차량 시뮬레이터를 이용한 안개 대응 시스템 효과 분석

Estimating the Effectiveness of Fog Detect & Warning System by Driving Simulator

이석기* · 정준화**

Lee, Suk Ki · Jeong, Jun Hwa

Abstract

In a foggy day, visible distances depend greatly on the ever-changing concentration of fog. Most of chained rear-end collisions in a foggy day are caused by the significant differences in speeds between vehicles. Then, it is important to minimize the collisions in fog. This study is to estimate the effects of FDWS on drivers' safety behaviors by using a vehicle simulator and a questionnaire survey. A roadway section 1 km long with bidirectional 2 lanes was chosen for the estimation efforts. The test segment was from the Munsan to the Jeokseong county in National Highway 37. Scenarios associated with fog were set as heavy fog. Also, the distance between driver warning lamps was considered by 25 m and 30 m, respectively. The experiment conducted in this study employed the total of 31 adults who were randomly selected from 20- to 60-year old. Before performing the experiment, each subject had enough times to be familiar with the vehicle simulator and was instructed by the guideline of the experiment. After performing the main test, a questionnaire survey was undertaken for each subject.

Key words : FDWS(Fog Detect & Warning System), Driving Simulator, Visibility

요 지

도로상의 안개는 대체로 시정거리를 변화시키며 도로 운전자에게 안전에 영향을 준다. 안개 지역 도로에서 연쇄추돌 사고는 주로 후미 추돌 사고이며 사고의 원인은 시거불량과 주행 차량들간의 속도편차 때문이며 주행차량들이 안개시 적절한 주행속도와 차간거리를 유지하는 것이 무엇보다 중요하다. 본 연구에서는 안개 발생시 안전성을 확보할 수 있는 안개 대응 시스템에 대한 설치 효과를 알아보기 위하여 차량 시뮬레이터를 이용하였다. 차량 시뮬레이터 실험을 위한 가상도로는 왕복 2차로 구간인 일반국도 37호선(문산~적성) 놀노천교 주변 1 km 구간으로 운전자 경고등을 25 m와 30 m 간격으로 변경시켰다. 안개 상황은 짙은 안개(시정거리 30 m)와 옅은 안개(시정거리 80 m)로 설정하였다. 피험자는 20대~60대의 성인 남녀 31명을 대상으로 본 실험에 앞서 시뮬레이터에 적응할 수 있는 충분한 연습주행과 사전정보를 제공한 후 주행실험을 한 후 설문조사를 실시하였다.

핵심용어 : 안개 대응 시스템, 차량시뮬레이터, 시인성

1. 서 론

1.1 연구 배경 및 목적

안개는 밤낮의 지표면 기온 차이로 발생하여 밤부터 이른 아침에 걸쳐 생기고, 산지부 안개는 습한 공기가 사면을 따라 상승할 때 발생되며 밤낮 상관없이 조건만 맞으면 생성된다. 안개가 낀 기상 상황에서의 차량운전은 안개의 농도에 따라 시정거리가 달라지므로 주행속도 및 운전 행태에 많은 영향을 준다. 실제로 기상상태별 교통사고 추세를 살펴보면 맑은 날 발생건수는 다른 기상상태보다 많이 발생하였지만 치사율은 안개 낀 날 10년 평균¹⁾이 13.4%로 맑은 날(2.8%)에 비하여 높게 나타났으며, 다른 흐린 날이나 비오는 날과

비교하여도 높게 나타났다. 이러한 이유는 안개 속을 주행하는 운전자의 시거 부족이 그 원인으로 판단된다.

운전자는 도로 정보의 약 90% 이상을 시지각을 통하여 전달 받으며 안개 등의 환경적 요인으로 인한 전방 시거 제약은 운전자에게 심리적 불안감을 주어 안전운전을 저해하는 요인으로 볼 수 있다.

