

# 인적요인을 고려한 갈매기표지판 위치에 관한 기초연구

A ground study on the location of Chevron Alignment Sign  
considered Human Factors

박 준 태  
(서울시립대학교 박사과정)  
pjt724@naver.com

이 수 일  
(한국건설교통기술평가원 연구위원)  
sooil99@hotmail.com

이 수 범  
(서울시립대학교 교통공학과 교수)  
mendota@uos.ac.kr

김 장 욱  
(서울시립대학교 교통공학과 박사수료)  
newaxlrose@hotmail.com

## 목 차

### I. 서 론

1. 연구 배경 및 목적
2. 연구 방법 및 내용

### II. 선행연구고찰

1. 갈매기표지의 최적간격에 관한 연구
2. 인간공학적인 갈매기표지 설치기준에 관한 연구

### III. 국내 갈매기 표지판 설치 기준

1. 국내 갈매기 표지판 설치 기준
2. 국내 갈매기 표지판 설치 기준의 문제점

### IV. 분석 방법

1. 운전자 시각 특성
2. 운전자 기억 특성
3. 곡선부 주행 특성

### V. 분석 결과

1. 설치 간격 분석

### VI. 결론 및 향후연구과제

참고문헌

## I. 서 론

### 1. 연구 배경 및 목적

갈매기표지는 도로법 제3조의 도로부속물로서 급곡선의 평면선형 구간으로 시거가 불량한 장소에 갈매기 표지판을 설치하여 주·야간에 도로의 선형 및 굴곡 정도를 운전자가 명확히 알 수 있도록 하여 안전 주행을 도모하는 시선유도 시설이다. 국내에서 갈매기표지는 고속도로의 곡선부와 연결로, 지방부 양방향 이차선 도로에서 주로 사용되고 있으며 주로 시선유도표지와 혼합하여 사용하고 있다.

스위스 및 유럽 국가들에서는 곡선부 전반부 부근에 2~4개의 표지를 집중적으로 설치하며 이후 구간에서는 시선유도표지만을 설치하는데

이는 운전자에게 전 곡선부의 위험수준을 효과적으로 전달하며 과잉설치를 막기 위함이다. 반면 국내의 경우는 곡선부 전 구간에 걸쳐 표지판을 설치하는 실정이며 갈매기 표지의 국내 설치 지침은 단지 도로선형상의 곡선반경만을 기준으로 삼고 있어 곡선부를 주행하는 운전자의 인적요인을 반영 하지 못한다.

이러한 점에서 운전자의 시각특성, 인지시간 및 차량의 주행속도 변화에 따른 갈매기 표지판의 설치위치에 관한 연구가 이루어져야 한다.

### 2. 연구 방법 및 내용

본 연구에서는 평면곡선을 주행하는 차량에 대한 주행속도를 기반으로 운전자가 갈매기표지판을 등간격으로 볼 수 있도록 설치하는 연구로서 국내 곡선부 주행 행태를 이용하여 곡선부의 운행 행태를 알아보았으며, 운전중인 운

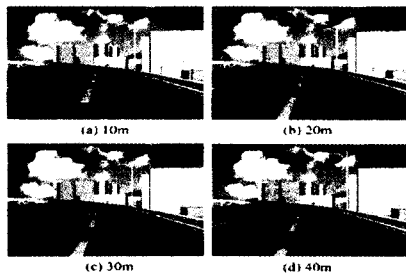
전자가 갈매기 표지를 보고 기억하는 일반적인 메모리 시간을 적용하였다. 이를 기초로 곡선부에서 차량의 속도 변화에 따른 갈매기 표지판이 운전자에게 등간격으로 일정하게 보이는 설치 위치의 연구를 수행하였다.

갈매기표지판의 주요 기능인 시선유도효과는 주간보다는 야간에 유용하게 활용되므로 분석을 위한 시간대는 야간을 기준으로 하였다.

