



# 횡방향 가속도 모형을 이용한 곡선부 도로의 변이구간 평가에 관한 연구

## Evaluation of Horizontal Curve Transition Section Using Lateral Acceleration Model

박 제 진\*  
Park, Je Jin

김 용 길\*\*  
Kim, Yong Gil

고 영 선\*\*\*  
Ko, Yeong Sun

하 태 준\*\*\*\*  
Ha, Tae Jun

### Abstract

According to the present highway design criteria, there are minimum standards which are made from special design speeds. If some highways are satisfied the standards, it regards the highway as safety. In reality, however, most drivers drive a car at different speed compared with design speed. It is very dangerous for drivers especially at transition sections between curve and horizontal curve sections. Hence, this study calculated the rate of changing and horizontal acceleration at each section. Moreover, this study evaluated the safety of design at curve transition sections and then calculated lateral acceleration and curve radii. This study found the minimum standards which are using as basic safety standards are not appropriate for measuring driver's safety.

**Keywords :** lateral acceleration, curves, evaluating design safety, operating speed

### 요 지

현행의 도로설계기준에서는 특정 설계속도에 따라 최소기준을 정하여 이를 토대로 설계된 도로가 해당 기준을 만족하면 주행 안전성을 확보하는 것으로 간주하고, 이에 따라 도로설계 및 교통운영을 시행하고 있다. 그러나 실제 도로를 주행하는 차량의 속도를 조사해보면, 다수의 차량이 설계자의 의도와 다른 속도로 주행하는 것을 볼 수 있고, 이는 도로 이용자의 안전성 문제와 직결된다고 할 수 있다. 특히, 직선부에서 곡선부, 혹은 곡선부에서 직선부로 주행하는 곡선부 변이구간은 이러한 속도의 변동이 가장 심한 구간 중의 하나로 이에 대한 주행 안전성 검토가 절실하다. 따라서 본 연구에서는 첫째, 곡선부 도로 변이구간에서의 주행속도와 주행반경을 고려한 지점별 횡방향 가속도와 횡방향 가속도 변화율을 산정하고, 둘째, 이를 고려한 곡선부 도로 변이구간의 설계안전성을 평가하여 편경사, 곡선반경 등의 선형 설계요소를 검토하였다. 검토결과 현재 고려되어지고 있는 구심가속도는 실제 운전자가 부담해야 하는 구심가속도에 훨씬 못 미치고 있는 실정이며, 설계속도에 따라 구심가속도가 25.56~77.78% 증가 되어 주행안전성에 문제가 발생함을 확인할 수 있었다. 본 연구는 직선-단곡선으로 이어지는 평면 곡선부 변이구간을 대상으로 하였다.

**핵심용어 :** 횡방향 가속도, 곡선부 도로, 안전성 평가, 주행속도

\* 정회원·한국도로공사 도로교통연구원 책임연구원 (E-mail : jjpark@ex.co.kr)  
 \*\* 비회원·전남대학교 토목공학과 공학석사 (E-mail : vinemij@hanmail.net)  
 \*\*\* 정회원·광주광역시 종합건설본부 도로시설2과장 (E-mail : kysun-3@hanmail.net)  
 \*\*\*\* 정회원·전남대학교 토목공학과 부교수 (E-mail : tjha@chonnam.ac.kr)



# 1. 서론

현행의 도로설계기준에서는 특정 설계속도에 따라 최소기준을 정하여 이를 토대로 설계된 도로가 해당 기준을 만족하면 주행상 안전성을 확보하는 것으로 간주하고, 이에 따라 도로설계 및 교통운영을 시행하고 있다. 그러나 실제 도로를 주행하는 차량의 속도를 조사해보면, 다수의 차량이 설계자의 의도와 다른 속도로 주행하는 것을 볼 수 있고, 이는 도로 이용자의 안전성 문제와 직결된다고 할 수 있다. 특히, 직선부에서 곡선부, 혹은 곡선부에서 직선부로 주행하는 곡선부 변이구간은 이러한 속도의 변동이 가장 심한 구간 중의 하나로 이에 대한 주행 안전성 검토가 절실하다. 따라서 본 연구에서는 첫째, 곡선부 도로 변이구간에서의 주행속도와 주행궤적의 곡선반경(본 연구에서는 이를 주행반경으로 약칭함)을 고려한 지점별 횡방향 가속도와 횡방향 가속도 변화율을 산정하고, 둘째, 이를 고려한 곡선부 도로 변이구간의 설계안전성을 평가하여 편경사, 곡선반경 등의 선형 설계요소를 검토하고자 한다.

본 연구의 전반적인 흐름도는 그림 1과 같다.

