

# 도로 기하구조와 탄소배출 저감의 연계성을 고려한 시케인 기하구조 조건의 개선에 관한 연구

## Study on Improved Road Geometry Conditions of Chicane Considering the Relationship between Road Geometry and Carbon Emissions Reduction

이 형 원 Lee, Hyung-won | 경기대학교 공과대학 도시·교통공학과 학사과정 (E-mail : leehyung1010@naver.com)  
오 흥 운 Oh, Heung-Un | 정회원 · 경기대학교 공과대학 도시·교통공학과 교수 · 교신저자 (E-mail : ohheung@gmail.com)

### ABSTRACT

**PURPOSES :** Recently, many local governments have applied chicanes for traffic calming to ensure environment-friendly comfortable and safe roads. However, the geometry of a chicane is designed for speed reduction using a curved portion. This study aims to improve the road geometry conditions of chicanes for reducing carbon emissions and maintaining appropriate driving speeds by considering the relationship between road geometry and carbon emissions.

**METHODS :** This study was conducted as follows. First, carbon emissions corresponding to changing acceleration of vehicles were studied. Second, vehicle acceleration caused by the relationship between the curve radius and the straight length was studied. Accordingly, desirable conditions of curve radius and length of the straight section for reducing carbon emissions were proposed.

**RESULTS :** The existing literature on chicanes present the minimum value of stagger length and path angle in the primary variable condition. This study suggests the maximum values of the curve radius and length of straight section in the primary variable condition. Therefore, if a vehicle's speed at a chicane is 30 km/h, this study suggests a curve radius of up to 24 m. In addition, if the vehicle's speed is 24 km/h, this study suggests a length of straight section of up to 6.6 m. These are the geometric conditions for considering the control of acceleration to the vehicle's maximum speed.

**CONCLUSIONS :** This paper proposes an application of geometric conditions to reduce carbon emissions and maintain appropriate speeds of vehicles through a combination of curve radius and length of straight section.

### Keywords

*chicane, connection, carbon emissions reduction, road geometry, improvement*

Corresponding Author : Oh, Heung-Un, Professor  
Department of Urban&Transportation Engineering College of Engineering,  
Iui-dong, San 94-6, Yongsong-gu, Suwon-si, Kyonggi-do, 16227, Korea  
Tel : +82.31.249.9742 Fax : +82.31.244.6300  
E-mail : ohheung@gmail.com

International Journal of Highway Engineering  
http://www.ksre.or.kr/  
ISSN 1738-7159 (print)  
ISSN 2287-3678 (Online)  
Received Sep. 07, 2015 Revised Sep. 11, 2015 Accepted Oct. 02, 2015

## 1. 서론

### 1.1. 연구의 배경 및 목적

전 세계는 지구온난화로 인한 기후변화와 생태계 파괴 문제를 인식하고, 대응하기 위해 다양한 대책 및 기

술개발을 진행하고 있다. 이에 도로부문에서는 차량 탄소배출량 저감을 위한 이상적인 주행행태라고 여겨지는 에코드라이빙(Eco-Driving)을 적극적으로 권장하고 있다.

에코드라이빙은 탄소배출량 저감을 위해 운전자가 자발적으로 급가속이나 급감속 없이 정속주행하는 것을 의미한다(유인균, 2012). 그러나 도로선형, 노면상태 등 도로조건으로 인해 운전자의 주행행태는 변화하게 된다(유인균, 2012). 특히 일관적으로 설계되지 않은 곡선부와 직선부 기하구조는 운전자의 주행행태 변화를 유도하므로, 에코드라이빙을 통한 탄소배출량 저감 목표의 달성은 제약이 있을 것으로 판단된다.

최근 많은 지자체에서는 쾌적하고 안전한 친환경도로 조성을 위해 공원도로 및 생활도로에 교통정온화 기법(Traffic Calming)의 시케이인(Chicane)을 적용하고 있다.

시케이인은 도로상 연석을 확장하거나 반대방향의 도로섬을 확장함으로써 차량 속도 저감을 목적으로 한 구간이다(정경옥 외, 2011). 하지만 시케이인은 굴절부에 의한 차량 속도 저감에 초점이 맞추어진 기법으로서, 곡선부 전·후 구간에서 발생하는 차량가속과 최대속도에 대한 고려는 미흡한 것으로 판단된다. 이는 차량 탄소배출량 증가에도 영향을 줄 것으로 판단된다.

본 연구에서는 에코드라이빙과 교통정온화 도로설계 기법이라는 각각 개념의 특성을 통해 탄소배출량 저감을 유도하는 시케이인 설치기준 개선을 제안하고자 한다.

이에 따른 본 연구의 목적은 다음과 같다.

