

■ 論 文 ■

교통안전 증진을 위한 국도 곡선부에서의 운전자 시각행태 분석

Analysis on driver's visual behaviour at the curve sections
of a national road for enhancing traffic safety

김 홍 상

(명지대학교 교통공학과 부교수)

금 기 정

(명지대학교 교통공학과 부교수)

김 명 수

(한밭대학교 토목환경도시공학부 부교수)

박 영 진

((주)유신코퍼레이션 도로부 과장)

목 차

- I. 서론
 - II. 국도상의 교통사고 특성과 조사
 - 1. 국도상의 교통사고 현황
 - 2. 현장조사
 - 3. 시선유도시설의 설치기준
 - III. 운전자 시각행태 특성
 - 1. 지점1에서의 시각행태 특성
 - 2. 지점2에서의 시각행태 특성
 - IV. 동체속도를 이용한 운전자 시각행태 특성
 - 1. 지점1에서의 동체속도 변화
 - 2. 지점2에서의 동체속도 변화
 - 3. 주시공간비
 - 4. 대향차량 유무에 따른 시각특성
 - V. 결론 및 향후 연구과제
- 참고문헌

Key Words : 국도곡선부, 교통안전, 운전자, 시각행태, 시선유도시설

요 약

운전에 필요한 외부 정보는 90% 이상을 운전자의 시각에 의존하고 운전자의 시각활동과 이에 따른 인지, 판단, 행동에 이르는 일련의 과정을 통하여 이루어짐으로 운전자의 시각활동 특성을 파악하는 것은 중요한 의미를 갖는다. 특히 곡선부에서는 원활한 운전성을 확보하고 운전중의 교통안전 증진을 위하여 시선유도 시설을 설치하고 운전자에게 전방의 상황을 사전에 제공하고 있다. 따라서 시선유도시설은 무엇보다 운전자의 시각특성이 반영된 관점에서 시선유도 시설의 설치기준, 효용 등이 재검토되어야 할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 위와 같은 배경을 바탕으로 교통사고 다발지점으로 지정되어 있는 국도 34호선(진천 IC, 벽암리~입장면 구간, 편도1차로)을 대상으로 운전자의 시각행태와 시선유도 시설을 확인하는 시각적 일련의 과정을 파악하는데 주 목적을 두었다. 그리고 이 결과를 바탕으로 곡선부 교통사고 다발지점에서의 교통안전 증진을 위하여 시선유도시설에 관한 운전자 시각행태를 파악하고 향후 정비되어야 할 방향 검토에 목적을 두었다.

1. 서론

국도 곡선부에 설치되어 있는 시선유도시설(시선유도 표지, 표지병, 갈매기표지 등)은 곡선부 진입전에 운전자에게 전방의 도로교통 조건을 사전에 알려 주의를 환기시키고 안전운전에 필요한 사전정보를 시각을 통하여 제공함으로써 안전한 주행환경을 제공하는 데 설치 목적이 있다. 기존의 교통사고 통계에 따르면 곡선부는 비곡선부에 비해 치사율이 약 2배 이상 높은 것으로 나타나 교통안전에 관한 대응과 확보가 무엇보다 중요한 구간으로 교통안전 증진을 위한 시설과 기능 강화가 필요하다.

한편 원활한 운전성과 안전운전에 필요한 운전중의 외부 정보는 90% 이상을 운전자의 시각과 그 활동에 의존하고 이에 따른 인지, 판단, 행동에 이르는 일련의 과정을 통하여 형성됨으로서 운전자의 시각활동 특성을 파악하는 것은 중요한 의미를 갖는다. 특히 곡선부에서 운전중의 안전증진을 위한 시선유도 시설의 기능을 강화하기 위한 중요한 관점으로는 운전자의 시각활동 특성이 반영된 관점에서 시선유도 시설의 설치기준, 효용 등이 재검토되어야 할 필요가 있다.

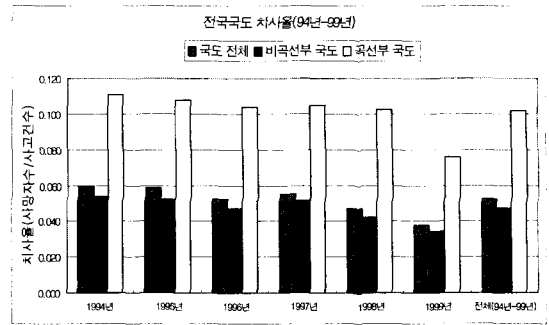
따라서 본 연구에서는 위와 같은 배경을 인식하고 교통사고 다발지점으로 지정되어 있는 국도 34호선(진천IC, 벽암리~입장면 구간, 편도1차로)을 대상으로 초점기록계를 이용한 운전자 시각행태를 조사, 그 특성을 파악하는데 일차적인 목적을 두었다. 그리고 이 결과를 바탕으로 현재 규정되어 있는 시선유도 시설의 설치기준을 재검토 할 수 있는 시각행태 측면에서의 근간을 마련하는데 필요한 기초적 자료를 확보하는데 주 목적을 두었다.

이를 위하여 실험구간내 지점별로 피실험자의 주·야간별 시각특성을 곡선부 진입전과 곡선부내, 곡선부 통과후로 각각 구분하여 각 지점에서의 시각행태를 파악하여 운전자의 시각행태 특성과 향후 고려되어야 할 사항에 관하여 검토하였다.