## II. 선행연구고찰

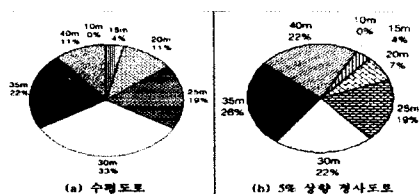
### 1. 갈매기표지의 최적간격에 관한 연구

도로선형에서 잘 못 설치된 안전시설물은 교통사고를 일으키는 주요 요인의 하나이다. 실제 존재하는 지형과 똑같은 도로를 GIS자료를 통해 구축한 후 시물레이션 기법으로 분석하여 객관적인 관점으로 접근하였다.



<그림 1> 시물레이션을 통한 갈매기 표지판의 적정 간격 분석

컴퓨터 시물레이션을 통해 갈매기 표지판의 위치를 변경해 가며 그래픽상의 갈매기 표지판의 간격을 피실험자들에 시청하도록 한 후 설문조사를 실시하여 운전자가 가장 보기 편하고 혼란을 줄이는 간격을 분석하였다.



<그림 2> 설문조사를 통한 갈매기 표지의 최적간격 분석

시물레이션 기법을 활용하여 갈매기 표지판의 최적 간격 산출을 제시하였으나 등간격으로 설치한 갈매기 표지판의 최적 간격을 분석하는 것과 미흡한 인적요인 반영으로 한계점이 있다.

### 2. 인간공학적 갈매기표지 설치기준에 관한 연구

운전자가 도로를 주행하다 전방의 곡선부를 발견하고 이에 따라 곡선부의 선형요소를 감지할 수 있는 갈매기표지의 설치가 필요하다는 문제제기를 통해 도로선형에 대한 고찰 및 운전자가 한번에 볼 수 있는 갈매기 표지판의 개수를 주시영역을 통해 계산하였다.

<표 1> 갈매기표설치각도(갈매기표지-운전자-갈매기표지) 기준

곡선반경(m) \ 교각(°)	R ≤ 300	300 < R ≤ 600	600 < R
I ≤ 30°	1°	1°	1°
30° < I ≤ 60°	1.5°	1.75°	2°
60° < I	2°	2.25°	2.5°

교각과 곡선반경의 평면선형요소를 고려하여 설계시 설치의 용이성을 증진하였다. 또한 운전자에게 보다 안전하고 효율적인 교통안전시설로서 곡선부의 사고감소를 유도함을 목적으로 연구를 수행하였다.

## III. 국내 갈매기 표지판 설치 기준

### 1. 국내 갈매기표지판 설치 기준

국내 갈매기 표지의 설치간격은 도로곡선반경 값에 따라 다음 식과 같이 구하며 설치 간격은 <표 1>과 같다. 설치간격은 곡선반경에 따라 설치가 됨을 알 수 있다.

$$S = 1.65 \sqrt{(R - 15)}$$

여기서 S : 설치간격(m)

R : 곡선반경(m)

<표 2> 갈매기표지의 설치간격

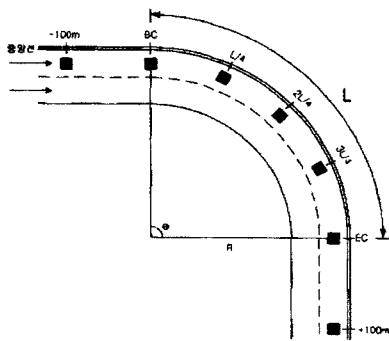
곡선반경	설치간격	곡선반경	설치간격
50이하	8	246~320	25
51~80	12	321~405	30
81~125	15	406~500	35
126~180	20	500~650	38
181~245	22	651~900	45

갈매기표지는 해당 곡선구간에만 설치하며, 일반적으로 적어도 150m 전방에서 운전자가 볼 수 있는 기능을 가져야 하며 운전자의 시야에 적어도 2개 이상의 표지가 들어와야 한다.

또한, 갈매기표지 설치구간에서는 인지성을 높이기 위하여, 일반도로에서는 곡선이 시작하는 지점 전 30m 내지 100m의 도로 오른쪽에(양방향 2차선 도로에서는 도로 양쪽 모두에), 고속도로에서는 200m 이내의 도로 오른쪽에 교통안전표지 106(우로 굽은 도로) 또는 106-1(좌로 굽은 도로) 등을 설치 한다.