- 시케이인 설치기준에 대해 차량의 적정속도 유지와 탄소 배출량 저감을 유도하기 위한 곡선부 곡선반경(R)의 기하구조 조건 개선을 제안하고자 함.
- 시케이인 설치기준에 대해 차량의 적정속도 유지와 탄소 배출량 저감을 유도하기 위한 직선부 구간 길이(L) 최대값의 기하구조 조건 개선을 제안하고자 함.

## 1.2. 연구의 방법

본 연구는 탄소배출량 저감을 위한 도로 기하구조 조건을 검토하여, 시케이인 설치기준의 도로 기하구조 조건 개선을 제안한다. 연구의 수행과정은 다음과 같다.

첫째, 시케이인의 적용사례, 설계지침, 속도저감 효과 사례에 관한 국내의 문헌을 검토하고, 이를 통해 본 연구의 고려사항과 차이점을 비교한다. 둘째, 탄소배출량 저감을 고려하는 곡선부 곡선반경(R)과 직선부 구간 최대길이(L)에 대한 도로 기하구조 조건을 검토한다. 셋째, 검토결과를 통해 시케이인 설치기준의 곡선반경(R)과 직선부 구간 최대길이(L)에 대해서 바람직한 조건 개선을 제안한다.

## 2. 시케이인 관련문헌 고찰

### 2.1. 시케이인 적용사례

정경옥 외(2011)에 따르면 시케이인은 도로상 연석을 확장시키거나 반대방향의 교통섬을 확장시켜서 도로의 선형이 'S'자 형태가 되도록 만드는 구간이다. 따라서 운전자에게 시각적으로 도로가 굽어있음을 보여주어 속도 감소 효과를 기대할 수 있다.

Fig. 1과 Fig. 2는 독일 도시외곽 주거지역에 대한 시케이인 적용 사례를 나타낸다. 적용된 시케이인은 곡선부와 직선부의 반복적 조합으로 이루어져 있다.

그러나, 일정하지 않은 간격의 곡선부(Fig. 1)와 상류부와 하류부 도로교각의 차이(Fig. 2)는 일정한 차량속도 유지를 어렵게 할 것으로 예상된다. 특히 긴 직선부 길이(Fig. 1)는 차량 가속을 발생시켜 생활도로 구간에서 안전상 위험뿐 아니라 지나친 탄소배출량을 유발할 것으로 판단된다.

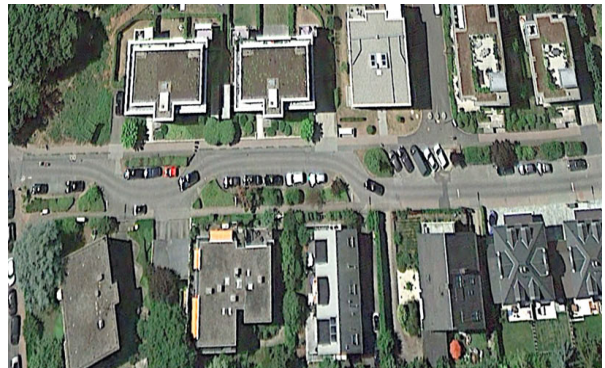


Fig. 1 Example of Chicane Installation Sites (Frankfurt, Germany)

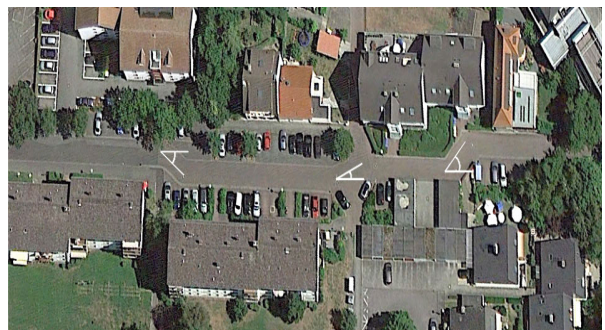


Fig. 2 Example of Chicane Installation Sites (Heidelberg, Germany)

### 2.2. 국외 시케이인 설계지침

외국에서는 표준적인 시케이인 설계를 위해 주요 변수 조건에 대한 설계지침을 제시하고 있다.

Fig. 3과 Table 1은 영국 Leicestershire Country

Council 등(2014)에서 제시하고 있는 시케이인 설계지침을 나타낸다. 차로 폭(Lane Width)과 자유시야 폭(Free View Width) 그리고 제한하고자 하는 최저속도(목표속도)의 설정에 따라 도로교각(Path Angle)과 굴절부 길이(Stagger Length)의 최소값을 제시하였다.

그러나, 이는 제한하고자 하는 최저속도에 초점을 둔 설계지침으로서 발생할 수 있는 최대속도는 고려하지 못하고 있기 때문에, 차량 주행행태 변화로 인한 탄소배출량 발생에 대한 고려는 미흡한 것으로 판단된다.

