

지방부 간선도로에서 안개영향에 따른 도로의 안전성제고에 관한 연구

A Study on Safty Improvement of Highway Design in A High Frequency Fogging Area

이호영* · 최재성**

Lee, Ho Young · Choi, Jai Sung

1. 서 론

도로는 국내여객 화물 수송량의 90% 이상을 분담하는 국가교통망의 중추로 국민의 생활수준 향상에 따른 자동차 증가와 함께 도로의 연장도 증가되어 2005년 현재 포장도로연장이 고속국도 2,923km, 국도 14,246km, 지방도 83,109km 등 총 76,346km이며 이에 따라 교통사고도 증가하고 있는 실정이다.

교통사고의 요인으로는 크게 인적요인, 차량적요인, 도로환경적 요인을 들 수 있으며 그 중에서 도로환경적요인에 해당하는 도로기상여건은 사고의 심각도에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 연기 혹은 먼지등과 같은 불량한 기상상태로 인해 시정이 감소됨에 따라 운전자는 노면표시, 표지판 등과 다른 차량들을 볼 수 있는 능력과 도로와 교통상태변화에 정확하게 반응할 수 있는 능력이 저하된다. 이처럼 시정의 가장 심각한 제약중의 하나가 안개이다. 실제로 전체의 교통사고 발생건수는 맑은 날이 가장 많고 안개시보다 비가올 때 발생에 많으나 사고100건당 사망자수인 치사율은 안개낀 날이(14.3명/100건) 가장 높게 나타났다.

그러나 우리나라는 안개에 대비한 시거확보시설이 부족하고 안내표지 및 정보제공시스템이 미흡하며 도로관리자의 경험을 근거로 시설물을 설치하고 설계시부터 검토되고 적용하지 못하여 안개로 인한 치명적인 사고가 지속적으로 나타나고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 신설되는 도로에 대해 안개에 의한 위험정도를 예측하여 위험구간을 도출하여 주행안전성을 높이는 방안을 모색하는데 목적이 있다.

2. 안개발생시 교통사고 특성

도로교통안전관리공단 자료에 의하면 기상상태별로 표 1에서와 같이 맑은 날에 전체사고의 82.5%인 182,021건이 발생하여 대부분을 차지하였으며, 다음으로 비 9.7%, 흐림 6.4%, 눈 1.1%, 안개시 0.3%의 순으로 나타났다. 사망자 역시 맑은 날에 78.4%로 가장 많고, 비, 흐림 등의 순으로 나타났으며, 부상자의 경우는 맑음, 비, 흐림, 눈, 안개 낀 날의 순으로 나타났다.

발생건수와 사망자 구성비를 비교해 보면 표 1에서 보는 바와 같이 맑은 날과 눈오는 날을 제외하면 발생건수에 비해 사망자의 구성비가 높은 것으로 나타났다. 또한 안개낀 날은 사고발생건수에 비해 사망자가 상대적으로 가장 많아 치사율이 14.3로 다른 기상상태에 비해 월등하게 높고, 다음으로 흐림 5.0, 비오는 날 3.5, 맑은 날 3.5, 눈오는 날 2.3의 순으로, 또한 눈오는 날을 제외한 이상 기후시에는 맑은 날에 비해 이상기후시의 치사율이 모두 높은 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 이상 기후시에는 맑은 날보다 시계 및 노면상태가 불량하기 때문에 보행자 사고나, 과속시와 급정지시의 추돌사고, 도로의 이탈 등과 같은 사고로 인하여 치사율이 높아지고, 특히 안개시에는 사고발생시 연쇄충돌과 같은 대형사고화 가능성이 높아 피해자가 많아지는 것으로 판단된다.

* 정회원, 서영엔지니어링 도로설계실, 도로 및 공항기술사, 02-589-4162(E-mail : hylee@seoyeong.co.kr)

** 정회원, 서울시립대학교 교통공학과 정교수, 02-2210-2522((E-mail : traffic@uos.ac.kr)

표 1. 기상상태별 · 주야별 교통사고

기상 상태	구분 (건)	발생건수		사망자			부상자		
		구성비	야(%)	(건)	구성비	야(%)	(건)	구성비	야(%)
계	220,755	100	40.4	6,563	100	49.3	346,987	100	1.57
맑음	182,021	82.5	38.9	5,145	78.4	48.2	282,324	81.4	1.55
흐림	14,133	6.4	43.9	594	9.1	51.7	22,588	6.5	1.60
비	21,463	9.7	48.2	705	10.7	51.9	36,328	10.5	1.69
안개	606	0.3	52.0	61	0.9	73.8	1,207	0.3	1.99
눈	2,532	1.1	59.8	58	0.9	60.3	4,540	1.3	1.79