## 2. 국내 갈매기표지판 설치기준의 문제점

다음 그림과 같은 일반적인 평면 곡선부를 주행하는 차량은 곡선 진입전에 서서히 감속을 하며 곡선의 중점을 지나면서 전방 시거의 확보로 가속을 하며 곡선을 통과 하게 된다. 기존 연구에 의하면 곡선부에서의 차량 주행속도 변화는 (V), (U)와 같은 형태로 변화하게 된다.



<그림 3> 곡선부 구간 구분

등간격으로 설치된 갈매기 표지판의 경우 차량의 속도 변화에 따라 운전자에게 일관성 있게 보여지지 않아 밀집해 보이거나 뛰엄 뛰엄

보이게 된다.

이는 운전자의 눈에 일정시간 동일한 시선유도 기능을 제공하는데 어려움이 있다.

## IV. 분석 방법

### 1. 운전자 시각 특성

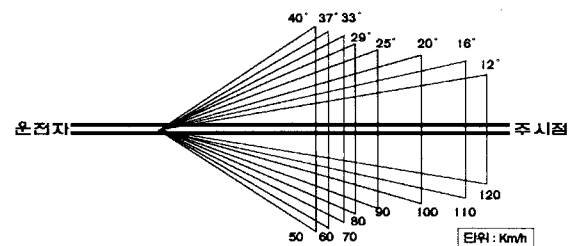
이수범외 3명(2001)의 “인적요인이 도로 설계에 미치는 영향(제1단계)”에서는 운전자의 시각 특성에 관하여 설명하고 있다. 즉, 운전과 관련된 정보는 시각으로 90%이상이 획득된다는 것을 밝혔다.

운전자의 시야 환경상 예상공간은 효과적인 시야지역과 속도에 의존하는 초점거리에 의해 결정된다. 경관을 고려한 설계 원칙의 대부분은 운전자의 예상 공간 안에서 도로를 맞추려는 요구에 기초하고 있다. <표 3>은 <그림 4>를 바탕으로 차량의 주행속도별로 초점거리 및 각도를 설정하여 경관영향권을 결정한 것이다.

<표 3> 속도별 초점거리 및 각도, 경관영향권

주행속도	초점거리	각도	경관영향권
50km/h	360m	40°	좌/우 각각 300m
60km/h	385m	37°	좌/우 각각 290m
70km/h	425m	33°	좌/우 각각 275m
80km/h	450m	29°	좌/우 각각 250m
90km/h	500m	25°	좌/우 각각 230m
100km/h	600m	20°	좌/우 각각 220m
110km/h	700m	16°	좌/우 각각 200m
120km/h	750m	12°	좌/우 각각 160m

(경관영향권 = 초점거리 × 각도의 tan값)



<그림 4> 주행속도별 시야의 범위

출처: ITE(1992), "Traffic Engineering Handbook"

<그림 4>와 같이 주행속도가 높을수록 운전자의 주변시각은 좁아지며 주시점은 멀어지게 된다. 또한 야간의 경우 주간에 비교하여 운전자의 시각이 제한되는데 갈매기표지는 야간에 활용도가 높으므로 야간시각에 맞추어 설치가 되어야 한다. 야간 운전시 차량의 전조등이 비추는 거리내에서 주시가 가장 선명하다.

주간에 비교하여 야간 곡선부의 경우는 주간 직선부의 주시영역을 1로 보았을 경우 0.2로 떨어진다.(김홍상 외 3인 2002)

<표 4> 운전자 주시영역

시간대		주시영역	평균주시영역	비고
주간	직선부	-15°~20°	30°	1.0
야간	직선부	-5°~10°	15°	0.5
	곡선부	3°~10°	6°	0.2

갈매기 표지는 야간 운전자에게 도로선형의 변화를 알려주어야 하는 고유의 기능을 위해 시각행태와 밀접한 관계를 갖는다.

따라서 본 연구에서는 <표 4>에서와 같이 야간 곡선부의 운전자 평균주시영역을 6°로 정하고 6°(양방향 3°)이내에 갈매기 표지를 설치하여 도로선형의 변화를 알릴 수 있는 갈매기 표지의 설치간격을 제시하였다.