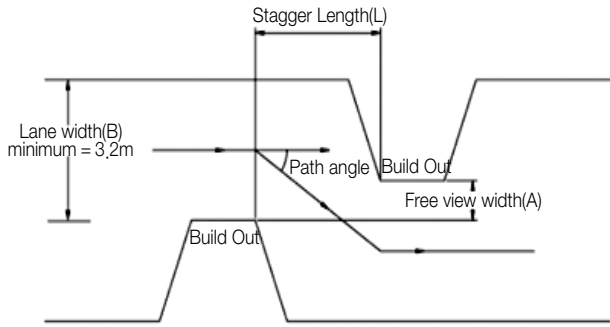


Fig. 3 Dimensions of Elements of Chicane (6CS Design Guide)

Table 1. Design Guidelines of Chicane (6CS Design Guide)

Lane width 'W' (m)	Free view width 'A' (m)	Minimum stagger length 'L' to achieve the required vehicle speed in chicane		Minimum path angle (degree)	
		15mph	25mph	15mph	25mph
3.2	+1.0	6m	14m	20°	15°
	0.0	9m	18m		
	-1.0	12m	-		
3.5	+1.0	-	9m		
	0.0	-	12m		
	-1.0	-	15m		

Fig. 4와 Fig. 5는 독일의 EAE, FGSV(1985)에서 제시하고 있는 시케이인 설계지침을 나타낸다. 횡방향 길이(x)를 차선 사양에 맞추어 미리 설정하면, 종방향 길이(y)를 종속적으로 구할 수 있도록 제시하였다.

그러나, 이 또한 굴절부에 의한 차량속도의 감소에 초점을 둔 설계지침으로서 적정속도의 유지는 고려하지 못하고 있기 때문에 차량 주행행태 변화로 인한 탄소배출량 발생에 대한 고려는 미흡한 것으로 판단된다.

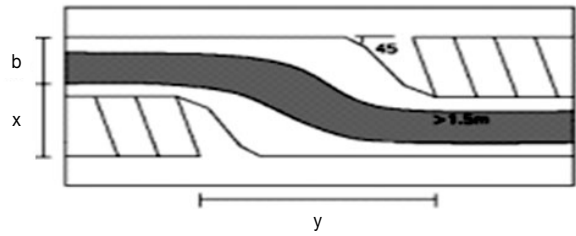


Fig. 4 Definition of Chicane Dimensions (EAE, FGSV, 1985)

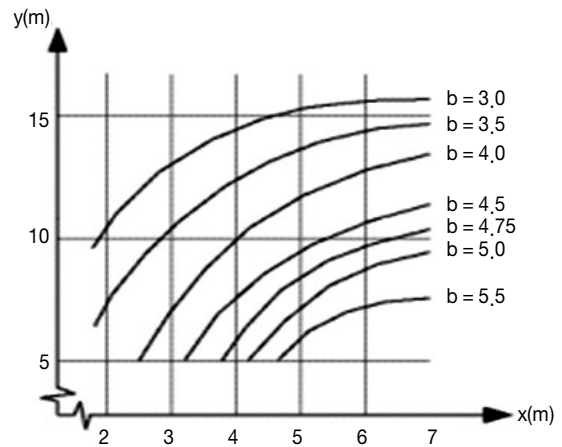


Fig. 5 Chicane Design Guidelines (EAE, FGSV, 1985)

### 2.3. 시케이인 설치구간의 속도저감 효과 사례 검토

정병두 외(2000)의 보차공존 도로에서의 시케이인 설치를 위한 조사 연구에서는 수원 중심상업지역 이면도로를 대상으로 시케이인 설치유형별 통과차량의 속도를 조사하였다. 위의 저자는 Fig. 6의 시케이인 설치기준에서 횡방향 길이(w)=2.5m, 종방향 길이(y)=7m일 때, 30km/h의 초기속도에서 평균 10~15km/h의 속도 감소가 있음을 주장하였다. 그러나 이는 시케이인의 굴절부에 의해 속도저감에만 초점을 두고 있는 국내 조사사례를 나타낸다.

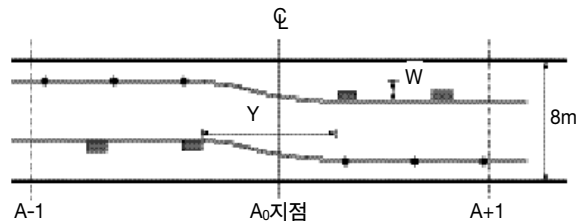


Fig. 6 Slalom Type Dimension of Chicane (Jung byeong-do, 2000)

Sayer, I. A. 외(1999)는 시케이인 설치 전과 후의 설치유형별 구간 통과속도를 조사하였다. 위의 저자는 조사를 통해 시케이인 설치 후 평균 통행속도는 약 11.9mph

(19.2km/h) 감소가 있음을 주장하였다(Table 2). 그러나 이 또한 시케인의 굴절부에 의해 속도 저감에만 초점을 두고 있는 국외 조사사례를 나타낸다.