이러한 도로상 안개의 위험성에도 불구하고 국내에서는 안개에 대비한 시거 확보용 시설이 부족하고 안내 표지 및 정보제공시스템이 미흡하다. 또한 도로관리자의 경험을 근거로 시설물을 설치, 설계시부터 검토 및 적용되지 못하여 안개로 인한 치명적인 사고가 지속적으로 나타나고 있는 실정이다.

따라서 본 논문은 안개 발생시 동적 대응 시설물²⁾에 대한

*정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구실 수석연구원(E-mail : oksk@kict.re.kr, 교신저자)

**정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구실 선임연구위원

이용자 평가를 차량 시뮬레이터와 정성적 평가(서면 설문)로 실시하였다.

1.2 연구 범위 및 방법

본 연구에서는 안개 발생시 안개 농도에 따른 경고, 앞 차의 위치를 알려주는 안개 대응시스템(FDWS, Fog Detect & Warning System)에 대한 효과 평가를 실시하였다. 효과 평가 척도는 차량 시뮬레이터를 이용하였으며 실험대상 구간은 일반국도 37호선(문산~적성) 눌노천교 1 km 구간으로 운전자 경고등 타입 및 설치 간격과 시정거리(안개 농도)별 운전자 주행속도 분포를 측정하여 통계적 검증 절차를 거쳐 정량적 유의성을 검증하였으며 차량 시뮬레이터 실험 주행 후 피험자(운전자)의 서면설문을 실시하여 정성적 평가를 실시하였다.

2. 교통사고 통계 및 안개 대책 시설

2.1 기상 상태별 교통사고 추세

사고 발생건수와 사망자 구성비를 비교해 보면 그림 1과 같이, 맑은 날에 비하여 이상 기후(호름, 비, 안개, 눈)에 사망자 구성비가 높아지는 특성을 보였다.

사망자 수는 안개 낀 날이 6.2명으로 가장 높았으며 호름 3.7명, 비 2.8명, 눈, 맑음 2.3명의 순으로 나타났다. 안개 낀 날 사고율이 가장 높은 것은 사고 발생시 시거불량으로 인한 후미 연쇄추돌로 대형사고화 가능성이 높아 피해자가 많은 것으로 판단된다.

그림 1. 기상상태별 교통사고 구성비 비교

그림 2. 기상상태별 교통사고 발생건수 및 사망자수

1)교통사고통계(경찰청, 2002~2011)

2)도로의 노측에 설치된 운전자 경고등으로 안개 발생시 시정계에서 시정거리 계속 후 그에 알맞은 휘도로 운전자에게 경고 등화 표시

그림 3. 안개 지역 예고표지 및 도로전광표지

2.2 문헌 고찰

교통안전시설 실무편람(경찰청, 2000)에서는 짙은 안개 등의 특별한 기상상태가 자주 발생하는 도로에 대하여 주의표지를 부착하고 있다. 또한, 교통관리시스템의 일부로 구축된 도로전광표지(VMS: Variable Message Sign)를 이용하여 운전자에게 안개발생 정보 제공과 속도제한 안내를 하고 있다.

그 외에도 안개 잦은 지역에는 운전자 시거를 확보하기 위하여 2m이하의 낮은 위치에서 적정 각도로 산란되지 않는 낮은 조명등을 설치하기도 하며 경광등, 경음기를 작동하여 운전자에게 사전에 알려주는 안개위험경보장치, 차로이탈 사고예방을 위해 길어깨 측에 노면요철포장 또는 돌출차선 등 차로 이탈방지시설을 설치하여 운전자로 하여금 차로 이탈시 경각심을 주는 시설도 있다.