## 2. 운전자 기억 특성

운전자는 도로주행시 도로주변의 도로와 관련된 여러 가지 정보를 자주 접한다. 이러한 정보제공을 처리할 시간으로 운전중에는 일반적으로 기간에 따른 3가지 기억을 사용한다.

운전중에는 단기기억(Short Term Memory)을 주로 사용하는데, 이는 주행을 하면서 전방에 보이는 정보를 받아들이고 이해하는 과정 및 정보제공을 지난 후에까지도 기억으로 남아 있는 시간으로 30초 내의 시간이다. 운전중에 사용하는 Memory의 시간은 <표 5>와 같이 분류할 수 있다.

<표 5> 운전자의 Memory 구분

구분	지속시간
Sensory Memory	1~2(sec) 이내
Short Term Memory	30(sec) 이내
Long Term Memory	수일 ~ 수년

감각기억 (Sensory Memory) 은 어떤 대상이 지각된 최초의 순간에 거의 기억된다. 갈매기 표지판은 운전자의 시각적(Visual Memory) 경험과 관련된 감각적 특징을 기억하는 것으로 Sensory Memory을 사용한다.

도로변의 VMS, 안내표지판 등과 다르게 사물을 보고 판단 및 이해 과정에서 단지 전방 선행의 변화만을 인식시켜 주기 때문이다.

본 연구에서는 인식시간으로 1.5초를 고려하였다.

## 3. 곡선부 주행특성

도로를 설계할 때 설계자는 설계속도를 사용하는데, 설계속도란 운전자의 85%백분위수가 채택할 것으로 예상되는 최대 속도이다. 이 값은 자동차의 주행에 영향을 주는 다양한 설계요소들의 상관 관계에 의해 일관된 설계를 할 수 있도록 고안된 값이다. 그러나 운전자는 주행속도를 결정할 때 도로 조건을 나름대로 판단하여 결정하지, 도로 설계자가 설정한 속도에 따르는 않는데서 문제가 발생한다.

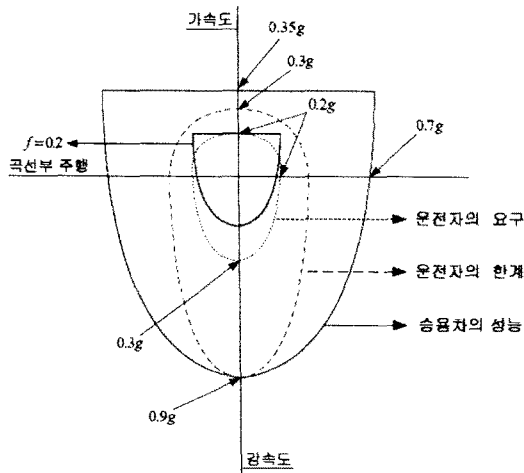
즉, 설계속도가 일정하므로 차량의 속도가 일정하다고 가정한다. 그러나 실제로 도로구간을 주행하는 차량들은 각 구간마다 속도의 변화를 보인다. 이러한 속도의 변화는 주로 평면곡선부에서 발생하며, 속도변화의 원인은 다음과 같다.

- 직선구간에서 운전자는 자신이 내고자 원하는 속도로 주행할 것이며, 이 때 나타나는 속도는 설계속도 이상이 될 것이다.
- 평면곡선은 설계속도별 최소 곡선반경을 기준으로 그 이상의 곡선반경을 지닌 곡선을 설치하도록 되어 있다. 만약 설계속도별 최소 곡선반경으로 평면곡선을 설치한다면, 평면곡선에서의 설계속도는 원심력과 구심력이 평형을 이룬 상태로 차량이 주행할 수 있는 최대 속도가

되지만, 운전자는 안전을 고려하여 설계속도 이하로 주행할 것이다.

운전자가 곡선부를 주행하는 동안 갈매기 표지판을 동일한 시간간격으로 보기 위해서는 곡선부에서의 일반적인 가속도 변화를 알아야 한다.