Table 2. Speed Reduction Effects of Chicane Installation (Sayer et al, 1999)

	85%tile speed (mph)			Chicane dimensions			
	Before	After	Difference	Free view width (m)	Stagger length (m)	Avg lane width (m)	Path angle (degree)
Single lane	39.2	26.0	-13.5	1.4	11.6	4.1	13.4
Two-way	41.9	31.3	-10.6	1.0	13.9	3.1	8.9
Overall average	40.7	28.3	-11.9	1.2	12.5	3.6	11.5

## 2.4. 기존 시케인 관련 문헌과 본 연구의 고려사항 비교

기존 시케인 관련 문헌에서는 시케인 설계기준으로 최소 도로교각(Path Angle)과 굴절부 길이(Stagger Length)의 최소값을 주요 변수조건으로 제시하고 있다. 이는 굴절부에 의한 차량 최저속도에 초점을 둔 설계기준이다. 그러나 시케인 구간에서 발생할 수 있는 최대속도는 고려하지 못하고 있기 때문에 차량 주행행태 변화를 통한 탄소배출량 저감에 대한 고려는 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 곡선부와 직선부에서 차량의 적정속도를 유지하여 속도 저감과 동시에 탄소배출 저감을 이끌어내고자 한다. 이를 위해 차량 최대속도를 고려한 곡선부 곡선반경(R)과 직선부 구간길이(L)를 주요 변수조건으로 고려하였다.

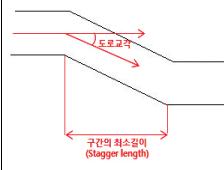
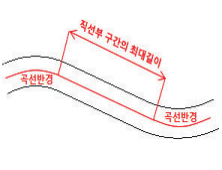
### 2.4.1. 주요 변수조건 비교

Table 3. Comparative Considerations on Literature and Study (1)

		Considerations in existing the literature	Considerations of this study
Main purpose		Vehicle speed reduction	Maintain appropriate running speed & carbon emissions reduction
Chicane geometry conditions	Curve portion	Minimum path angle(degree)	Curve radius(m)
	Straght portion (interval between the curve)	Minimum stagger length(m)	Maximum length of straight portion(m)

### 2.4.2. 주요 논점 비교

Table 4. Comparative Considerations on Literature and Study (2)

	Considerations in existing literature	Considerations of this study
Reduction vehicle speed at curve Portion	Vehicle speed reduction by minimum path angle and minimum stagger length	Vehicle speed reduction & maintain appropriate running speed by radius conditions
Reduce vehicle speed at straight portion	-	Vehicle acceleration control by maximum length of straight portion
Explanation		

## 3. 차량 탄소배출량 저감을 위한 도로 기하구조 조건 검토

### 3.1. 검토 개요

시케인 설치기준의 기하구조 조건 개선을 제안하기 위해 다음의 관계를 검토하였다.

- 차량 가속 변화에 따른 탄소배출량의 관계
- 곡선부 곡선반경(R)과 직선부 구간길이(L)에 의한 차량 가·감속발생 관계

이를 통해, 탄소배출량 저감을 고려하는 시케인의 곡선부 곡선반경(R)과 직선부 구간길이(L)에 대한 바람직한 조건을 제안하고자 한다.

### 3.2. 차량 가속 변화에 따른 탄소배출량의 관계

#### 3.2.1. 무가속 시 차량 가속 변화에 따른 탄소배출량의 관계

국립환경과학원(2011)에서 제시한 차종, 연료, 차량 속도에 따른 이산화탄소 배출량 산출식 Eq. (1)을 이용하여 무가속 시 차량속도 변화에 따른 탄소배출량 관계를 검토하였다. 본 연구에서는 국내에 가장 많고 도로에서의 주행이 가장 빈번한 승용-소형-휘발유차의 차량 속도 변화에 따른 탄소배출량 관계를 검토하였다.