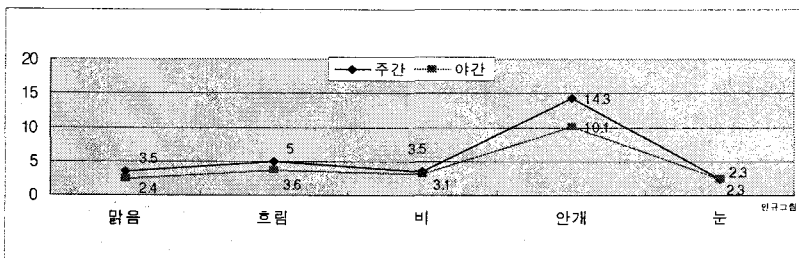


그림 1. 기상상태별 · 주야별 치사율

기상상태별 · 주야별 발생건수는 표 1에서와 같이 오는 날과 안개진 날의 야간 사고 비율이 59.8%, 52.0%로 주간보다 높은 반면, 맑은 날은 38.9%로 가장 낮게 나타났다. 사망자는 안개진 날의 야간비율이 73.8%, 오는 날 60.3%, 비오는 날 51.9%, 흐린 날 51.7%, 맑은 날 48.2%의 순으로, 발생건수에 비해 사망자는 야간이 상대적으로 많은 것으로 나타났다. 특히 안개진 날의 야간치사율이 14.3으로 가장 높게 나타났다.

은 날 48.2%의 순으로, 발생건수에 비해 사망자는 야간이 상대적으로 많은 것으로 나타났다. 특히 안개진 날의 야간치사율이 14.3으로 가장 높게 나타났다.

3. 안개발생에 따른 주행안전성 분석

3.1 분석대상 설계현황

안개영향에 대한 주행안전성 분석을 한림~생림간 도로를 통해서 분석·검토하였다.

(1) 분석대상 개요

- 과업명 : 국가지원지방도 60호선(한림~생림)건설공사 실시설계
- 위치 : - 시점 : 경상남도 창원시 대산면 북부리
- 종점 : 경상남도 창원시 생림면 사촌리
- 연장 : 14.3km
- 차로수 : 4차로 (B=20.0mm)
- 주요구조물 : 교량 13개소/1,315m,
터널 3개소/2,498m
- 교차로 : 평면 5개소(유동, 가동,
한림, 생림, 사촌)

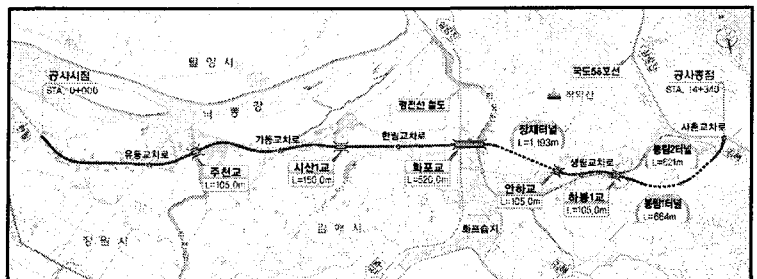


그림 2. 한림~생림 위치도

(2) 분석대상 선정사유

이지역은 낙동강 및 화포습지가 인접해 있고 농경지가 주변에 산재해 있음에 따라 안개의 영향이 클 것으로 예상되며, 봄과 여름철에는 주변의 지형특성상 증발량이 높을것으로 판단되고, 전반적으로 습도가 높아 복사무와 증발무의 발생확률이 높을 것으로 예측됨.