II. 국도상의 교통사고 현황과 조사

1. 국도상의 교통사고 현황

도로연장 100km당·자동차 1만 대당 발생건수에 서는 시·도에서 0.46, 일반국도에서는 0.43으로 나



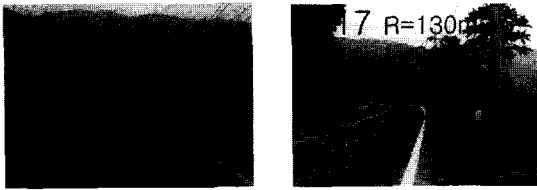
〈그림 1〉 국도 곡선부와 비곡선부에서의 치사율 (전국자료, 1994-1999년)

타나 일반국도의 교통위험성이 높음을 알 수 있다(고속국도 0.33, 각 도로별 전체 평균 0.24). 또 국도 곡선부와 비곡선부에서 발생한 교통사고 발생건수 비율은 각각 9.2%와 90.8%(1994-1999년까지의 5개년 자료, 곡선부와 비곡선부를 구분한 교통사고 통계 인용)로 집계되었으나 곡선부의 연장이 직선구간에 비해 절대적으로 짧은 조건을 고려하면 적지 않은 교통사고가 곡선부에서 발생하고 있음을 알 수 있다. 그리고 교통사고의 위험 수준을 나타내는 사망사고 비율(치사율)에서는 곡선부와 비곡선부에서 〈그림 1〉과 같이 곡선부 국도에서 매우 높게 나타나 사고의 치명도 측면에서 매우 위험하고 교통안전을 위한 대비가 더욱 필요한 구간임을 알 수 있다.

2. 현장조사

이러한 배경에서 본 연구에서 선정한 조사지점으로 는 매년 교통사고가 빈번히 발생하고 있고 또 현재 교통사고 다발지점으로 지정되어 있는 국도 34호선(진천IC, 벽암리~입장면 구간)을 대상으로 이 구간 내의 곡선부 중 아래의 조건(①-③)을 만족하고 곡선반경에 따른 차를 추출하기 위하여 곡선반경이 가장 크고 작은 2개지점(지점1 R=500m, 지점2 R=130m)을 선정하여 두 지점에서의 운전자 시각행태와 그 특성을 각각 조사하였다.

- ① 운전자가 전방의 곡선선행 등 도로조건을 시선유도 시설로부터 얻기 위해서는 전방의 곡선부가 진입전 직선부에서 가능한 직접 확인되지 않은 구간을 선정
- ② 곡선부에서의 운전자 시각행태를 파악하기 위하여



〈그림 2〉 본 연구에서 선정한 조사지점 곡선부의 전경 (좌:지점1, 우:지점2)

곡선장이 일정수준 이상의 길이를 갖고 있는 곳

③ 곡선에 의한 시각행태 특성을 파악하기 위하여 기타의 시각장에 요인이 적은 곳

실험에 참여한 피실험자는 시각활동에 지장이 없는 운전경력 3년 이상의 운전자(현재 자가용승용차를 직접 운전하는 자, 4인)를 대상으로 하였다. 실험차량은 국도를 이용하는 차량이 화물차와 자가용승용차가 혼재되어 있는 상황을 고려하여 두 차종간의 차고 높이가 중간형으로 판단되는 승합차(트라제XG, 최저 지상고 160cm)로 하였다. 그리고 피실험자의 시각활동을 직접 측정하기 위하여 사용한 초점기록계는 자료 수집에 있어서 무선통신이 가능한 Takei사 제품을 사용하였다.

시각행태를 직접 측정하기 위한 지표로는 초점활동을 X와 Y좌표로 각각 구분하여 관측하고(주시영역) 이 영역을 주·야간별로 측정함으로써 다양한 관점의 판단이 가능하도록 하였다. 이 외에도 동공의 동체속도와 주시공간비와 같은 다양한 지표를 이용함으로써 시각특성을 직접 파악할 수 있도록 하였다.

3. 시선유도시설의 설치기준

현재 우리나라에서 규정된 시선유도 시설물의 설치 기준인 건설교통부 지침(건설교통부 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙해설 및 지침)에 따르면, 곡선부에서 운전자의 안전 등을 확보하기 위한 시설물로는 시선유도표지, 갈매기표지, 표지병으로 구분되어 있다.

설치장소는 선형이 급격히 변화하는 구간 등으로 되어 있고 설치위치 및 높이에 관한 규정이 현장조건에 따라 탄력적으로 설치할 수 있도록 규정되어 있다. 그러나 이 시설은 운전자의 시각에 의존하는 시설로서, 이 시설의 효과를 더욱 증진할 수 있도록 운전자의 시각행태가 고려되어야 할 필요가 있다.

〈표 1〉 시선유도 표지의 설치 기준

구분	세부내용
시선유도표지의 정의	· 시선유도표지(Delineator)는 도로부속시설물 중 하나로서 야간운전자에게 전방의 도로선형이나 기하조건이 변화되는 상황을 안내해 줌으로써 안전하고 원활하게 차량을 유도하는 시설
설치장소	· 설계속도가 50km/h 이상인 구간 · 도로의 선형이 급격하게 변하는 구간 · 차선수나 차도폭이 급격하게 변하는 구간(도로조명시설이 있는 경우 생략)
설치	· 차도 시설한계의 바깥쪽 가장 가까운 곳에 설치하며, 일반적으로 길어깨 가장자리로부터 0~200cm 되는 곳에 지형에 맞게 설치 · 표준설치 위치는 길어깨 가장자리로부터 0.5m를 제한하며, 부득이한 경우 설치위치를 점진적으로 0.5m에 가깝게 설치
	· 노면으로부터 반사체의 중심까지를 90cm로 하여 설치하는 것을 원칙

〈표 2〉 지점1(R=500m)에서의 시선유도 시설물 설치 현황

시설물 종류		설치 현황	시설물 지침
시선유도표지	곡선내측	없음	R=500 22.5m, 등간격
	곡선외측	백색 신형 9개, 비등간격 1.2m 높이로 일정	반사체 중심까지 0.9m
갈매기표지	곡선내측	없음	R=500에서 35m, 등간격, 표지하단까지 1.2m
	곡선외측	4개, 비 등간격 1.2m 높이로 일정	
표지병		설치되었으나 포장 덧씌우기로 묻힘	
기타표지		주의표지 1개소, 2m 높이로 설치	