Rice와 Alianello(1978)는 운전자들의 가·감속 능력에 관한 연구를 수행하고, 그 결과를 “g-g diagram”을 통하여 제시하였다. “g-g diagram”이란 여러 형태의 운전자들에 대한 가속도, 감속도 및 곡선부에서의 가속도 등을 도식적으로 나타낸 것으로 <그림 5>와 같다.



<그림 5> g-g diagram

<그림 5>에서 「승용차 성능」이라고 표시된 맨 가장 자리의 굵은 선은 양호한 상태의 도로에서 평균적인 속도로 주행하는 승용차의 주행 성능을 나타낸 것으로, 이 외곽선으로 둘러싸인 부분의 면적은 차량 타이어와 도로노면의 상태 및 차량의 주행속도에 주로 영향을 받는다. 예를 들어, 도로가 결빙될 경우 이 부분의 면적은 반경이 약 0.1g로 감소될 수 있으며, 일반적인 노면 상태에서 곡선부 구간을 주행할 경우 이 면적은 약 0.7g까지 증가할 수 있다. 즉, 차량이 결빙된 도로를 주행할 경우에는 0.1g 정도의 최대마찰력이 허용되며, 일반적인 노면 상태에서 곡선부를 주행할 경우에는 최대마찰력이 0.7g 정도까지 허용된다는 것을 의미한다.

「운전자의 한계」라고 표시된 부분은 열악한 환경의 도로구간을 높은 속도로 주행할 때 운전자가 견디어 낼 수 있는 한계를 나타낸 것이

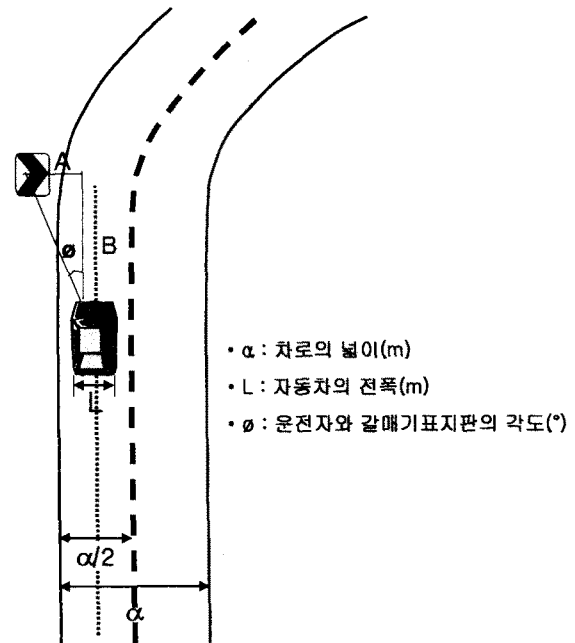
다. 곡선부 구간을 주행할 때나 가속할 경우에 운전자는 최대 0.3g 정도의 힘을 견딜 수 있으며, 차량을 급정지시킬 경우에는 0.9g 정도의 힘을 견딜 수 있음을 <그림 5>를 통하여 파악할 수 있다.

한편, 맨 안쪽에 점선으로 표시된 「운전자의 요구」는 실제 도로상에서 운전자들이 희망하는 가속도 변화를 나타낸 것이다.

## V. 분석 결과

### 1. 설치 간격 분석

야간에 차량이 곡선부 진입시 첫 번째 갈매기 표지판을 보는 각도를 야간 평균 주시영역 6°(양방향 3°)로 분석을 시행하였다. 이 경우 다음 그림과 같이 차량이 차량과 갈매기 표지판 사이의 거리를 구할 수 있다.



<그림 6> 차량과 갈매기표지판의 거리

- 차량은 차로의 중앙으로 주행한다고 가정한다. 전체 차로의 폭은  $a(m)$ 로 고정하였을 경우 <그림 6>과 같은 2차로 도로에서 1차로의 폭은  $a/2(m)$ 이다.

- 운전자의 눈의 위치 X는 차로의 중앙에서 차량의 전폭(m)의 1/4의 위치에 있다고 가정한다.