국외의 경우, Cooper & Sawyer(영국, 2005)는 안개경고시스템 연구에서 영국의 고속도로에 안개 경고 시스템을 설치하여 효과를 검토하였다. 54개의 디텍터가 고속도로의 안개 발생지역에 설치되었다. 시정거리가 250 m 이하이면, 안개발생 지역 전방 0.8~2.2 km에 설치된 VMS에 “FOG” 메시지가 표출되었다. 조건이 좋은 도로에서 VMS 경고 메시지는 특별한 효과가 없으며, 곡선부 등 열악한 도로에서의 운전자는 해당 VMS의 경고 메시지를 비교적 잘 따르는 것으로 나타났다. 80 km/h VMS와 60km/h VMS+“slippery road” symbol 과의 비교에서와 같이 평균 속도는 2.5 km/h 감소하였고, 1초 이하의 차량 간격 또한 18%의 감소 효과를 가져왔다. 따라서 일반적인 고정 사인보다는 속도표시 VMS와 전방 위험상황을 알리는 메시지와 함께 사용하는 것이 보다 효과적인 방법으로 판단된다.

3. 안개 대응 시스템 및 차량 시뮬레이터

3.1 안개 대응 시스템 개요

안개 대응 시스템은 안개 발생시 시스템 내의 시정계로 가시거리를 측정하고 과속 및 차간거리 미확보 차량에게 안개등(Light Bar)을 점등하여 감속 및 차간거리를 확보하도록 한다.

안개 대응 시스템은 총 두 가지의 타입으로 제어 형태 및 경고등에 차이가 있다.

첫 번째 타입은 안개 발생시 시정계로 가시거리를 측정하고 과속 및 차간거리 미확보 차량에게 노측에서 안개등을 점등하여 감속 및 차간거리를 확보하도록 유도한다. 노측의 안개등(Light Bar)이 원형 등화와 정사각형의 LED Cluster 방식으로 표시면이 구성되어 적정 권장 주행속도나 차간거리를

그림 4. 안개 대응 시스템(Type 1)

그림 5. 안개 대응 시스템(Type 2)

제공한다.

두 번째 타입은 안개발생시 현재 차량의 위치를 후방차량에게 알려주어 짙은 안개시에도 자신의 전방에 차량 유·무를 인식할 수 있도록 하는데 그 목적이 있다. 주 발광원은 고휘도 LED를 사용하여 높은 시인성을 가지고 있어 먼 곳에서도 인식이 가능하다. 보조 발광원의 경우 운전자 눈부심을 최소화하기 위하여 낮은 광원을 사용한 후, 먼 발광 기능을 추가해 평소에 시선유도등의 역할을 한다.

3.2 차량 시뮬레이터 실험

실험 대상 구간은 왕복 2차로 구간인 일반국도 37호선(문산-적성 구간) 눌노천교 주변 1 km 구간으로 설정하였다. 운전자가 안개시 시정거리에 따라 적정 주행속도 및 차간거리 유지 여부를 분석하였다.

안개 대응 시스템의 운전자 효과 평가를 위하여 한국건설기술연구원이 개발한 도로주행 시뮬레이터 K-ROADS로 수행하였다. 그림 6은 K-ROADS를 나타낸 것이고, 그림 7은 안개 상황을 가상현실로 구현한 3차원 컴퓨터 그래픽이다.

실험대상 구간은 일반국도 37호선(문산-적성) 눌노천교 1 km구간이며 피험자는 성인 남녀 31명(교정시력 0.7이상, 운전면허 취득자의 실제 운전경력 1년 이상)이다.

차량 시뮬레이터에 사용할 가상도로의 시간은 안개가 자주 발생하는 이른 아침으로 설정하였으며 짙은 안개(시정거리 30 m), 옅은 안개(시정거리 80 m)를 조건별로 구성하였다. 운전자 경고등의 설치 간격은 25 m, 30 m의 두 경우에 대하여 비교하였으며 설치 간격에 대한 기준은 시선유도시설 설치 간격³⁾을 준용하였다.

그림 6. K-ROADS

그림 7. 안개 대응 시스템 타입(1, 2)

표 1. 차량 시뮬레이터 데이터

시스템	시정거리	설치 간격	실험 데이터	손실 데이터	분석가능 데이터
Type 1	30m	25m	31개	0개	31개
		30m	31개	0개	31개
	80m	25m	31개	0개	31개
		30m	31개	0개	31개
Type 2	30m	30m	31개	18개	13개
		25m	31개	15개	16개
	80m	30m	31개	23개	8개
		25m	31개	14개	17개

안개 대응 시스템(type 1)은 선행차량이 없으며 면발광의 황색 제한속도를 표출하며, 안개 대응 시스템(type 2)는 차량 검지시 점등하여 후미차량에게 전방차량의 존재를 인식할 수 있도록 하였다.