Fig. 7은 Eq. (1)을 활용하여 속도에 따른 탄소배출량을 그래프로 나타낸 것이다. 주행속도가 30km/h 이하의 저속일 때, 탄소배출량은 상대적으로 많으며,

30km/h에서 65km/h까지 주행속도가 증가함에 따라 탄소배출량은 완만히 감소하고 있다.

$$y = 1313.7x^{-0.6} \quad (x \leq 65.4\text{km/h})$$

$$y = 0.5447x + 78.746 \quad (x \geq 65.4\text{km/h}) \quad (1)$$

여기서,  $y$  : 이산화탄소 배출량(g/km)  
 $x$  : 주행속도(km/h)

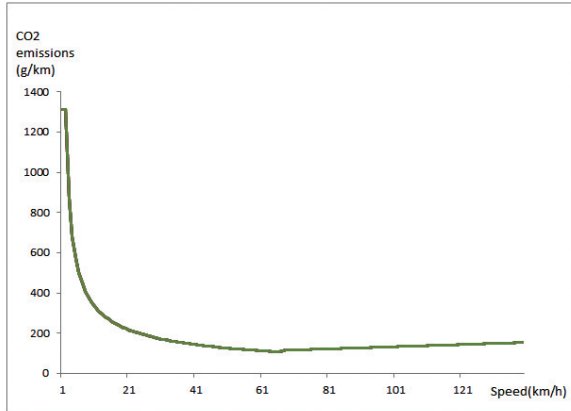


Fig. 7 CO<sub>2</sub> Emissions by Vehicle Speed (National Institute of Environmental Research, 2001)

### 3.2.2. 차량 가속에 따른 탄소배출량의 관계

Berry, I. M.(2010)의 가속도에 따른 연료소비 증가에 관한 연구에서는 차량 가속 시의 연료소비량은 동일 속도의 무가속 시보다 연료소비량이 높으며, 이에 따라 탄소배출량의 할증이 있음을 제시하고 있다. 본 연구에서는 이를 통해, 가속 시와 무가속 시의 탄소배출량 관계를 검토하였다.

아래 Fig. 8은 Berry, I. M.(2010)이 제시한 가속

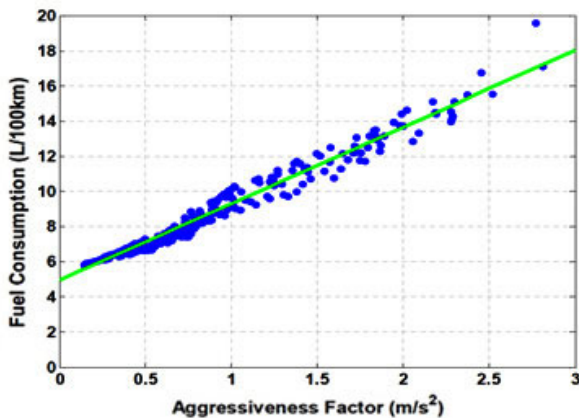


Fig. 8 Fuel Consumption Versus Aggressiveness Factor (Berry, 2007)

도-연료소비 그래프이다. 차량의 가속도 값이 커질수록 연료소비량이 증가하고 있으며, 가속도 값(0.54)을 기준으로 가속 시 탄소배출량은 동일속도의 무가속 시보다 약 47% 할증이 있음을 나타낸다.

### 3.3. 곡선부 곡선반경(R)과 직선부 구간길이(L)에 의한 차량 가·감속발생 관계

본 연구는 곡선반경과 설계속도(허용속도)의 관계식 Eq. (2)와 차량 가·감속거리 산출식 Eq. (3)을 통해 곡선반경(R)과 직선부 구간길이(L)에 의한 일반적인 차량 주행행태를 가정하였다. 그리고 이를 통해 곡선반경(R)과 직선부 구간길이(L)에 의한 차량 가·감속발생 관계를 검토하고자 한다.

#### 3.3.1. 곡선부 곡선반경(R)과 직선부 구간길이(L)에 의한 차량 주행행태 가정

##### ① 곡선부 곡선반경(R)에 의한 차량 주행행태 가정

곡선부 구간에서 차량은 곡선반경(R)과 주행속도에 따라 원심력을 작용받으므로 주행의 쾌적성과 안전성을 확보하기 위해 가속발생은 제한적이다. 따라서 곡선부에서는 일반적으로 U.S. Department of Transport(2000)에서 제시한 곡선반경과 설계속도(허용속도)의 관계식 Eq. (2)에 따라 설계속도(허용속도) 내에서 주행하게 된다.

$$V = 3.4415R^{0.3861} \quad (2)$$

여기서,  $V$  : Predicted Speed(mph), 설계속도(허용속도)

$R$  : Radius of Curve(ft), 곡선부 곡선반경

자료 : U.S. Department of Transport(2000)

##### ② 직선부 구간길이(L)에 의한 차량 주행행태 가정

일반적으로 직선부에서 가·감속발생은 제약받지 않지만, 구간의 길이(L)에 따라 가속이 제한되고 감속이 발생하게 된다. 따라서 직선부에서는 차량 가·감속거리 산출식 Eq. (3)에 의해 초기속도와 나중속도(허용속도)에 따라 가·감속거리가 발생하게 된다.