〈표 3〉 지점2(R=130m)에서의 시선유도 시설물 설치 현황

시설물 종류		설치 현황	시설물 지침
시선유도표지	곡선내측	백색 신형 14개, 비등간격 1.15m 높이로 일정	12.5m, 등간격, 반사체 중심까지 0.9m
	곡선외측	백색 신형 16개, 16m 등간격 1.10m 높이로 일정	
갈매기표지	곡선내측	없음	20m 등간격, 표지하단까지 1.2m
	곡선외측	9개, 비 등간격 1.2m 높이로 일정	
표지병		설치되었으나 포장 덧씌우기로 묻힘	
기타표지		주의표지 2개소, 2m 높이로 설치	

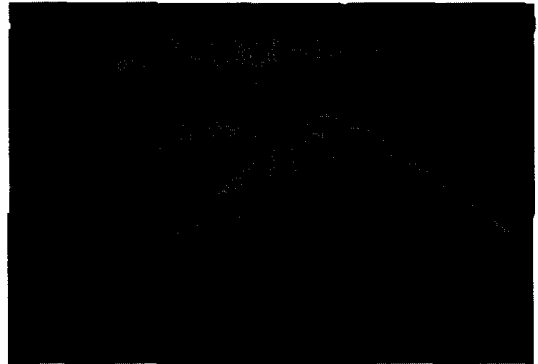
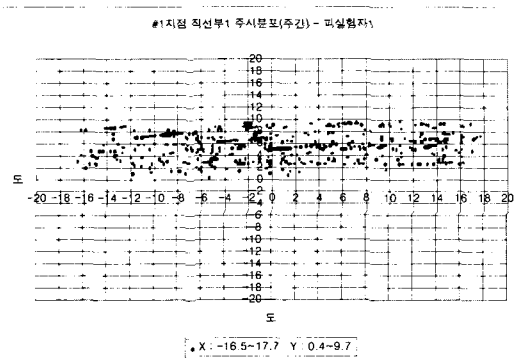
III. 운전자의 시각행태 특성

1. 지점1(R=500m)에서의 시각행태 특성

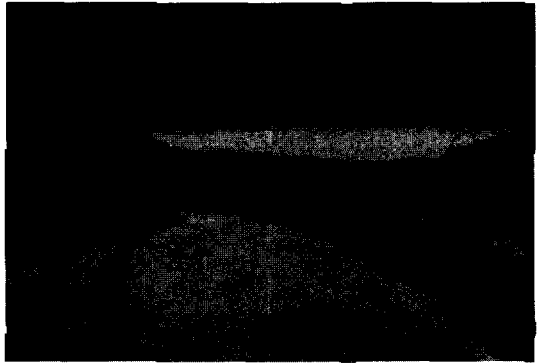
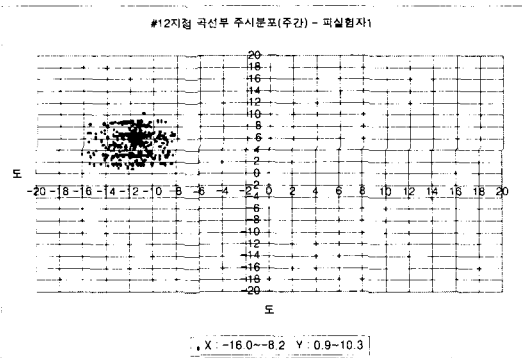
1) 주간시 주시영역

교통사고 다발지점으로 지정되어 있는 조사지점을 대상으로 시각활동에 지장이 없는 운전경력 3년 이상의 운전자(현재 자가용승용차를 이용하고 있는 자, 4인)

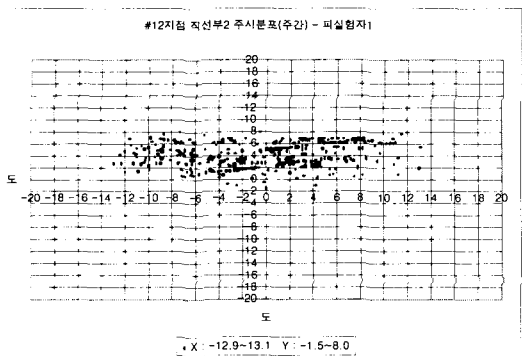
를 대상으로 한 실험 결과, 조사지점 1(R=500m, L=218m)에서 곡선부 진입전 직선구간에서는 좌우 방향으로 중앙값(0°)을 기준으로 각 개인별로 차이는 있으나 최대범위값이 -19.8° ~ 19.0°, 최소 -15.9° ~ 14.8°를 나타내 전반적으로 매우 활발한 전방주시 특성을 나타내고 있다. 또 상하주시영역에서는 최대범위 -6.8° ~ 12.4°, 최소범위 -0.8° ~ 12.1°로 관측되어 전방의 상황을 폭넓게 주시하고 시거 측



<그림 3> 직선구간에서의 운전자 시각 행태(지점1, 피실험자 1의 경우)



<그림 4> 곡선구간에서의 운전자 시각 행태(지점1, 피실험자 1의 경우)



<그림 5> 곡선통과후의 직선구간에서의 시각 행태(지점1, 피실험자 1의 경우)

〈표 4〉 지점1(R=500m)에서 각 구간별 주시영역 분포

#1지점(주간) R=500m, L=218.01m		좌우주시영역폭 (도)	상하주시영역폭 (도)
피실험자 1	직선부 1	-19.8~19.0	-0.8~12.1
	곡선부	-16.5~-9.3	-1.6~11.0
	직선부 2	-15.1~14.7	-4.6~10.3
피실험자 2	직선부 1	-17.6~17.3	-3.2~13.4
	곡선부	-16.3~-2.7	-6.8~10.9
	직선부 2	-15.3~13.3	-2.3~11.9
피실험자 3	직선부 1	-15.9~14.8	-6.8~12.4
	곡선부	-13.7~-4.8	-5.4~11.4
	직선부 2	-15.3~17.3	-10.7~8.4
피실험자 4	직선부 1	-18.8~17.5	-0.1~17.3
	곡선부	-18.4~-7.0	4.4~12.3
	직선부 2	-15.1~12.5	-9.6~8.7

면에서도 충분한 원거리를 유지하는 것으로 파악되었다.

