

기술세미나 발표

# 악천후 대응 능동형 속도관리시스템 개발

2018. 06. 05

# CONTENTS

## 01

### 연구개요

1. 연구 배경 및 필요성
2. 연구 목적

## 02

### 연구개발 내용

1. 능동형 속도관리시스템
2. 시인성 향상 표출부 개발
3. 통합 기상검지기 개발

## 03

### 효과평가 및 기대성과

1. VSL 판독거리 현장주행실험
2. 안개상황 모의환경 실험
3. 기대효과
4. 성과활용 방안

# 연구 개요

1. 연구 배경 및 필요성
  2. 연구 목표
-

## 1. 연구 배경 및 필요성

# "반복"되는 악천후관련 교통사고

### 변화 요인

☑ 기후 변화로 인한 **악천후 발생빈도**  
지속적으로 증가 예상

☑ **고령** 운전자의 증가



**반복되는 고질적 대형사고로 인한  
사회·경제적 피해 비용 증가**

### 영종대교 106중 추돌사고

원인: 짙은 안개

- 발생 일시: 2015 02. 11.
- 도로관리자 대책 미흡으로  
법적 처벌 논의



[사진출처: 연합뉴스]

### 서해대교 29중 추돌사고

원인: 짙은 안개

- 발생 일시: 2006. 10. 03.
- 교통사고 비용 40억  
(금융감독원 제시)



[사진출처: 연합뉴스]

### 정읍휴게소 22중 추돌사고

원인: 폭설

- 발생 일시: 2016. 1. 19.
- 도로차단 의사결정 지연에  
의한 운전자 고립



[사진출처: 연합뉴스]

## 1. 연구 배경 및 필요성

# "수동적" 기후변화 대응

### 정부 대책

- ☑ 영종대교 106중 추돌사고 책임을 물어 도로관리자 **법적 처벌 논의**
- ☑ **국회의원 대표발의**(2015. 08. 27.)  
: (안개상습지역)가변형 속도제한표지 의무화
- ☑ **경찰청**(2016. 02. 01.)  
: 가변형 속도제한표지 영종대교 시범운영
- ☑ **정부**(2015. 03. 01.)  
: 안개상습구간 도로교통안전 종합대책  
→ 시정계 확대

인천 영종대교 추돌 사고 현장, 경고 표지판 하나 없어

뉴스일자: 2015년02월12일 09시57분



사진=SBS 방송화면 캡처

되풀이된 인재...영종대교 vs. 서해대교 추돌사고 비교



## 1. 연구 배경 및 필요성

# “법률”과 “정책” 함께하는 기술실용화



### 도로교통법 시행규칙 제19조



- ❖ 자동차의 속도
  - 비, 안개, 눈 등으로 인한 악천후 시에는 감속운행 하여야 한다.  
☞ 운전자의 감속 의무를 규정
  - “운전자가 기상상황에 맞춰 속도를 줄인다?”
  - 모호한 법률 규정 ☞ 현실화 못하고 표류

“

국가가 기상 상황에 따른 안전한  
통행 속도를 표출하여야 한다. 개정 必

”

주행 속도 감속 및 속도 편차 최소화를  
통한 교통 사고 감소 기여



### 도로법 제3조(국가 등의 책무)



#### 제 5 항

- 안전하고 편리한 도로 이용을 위한 도로교통 정보체계 구축
- 대형추돌사고 발생 시 범부처 교통안전 종합대책 마련  
☞ 여전히 반복되는 대형사고 발생

“백화점 식 안전 대책으로는 근본적 참사 예방 한계”

“

문제를 정확하게 진단하고  
실효성 있는 대책 마련 必

”

운전자의 신뢰를 얻는 대책  
→ 운전자 안전속도 준수율을 높여 교통사고 감소

## 1. 연구 배경 및 필요성

# 악천후 도로안전 선도기술 육성

공익을 위한  
악천후 대응 능동형  
안전 기술 선진화

“

목적에 부합하는 성능 기준 수립을  
통한 기상검지기 제작 및 비용 절감 必

”

첨단 센서기술 및 시스템 요구 성능 정의  
→ **저가소형화**로 제품 경쟁력 강화



- ❖ 국외 기상검지기에 의존하는 산업 구조 탈피
- ❖ 선진국 수준의 능동형 속도 관리 시스템 개발

## 1. 연구 배경 및 필요성

# 선진국의 성공적 운영 사례

### 성공 사례 : 미국, 유럽 등 선진국

- 기상과 도로교통 조건을 고려한 가변형 속도 제한 표지 성공적 운영
- 국가별 가변 속도 운영 방식의 차이점 존재



독일(LED)