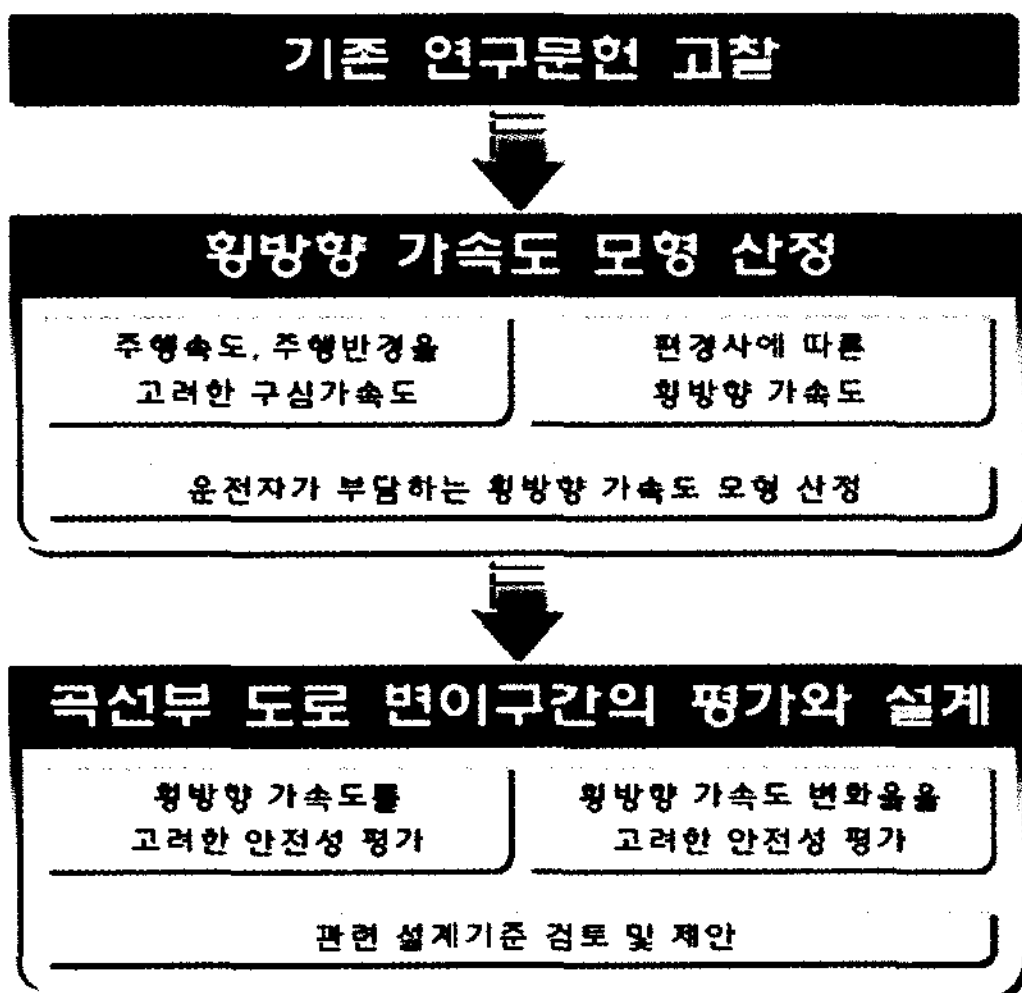


그림 1. 연구흐름도

본 연구는 직선-단곡선으로 이어지는 평면 곡

선부 변이구간을 대상으로 하였으며, 연구의 방법은 첫째, 곡선부 변이구간을 주행하는 차량의 주행속도와 운전자 주행행태를 고려한 주행반경을 통해 구심가속도를 산정하고, 둘째, 곡선부 변이구간에 설치된 편경사에 따른 횡방향 가속도를 산정하고, 셋째, 이 둘의 관계를 이용하여 운전자가 받는 지점별 횡방향 가속도와 횡방향 가속도 변화율을 산정하고자 한다. 그리고 마지막으로 이를 고려하여 가상의 도로를 설정하여 곡선부 변이구간의 안전성을 평가, 설계요소에 대하여 검토하고자 한다.

# 2. 기존 연구문헌 고찰

도로의 구조·시설기준에 관한 규칙(건설교통부, 2000)에 따르면, 그림 2와 같이 차량이 평면 곡선부를 주행할 때 원심력에 의하여 차량은 곡선 바깥쪽으로 힘을 받게 되며, 이 때 원심력은 차량의 속도·중량·곡선반경·타이어와 포장면의 횡방향 마찰력 및 편경사와 관련된 제반 요인들이 차량에 작용하게 된다.

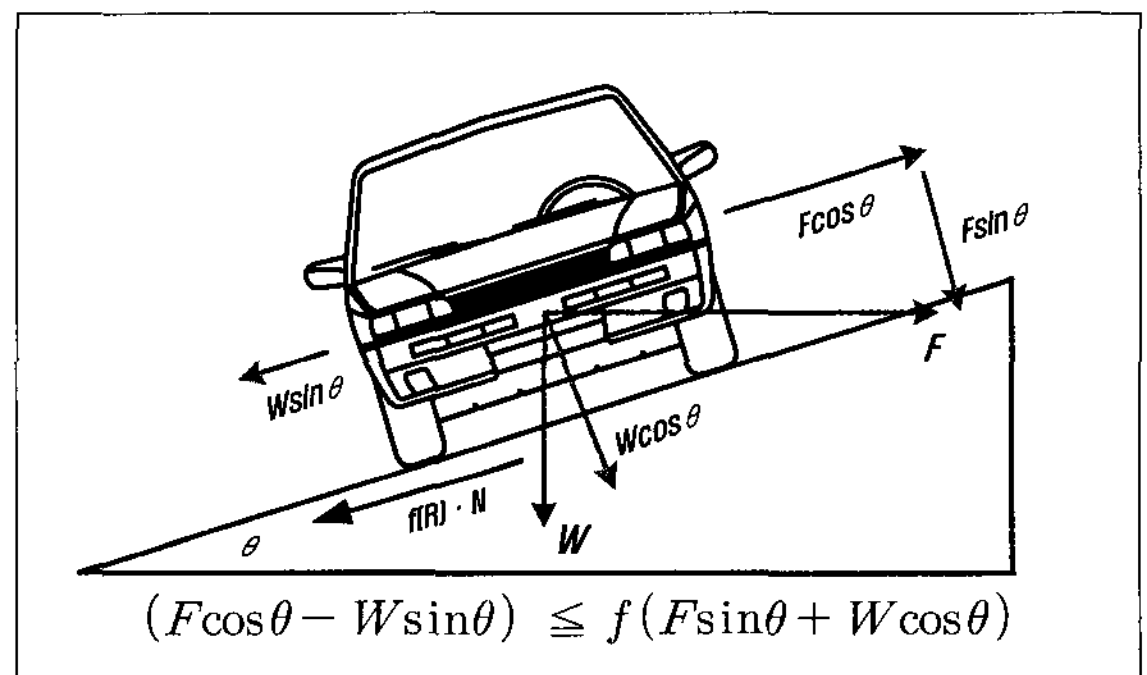


그림 2. 곡선부 주행시 횡단면도

이와 같이 평면 곡선부를 주행하는 차량에 작용하는 힘의 요소들에 대하여 주행의 안전성과 쾌적성을 확보할 수 있도록 식 (1)과 같이 횡방향미끄럼마찰계수( $f$ )와 편경사( $i = \tan \theta$ )의 값으로 설계속도( $V$ )에 따른 최소 평면곡선반경( $R$ )을 산



정하게 된다. 이 때 직선부에서와 같이 안전하고 쾌적한 주행이 가능하도록 횡방향미끄럼마찰계수와 편경사의 값을 결정하게 되므로 두 요소는 주행의 안전성과 쾌적성에 가장 큰 영향을 미치는 기본적인 요소라고 할 수 있다.

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(i+f)} \quad (1)$$

- $R_{\min}$  : 최소평면곡선반경
- $f$  : 횡방향미끄럼마찰계수
- $i$  : 편경사
- $V$  : 설계속도

우, 실제 차량 안에 탑승하고 있는 운전자가 부담해야 할 가속도라는 점에 착안하여 곡선부 변이구간에서 운전자가 받는 지점별 횡방향 가속도는 지점별 구심가속도와 지점별 편경사에 따른 가속도의 차로서 나타낼 수 있으며, 기본구조를 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$a_l(x) = a_f(x) = a_r(x) - a_e(x) \quad (2)$$

- $a_l(x)$  :  $x$  지점에서의 횡방향 가속도
- $a_f(x)$  :  $x$  지점에서의 횡방향마찰에 의한 가속도
- $a_r(x)$  :  $x$  지점에서의 구심가속도
- $a_e(x)$  :  $x$  지점에서의 편경사에 의한 가속도

### 3. 횡방향 가속도 모형 산정

#### 3.1. 횡방향 가속도 모형의 기본구조

기존 도로설계기준은 곡선부 주행시 받게 되는 구심가속도와 횡방향마찰과 편경사로 인한 가속도를 상쇄시켜 주행시 받는 횡방향 가속도를 제거 혹은, 최소화시키는 것에 목적을 두고 있다. 그러나 본 연구에서는 횡방향마찰에 의한 가속도의 경

#### 3.2. 주행속도와 주행반경을 고려한 구심가속도 산정

현행 도로설계기준에서는 설계속도와 도로 곡선반경을 이용하여 구심가속도를 산정하지만, 본 연구에서는 곡선부 변이구간의 운전자 주행 행태를 고려하기 위해 지점별 주행속도와 주행반경을 산정하여 구심가속도를 계산한다. 구심가속도의 계산식은 원제무, 최재성이 제시한 식을 인용하며 이는 식 (3)과 같다.