그러나 곡선부 진입과 함께 운전자 시각행태는 중앙점을 기준으로 최대범위 16.3°~-2.7°로(최소범위 -16.5°~-9.3°) 직선구간에서의 시각 행태와 비교해 시각행태가 축소·위축되고 전체적인 시점도 곡선부의 내측(구심측)에 집중되는 것을 확인하였다. 이 결과를 바탕으로 직선부에서의 시각활동폭을 1.0으로 하였을 때 곡선부에서의 비율은 피실험자에 따라 차이는 있으나 0.54~0.69 수준을 나타내 시각활동이 곡선부에서 저하됨을 알 수 있다.

또 이 지점에서의 시각특성은 시점이 곡선부의 내측에 집중되어 있는 반면 시선유도시설 등은 현재의 설치기준에 따라 주행방향의 외측에 설치되어 있어 운전자의 주시선활동 범위(Sight Line)⁹⁾를 벗어나 본 시설의 효과를 증진하기 위한 고찰이 필요하다.

한편 곡선부 통과후의 시각행태는 곡선부 진입전의 직선구간에서와 같이 좌우, 상하방향으로 활발한 시각행태를 나타내고 있고 이와 같은 시각특성은 피실험자 모두에게 나타나는 공통적인 특성임을 확인하였다.

2) 야간시 주시영역

한편 지점1에서 야간시 운전자 시각행태(피실험자 3인 대상) 분석에서는, 직선구간에 비해 전체적으로

〈표 5〉 각 구간별 주시영역 (단위:도)

#1지점(야간) R=500m, L=218m		좌우주시영역폭	상하주시영역폭
피실험자 1	직선부 1	-12.8~10.0	-8.5~0.3
	곡선부	-11.6~-1.2	-0.7~11.6
	직선부 2	-13.0~7.7	-13.7~4.0
피실험자 2	직선부 1	-13.3~5.3	-8.7~9.3
	곡선부	-13.0~-2.1	-2.6~10.4
	직선부 2	-9.8~10.0	-10.4~6.6
피실험자 3	직선부 1	-10.7~7.2	-8.9~5.8
	곡선부	-12.4~-0.9	-3.7~9.1
	직선부 2	-11.5~9.1	-7.4~3.4

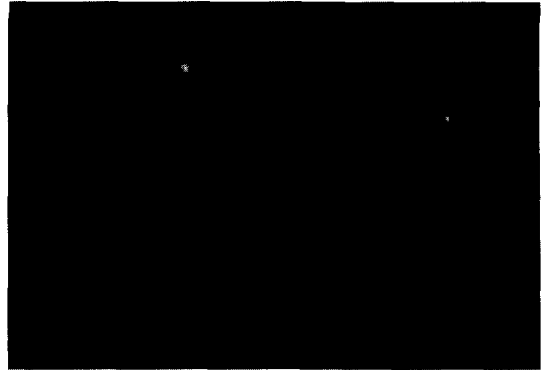
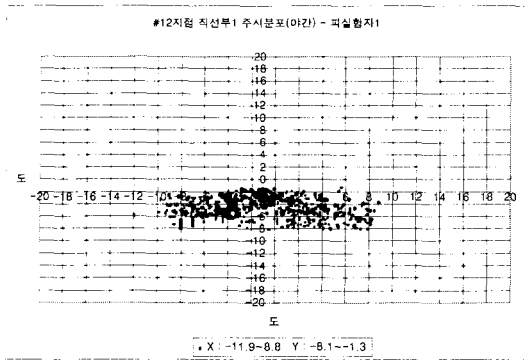
좌우, 상하방향으로 시점의 행태특성이 축소된 경향을 나타내고 있음을 확인할 수 있다. 좌우방향으로는 중앙을 기준으로 최대범위가 직선부에서 -12.8°~10.0°의 범위를 나타낸 반면 곡선부에서는 최대영역이 -13.0°~-2.1°의 범위를 나타내 직선부에 비해 곡선부에서 시각활동이 위축되고 또 주간시와의 비교에서도 활동성이 저하된 시각 특성을 나타내고 있음을 알 수 있다.

한편 주시영역간의 차(평균)를 직선부 기준(1.0)으로 평가하면, 곡선부에서는 좌우방향으로 0.34, 상하방향으로 0.73을 나타내 도로의 노측에 설치되어 있는 시선유도 시설을 효과적으로 인지할 수 있는 신체적 기능이 특히 낮아짐을 알 수 있다. 이러한 경향은 지점2에서도 직선부에 비해 좌우, 상하방향으로 각각 0.52, 0.63을 나타내 공통적인 현상으로 파악되었다(〈그림 6, 7, 8〉, 〈표 8〉).

