate ( $\text{m/s}^2$ )
1	0.0~0.4	Horizontal Tangent	110	-
2	0.4~0.6	Horizontal Curve	66.6	-1.48(Section 1 → Section 2)
3	0.6~1.2	Horizontal Tangent	110	-
4	1.2~1.4	Vertical Curve	67.2	-1.46(Section 3 → Section 4)
5	1.4~1.9	Horizontal Tangent	110	-
6	1.9~1.930	Driveway	21.6	-2.24(Section 5 → Section 6)
7	1.930~2.5	Horizontal Tangent	110	-
8	2.5~2.6	signalized Intersection	0	-2.33(Section 7 → Section 8)
9	2.6~3.2	Horizontal Tangent	110	-
10	3.2~3.23	Driveway	21.6	-2.24(Section 9 → Section 10)
11	3.23~3.7	Horizontal Tangent	110	-
12	3.7~3.8	signalized Intersection	0	-2.33(Section 11 → Section 12)
Average	-	-	-	-2.02

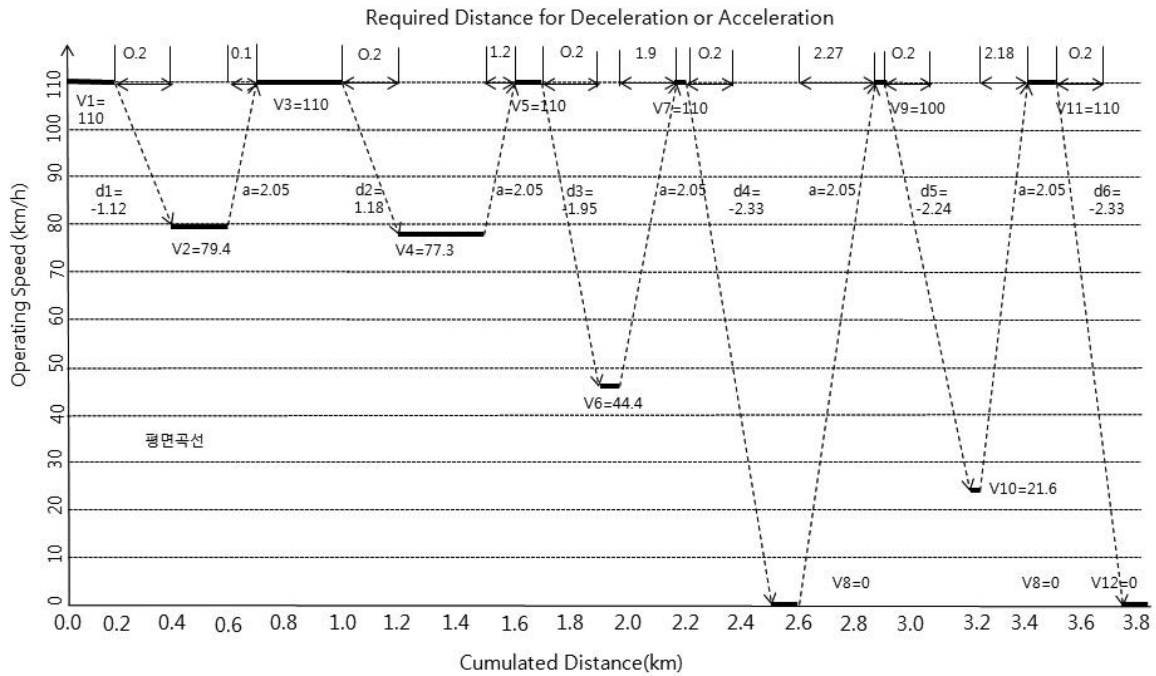


Fig. 6 Operating Speed Profile of Design Example I

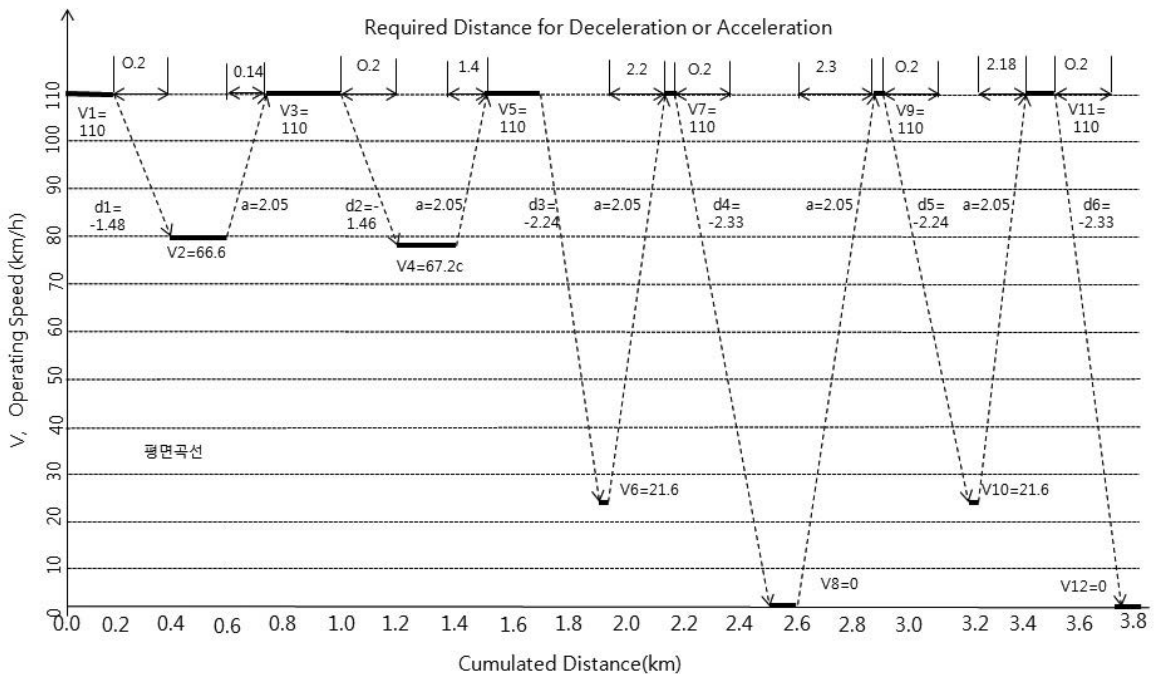


Fig. 7 Operating Speed Profile of Design Example II

#### 4.4. 결과검토 및 토의

본 논문은 지역구분에 대한 공학적 판단기준을 제시하기 위해 감속도를 이용한 지역구분 방법론을 개발하여 제시하고 예시를 들어 구체적인 분석절차를 설명하였다. 본 논문에서 제시한 방법을 적용하기 위해서는 속도변화 구간에 대한 주행속도 예측식, 선형/교차로 제

약이 없는 구간에서 운전자의 희망속도, 전방선형이나 교차로 구간을 보고 운전자가 감속을 시작하는 시점에 대한 가정이 필요하며, 본 논문은 기존 연구자료 등을 활용하여 제시하였다. 특히 선형과 교차로가 혼재된 구간에서는 주행속도 예측식을 적용하기 곤란하여 속도변화 구간별로 시거를 역산해서 주행속도를 산출하는 것



으로 제시했다. 희망속도는 분석구간의 도로교통 여건, 제한속도, 운전자 특성 등 다양한 요인이 복합적으로 작용하기 때문에 해당 구간에서 실측하는 것이 추천되지만, 현실적으로 이러한 측정이 곤란한 경우는 Lamm 등(1999)이 제시한 것처럼 설계속도가 100km/h 미만의 경우 여기에 20km/h를 더한 주행속도 값을 희망속도로 적용하는 것을 제안했다. 운전자의 감속시점은 국내 기존 연구에서 실측자료에 기반한 감속도 시점과 가속도 값을 준용하는 것으로 제안했다.

이상의 연구 가설을 이용해서 연속류와 단속류가 혼재되는 특징을 선형과 교차로로 각각 대변하고 예시를 들어 분석해보았다. 분석결과, 연구 초기의 예상과는 달리 예시구간별 감속도가 크게 차이는 나지 않았으나, 이는 본 연구에서 가정한 감속시점이 상대적으로 큰 점에 기인하는 것으로 본다. 이는 가정한 감속시점이 과속단속시스템을 보고 운전자가 충분히 먼 거리에서 감속을 시작한 것을 그대로 적용한 한계라고 본다. 따라서 추후 선형변화 구간 앞이나 교차로 앞에서 운전자의 감속시점에 대해서는 보완 연구가 수행될 필요가 있다.