표 1. 지점에 따른 주행속도 예측모형 (정준화, 2001)

위 치	모 형 식	추정 매개변수			결정계수 ( $R^2$ )	유의성*
		$\alpha$	$\beta$	$\gamma$		
-100m	$V_a$	-	-	-	-	-
BC	$\alpha + \beta V_a$	-4.0514	1.0078	-	0.843	○, ○
1/4L	$\alpha + \beta V_a$	8.1464	0.8615	-	0.744	○, ○
2/4L	$\alpha + \beta V_a + \gamma(1/R^2)$	32.0474	0.6687	-507253.21	0.681	○, ○
3/4L	$\alpha + \beta V_a + \gamma(1/R^2)$	40.4202	0.5898	-450375.10	0.626	○, ○
EC	$\alpha + \beta V_a + \gamma(1/R^2)$	42.9706	0.5735	-350163.45	0.623	○, ○
+ 100m	$\alpha + \beta V_a$	34.3867	0.6481	-	0.500	○, ○

\* 매개변수에 대한 t-통계량과 모형에 대한 F-통계량의 유의성(95% 유의수준) : ○ 유의함, × 유의하지 않음.

$V_a$  : 상류부 접근속도,  $R$ : 곡선반경



$$a_r(x) = \frac{[v(x)]^2}{R_p(x)} = 0.0772 \times C_p(x) \times [V(x)]^2 \quad (3)$$

$a_r(x)$ :  $x$  지점에서의 구심가속도 (m/sec<sup>2</sup>)

$v(x)$ :  $x$  지점에서의 85th 주행속도 (m/sec)

$V(x)$ :  $x$  지점에서의 85th 주행속도 (km/h)

$R_p(x)$ :  $x$  지점에서의 주행 곡선반경 (m)

$C_p(x)$ :  $x$  지점에서의 주행곡률 =  $\frac{1}{R_p(x)}$  (1/m)

### 3.2.1. 85th 주행속도

일반적으로 공학적 집단의 대표값으로 인정되는 값인 누적분포 85백분위 값을 주행속도에 적용하여 구심가속도를 산정하며, 이를 위해 주행속도 예측모형을 이용하였다. 최근 연구된 주행속도 예측모형에는, 최재성(1998)의 운전자 시각적 판단을 기초로 최소시거를 이용하여 평면곡선 및 종단곡선의 영향을 고려한 주행속도 예측모형, 이점호(2000)의 직선거리·속도규제표지수·접근로수·접속로 등을 변수로 이용하여 직선부와 곡선부의 주행속도를 추정한 모형, Kay Fitzpatrick & J. M. Collins(2000)의 다양한 곡선반경과 종단경사를 대상으로 곡선반경을 변수로 하는 주행속도 추정모형 등이 있다. 본 연구에서는 도로의 제반 기하구조가 고려되었으며, 직선에서 단곡선을 진입하는 평면 곡선부 변이구간에 대해서 비교적 구체적인 주행속도를 얻을 수 있는 정준화(2001)의 모형을 인용하였다. 이 모형은 설계속도 80km/h인 지방부 4차로 도로의 단곡선을 대상으로 구축되었으며, 구체적인 모형식은 표 1과 같다.

이 모형에 지점별 평균 접근속도인 100.71km/h를 적용하여 각 지점의 주행속도를 예측할 수 있으며, BC-100m, BC, 1/4L 세 지점의 주행속도를 이용하여 식 (4)와 같이 곡선 진입부 주행속도 2차 모형식을 도출하였다.

$$V(x) = 0.00003649 x^2 - 0.036307 x + 100.71 \quad (4)$$

$V(x)$ :  $x$  지점에서의 85th 주행속도 (km/h)

$x$ : (BC-100m)지점부터의 주행거리 (m)

단,  $0 \leq x \leq 100 + \frac{CL_g}{4}$

$CL_g$ : 도로 곡선장 (m)

### 3.2.2. 주행반경

운전자 조향 행태에 관련된 기존 연구(H. Godthelp, 1986)에 따르면, 운전자는 직선부에서 곡선부 진입시 곡선 시점에 도달하기 일정 시간( $t_a$ ) 전에 일정한 각속도를 가지고 핸들을 조작하기 시작하여, 곡선 시점을 지난 일정 시간( $t_a$ ) 후에 일정한 조향각( $\delta_s$ )에 이르게 되고, 이를 유지한 후, 다시 직선부로 진출하기 위해 핸들을 반대방향으로 조작하는 것을 알 수 있다. 그리고, 차량의 주행곡률과 조향각간의 비례관계가 있음을 알 수 있으므로, 본 연구에서는 이에 착안하여 그림 4와 같이 차량의 주행 궤적의 곡률을 가정하였다.

이러한 조향 행태와 주행 곡률을 갖는 차량은 직선부에서 곡선부를 진입하는 과정에서 클로소이드 곡선을 그리게 된다. 그리고, 곡선 내부에서는 기존의 도로중앙선보다 내측으로 주행하게 된다. 차량의 주행 궤적은 그림 5와 같이 나타낼 수 있다.