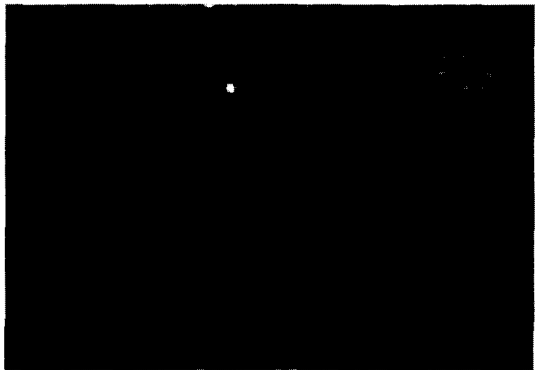
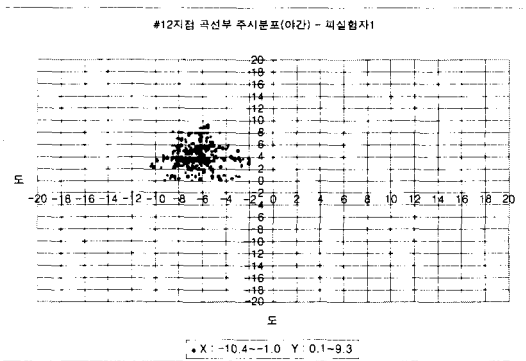
2. 지점2(R=130m)에서의 시각행태 특성

1) 주간시 주시영역

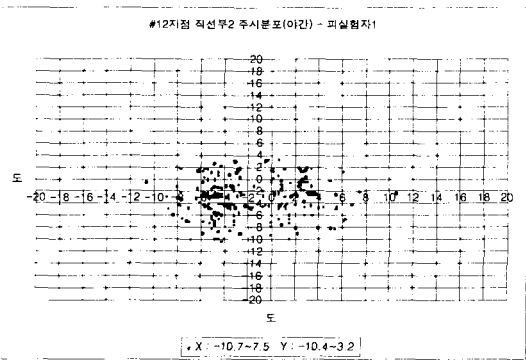
조사노선 중에서 곡선반경이 가장 작은 조사지점 2(R=130m, L=207m)에서도 직선부와 곡선부 그리고 곡선부 통과후의 시각행태간에도 지점1에서와 같이 특히 곡선부에서 진행방향의 내측에 시점이 집중되는 현상을 확인할 수 있다. 특히 곡선반경이 큰 지점1 보다 곡선반경이 작고 전방의 도로조건이 전혀 확인되지 않는 상태로서 곡선부에서의 시각행태가 지점1 보다 활발한 활동특성을 나타내고 있다. 이는 전방 상황이 급한 곡선반경으로 직접 확인되지 않는 상황



<그림 6> 직선구간에서의 운전자 시각행태(지점1, 피실험자 1의 경우, 야간시)



<그림 7> 곡선구간에서의 운전자 시각행태(지점1, 피실험자 1의 경우, 야간시)



<그림 8> 곡선구간 통과후 직선구간에서의 운전자 시각행태(지점1, 피실험자 1의 경우, 야간시)

에서 운전자는 안전에 필요한 정보를 취하려 하는 적극적인 행태로 판단된다.

또 곡선부 통과후의 직선부에서는 조사지점1에서와 같이 곡선부 진입전 직선부에서와 같이 유사한 활발한 행태를 나타내고 있음을 알 수 있어, 곡선부에서는 곡선의 내측에 운전자의 시점이 집중되는 현상은 운전자의 곡선부 통행시 이루어지는 일반적인 시각특성이라 할 수 있다.

2) 야간시 주시영역

동일한 지점에서 주간시와 야간시의 비교에서도 지점1에서와 같이 전체적으로 운전자의 시각활동이 위축되는 현상을 파악할 수 있고 그 정도는 개략적으로 좌우방향으로 직선부를 기준으로 곡선부에서는 약 36%, 상하방향으로는 46% 수준으로 나타나 지점1에서와 같이 상하방향 보다 좌우방향의 활동이 보다 위축됨을 확인할 수 있다(<표 10>).

〈표 6〉 지점2에서의 각 구간별 주시영역 (주간시, 단위:도)

#2지점(주간) R=130m, L=207m		좌우주시영역폭	상하주시영역폭
피실험자 1	직선부 1	-12.4~11.1	-7.4~11.4
	곡선부	-0.9~14.9	-2.1~16.0
	직선부 2	-14.9~14.4	-11.8~12.4
피실험자 2	직선부 1	-14.2~14.3	0.7~11.5
	곡선부	-1.5~14.6	-2.3~10.6
	직선부 2	-13.3~16.1	-8.4~11.7
피실험자 3	직선부 1	-10.8~11.8	-2.2~8.8
	곡선부	2.2~15.9	-0.8~8.2
	직선부 2	-12.3~12.0	-3.2~9.7
피실험자 4	직선부 1	-13.0~18.4	-2.3~9.8
	곡선부	0.5~17.8	-7.9~4.5
	직선부 2	-16.8~14.8	-3.4~15.3

〈표 7〉 지점2에서의 각 구간별 주시영역 (야간시, 단위:도)

#2지점(야간) R=130m, L=207m		좌우주시영역폭	상하주시영역폭
피실험자 1	직선부 1	-9.4~8.7	-5.3~9.0
	곡선부	1.0~8.6	-1.2~7.0
	직선부 2	-10.4~3.0	-4.4~8.9
피실험자 2	직선부 1	-8.2~8.4	-1.3~9.9
	곡선부	0.6~9.8	2.0~9.5
	직선부 2	-8.6~8.4	-5.2~8.8
피실험자 3	직선부 1	-9.5~7.2	-6.5~8.6
	곡선부	6.0~14.5	-3.7~7.9
	직선부 2	-7.8~8.3	-7.4~10.7

〈표 8〉 지점1과 지점2에서의 주간시 평균 주시범위 (단위:도)