피험자는 평소 주행습관대로 운전하도록 하였으며 시스템 주행 후 주행데이터를 취득하였으며 모든 주행실험이 끝난 후 피험자들의 주관적 심리 상태를 알아보기 위하여 서면 면접 설문을 실시하였다.

주행데이터분석은 첫째, 실험구간에 대한 전체 주행속도그래프와 차간거리 그래프로 주행 패턴을 알아보고, 둘째, 운전자 경고등의 설치간격에 대한 운전자의 반응 속도 차이를 분석하고 시스템에 대한 전반적인 순응률을 살펴보고자 하였다. 이를 통해 운전자의 시인성 및 안전운전에 도움이 되는지 여부를 분석하였다.

안개 대응 시스템 (Type 1)에 대하여 총 31명의 피험자를 대상으로 주행실험을 한 결과 시정거리 별로 각각 31개의 속도데이터가 도출되었다.

안개 대응 시스템 (Type 2)에 대하여 총 31명의 피험자를 대상으로 주행 실험을 한 결과 시정거리 별로 분석 가능한 속도 데이터와 차간거리 데이터는 Type 1보다 적다. 그 이유는 선두차량을 추종하지 않은 경우와 선두 차량의 거동이 분

3)도로안전시설 설치 및 관리지침 통합편(국토해양부, 2008. 12)

석구간 중간에 들어오거나 나가는 에러가 발생했기 때문에 분석에서 제외시켰다.

4. 연구 결과

4.1 안개 대응 시스템별 운전자 주행 패턴

안개 대응 시스템 타입별 운전자의 주행패턴 결과, Type 1의 경우 각각의 안개 상황에서 피험자들의 주행패턴을 살펴 보았다. 시정거리 30 m, 제한속도 30 km/h인 짙은 안개 상황에서는 피험자들이 가속을 하기 시작하여 주행 후 시스템이 설치되어 있는 1,650 m지점 이후 약 10 km/h로 감속하는 것을 알수 있었다. 하지만 시정거리 80 m, 제한속도 50 km/h인 옅은 안개 상황에서는 시스템이 설치되어 있는 1,650 m지점 전과 후의 속도 차이가 거의 없는 것으로 나타났다.

Type 2의 경우 각각의 안개 상황에서 차간거리를 이용하여

그림 8. 안개 대응 시스템(Type1 : 시정거리 30 m)

그림 9. 안개 대응 시스템(Type1 : 시정거리 80 m)

그림 10. 안개 대응 시스템(Type2 : 시정거리 30 m)

그림 11. 안개 대응 시스템(Type2 : 시정거리 80 m)

피험자들의 주행패턴을 살펴보았을 때 시정거리 30 m, 제한속도 30 km/h인 짙은 안개상황과 시정거리 80 m, 제한속도 50 km/h인 옅은 안개 상황 모두 각 상황에서의 차간거리에 대한 주행패턴은 유사한 형태를 나타 내었다.

4.2 운전자 경고등 설치 간격

적정 운전자 경고등 간격 분석 결과, Type 1의 경우, 시정거리 30 m, 제한속도 30 km/h인 경우와 시정거리 80 m, 제한속도 50 km/h인 경우에 대하여 25 m, 30 m 간격으로 설치된 운전자 경고등의 구간 평균 속도 차이 여부에 대한 검정을 실시하였다. 검정방법은 두 표본 모두 정규성을 만족시키지 못하여 비모수 통계검정(Mann-Whitney U 검정)을 이용하였으며 가설은 (1)과 같다.