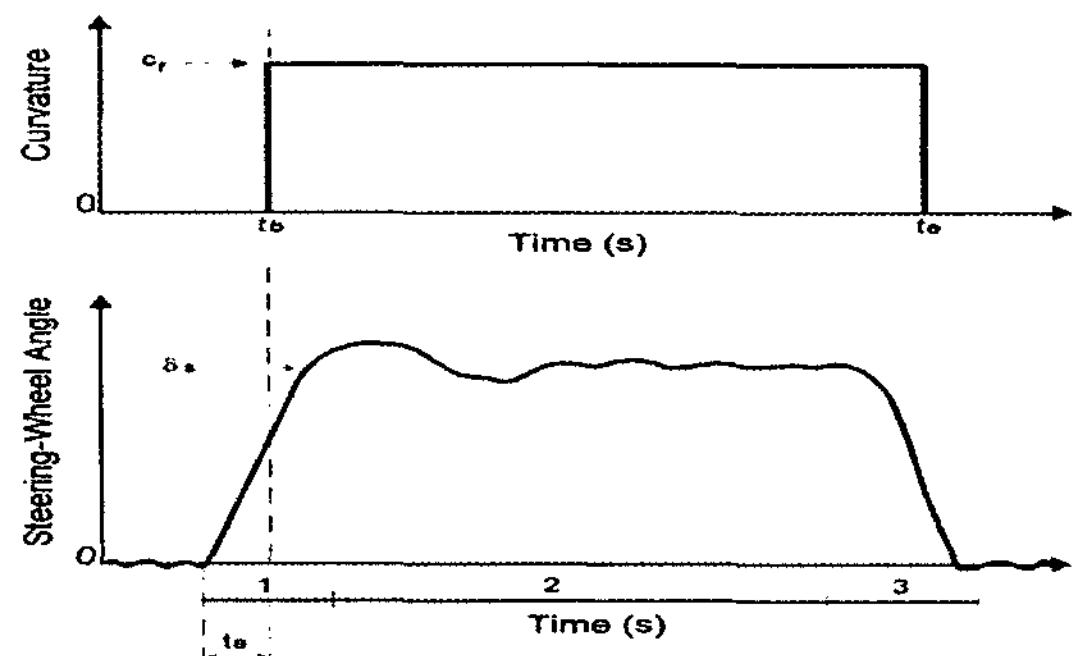


그림 3. 운전자 조향 특성

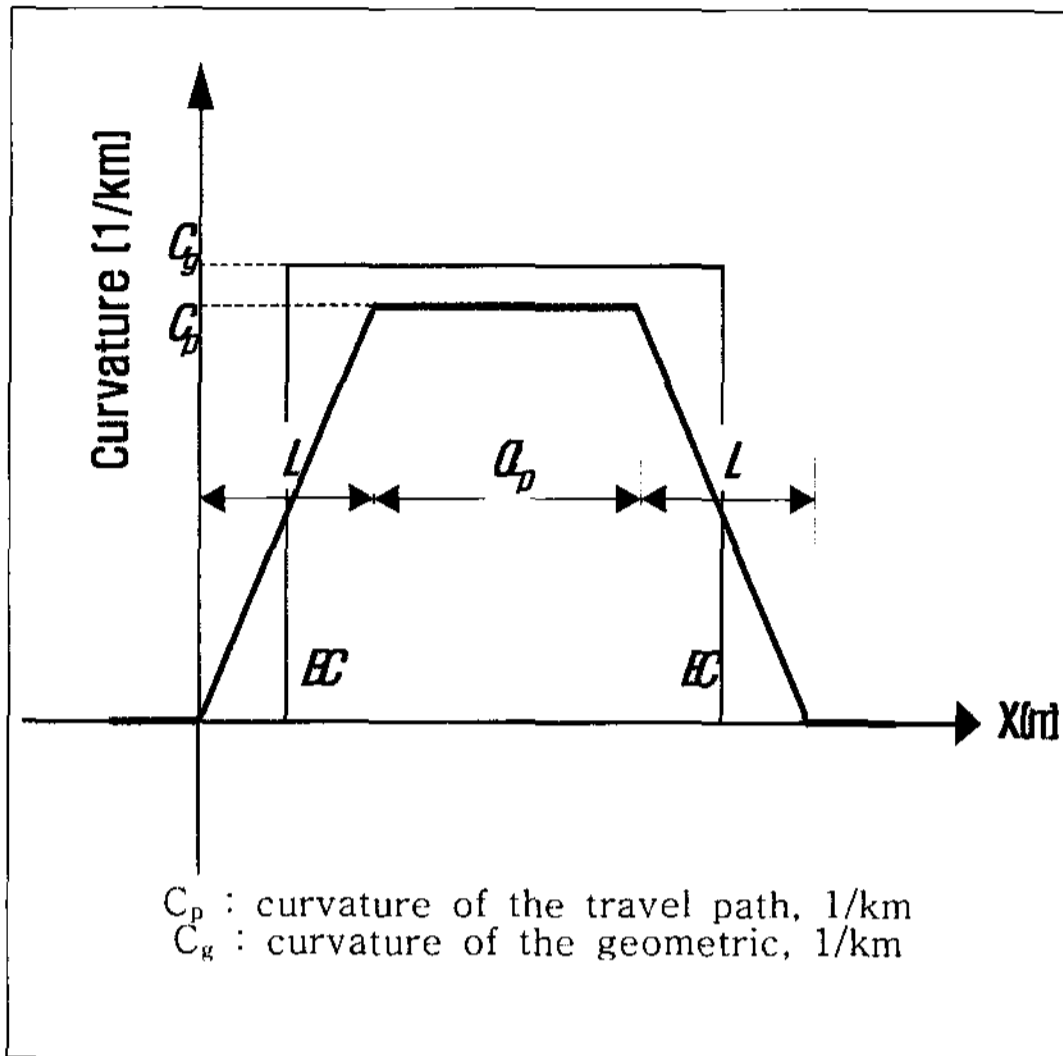


그림 4. 주행곡률

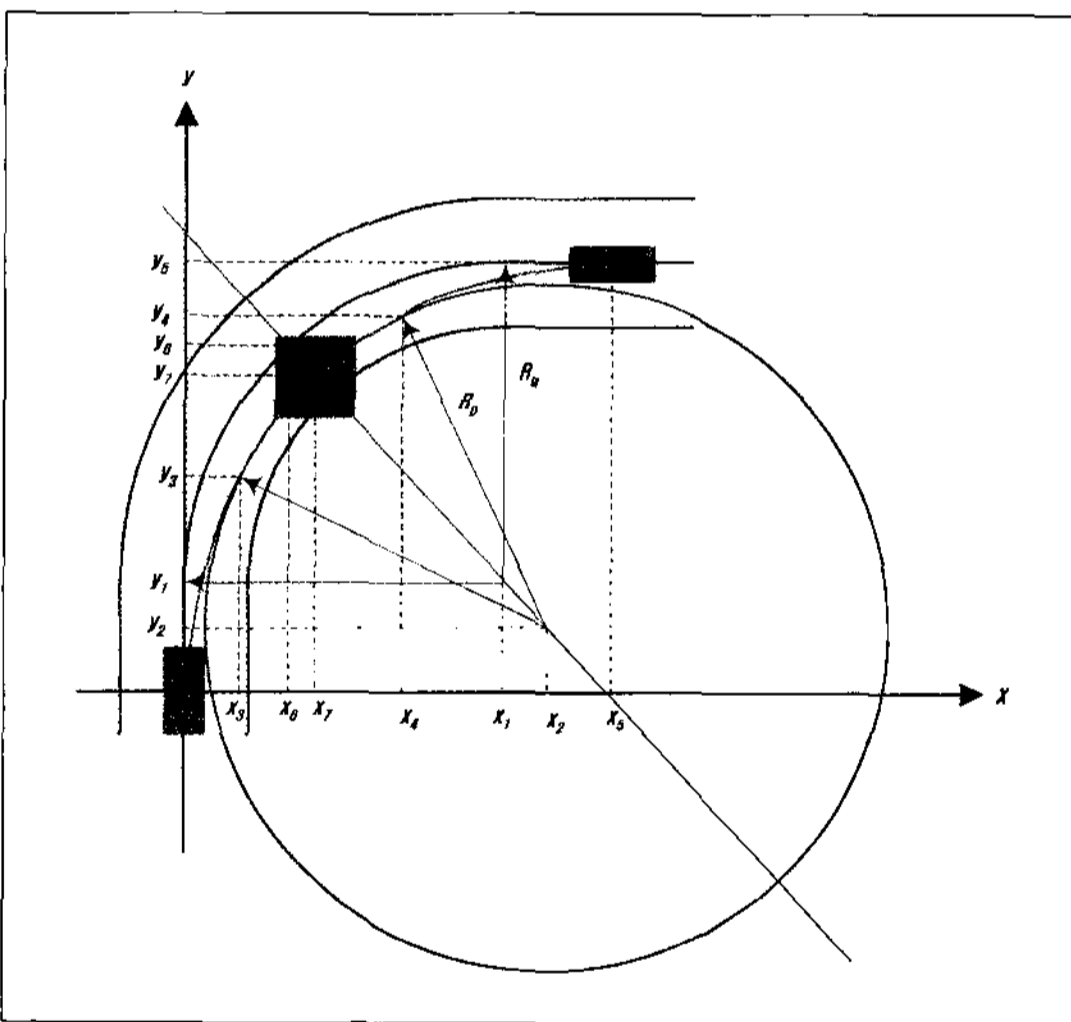


그림 5. 주행반경, 주행궤적

- (x1, y1) : 주행차로 곡선의 중심점
- (x2, y2) : 주행궤적 곡선의 중심점
- (x3, y3) : 곡선부 진입시 일정 곡률 주행 시작점
- (x4, y4) : 곡선부 진출시 주행 곡률 변화 시작점
- (x5, y5) : 곡선부 진출시 직선 주행 시작점
- (x6, y6) : 주행차로 곡선의 정점
- (x7, y7) : 주행궤적 곡선의 정점
- $R_g$  : 주행차로 곡선의 반경
- $R_p$  : 주행궤적 곡선의 반경

클로소이드의 특성을 이용하여 곡선부 진입시 일정 곡률로 주행하기 시작하는 지점  $(x_3, y_3)$ 을 알 수 있고, 도로의 내측을 따라 주행하는 차량이 내측을 따라 주행하되 주행차로를 벗어나지 않는다는 가정 하에 식 (5)와 같이 주행궤적 곡선반경 ( $R_p$ )의 범위를 구할 수 있다.

$$0 \leq w - \left( \frac{w}{2} + D + \frac{b}{2} \right) \leq \frac{w}{2} + \frac{b}{2} \quad (5)$$

$D$  :  $(x_6, y_6) \sim (x_7, y_7)$ 지점간의 주행거리 (m)

$b$  : 차량의 폭 (m)

$w$  : 1개 차로의 폭 (m)

이러한 과정을 통해서 식 (6), (7), (8)과 같이 주행곡률( $C_p(x)$ )을 나타내었다.