## 5. 결론 및 향후연구

본 논문은 운전자의 주행 시 감속도에 기반해서 도로 설계를 위한 지역구분 방법론을 제시하였다. 본 연구의 적용범위는 도로 교통공학적 측면에서 도시지역과 지방지역의 특성이 동시에 존재하는 도시연접지역에서 활발한 적용이 기대된다. 현재는 행정상의 지역구분이나 발주처, 설계자의 재량에 따라 지역을 구분하고 있으나 지역구분에 따른 경제적 파급효과를 감안 시에 보다 명확한 구분기준이 마련될 필요가 있었다.

이러한 현실적인 한계를 극복하기 위해 현재 도로 설계기준에서 도시지역과 지방지역을 구분하는데 이용하는 공학적 특징인 감속도기준을 척도로 이용하여 지역

구분의 기준을 제시하였다. 특히 해당 설계지점을 포함한 도로 구간에서 운전자가 주행하면서 경험적으로 체득한 감속도를 산정하고, 이를 현재 도로 설계기준에서 제시하는 감속도와 비교하여 지역을 구분하도록 하였고, 분석대상구간의 연속류 특성을 갖는 구간은 선형변화에 따른 속도변화를 검토하고 단속류 특성을 갖는 구간은 교차로로 각각 대표할 수 있도록 하여 두 가지 교통류 특성이 혼재되는 지역에 활용이 가능한 지역구분 방법론을 제시하였다.

본 논문에서는 우선 방법론 개발이 시급한 실정을 감안하여 여러 사항에 대해 연구 가설을 설정하였다. 대표적인 가설로 운전자의 희망속도, 감속시점을 들 수 있는데, 추후 다양한 현장 여건에 따라 운전자의 희망속도에 대한 연구가 보완되어야 하고 선형 및 교차로 구간에서 운전자의 감속시점에 대해서도 보다 많은 현장조사가 필요할 것으로 본다. 아울러, 본 연구에서는 감속도를 이용한 지역구분 방법론을 제시하였으나 제한속도 등 다양한 요소를 활용한 지역구분 방법론에 대해서도 추가적인 검토가 필요하다고 본다.

## References

- Act for National Land Planning and Utilization(국토의 계획 및 이용에 관한 법)
- Implementation Act for Road Act(도로법 시행령)
- Kim, Yong Seok, Wonbum Cho, A Study on the Installation of the Automated Speed Enforcement Camera for the Effectiveness(자동 과속단속시스템의 효과 증진을 위한 설치 방안 연구), Journal of Korea Society of Transportation, Vol 23, No. 5, 2005.
- Lamm, Ruediger, B. Psarianos, T. Mailaender, Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook, 1999.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Higiway Capacity Manual(도로용량편람), 2012.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Practical Manual for the Application of Road Structure and Facilities Design Ordinance(도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설), 2013.