$$H_0: \mu_{25} = \mu_{30}, H_1: \mu_{25} \neq \mu_{30} \quad (1)$$

비모수 검정 결과 시정거리 30 m, 80 m인 경우 둘 다 유의확률 값이 0.000으로 유의수준, $\alpha=0.05$ 보다 작으므로 25 m, 30 m 설치간격의 평균주행속도가 같다는 귀무가설이 기각된다. 즉, 설치간격의 평균주행속도가 같지 않다고 판단된다. 하지만 비모수 검정결과만을 가지고 25 m, 30 m 중 어떤 설치간격이 주행시 안전하다고 판단하기에는 무리가 있다. 또한, 안개 지역을 통과하는 운전자는 낮은 주행속도 외에 안정적인 주행 패턴이 중요하기 때문에 설치간격에 따른 표본의 분산을 살펴보았다. 25 m설치간격의 속도분산은 4.41, 30 m 설치간격은 0.21로 30 m 설치간격의 분산이 더 작은 것으로 나타났다. 즉, 30 m 설치간격에서 운전자들이 좀더 안정적인 주행속도 패턴을 보였다고 판단되나 이는 주행에 있어서 피험자가 시스템에 적응한 결과일 수도 있음을 고려해야 한다.

Type 2의 경우, Type 1과 달리 차간거리를 기준으로 시스템에 대한 효과 평가를 실시하기 때문에 안개 발생시 운전자의 안전을 위한 최소 차간거리에 대한 기준이 필요하기 때문에 정지시거 공식을 이용하여 최소차간거리를 도출하였다. 주행 중 앞차가 정지할 때의 제동거리와 추종차량의 제동거리는 같다는 가정 하에, 차간거리는 안전거리에서 제동거리를 제외한 공주거리만을 고려하여 공주거리에서의 시간(t)는 인지반응시간인 2.5초를 적용시켜 차간거리를 계산하였다.

$$\text{최소 차간거리} = \text{주행속도}(km/h) \times 1/3.5 \times 2.5s \quad (2)$$

그림 12. 속도별 차간 거리(시정거리 30 m, 설치간격 25 m)

그림 13. 속도별 차간 거리(시정거리 30 m, 설치간격 30 m)

그림 14. 속도별 차간 거리(시정거리 80 m, 설치간격 25 m)

도출된 공식(2)을 이용하여 분석 가능한 데이터들을 대상으로 최소 차간거리에 부합하는 그룹과 그렇지 못한 그룹으로 구분하였다.

안개 대응 시스템(Type 2)의 시정거리에 따른 운전자 경고 등의 설치간격의 차이가 있는지 통계적으로 알아보기 위하여 최소차간거리를 유지한 데이터를 대상으로 비교·분석을 하였다. 검정방법으로는 독립표본 검정을 이용하였으며 검정에 앞서 표본의 정규성을 검정해본 결과 모두 만족하여 분석을 실시하였다. 독립표본 검정의 가설은 다음과 같다.

$$H_0: \mu_{25} = \mu_{30}, H_1: \mu_{25} \neq \mu_{30} \quad (3)$$

시정거리 30 m, 80 m인 경우 등분산 검정에서 유의확률이 0.73, 0.64로 유의수준, $\alpha=0.05$ 보다 크므로 두 표본의 분산이 같다는 가정이 성립되었다. 독립표본 검정결과 시정거리

그림 15. 속도별 차간 거리(시정거리 80 m, 설치간격 30 m)

30 m인 조건에서 유의확률이 0.23으로 유의수준, $\alpha=0.05$ 보다 크므로 설치간격에 따른 차이는 없는 것으로 판단된다. 즉, 짙은 안개 발생 상황에서 운전자가 주행 시 차간거리 유지하는데 있어 큰 차이가 없는 것으로 보인다.

시정거리 80 m인 조건에서는 독립표본 검정결과 유의확률이 0.03으로 유의수준, $\alpha=0.05$ 보다 작아 설치간격에 따른 차이는 있는 것으로 판단된다. 하지만, 시정거리 30 m의 경우와는 다른 결과가 나타났지만 분석 가능한 데이터의 수가 적은 관계로 분석 결과의 신뢰성은 부족하다.