- 이상을 조합하면 다음과 같은 수식이 성립하며 운전자의 눈의 위치 X를 구할 수 있다.

$$X = \frac{2\alpha - Ln}{4n}$$

여기서 X : 운전자의 눈의 위치와 갈매기 표지판 사이의 거리(m)

$\alpha$  : 전체차로의 폭(m)

L : 차량의 전폭(m)

n : 전체차로수(차로)

- 차로폭은 고속도로 폭원인 3.6m를 기준으로 하며, 차량의 전폭은 국내 승용차의 일반적인 1.7m를 기준으로 계산을 하면 운전자 눈의 위치는 표지판(측대 50cm고려)으로부터 1.875m 떨어져 있게 된다.

- <그림 6>에서 도로 주행중인 운전자의 눈 위치와 갈매기 표지판과의 거리 B는 다음과 같은 수식을 통해 계산 할 수 있다.

$$\tan\theta = \frac{A}{B}$$

여기서  $\theta$  : 운전자가 표지를 보는 각도(°)

운전자가 갈매기 표지를 보는 각도를 야간 평균 주시영역인 3°로 분석한 결과 35.78m로 나타나며 평균적으로 자동차 하향등이 비추는 40m 범위 내에서 포함된다.

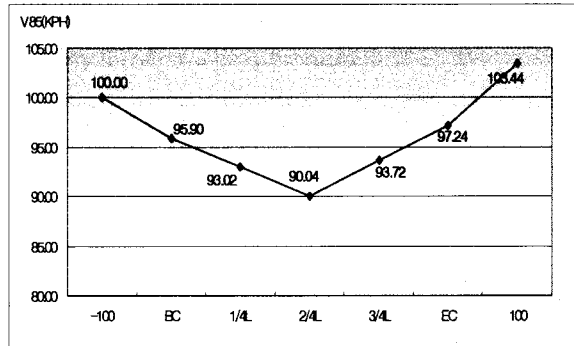
본 연구에서는 직선에서 단곡선을 진입하는 평면 곡선부 변이구간에 대해서 임의의 속도프로파일을 가정하여 각 지점의 주행속도를 구하여 <그림 7>과 같이 그래프로 도식하였다.

곡선부 주행속도는 각 도로별 설계속도, 도로 폭, 시거, 등의 다양한 요소로 일정치 않다. 야간 주행시는 시각적으로 주행방향 위주의 제한이 따르느바 설계일관성 차원의 구간속도차가 10km/h 이하의 원칙을 근거로 설정하였다.

가정한 곡선부 선형조건은 곡선반경 305m, 곡선장 400m 설계속도 100km/h이며 BC-100m, BC, 1/4L, 2/4L, 3/4L, EC, EC+100m로 7구간으로 세분하였다. 설계기준에 의하면 16개의 표지

판이 필요하다.

초기 직선부 진입속도(85%속도)는 설계속도를 따른 100km/h로 정하였으며, 기 연구된 속도추정모형에 따라 곡선진입부터 곡선중앙까지는 감속을 하며 곡선중앙에서 곡선진출부까지는 가속을 한다는 일반적인 운행행태에 따른다.



<그림 7> 주행속도 프로파일

직선부 초기 속도를 100km/h로 곡선을 진입시 직선부의 감속도  $0.31m/s^2$ , 가속도  $0.45m/s^2$ , 곡선부의 감속도  $0.21m/s^2$ , 가속도  $0.25m/s^2$ 인 상태로 차량이 곡선부를 주행한 경우 <표 6>과 같은 지점별 속도가 도출된다.

<표 6> 각 지점별 속도

지점	(-) 100m	BC	1/4L	2/4L	3/4L	EC	(+) 100m
속도 (km/h)	100.00	95.90	93.02	90.04	93.72	97.24	103.44
속도 (m/s)	27.78	26.24	25.84	25.01	26.03	27.01	28.73
주행시간 (s)	0.00	3.68	3.81	3.93	4.08	3.91	3.82

위의 각 지점별 속도값을 이용하여 갈매기표지의 간격변화를 계산하였다. 곡선부를 주행하는 차량이 갈매기표지판을 연속적이며 등간격 형태로 보기 위해서는 차량의 이동에 따른 슬라이드형식의 Visual Memory가 필요하며 이는 운전자 기억 특성에서 살펴본 도로 주행시 운전자의 Sensory Memory를 사용하였다.