3.2 분석대상구간의 안개발생 특성 조사

(1) 안개발생 일수 및 습도

- 4월부터 안개발생일이 증가하여 7월에 안개발생일수가 최대가 되는 것으로 나타나며, 8월부터는 안개 발생일수가 급격히 감소하고, 하절기에 비하여 동절기에는 안개발생이 전반적으로 감소하는 것으로 분석됨.
- 습도는 여름철에 강수량이 집중되고 증발산량이 증가됨에 따른 영향으로 대기가 고온다습하여 하절기에 상대적으로 높은 습도 분포를 나타냄
- 하루 중 안개발생시간은 새벽 및 오전시간대에 거의 집중되어 있음에 따라, 낮 시간대에는 안개의 빈도가 낮은 것으로 분석됨.
- 과업구간 지역의 안개발생일수는 연평균 17.3일, 연평균 강수량은 1,255.9mm, 연중 평균 풍속 1.9m/sec, 연간 최빈 풍향은 북서풍(NW) 계열로 분석됨에 따라 낙동강 수면복사에 의한 복사무의 발생, 장마철 우기안개 등에 따른 안개 발생 요인이 가장 큰 것으로 예상됨.

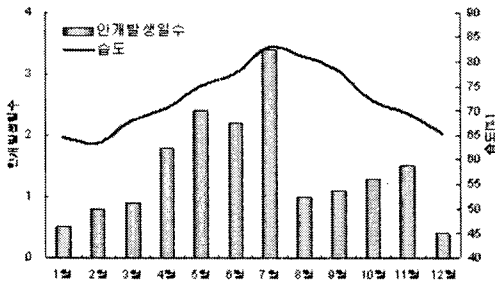


그림 3. 월별 안개 발생일수 및 습도

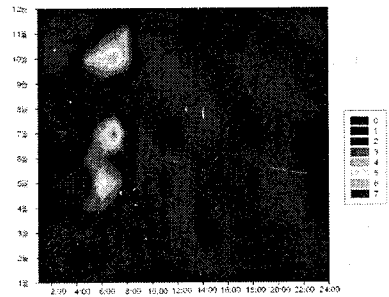


그림 4. 월별 시간별 안개발생 빈도

(2) 시간대별 안개발생 빈도 및 시정거리

안개발생 빈도는 오전 5시부터 9시 사이가 가장 빈도가 높은 것으로 분석되고, 이외의 시간에는 안개 발생 빈도가 낮게 나타나며, 안개발생시 최소시정거리는 오전 3시부터 8시 사이에 가장 낮은 것으로 나타남.

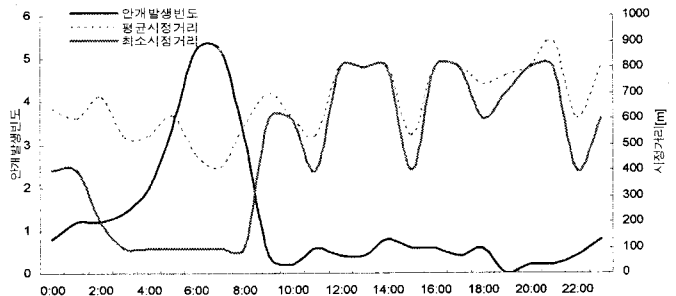


그림 5. 시간대별 안개발생빈도 및 시정거리

(3) 월별안개발생시간 및 강도

5월과 10월에 강도가 높은 안개가 가장 자주 발생하는 것으로 나타났으며 4월부터 11월까지 안개 강도가 높은 안개가 발생할 수 있어 안개발생시 시정거리가 짧아짐에 따라 특히 주의해야 하는 기간으로 판단되며, 동절기에는 하절기에 비하여 안개발생시 안개의 강도가 대체로 낮은 것으로 예상됨.

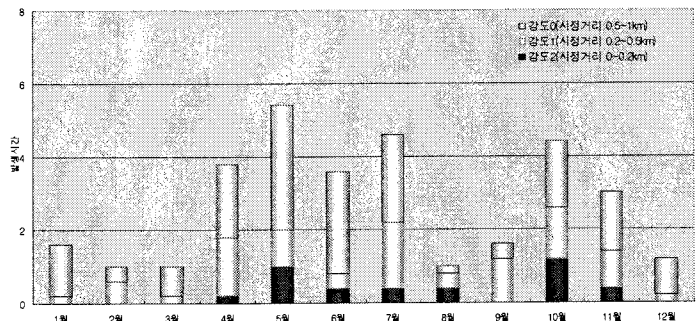
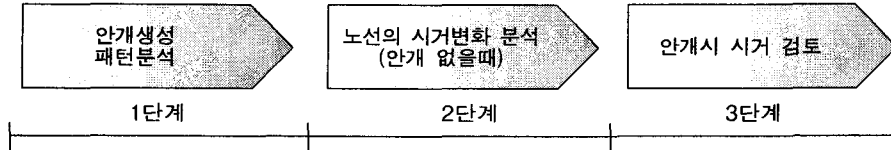