미국(재귀 + LED)



네덜란드(혼합식)



스위스(CMS)



New South Wales – M4(LED)



South Australia(LED)



Victoria(LED)



프랑스(LED)



Queensland(LED)



## 2. 연구 목표

## 능동형 속도관리시스템 개발

악천후 대응  
능동형 속도관리시스템



## 통합 기상 검지기개발

- 기상조건 별 검지기를 통합
- 도로교통 안전 목적의 요구 성능 재정립으로 소형 경량화



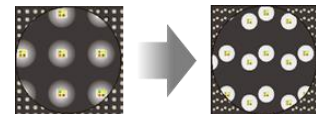
## 운영 전략 및 알고리즘 개발

- 도로교통 안전 정보 제공용 기상정보 요구 성능 정의
- 기상 및 도로상황 맞춤식 가변 제한속도 산정 알고리즘 개발
- 교통류 안정성을 위한 단계적 속도 표출 알고리즘 개발



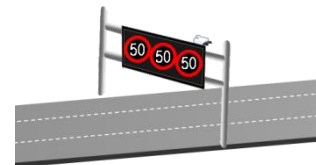
## 시인성 향상 표출부 개발

- 기존 기술 대비 표출부 휘도 5배 증가
- 불필요한 각도의 빛 방사 제한 기술개발
- 태양 빛 반사 저감 기술 개발로 표출 선명도 개선



## 능동형 속도관리 시스템 개발

- 시스템의 소형·경량화로 기존 지주 사용
- 도로 지점이 아닌 구간을 모니터링하고 센터와 연계 가능
- 기상조건별 안전 정보제공 및 도로 기상자료의 이용자 공유