①  $100 - \frac{L}{2} \leq x \leq 100 + \frac{L}{2}$  일 때,

$$C_p(x) = C_p \times \left( \frac{x-100}{L} + 0.5 \right) \quad (6)$$

②  $100 + \frac{L}{2} \leq x \leq 100 + \frac{L}{2} + CL_p$  일 때,

$$C_p(x) = C_p \quad (7)$$

③  $100 + \frac{L}{2} + CL_p < x < 100 + \frac{3L}{2} + CL_p$  일 때,

$$C_p(x) = C_p \times \left( \frac{CL_p + 100 - x}{L} + 1.5 \right) \quad (8)$$

$x$  :  $(BC-100m)$ 지점부터 주행거리(m)

$L$  :  $(0, 0)$ 지점과  $(x_3, y_3)$ 지점간 주행거리 (m)

$CL_p$  :  $(x_3, y_3)$ 지점과  $(x_4, y_4)$ 지점간 주행거리 (m)

$C_p$  :  $\frac{1}{R_p}$  (1/m)



### 3.3. 편경사에 의한 가속도 산정

편경사에 의해 운전자가 받는 횡방향 가속도  $a_e(x)$ 는 식 (9)~(15)와 같이 나타낼 수 있다.

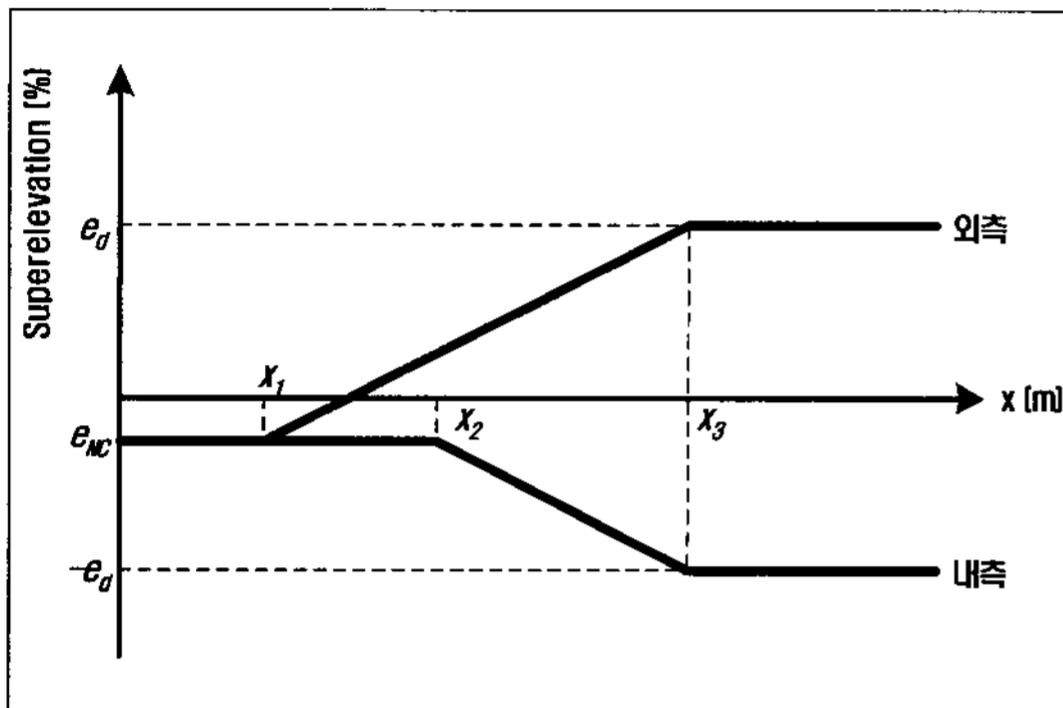


그림 6. 편경사

$$a_e(x) = 0.01 \times g \times e(x) \quad (9)$$

$a_e(x)$  : 횡방향 가속도

$g$  : 중력가속도 (=9.807m/sec<sup>2</sup>)