그림 6. 월별 안개발생시간 및 강도

3.4 주행안전성 분석

주행안전성분석은 첫째 대상노선의 월별 안개생성 패턴을 분석하고, 둘째 안개가 없을 때 노선의 시거변화를 분석하고, 셋째 안개시 시정감소를 반영한 시거를 산출하고 이 시거를 설계 기준치인 정지시거와 비교하여 적절한 안전대책을 수립하는 과정이다.

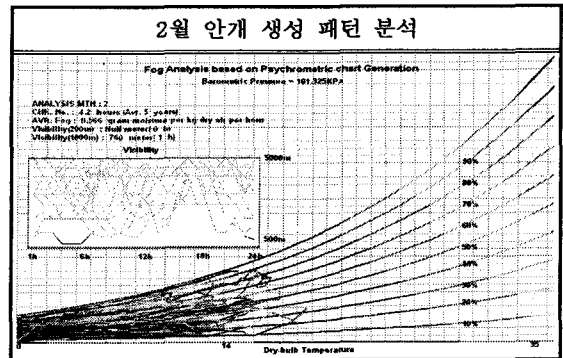
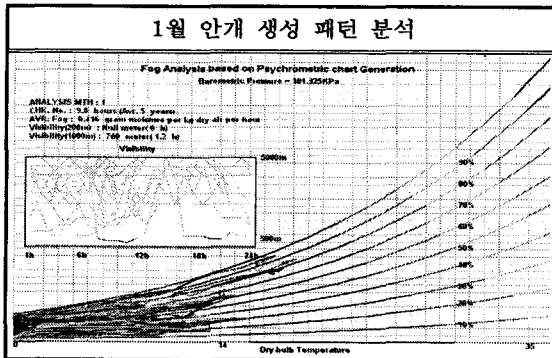


(1) 분석시 적용기술

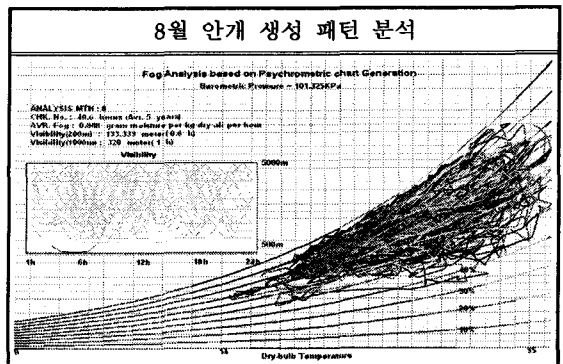
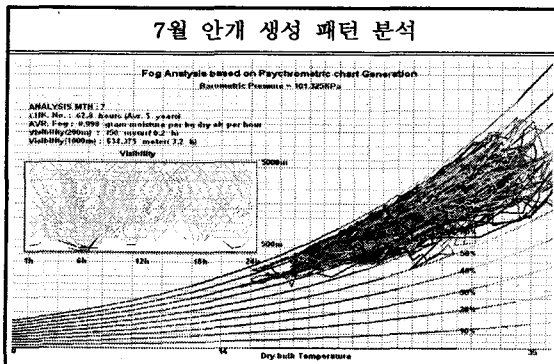
분석시 프로그램 "Fog Analysis based on psychrometric chart Generation"을 이용하여 기존의 안개 발생경향을 기상자료를 통해 분석하고, 주변지형과 환경을 고려한 안개형성 확률을 예측하였으며 각 구간별 3차원 모델링을 통해 안개영향 시뮬레이션을 실시하고 분석결과를 정량화하였다.