$$S = \frac{(V_2)^2 - (V_1)^2}{2a} \quad (3)$$

여기서,  $V_1$  : 초기속도(km/h)

$V_2$  : 나중(허용)속도(km/h)

$a$  : 가속도 or 감속도( $m/s^2$ )

$S$  : 가속거리 or 감속거리(m)

차량 가·감속거리 산출식 Eq. (3)에서 가속도 값은 U.S. Department of Transport(2000)에서 제시한 도로 기하구조 조건별 적정 가·감속도 평균값(Table 5)을 참조하였다. 본 연구에서 가속도 값은 양호한 도로 기하구조일 때의 적정가속도 값  $0.54m/s^2$ 을 이용하였으며, 감속도 값은  $-1.00m/s^2$ 을 이용하였다.

Table 5. Deceleration and Acceleration Rates (U.S. Department of Transport, 2000)

Deceleration rate ( $m/s^2$ )	Design consistency (All alignment conditions)	Acceleration rate ( $m/s^2$ )
1.00 to 1.48	Good Design	0.54 to 0.89
1.48 to 2.00	Fair Design	0.89 to 1.25
> 2.00	Poor Design	> 1.25

### 3.3.2. 곡선부 곡선반경(R)과 직선부 구간길이(L)에 의한 가·감속발생 관계 검토

곡선부 곡선반경(R)과 직선부 구간길이(L)에 의한 차량 주행행태의 가정을 통해, 가·감속발생 관계를 검토하였다.

아래 Fig. 9와 Fig. 10은 상·하류의 곡선반경(R)과 직선부 구간길이(L)에 의해 발생한 차량 가·감속과 주행속도의 변화를 나타낸 그래프이다.

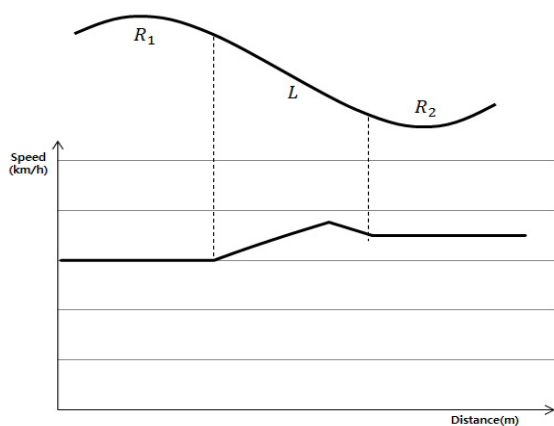


Fig. 9 Driving Characteristics of the Road Geometry (When, Upstream Curve Radius > Downstream Curve Radius)

여기서 Fig. 9은 하류부 곡선반경( $R_2$ )이 상류부 곡선반경( $R_1$ )보다 작을 경우의 차량 가·감속 및 속도의 변화를 나타낸다. 이때 상대적으로 작은 하류부의 곡선반경은 차량 감속에 영향을 주므로 저속주행 유도과 관계가 있다고 가정할 수 있다.

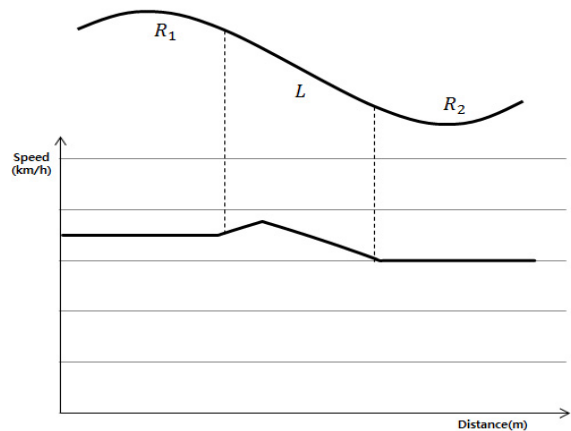


Fig. 10 Driving Characteristics of the Road Geometry (When, Upstream Curve Radius < Downstream Curve Radius)

Fig. 10은 하류부 곡선반경( $R_2$ )이 상류부 곡선반경( $R_1$ )보다 클 경우 차량 가·감속 및 속도의 변화를 나타낸다. 이때 상대적으로 큰 하류부의 곡선반경은 차량 가속에 영향을 주므로 가속거리 증가와 관계가 있다고 가정할 수 있다.

### 3.4. 탄소배출량과의 연관성

결과적으로, 상류부와 하류부의 곡선반경(R) 차이는 차량의 가속거리 증가와 저속주행을 유도하며, 직선부 구간길이(L)의 증가는 차량 가속거리 증가를 유도한다고 가정할 수 있다. 하지만 이러한 기하구조는 차량 탄소배출량 증가와 연관이 있을 것으로 판단된다. 따라서 본 연구는 탄소배출량 저감을 고려하는 곡선부 곡선반경(R)과 직선부 구간길이(L)의 조건을 검토하였다.