$e(x)$  :  $x$  지점에서의 편경사 (%), 식 (10)~(15)

#### 3.3.1. 내측차로 경우의 지점에 따른 편경사 $e_i(x)$

①  $x \leq x_1$  일 때,

$$e_i(x) = e_{NC} \quad (10)$$

②  $x_1 < x < x_2$  일 때,

$$e_i(x) = e_{NC} - (e_d + e_{NC}) \cdot \left( \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} \right) \quad (11)$$

③  $x \geq x_2$  일 때,

$$e_i(x) = -e_d \quad (12)$$

$e_i(x)$  : 내측차로 경우의 지점에 따른 편경사

$e_{NC}$  : 직선부에서의 편경사 (%)

$e_d$  : 최대편경사 (%)

#### 3.3.2. 외측차로 경우의 지점에 따른 편경사 $e_o(x)$

$e_o(x)$

①  $x \leq x_1$  일 때,

$$e_o(x) = e_{NC} \quad (13)$$

②  $x_1 < x < x_3$  일 때,

$$e_o(x) = e_{NC} + (e_d - e_{NC}) \cdot \left( \frac{x - x_1}{x_3 - x_1} \right) \quad (14)$$

③  $x \geq x_3$  일 때,

$$e_o(x) = e_d \quad (15)$$

$e_o(x)$  : 외측차로 경우의 지점에 따른 편경사

$e_{NC}$  : 직선부에서의 편경사 (%)

$e_d$  : 최대편경사 (%)

### 3.4. 횡방향 가속도 모형

직선-단곡선으로 이어지는 곡선부 변이구간에서 운전자의 주행속도와 주행반경, 그리고 편경사를 고려한 횡방향 가속도 모형을 산정하였다(식(2)~(16)).

$$a_l(x) = a_r(x) - a_e(x) \quad (16)$$

$a_l(x)$  :  $x$  지점에서의 횡방향 가속도, 식 (2), (16)

$a_r(x)$  :  $x$  지점에서의 구심가속도, 식 (3)~(8)

$a_e(x)$  :  $x$  지점에서의 편경사에 의한 가속도, 식 (9)~(15)

## 4. 곡선부 도로의 변이구간 평가와 설계

### 4.1. 곡선부 도로 변이구간의 평가

산정한 모형을 주행속도 예측모형에 이용된 기초자료의 설계속도인  $80\text{km/h}$ , 평균 접근속도  $100.71\text{km/h}$ , 평균 곡선반경  $344\text{m}$ 를 적용한 가상의 도로를 대상으로 모의평가를 수행하였다.

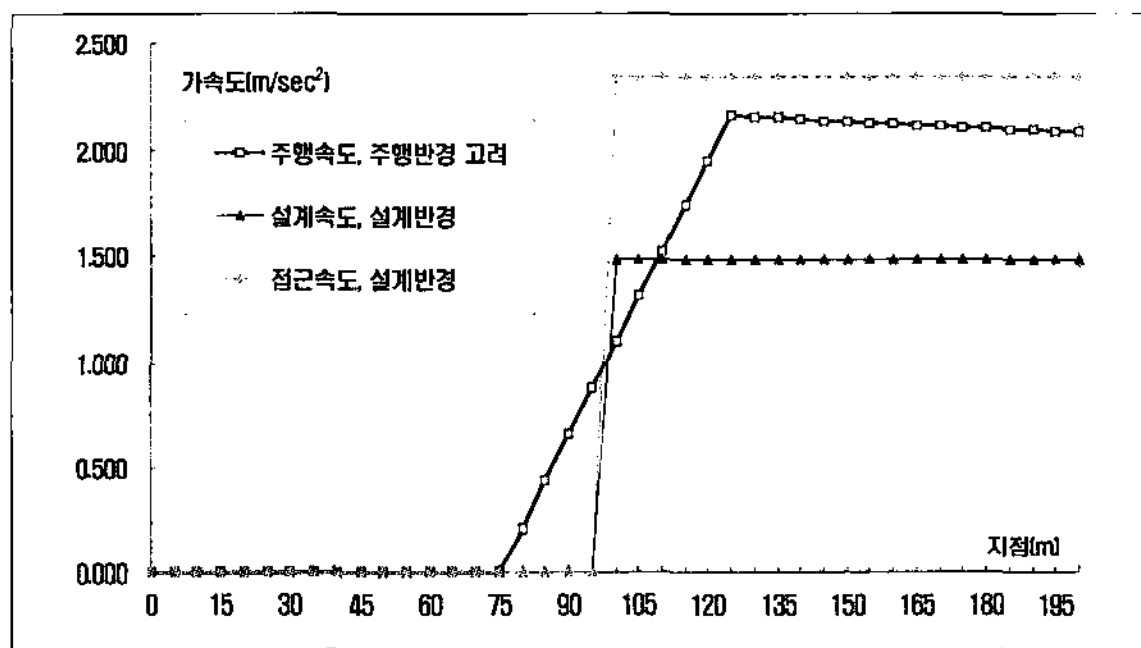


그림 7. 구심가속도 비교

그림 7은 ① 주행속도와 주행반경을 고려하여 산정한 구심가속도와 ② 설계속도·설계반경을 고려한 구심가속도, 그리고 ③ 접근속도(곡선부 내 일정하다고 가정)·설계반경을 고려한 구심가속도를 나타낸 것이다. 기존의 도로설계는 가장 작은 값인 ② 설계속도, 설계반경을 고려한 구심가속도를 적용하여 설계하고 있다. 이는 실제 운전자가 부담해야 하는 구심가속도에 훨씬 못 미치는 실정에 있으므로 설계안전성 검토가 필요함을 보여주고 있다.