(2) 월별 안개 생성 패턴 분석

1, 2월은 안개농도가 0.42~0.57g/kg dry air이고, 시거 1,000m에 대한 구간의 안개시 평균시거는 각각 700m, 760m로 분석되고, 안개형성시간이 1월에 1시간, 2월에 1.2시간정도로 안개발생률이 낮아 안개형성에 따른 주행위험이 감소할 것으로 예상됨

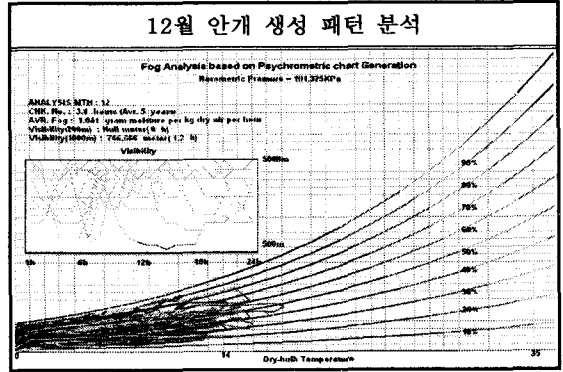
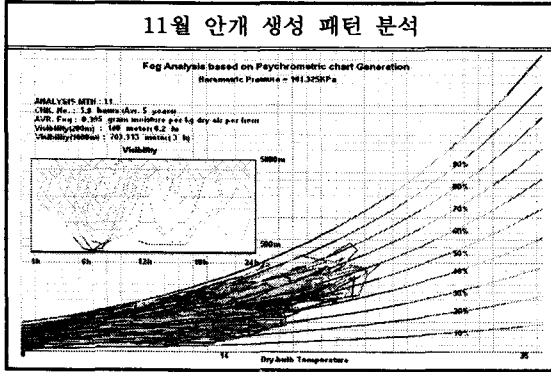


7, 8월은 낙동강 및 주변 습지의 증발산량의 증가가 연중 최대로 높아지고, 안개농도가 0.89~0.99g/kg dry air로 상당히 증가하고, 시거 1,000m에 대한 구간의 안개시 평균시거는 각각 634m, 320m이며 7월에 3.2시간, 8월에 1시간 정도의 발생이 예상되며 우기안개에 의한 안개영향이 높을 것으로 예상됨





11, 12월은 수온이 대기온도보다 높아지기 시작하여 일출이전에 온도차에 의한 증발무의 발생이 예상되고, 안개농도가 약 0.39g/kg dry air로 상당히 감소하여, 시거 1,000m에 대한 구간의 안개시 평균시거는 각각 703m, 766m이며 11월에 3시간 정도의 발생이 예상되며, 밤안개의 형성에 따른 영향이 높을 것으로 예상됨



(3) 안개시 시거변화 분석 결과

앞장에서 분석한 안개생성 패턴 결과에 따르면 시거 1,000m에 대한 구간의 안개시 월별 평균시거의 평균값은 650m로 분석되었다.

월별 안개시 평균시거를 분석하면 이는 안개 발생시 시거가 계절에 따라 최대 68%, 최소 17%, 평균 35% 감소함을 보여준다.

표 2. 월별 안개시 평균시거

월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	계	평균
안개시시거 (m)	700	760	825	646	620	747	634	320	600	478	703	766	7799	650

3.5 구간별 시거변화 및 주행안전성 분석

(1) 구간별 시거변화

본 검도노선에 대한 구간별 시거변화를 분석하였으며 이는 안개가 없을때 시거이다. 계산된 시거는 최소 120m에서 최대 1900m로 분석되었다.