구분	좌우측		상하측		
	주시영역	비율	주시영역	비율	
#1지점 R=500m L=218m	직선부 1	-15.0~15.0	1.0	-3.8~11.6	1.0
	곡선부	-14.7~-4.4	0.34	-0.8~10.4	0.73
	직선부 2	-13.0~12.5	0.85	-5.0~8.1	0.85
#2지점 R=130m L=207m	직선부 1	-11.1~12.6	1.0	-3.9~11.4	1.0
	곡선부	-1.2~14.0	0.52	-1.3~8.4	0.63
	직선부 2	-11.6~11.4	0.93	-5.0~9.4	0.94

〈표 9〉 지점1과 지점2에서의 야간시 평균 주시범위 (단위:도)

구분	좌우측		상하측		
	주시영역	비율	주시영역	비율	
#1지점 R=500m L=218m	직선부 1	-10.6~7.2	1.0	-3.8~11.6	1.0
	곡선부	-10.9~-3.3	0.43	-0.8~10.4	0.91
	직선부 2	-9.6~8.8	1.03	-5.0~8.1	0.89
#2지점 R=130m L=207m	직선부 1	-6.4~9.3	1.0	-5.7~7.5	1.0
	곡선부	4.2~9.8	0.36	0.9~7.0	0.46
	직선부 2	-6.7~4.3	0.70	-3.8~7.3	0.84

IV. 동체속도를 이용한 운전자 시각행태 특성

1. 지점1에서의 동체속도 변화

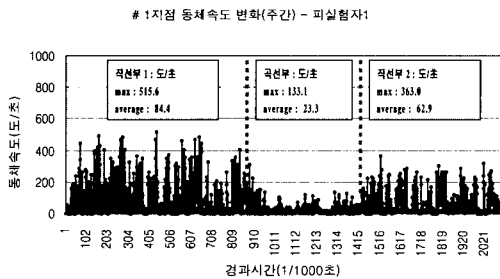
한편 운전중 운전자의 시각 동체속도는, 운전자의 시각활동 정도를 나타내는 지표(degree/초)로서 동체속도가 빠를수록 적극적인 활동성을 의미하고 이 활동에 따라 상대적으로 주변의 도로교통 조건을 인지하는데 유리한 상황을 의미한다. 이러한 의미에서 조사지점1에서의 동체속도는 곡선부 진입전 직선구간의 속도는 각 피실험자에 따라 개인적인 차는 있으나 69.3~91.2degree/초의 범위를 나타내고, 곡선부에서는 18.8~23.3degree/초의 범위를, 그리고 곡선부 통과후의 구간에서는 54.8~78.1degree/초의 범위를 나타내는 것으로 파악되어 곡선부의 시각활동성은 직선부에 비해 약 1/3 수준으로 파악되었다. 따라서 곡선부에서는 시각활동 범위의 위축과 함께 시각의 활동성도 동시에 저하되어 안전운전에 충분히 대응할 수 있는 능력이 현저히 낮아짐을 확인하였다.

특히 이러한 특성은 교통사고로 인한 치사율 등 교통사고의 피해가 큰 곡선부에서 운전자의 시각행태와 동체속도의 움직임이 저하되는 상황을 고려하면 곡선부에서 운전자의 시각활동을 향상과 시각적 특성이 저하되는 상황을 극복하고 보완할 수 있는 시설측면에서의 보완이 필요함을 시사하고 있다(4인의 평균 동체속도 직선구간 81.2degree/초, 곡선구간 21.5degree/초). 또 야간시에는 직선부에서 63.2~69.5degree/초의

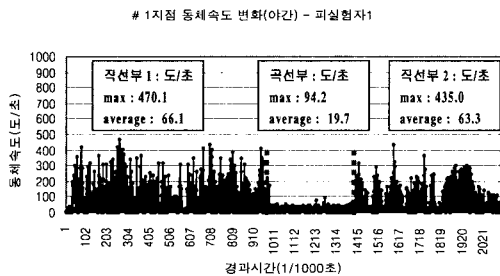
범위를, 곡선부에서는 19.7~25.5degree/초를 나타내고 있다(피실험자 3인의 평균 동체속도, 직선부

〈표 10〉 지점1에서의 운전자 동체속도 변화

#1 지점 R=500m, L=218m		평균 동체속도(도/초)			
		주간 평균	야간 평균	주간 최대	야간 최대
피실험자 1	직선부 1	84.4	66.1	515.6	470.1
	곡선부	23.3	16.7	133.1	94.2
	직선부 2	62.9	63.3	363.0	435.0
피실험자 2	직선부 1	79.7	69.5	455.5	447.0
	곡선부	22.0	25.5	134.3	139.0
	직선부 2	78.1	69.5	459.0	420.4
피실험자 3	직선부 1	69.3	63.2	412.0	422.0
	곡선부	18.8	19.9	130.1	153.6
	직선부 2	54.8	57.0	435.0	288.0
피실험자 4	직선부 1	91.2	-	546.0	-
	곡선부	21.9	-	143.1	-
	직선부 2	66.7	-	313.0	-
평균	직선부 1	81.1	66.3	482.3	446.3
	곡선부	21.5	20.7	135.2	128.9
	직선부 2	65.6	63.3	392.5	381.0



〈그림 9-1〉 지점1에서의 동체속도 변화 (피실험자1의 경우, 주간시)



〈그림 9-2〉 지점1에서의 동체속도 변화 (피실험자1의 경우, 야간시)

66.3degree/초, 곡선부 21.7degree/초).

주·야간별 직선, 곡선간의 평균 동체속도 비교에서는 야간시가 주간시의 3/4수준을 나타내고 있는 반면 야간시에는 큰 차이가 없는 것으로 나타나 곡선부 야간시의 동체속도가 운전자의 최저활동 수준의 속도임을 알 수 있다.