4.3 운전자 순응도

안개 발생시 운전자는 해당 시스템에 적응하여 운전하였는지의 여부를 판단하기 위한 순응도를 분석하였다.

안개 대응 시스템의 순응도 분석 결과, Type 1의 경우 시뮬레이터 상의 안개 낀 도로에서의 주행 중 안개 대응 시스템을 경험한 후 초기 주행속도에 비하여 5 km/h이상 감속이 이루어진 것을 피험자를 기준으로 하여 시스템 속도 순응률을 도출하였다. 시정거리 30 m에서 피험자의 속도 순응률은 95%신뢰수준에서 오차한계 ± 0.16 으로 71%로 나타났으며, 시정거리 80m에서 피험자의 속도 순응률은 95%신뢰수준에서 오차한계 ± 0.18 로 45%로 나타났다.

안개 대응 시스템의 순응도 분석 결과, Type 2의 경우 안개 상황에서 피험자가 안개 대응 시스템 내에서 최소차간거리를 유지하는 피험자를 기준으로 순응률을 도출하였다. 시정거리 30 m에서 피험자들의 차간거리 순응률은 30 m 설치간격에서는 총 데이터 13개에 대하여 신뢰수준 95%, 오차한계 ± 0.25 에서 69%의 순응률을 따르고, 25 m 설치간격에서는 총 데이터 16개에 대하여 신뢰수준 95%, 오차한계 ± 0.24 에서 56%의 순응률을 따른다고 나타났다. 시정거리 80m에서 피험자들의 순응률은 30 m 설치간격에서 총 8개의 데이터의 신뢰수준 95%, 오차한계 ± 0.34 에서 50%의 순응률을 따른다. 또한 25 m 설치간격에서 총 8개의 데이터의 신뢰수준 95%, 오차한계 ± 0.21 에서 71%의 순응률을 따른다.

Type 1과 Type 2의 시스템 순응률을 비교해 보면, 제한 속도를 제시해 주는 Type 1에 비하여 차간거리를 제시해 주는 Type 2의 순응률이 높게 나타났음을 알 수 있다. 이는 안개 구간을 주행하는 운전자에게 노측의 제한속도 표출보다는 차간 거리를 안내해 주는 것이 더 효과적이라는 결과이다.

4.4 피험자(운전자) 서면 면접 설문

차량 시뮬레이터 주행 실험을 마친 피험자(운전자)를 대상으로 성별, 연령, 시력, 운전경력 등 기초적인 항목과 안개 시설에 대한 평소 주행 습관에 근거한 항목, 속도안개 경고 시스템에 대한 항목으로 분류하여 면접 설문을 실시하였다.

기초 항목 중 피험자(운전자)의 교정시력은 1.0 이상, 운전 경력은 평균 5년, 운전 빈도는 평균 주 2~3회이며, 남녀 구성비는 7:3, 연령은 20대 52%, 30대 16%, 40대 이상 32%로 구성되었다.

안개가 발생한 도로에서 피험자(운전자)의 약 94%는 위험을 느끼고 있으며, 도로 주행시 가장 중요한 요소는 전방확인, 차간거리 조절의 순으로 응답하였다.

안개 발생 도로 주행시 운전자는 선행차량의 후미등(Tail Lamp)을 주로 주시⁴⁾(58%)하면서 주행하며 도로 선행(26%), 시선유도표지(16%) 순으로 응답하였다. 또한 80%이상의 응답자들은 안개 구간에서 시선유도시설의 시인성이 좋지 않거나 보통이라고 답하였고, 앞차의 후미등을 기준으로 운전한다는 응답자에 대해서는 만약 앞차가 없을 경우 어떤 것을 기준으로 주행하는지에 대한 질문에 67%의 응답자들이 시선유도 표지라고 응답하였다.