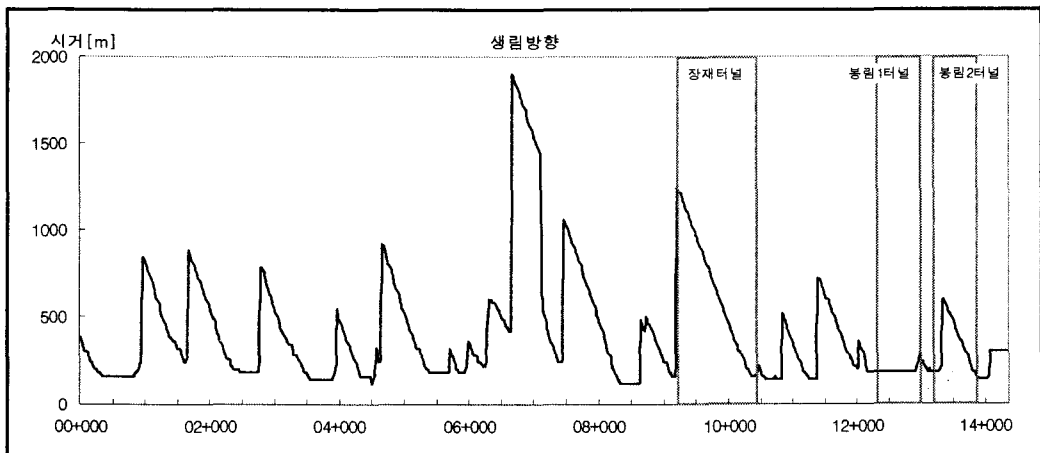


그림 7. 생림방향 시거변화 분석도

(2) 시정감소율을 고려한 주행안전성 분석

안개시 평균 시정감소율 35%를 적용하고 기준치인 정지시거(110m)와 비교한 결과 STA 4+000, STA 8+100, STA 10+200 전후구간 등에서 안개시 시거가 부족한 것으로 예측되었다.

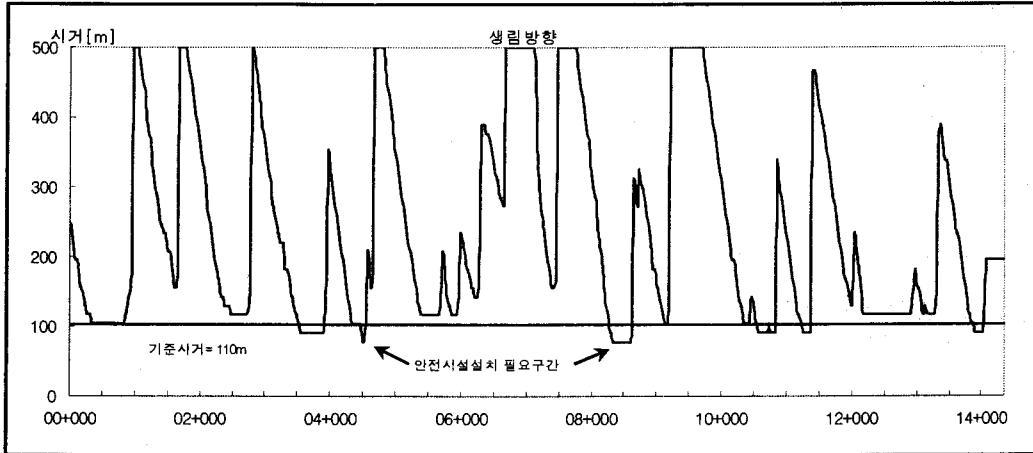


그림 8. 생림방향 시거변화 분석도(평균 시정감소율 적용)

(3) 본 대상노선의 안전시설물 설치 계획

시정감소율을 고려한 주행안전성 분석을 한 결과 낙동강에 인접한 STA.3+500~4+760구간 및 화포습지 인근의 STA.8+260~8+820구간에 안개에 대비한 안개감지기 설치 및 가드레일 유도조명설치 등 안전시설물을 설치해야 함을 알 수 있다.

4. 결론

안개는 도로상에서 운전자의 시정을 감소시키는 가장 위험한 요인중 하나로 사고 발생 빈도수는 작지만 사고시 치사율 피해정도가 매우 크기 때문에 집중적인 안전관리가 요구된다.

현재 안개에 대비한 안전시설물 설치에 대해 체계적인 설계기법이 없는 실정이다.

본 연구에서는 안개시 시정감소율을 도출하여 이를 대상노선의 시거변화 분석도에 대입 기준시거와 비교 검토를 통해 위험지역을 선정하였다.

이와 같은 안개에 대비한 설계단계 도출은 안개시 주행안전성 증진에 도움 될 것으로 판단된다.

향후 연구에서는 안개시 시정감소율 산출단계에서 인지능력 저하에 대한 계량화시 주변지형, 차로상태, 운전자의 상태 등 제반여건을 면밀히 검토 반영 할 필요가 있다.

참고문헌

1. 조혜진, 안개다발지역의 안전관리시스템 개발 연구 보고서, 2003
2. 오세욱, 안개다발지역 도로의 안전성 제고에 관한 연구, 2005
3. 건설교통부, 도로안전시설 설치 및 관리지침, 2005
4. 장덕형 외 2인, 안개 잦은 도로구간의 안전제고에 관한 연구, 도로 및 공항 기술사회, 2005
5. 한국도로공사, "안개대책방안", 내부자료, 2003.
6. 도로교통안전관리공단, 통계자료, 2006