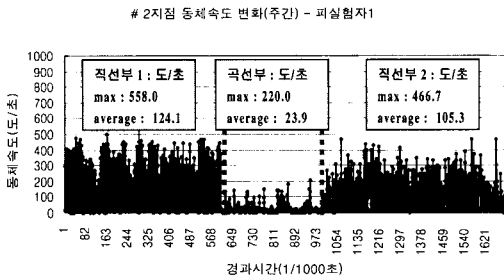
2. 지점2에서의 동체속도 변화

지점 2에서의 운전자의 동체속도에서도 지점 1과 유사한 결과를 나타내 주간시 피실험자 4인의 평균 동체속도는 약 111.6degree/초, 곡선부에서는 21.5degree/초로 나타나 약 1/4 수준을 나타내고 있다. 또 야간시의 동체속도는 직선부에서 평균 77.5degree/초, 곡선부에서 17.1degree/초로 관측되어 약 1/5 수준에 머무르고 있음을 알 수 있다.

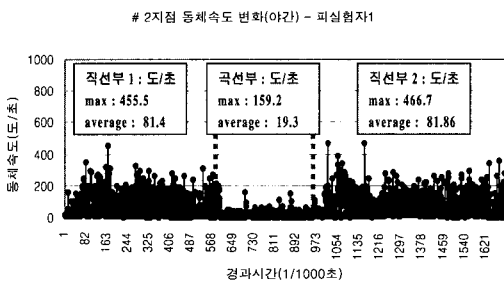
이와 같은 실험결과에서 운전자 시각행태는 곡선부 진입 직전에서 활발한 주시활동을 나타내고 곡선부에서는 시각활동이 둔화되고 곡선부 내측으로 집중되는 특성을 나타내고 있다. 특히 야간시에는 대향차량의 전조등 영향과 이에 따른 증발현상, 시각활동이 현저히 저하되는 종합적인 상황을 고려할 때 시선유도시설의 설치 기준에 야간시의 운전자 시각행태가 반영되어야 할 필요가 있다.

〈표 11〉 지점2에서 구간별 동체속도 변화

#2 지점 R=130m, L=207m		주간 동체속도 변화(도/초)			
		주간 평균	야간 평균	주간 최대	야간 최대
피실험자 1	직선부 1	124.1	81.4	558.0	455.5
	곡선부	23.9	19.3	220.0	159.2
	직선부 2	105.3	81.9	466.7	466.7
피실험자 2	직선부 1	120.0	72.7	469.4	435.0
	곡선부	24.5	13.1	121.5	104.6
	직선부 2	102.0	70.4	337.9	362.0
피실험자 3	직선부 1	105.5	78.5	549.0	364.0
	곡선부	19.3	18.9	193.0	143.0
	직선부 2	101.5	75.5	466.7	485.0
피실험자 4	직선부 1	96.7	-	524.9	-
	곡선부	18.4	-	125.6	-
	직선부 2	104.6	-	524.9	-
평균	직선부 1	111.6	77.5	525.1	418.2
	곡선부	21.5	17.1	165.0	135.6
	직선부 2	103.4	75.9	449.1	437.9



〈그림 10-1〉 지점2에서의 동체속도 (피실험자1의 경우, 주간시)



〈그림 10-2〉 지점2에서의 동체속도 변화 (피실험자1의 경우, 야간시)

3. 주시공간비

주시공간비란, 본 실험에서 사용한 초점기록계로 측정할 수 있는 관측공간(좌우,상하 각각 40도) 중 운전자가 실제로 주행중에 주시한 공간의 비율로서 주시공간비가 높을수록 시각활동의 활동성이 높음을 의미한다.

이러한 의미에서 지점1에서의(R=500m) 주시공간비는 직선부에서 피실험자 평균이 전체 공간의 20.8%를 차지한 반면 곡선부에서는 5.2%에 불과해 약 1/4 수준에 머물러 곡선부에서의 시각활동이 매우 협소적이고 부분적임을 알 수 있다. 또 곡선부 통과후의 주시공간비는 17.5%로 증가하여 전체적으로 곡선부에서는 특히 주시영역의 축소, 동체속도의 감소, 주시공간비 저하

〈표 12〉 조사지점별 주시공간비의 변화

구분		직선부 1	곡선부	직선부 2
# 1 지점	주간	20.8%	5.2%	17.5%
	야간	10.6%	4.4%	11.3%
# 2 지점	주간	11.7%	7.4%	18.8%
	야간	8.0%	2.7%	7.3%

가 동시에 변화하여 직선부에 비해 시각에 의한 원활한 교통정보의 인지가 어려운 상황을 시사하고 있다.

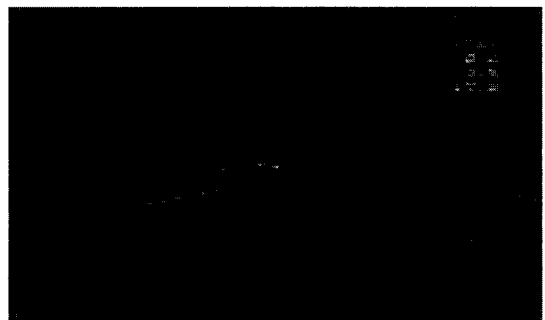
특히 야간시의 경우에는 주시공간비가 직선부에서 10.6%, 곡선부에서 4.4%, 곡선부 통과후의 직선부에서는 11.3%로 확인되어 주간시에 비해 현저히 낮은 비율로 나타나 시각활동 저하와 이에 따른 안전운전 환경이 매우 열악함을 알 수 있다.

이와 같은 현상은 지점2(R=130m)에서도 직선부와 곡선부에서 주간시에 각각 11.7%와 7.4%를 나타내 곡선반경이 작을수록 시각활동이 상대적으로 저하됨을 알 수 있다.