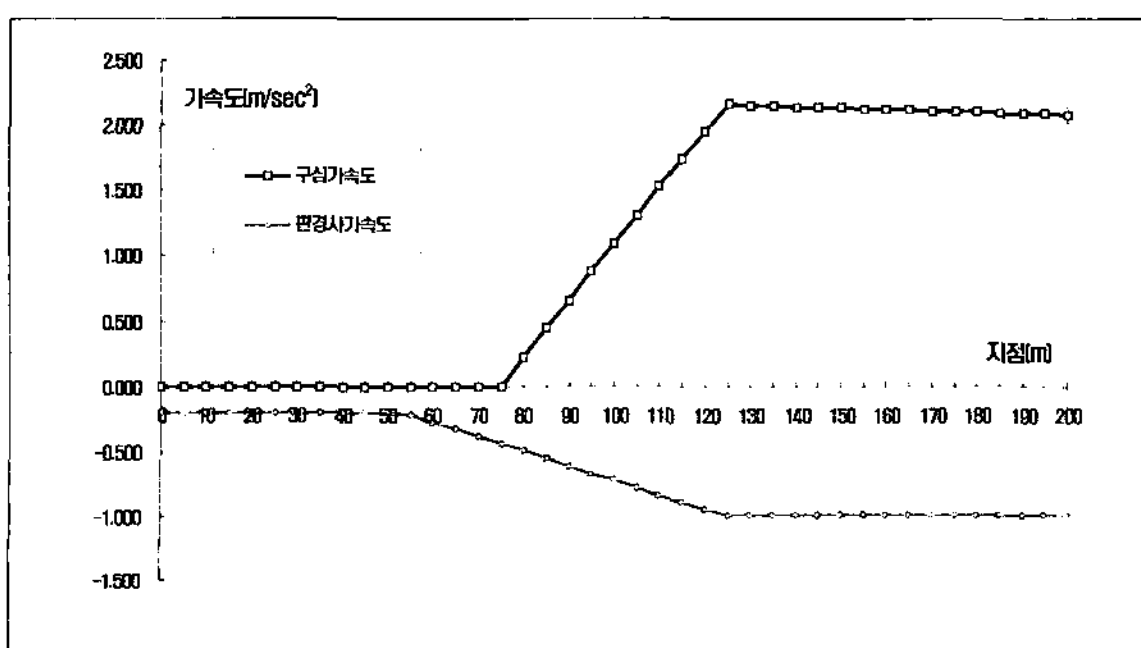


그림 8. 구심가속도와 편경사에 의한 가속도

그림 8은 구심가속도와 편경사에 의한 가속도의 값을 제시한 것이고, 그림 9는 이를 합하여 운전자가 받는 횡방향 가속도를 나타낸 것이다. (BC-100m)지점 이후 약 55m 지점에서 횡방향 가속도 값이 곡선부 내측으로 증가하다가 80m 지점에서 반대로 곡선부 외측으로 증가하며, 130m 지점에서 점차 감소하는 것을 볼 수 있다. 특히 80~130m 구간의 경우, 50m간격에서 횡방향 가속도의 값이  $1.6\text{m/sec}^2$  증가하여  $0.9\text{m/sec}^3$ 의 시간에 따른 변화율을 보이고 있다. 이와 같이 급격한 횡방향 가속도의 변화는 일정한 횡방향 가속도 변화율을 보이는 구간에 비해 운전자의 주행상 불안감을 줄 것으로 판단된다.