## 4. 검토 및 제안

### 4.1. 시케인 설계기준의 곡선반경(R) 및 직선부 구간길이(L)에 대한 바람직한 조건 개선 제안

기존 시케인 관련 문헌에서는 도로교각(Path Angle)과 굴절부 길이(Stagger Length)의 최소값을 시케인 설계지침의 주요 변수조건으로 제시하였다. 그리고 굴절부에 의한 차량 최저속도를 주요 논점으로 두고 있다.

하지만, 동일한 도로교각 조건이어도 곡선반경(R)은 다르게 적용할 수 있고, 굴절부 길이 조건은 최소값 길이 이상의 적용 여지를 남기고 있기 때문에 목적으로 하는 최저속도에서 차이가 발생할 수 있다. 또한 시케인 구간에서 발생할 수 있는 최대속도는 고려하지 못하고 있으므로, 차량 주행행태 변화로 인한 탄소배출량 발생에 대한 고려는 미흡하다. 따라서 주요 변수조건에 대해서 최대속도를 고려한 조합을 검토할 필요가 있다.

본 연구에서는 가속을 억제하고 적정속도를 유지하여 탄소배출량 저감을 목적으로 하는 시케인 설계기준의 기하구조 조건을 검토하였다. 이에 시케인 구간의 최대속도를 고려한 곡선부 곡선반경(R)과 직선부 구간길이(L)에 대한 바람직한 조건을 다음과 같이 제안한다.

#### 4.1.1. 시케인 설계기준의 곡선부 곡선반경(R)에 대한 제안

- 첫째, 시케인이 적용되는 곡선부 구간의 적정 주행 속도(허용속도) 설정
- 둘째, 곡선반경과 설계속도(허용속도)의 관계식에 따라 곡선반경(R) 산출
- 셋째, 적정 주행속도(허용속도)를 유지하기 위해 일정한 곡선반경(R)을 적용

#### 4.1.2. 시케인 설계기준의 직선부 구간길이(L)에 대한 제안

- 첫째, 시케인이 적용되는 직선부 구간의 주행속도 증가 허용률(5%~20%) 설정
- 둘째, 차량 가·감속거리 산출식에 따라 속도 증가 허용률을 고려한 거리 산출
- 셋째, 직선부에서 속도 증가 허용률 이상의 가속발생을 제어하기 위해 최대값 조건 제시
- 넷째, 직선부 구간길이(L)는 상·하류 곡선반경(R)에 의해 발생하는 가속과 감속을 고려하여, 산출된 가속거리와 감속거리의 합을 적용

### 4.2. 개선 전과 후의 시케인 설계기준 조건 비교

Table 6은 시케인 설계기준의 곡선부 조건에 대한 개선 전·후 비교 결과를 나타낸다. 기존에는 도로교각 조건을 제시하였으나, 본 연구에서는 설계속도(허용속도)와 곡선반경의 관계식을 이용하여 시케인 구간의 최대속도를 고려한 곡선반경(R)의 적용을 제안하였다. 따

라서 시케인 구간에서 목적으로 하는 차량속도가 30km/h일 때, 기존에는 최소 15° 이상 도로교각을 제시하고 있지만, 최대 24m 곡선반경을 적용함으로써 최대속도 제한 및 적정속도를 유지할 수 있을 것으로 기대된다.

Table 6. Comparison of Curve Conditions in Chicane Before and After Improvement

		Existing		Improvement	
		Minimum path angle		Maximum curve radius	
Appropriate running speed for purpose	20km/h	-		8m	
	24km/h (15mph)	20°		13m	
	30km/h	-		24m	
	35km/h	-		36m	
	40km/h (25mph)	15°		51m	

Table 7은 시케인 설계기준의 직선부 길이 조건에 대한 개선 전·후 비교 결과를 나타낸다. 기존에는 굴절부 길이의 최소값을 제시하였으나, 본 연구에서는 가·감속거리 산출식을 이용하여 적정속도의 증가 허용률(%)에 따른 직선부 길이(L)를 산출하고, 최대값으로 적용을 제안하였다. 따라서 시케인 구간에서 목적으로 하는 차량속도가 24km/h(15mph)일 때, 기존에는 최소 6m 이상 굴절부 길이를 제시하고 있지만, 속도 증가 허용률을 5%로 설정할 때 최대 6.6m 직선부 길이를 적용함으로써 가속거리 제어 및 적정속도를 유도할 수 있을 것으로 기대된다.