4. 대향차량 유무에 따른 시각특성

본 실험의 조사지점에서 야간주행 중 곡선부에서 대향차량이 있는 경우에는 지금까지의 실험결과와 같이 도로 내측을 주시하는 일반적인 현상과는 달리 일시적으로 대향차량의 전조등을 지속적으로 주시함으로써 곡선부 내측의 보행자나 차선확인 등 안전운전에 직접적으로 관련되어 있는 사항의 시각적 인지가 생략되는 행태를 공통적으로 나타내고 있다.

이러한 문제를 개선하기 위해서는 부분적으로 대향차량의 불빛을 제한하는 등의 시설이 필요할 것으로 판단되고, 보다 운전자의 시지각 활동을 고려한 시선안내 시설의 설치 기준에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.



〈그림 11〉 대향차량의 전조등에 운전자 시각행태가 집중되는 현상(지점1, 우커브구간)

V. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 교통사고 발생율과 치사율이 비곡선부에 비해 높은 곡선부에서 교통안전 증진을 위하여 설치된 시선유도 시설을 효과적으로 이용하기 위한

기반작업으로 직선부와 곡선부를 대상으로 운전자의 시각행태 특성을 현재 교통사고 다발지점으로 지정되어 있는 국도 34호선 진천구간을 대상으로 검토하였다.

교통사고 다발지점으로 선정되어 있는 국도 2개 지점을 대상으로 한 운전자의 시각행태에서는 중앙 원점을 기준으로 좌우 및 상하방향으로 원활하고 활발한 전방의 주시행태를 나타내고 있음을 확인하였다. 그러나 곡선구간에서는 주된 시각행태가 진행방향의 내측에 집중되고 동체속도와 주시영역 등 시각활동이 직선구간에 비해 위축되어 시선유도시설의 효과 증진을 위해서는 이러한 운전자 시각활동을 반영한 향후 검토가 필요하다.

한편 야간시의 전반적인 시각행태는 주간시와 유사하나 좌우, 상하방향의 활동이 상대적으로 더욱 위축되고 특히 상하방향으로는 차량의 전조등이 도달하는 전방영역내로 시각활동이 제한되어 시선유도 시설의 확인이 더욱 어려운 상황임을 확인하였다.

전방의 운전자 주시활동 특성 뿐만 아니라 운전자의 시각활동 민첩성을 나타내는 동체속도 특성에서는 평균적으로 곡선부에서의 활동이 직선부에 비해 약 1/4~1/5 수준에 그치는 것으로 확인되었다. 또 야간시에는 전반적인 동체속도가 낮아 곡선부의 경우 직선부에 비해 1/3~1/4 수준에 불과해 주시영역의 위축과 함께 동일한 시간내에 전방의 도로조건 등 안전운전에 필요한 관련 상황을 충분히 파악하기에는 운전자의 시각행태 측면에서 보완이 필요하다.

또 전방의 주시영역 가운데 운전자가 실제로 주시한 영역을 나타내는 주시공간비는 직선구간의 지점1,2에서 각각 20.8%, 11.7%(주간)를 나타낸 반면 곡선부에서는 각각 5.2%와 7.4%로 감소하고, 야간시에도 1/2~1/3 수준으로 감소함을 확인하였다.

이러한 시각특성을 바탕으로 곡선부에서 교통안전을 증진하고 실질적인 효과를 높이기 위해서는 운전자의 시각활동이 내측에 집중되고 활동범위, 동체속도, 주시영역 등 시각활동을 나타내는 관련 지표에서 위축되는 상황을 고려할 때, 시선유도시설의 효과 증진을 위한 향후 검토가 필요하다.

특히 야간시 대향차량이 있는 경우에는 대향차량의 전조등을 주로 주시하는 행태를 나타내 전방의 주시활동이 극히 제한되어 교통안전 증진을 위한 보완적 대응이 필요하다.

그러나 본 연구에서는 편도 1차로를 기준으로 실험한 결과로서 최근에 국도확장 추세에 적극적으로

대응하기 위해서는 다양한 차선과 곡선부의 형태, 반경 등을 고려한 다양한 범위의 연구가 필요하다.

참고문헌

1. 김호영 외(2000), "고속도로 터널구간에서의 운전자 시각행태 변화에 관한 연구", 대한토목학회 논문집, 제20권 제3-D호, 대한토목학회, pp.273~282.
2. 노관섭(1997), "도로의 시선유도시설 형태에 따른 운전자의 시인성 분석 연구", 서울시립대학교 박사논문.
3. The study on Analysis of Driver's visual behavior at a Tunnel section in freeway (2001), WCTR, July 2001, Paper No.3225.
4. Optimization of Post Delineator Placement from a Visibility Point of View, TRR 1172.
5. Use of Signs and Symbols to Increase the Efficacy of Pedestrian-Activated Flashing Beacons at Crosswalks, TRR 1636.
6. Development of Bilingual Freeway Exit Sequence Sign, TRR 1456.
7. Evaluation of A16 Motorway Fog-Signaling System with Respect to Driving Behavior, TRR 1573.
8. Horizontal Sight Distance Consideration in Freeway and Interchange Reconstruction, TRR 1208.
9. Curves and hills(2001), Placement of chevron signs on curves, Iowa.
10. 佐藤外(1997), 人間工學基準數値數式便覽, 技報堂, pp.147~163.
11. 大島外(1988), 交通事故と人間工學, コロナ, pp. 87~91.
12. 正田(1997), 人間工學, 恒星社, pp.101~142

✉ 주 작 성 자 : 김홍상

✉ 논문투고일 : 2002. 2. 17

논문심사일 : 2002. 3. 12 (1차)

2002. 4. 1 (2차)

2002. 5. 16 (3차)

2002. 6. 3 (4차)

심사판정일 : 2002. 6. 3

✉ 반론접수기간 : 2002. 10. 30