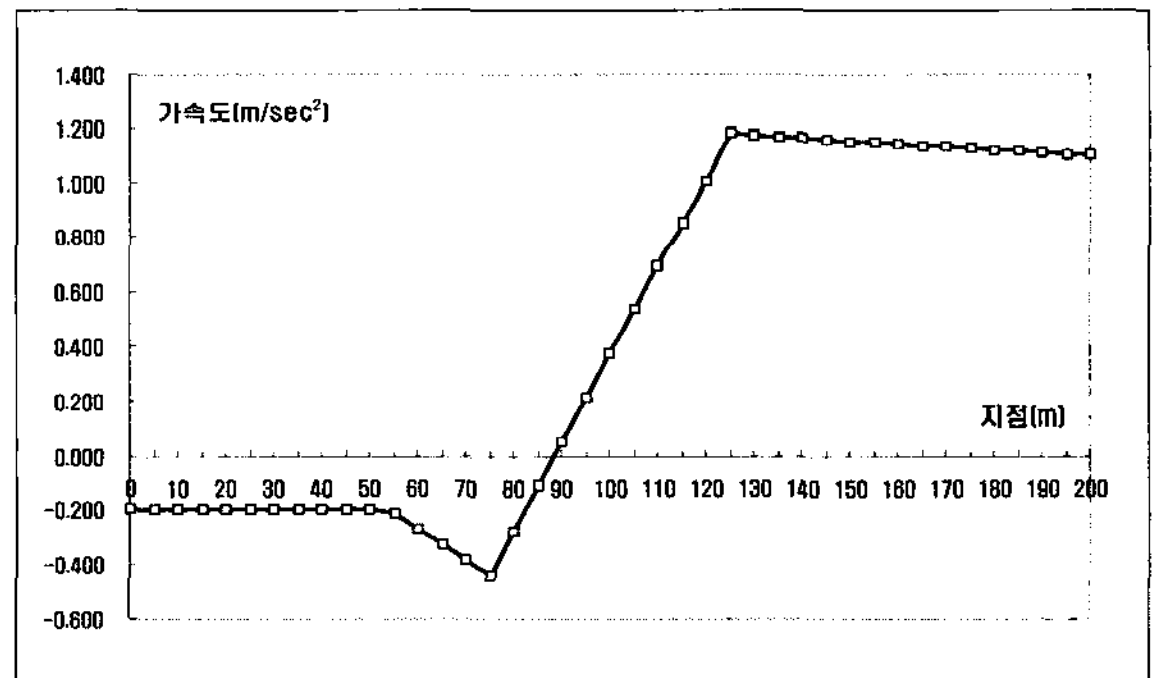


그림 9. 운전자가 받는 횡방향 가속도

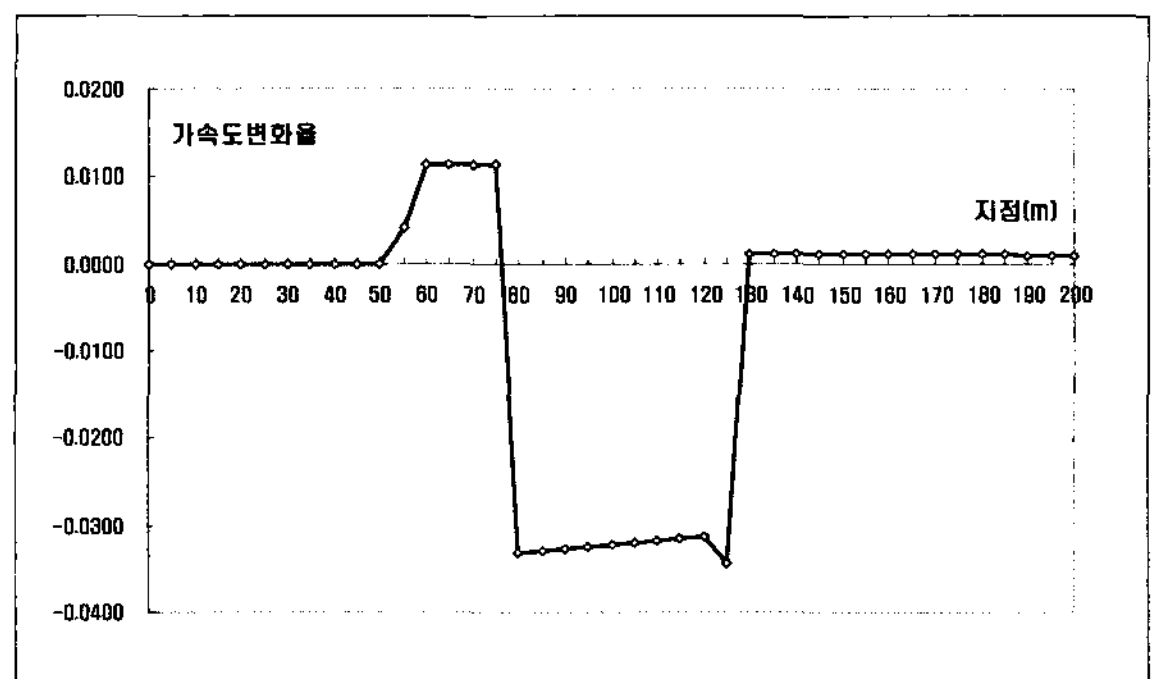


그림 10. 횡방향 가속도의 지점에 따른 변화율



## 4.2. 곡선부 도로 변이구간의 설계

### 4.2.1. 설계속도 · 곡선반경

주행속도 예측모형에 관한 기존 연구문헌(최재성(1998) · 이점호(2000) · 정준화(2001) 등)을 살펴보면, 실제 차량의 85th 주행속도가 설계속도보다 10~20 km/h 정도 높은 것을 알 수 있다. 이로 인해 곡선부를 주행하는 운전자가 받게 되는 구심가속도는 설계속도 60km/h 도로의 경우 36.11~77.78%, 설계속도 80km/h 도로의 경우 25.56~56.25% 증가되어, 주행안전성에 문제가 발생한다. 그리고 최대주행속도를 적용할 경우 더 높은 구심가속도가 증가된다. 따라서 안전율이 고려되어진 새로운 설계속도와 최소곡선반경의 기준 제시가 요구된다.

### 4.2.2. 편경사 · 완화곡선

본 연구에서 도출한 횡방향 가속도 변화율의 값을 좌우하는 변수는 최대 편경사, 편경사 접속설치율, 완화곡선길이 등이다. 따라서 횡방향 가속도 변화율이 가능한 작은 값이 되도록 횡방향 가속도 변화율, 노면의 마찰, 15~85th 주행속도로 주행하는 운전자에게 불쾌감을 주지 않는 조건 등을 고려하여 최대편경사, 편경사 접속설치율의 설계기준에 대한 검토가 필요하다.

또한 편경사에 의한 가속도와 구심가속도가 상쇄될 수 있도록 현행 도로설계기준에서 직선-완화곡선-단곡선 변이구간에서는 편경사 설치시점과 완화곡선 설치시점을 일치시키듯, 직선-단곡선 변이구간에서는 편경사 설치시점과 예상 운전자 조향시점을 일치시켜야 할 것으로 판단된다.

## 5. 결론 및 향후 연구과제

### 5.1. 결론

본 연구는 주행속도와 주행반경, 그리고 편경사를 고려하여 운전자가 받는 횡방향 가속도와 횡방향 가속도 변화율을 산정하였다. 이를 이용하여 곡선부

도로 변이구간의 안전성 평가방법을 제시하였다. 본 연구에서 다루지 못한 종단선형이 포함된 입체선형을 비롯한 모든 곡선부 변이구간에 대한 주행속도 예측모형의 개발을 통해, 해당 구간에서의 횡방향 가속도와 횡방향 가속도 변화율을 산정하여 이에 대한 안전성 평가가 가능할 것으로 판단된다.

### 5.2. 향후 연구과제

향후 연구과제로는 첫째, 본 연구에서 산정한 횡방향 가속도 모형을 통해 설계요소들에 대한 구체적인 기준의 재정립에 대한 연구가 필요하며, 둘째, 평면 직선-단곡선 변이구간에 국한되었던 주행속도 예측모형에 관한 연구가 입체선형을 비롯한 모든 구간에 포괄적으로 이루어질 수 있도록 하며, 셋째, 횡방향 가속도 변화율과 도로 안전성에 대한 정량적인 관계성 정립에 대한 연구, 혹은 횡방향 가속도, 횡방향 가속도 변화율과 운전자의 주행상 불쾌감이나 위험도 측정이 가능한 실험차량을 통하여 안전성 평가의 정확한 기준의 개발과 검증이 필요하다.

### 참고문헌

AASHTO (2001), "A Policy on Geometric Design of Highways and Streets", *TRB*.

G.M. Gibreel, S.M. Easa, Y. Hassan, I.A. El-Dimeery (1999), "State-of-the-art of Highway Geometric Design Consistency", *Journal of Transportation Engineering, Vol. 125, No. 4*.

Hans Godthelp (1986), "Vehicle Control During Curve Driving", *Human Factors, Vol. 28, No. 2, Human Factors Society*.

J.A. Bonneson (2000), "Kinematic Approach to Horizontal Curve Transition Design", *Transportation Research Record, 1737, TRB*.

Kay Fitzpatrick and J.M. Collins (2000), "Speed





Prediction Model for Two-Lane Rural Highways”, *Transportation Research Record*, 1737, TRB.

Yasser Hassan, Said M. Easa, A.O. Abd El Halim (1998), “State of the art of three-dimensional highway geometric design”, *Journal of Civil Engineering*, Vol. 25, pp. 500-511.

건설교통부 (2000), “도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침”.

박제진, 최주용, 하태준 (2008), “3차원 입체선형을 고려한 도로시거산정모형 개발에 관한 연구”, 한국도로학회지, 제10권 제1호.

원제무, 최재성 (1999), “교통공학”, 박영사.

이점호 (2000), “설계일관성 분석을 통한 도로 선형 설계의 적정성 평가 연구”, 서울시립대학교.

정준화, 유수현, 윤여환 (1998), “도로 곡선부의 안전성 향상을 위한 평면선형 설계 지침 연구”, 한국건설기술연구원.

정준화 (2001), “주행속도를 이용한 도로의 평면선형 안전성 평가 모형 개발”, 서울대학교.

최재성 (1998), “도로 선형에 대한 설계일관성 평가 모형의 개발”, 대한교통학회지, 제16권 제4호.

하태준, 이석 (2002), “지방부 2차로 안전성 평가에 관한 연구”, 대한교통학회지, 제20권 제1호.

하태준, 박제진, 김유철 (2003), “가속도를 고려한 도로의 설계일관성 평가기법에 관한 연구”, 대한교통학회지, 제21권 제1호.

접 수 일: 2008. 3. 7  
심 사 일: 2008. 3. 24  
심사완료일: 2008. 4. 14