질은 안개가 낀 도로에서 주변상황이나 전방 주행차량의 위치를 알려주는 시설이 있다면 운전자의 93.6%가 도움이 될 것이라고 응답하였고 차량 시뮬레이터 실험 후 실제로 도움이 되었는가에 대한 질문에는 피험자(운전자)의 약 61%가

그림 16. 설문 : 안개 발생 도로에서의 위험 여부

그림 17. 설문 : 안개 발생 도로에서의 중요한 요소

4)주시(注視): 어떤 목표물에 주의를 집중하여 봄

그림 18. 설문 : 안개 구간 주행시 전방 주시물(注視物)

그림 19. 설문 : 앞 차량과의 간격 조절 여부

그림 20. 설문 : 안전 운전 도움 여부

앞 차량과의 간격 조절이 가능하였고, 68%가 안전 운전에 도움이 된다고 응답하였다.

5. 결 론

본 연구에서는 안개시 운전자의 주행속도 및 차간거리를 유지하여 안전주행을 유도하기 위한 안개 대응 시스템에 대한 효과 평가를 실시하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 효과 평가 척도로는 차량 시뮬레이터를 이용하여 운전자 경고등 타입 및 설치 간격과 시정거리(안개 농도)별 운전자 주행속도 분포를 측정, 통계적 검증 절차를 거쳐 정량적 유의성을 검증하여 적정 시설물 설치 간격 및 운전자 순응도를 측정하였다. 또한 차량 시뮬레이터 실험 주행 후 피험자(운전자)의 면접설문을 실시하여 정성적 평가를 실시하였다.
- 2) 운전자 경고등 설치간격에 따른 주행속도와 차간거리의 차이는 거의 없었으며, 두가지 타입 모두 50%가 넘는

순응률을 나타내어 안개 대응 시스템이 안개 상황에서 운전자에게 도움이 되는 것으로 판단된다.

- 3) 피험자(운전자) 정성적 서면설문 결과, 짙은 안개가 낀 도로에서 주변상황이나 개별차량의 위치를 알려주는 시설이 있다면 운전자의 93.6%가 도움이 될 것이라고 응답하였고 차량 시뮬레이터 실험 후 안개 대응 시스템 도움 여부에 대한 질문에는 피험자(운전자)의 약 61%가 앞 차량과의 간격 조절이 가능하였고, 68%가 안전 운전에 도움이 된다고 응답하였다.
- 4) 본 논문은 가상환경에서의 실험이므로 실제 도로 현장의 조건들을 모두 만족시킬 수는 없었으나, 안개로 인하여 운전자 시거가 제약되는 구간에서의 주행 특성, 운전자의 심리적 특성들에 대하여 알아볼 수 있었다.
- 5) 추후 연구에서는 운전자 경고등의 다양한 설치 간격 및 피험자의 수를 늘려 결과에 대한 신뢰성을 보완할 필요성이 있으며, 운전자의 생체특성(안구 피로도, 뇌파, 근전도 등)을 고려한 다각적인 분석을 기초로, 현재 운용 중인 도로에서 안개 대응 시스템 설치 효과를 검증할 필요성이 있다.

참고문헌

- 국토해양부 (2010) 안전지향형 교통환경개선 기술개발사업(최종보고서).
- Lee, Suk-ki et al. (2009) The Development of Fog Detect & Warning(FDWS), EASTS.
- Alexander, G.J. and H. Lunenfeld (1986) Driver Expectancy in Highway Design and Traffic Operation, Federal Highway Administration, Report No, FHWA-TO-86-1, Springfield, Virginia.
- Myra Blanco and Jonathan M. Hankey (2005) Visual Performance During Nighttime Driving in Fog, FHWA-HRT-04-137.
- Gudmundur F. Ulfarsson (2005) The effect of variable message and speed limit signs on mean speeds and speed deviations, Int. J. Vehicle Information and Communication Systems, Vol. 1.

◎ 논문접수일 : 2012년 01월 09일

◎ 심사의뢰일 : 2012년 01월 13일

◎ 심사완료일 : 2012년 02월 17일