Table 7. Comparison of Straight Length in Chicane Before and After Improvement

		Existing			Improvement				
		Minimum stagger length			Maximum length of straight portion				
Free view width(m)		+1.0	0.0	-1.0	Increased rate of speed permitted (%)	5%	10%	15%	20%
Appropriate running speed for purpose	20km/h	-	-	-	20km/h	4.5m	9.2m	14.1m	19.3m
	24km/h (15mph)	6m	9m	12m	24km/h (15mph)	6.6m	13.4m	20.6m	28.1m
	30km/h	-	-	-	30km/h	10.2m	20.8m	31.9m	43.6m
	35km/h	-	-	-	35km/h	13.8m	28.3m	43.5m	59.3m
	40km/h (25mph)	14m	18m	-	40km/h (25mph)	18.0m	37.0m	56.8m	77.5m

## 5. 결론

본 연구는 차량 탄소배출량 저감을 위한 도로 기하구조 조건을 검토하여, 시케인 설치기준의 도로 기하구조 조건 개선을 제안하였다.

먼저 국내외 시케인 관련 문헌을 검토하여 기존 시케인 설계지침의 주요 고려사항과 본 연구의 주요 고려사항을 비교하였다.

주요 고려사항의 비교 결과는 다음과 같다.

기존 시케인 설계지침은 도로교각과 굴절부 길이의 최소값 조건을 주요 변수조건으로 제시하였고, 이는 굴절부에 의한 최저속도 유도에 초점을 둔 설계지침이다. 그러나 본 연구에서는 차량 최대속도를 고려한 곡선부 곡선반경(R)과 직선부 구간길이(L)의 최대값 조건을 검토하고, 이를 통해 탄소배출 저감에 초점을 두었다.

차량 탄소배출량의 저감을 위한 곡선반경(R)과 직선부 구간길이(L) 조건에 대해서는 다음과 같이 제안한다.

1. 곡선반경과 설계속도(허용속도)의 관계식에 따라 산출된 곡선반경(R)의 최대값 조건을 적용한다. 이를 통해, 곡선부 구간에서 적정속도를 유지할 것으로 기대된다.
2. 차량 가·감속거리 산출식에 따라 산출된 직선부 길이(L)의 최대값을 적용한다. 이를 통해 직선부 구간에서 속도 증가 허용률(%) 이상의 가속을 억제할 것으로 기대된다.

결론적으로, 곡선부 곡선반경(R)과 직선부 구간길이(L)의 기하구조 조건을 조합하여 차량 적정속도 유지와 탄소배출량 저감을 유도할 수 있도록 기하구조 조건의 적용을 제안한다.

## 6. 향후과제

본 연구는 곡선부 곡선반경(R)과 직선부 구간길이(L) 변수조건을 통해 차량 적정속도를 유지하는 기하구조 조건을 제안하고자 하였다. 하지만 설계속도가 높아짐

에 따라(60km/h 이상) 안전상 위험을 고려하여 핸들조작을 위해 필요한 완화곡선 길이를 고려해야 한다. 따라서 향후에는 완화곡선 길이를 고려하여 적정 주행속도를 유도하는 곡선부 조건에 대해 세밀한 검토가 필요한 것으로 보인다.

## 감사의 글

본 논문은 한국연구재단의 지원(2013R1A1A2012547)으로 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

## REFERENCE

- Berry, I. M., 2010, The Effects of Driving Style and Vehicle Performance on the Real-World Fuel Consumption of U.S. Light-Duty Vehicles, Master Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State Univ.
- EAE FGSV, 1985, Chicane Design Guidelines.
- Jung, byeong-do et al., 2000, An Experimental Study for Chicane Schemes on the Community Road.
- (정병두 등, 2000, 보차공존도로에서의 시케인 설치를 위한 조사연구, 대한국토·도시계획학회지, 제35권 제2호, 77-85).
- Jung, byeong-do, 2003, A Study on Planning and Designing Method of the Community Road.
- (정병두, 2003, 커뮤니티도로의 계획 및 설계기법에 관한 연구, 국토연구, 제37권, 99-112).
- Jung, kyeong-ok et al., 2011, A Preliminary Study for Implementing Complete Street Policy.
- (정경옥 등, 2011, 완전도로 구현방안 연구, 녹색성장종합연구총서 2011-10).
- Lamm, R. et al., 1999, Horizontal Alignment, Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook.
- Leicestershire County Council et al., 2014, 6CS Design Guide.
- National of Environmental Research, 2001, An Investigation of Green House Gas Emission from Automobiles.
- Sayer, I. A., et al., 1998, Traffic Calming : An Assessment of Selected On-Road Chicane Schemes, TRL Report 313, Transport Research Laboratory, Crowthorne.
- U.S. DOT, 2000, Speed Prediction for Two-Lane Rural Highways, Publication No.99-171, U.S Department of Transportation, USA.