속도의 변화에 상관없이 갈매기표지판이 보이기 위해서는 Sensory Memory 1.5초 동안은 운전자의 주시영역안에 위치해야 한다.

갈매기표지판의 위치는 <표 7>과 같다. 갈매기표지판 설치 기준을 곡선시점부에 첫 번째 표지판을 설치하고, 거리는 속도와 시간의 곱으로 표현되므로 매 1.5초당 이동거리에 따라 갈매기표지판을 설치한다. 또한 운전자 시인거리인 곡선 지입 전 150m지점에 좌로 굽은 도로 표지(교통안전표지106)와 우로 굽은 도로 표지(교통안전표지 106-1)을 설치하고 곡선부 시점 전방 50m지점에 갈매기 표지를 추가로 설치한다.

<표 7> 갈매기표지판 설치 지점

구 분	이격거리(m)	설치지점(m)
1	0	곡선시점부
2	39.49	39.49
3	39.01	78.50
4	38.54	117.05
5	38.07	155.12
6	37.49	192.71
7	37.84	230.56
8	38.09	268.66
9	38.34	307.01
10	38.59	345.60
11	38.84	384.45

표지판의 설치 간격 변화는 최대 2m간격변화를 보인다. 간격변화는 크게 나타나지 않았다. 평균 설치 간격은 38.44로 야간 평균 주시각 3°인 경우의 운전자와 표지판의 이격거리 35.78m와 유사하며 속도변화에 따른 동일시간 관측이 가능한 간격을 제시하였다.

## VI. 결론 및 향후연구과제

도로 곡선부는 직선부와 비교하여 사망사고 발생률이 특히 높다. 곡선부에서 발생하는 교통사고는 적절한 안내표지판이나 시선 유도 시설의 설치로 차량의 도로 이탈에 의한 사고 및 충돌사고 등과 같은 대형사고를 어느 정도는 미연에 방지할 수 있다. 그러나, 국내의 경우 여러 종류의 도로안전시설이 일관성 없이 설치되어 있고, 제작사마다 상이한 시설물을 복합

설치함으로써 시설물 본연의 기능이 충분히 발휘되지 못하고 있는 실정이다.

본 연구에서는 갈매기 표지판의 설치에 대한 인적요인을 고려한 연구를 수행하였다. 운전자의 시각행태 및 주행특성을 반영한 설치 간격의 변화를 제시하였다.

도로의 종류별 기하구조 요소를 고려한 주행행태에 관한 일반적 연구가 필요하다. 또한 갈매기표지판에 대한 운전자의 인지반응에 관하여 실험을 통한 연구가 필요하다.

그 외 기상악화, 암순용 등의 제약에 따른 안전성 확보방안의 연구가 활발히 진행되어야 한다.

## 참고문헌

1. 김홍상 외(2002), 교통안전 증진을 위한 국도 곡선부에서의 운전자 시각행태 분석, 대한교통학회지, 제20권 제3호, 대한교통학회, pp. 7-16.
2. 하태준·이석(2002), “지방부 2차로 안전성 평가에 관한 연구”, 대한교통학회지, 제20권 제1호.
3. 건설교통부(2003), 도로안전시설 설치 및 관리지침-시선유도시설 편-,
4. 건설교통부(2002), “교통사고 잦은 곳 개선사업 업무편람”.
5. FHWA, Manual on Uniform Traffic Control Devices, 1988
6. Zwahlem, H.T., J.Y., Curve Radius Perception as a Function of the Number of Delineation (Chevrons), Paper No, 951106, TRB, 74th Annual Meeting, TRB, Jan. 1995.
7. Creasey T., and Agent, K. R., Development of Accident Reduction Factor, University of Kentucky, 1985.
8. J.C. Glennon, D.W. Harwood, 'Highway Design Consistency and Systematic Design Related to Highway Safety' TRB Annual Meeting, 1978.