권장 안전속도 능동적 표출을 통한 **도로교통사고 예방**

## 2. 연구 목표

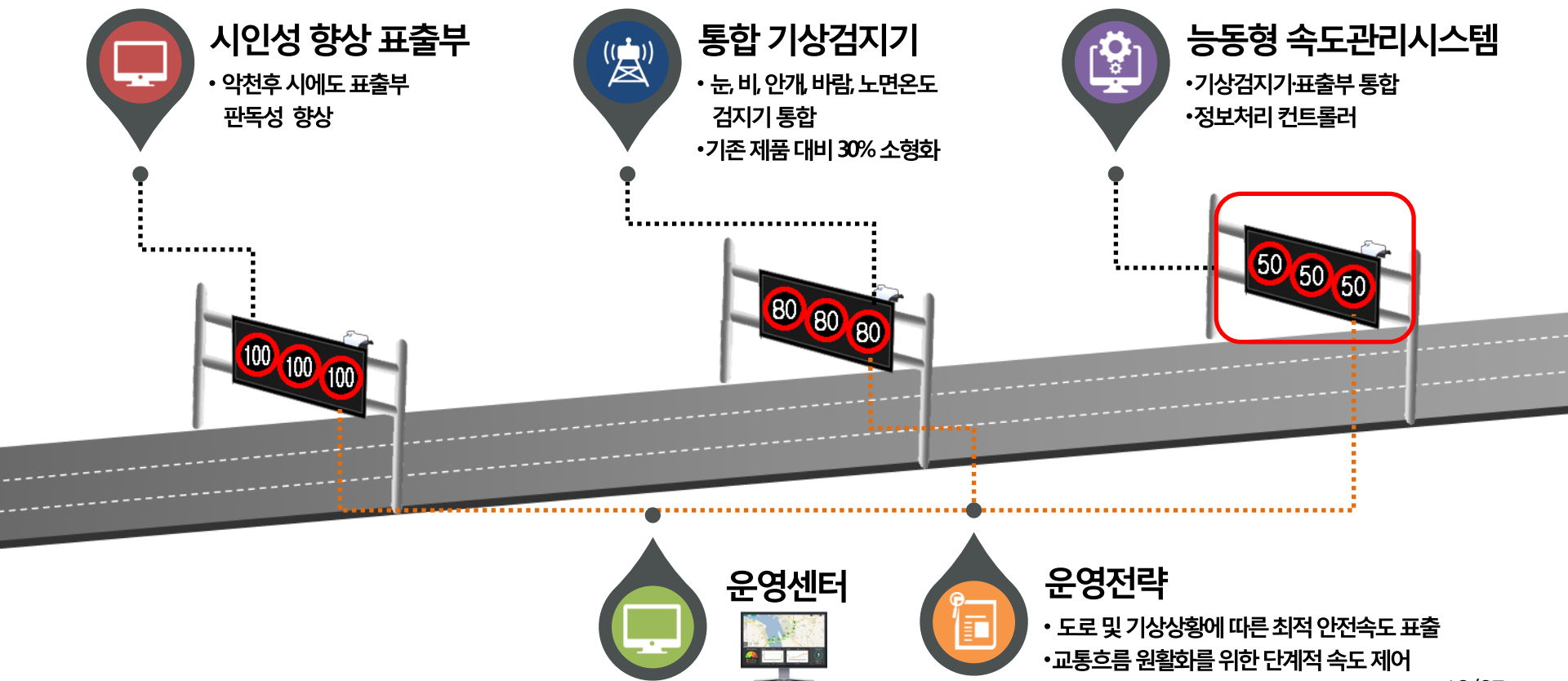
## 연구개발 내용

1. 능동형 속도관리시스템
  2. 시인성 향상 표출부 개발
  3. 통합 기상검지기 개발
-

## 1. 능동형 속도관리시스템

### ❖ 시스템 구성

- 시인성 제공 향상 표출부
- 통합기상검지기
- 운영센터(운영전략, 단계적 속도 제어 등)



## 2. 시인성 향상 표출부 개발

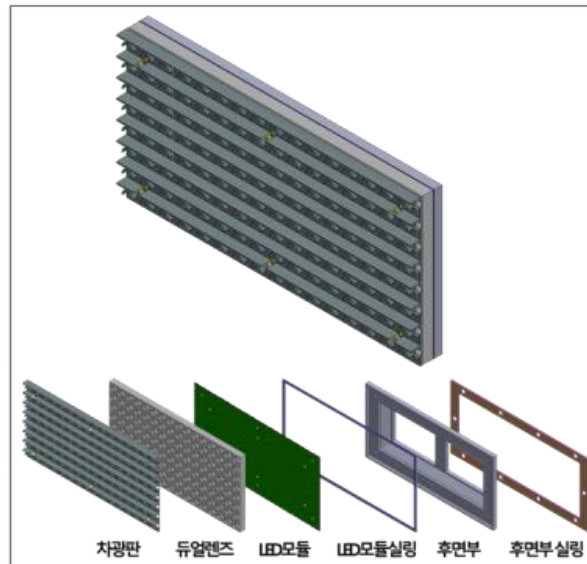
### ❖ 악천후 대응 시인성 향상 표출부

- Dual Lens : 평상시 표출 Lens, 악천후시 표출 Lens로 구성
- 차광판 : 태양빛에 의한 광해 예방, 1차 차광판+렌즈 차광판 이중 구조
- LED모듈 : 평상시와 악천후 상황에 따른 LED 표출 전환
- VCU : 통합기상검지기 연계 및 표출데이터 처리(CPLD 회로 구성)



악천후 대응  
시인성 향상 표출부

듀얼렌즈 표출모듈



VCU



전원장치(SMPS)



합체

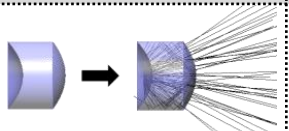
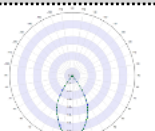
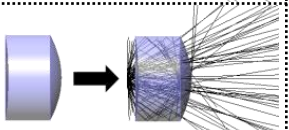
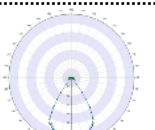


## 2. 시인성 향상 표출부

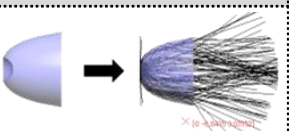
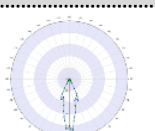
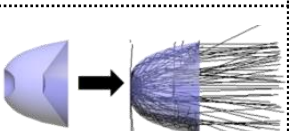
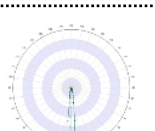
### ❖ Dual 렌즈 설계

#### ▣ 렌즈 모델링

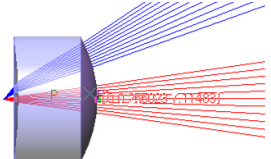
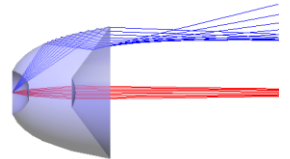
##### • 평상시 렌즈

구분	모델링	배광곡선	비고
초기 모델링			<ul style="list-style-type: none"> <li>구면렌즈</li> <li>배광 각도 : <math>\pm 27^\circ</math></li> </ul>
최종 모델링			<ul style="list-style-type: none"> <li>비구면 최적화</li> <li>배광 각도 : <math>\pm 32.5^\circ</math></li> </ul>

##### • 악천후 렌즈

구분	모델링	배광곡선	비고
초기 모델링			<ul style="list-style-type: none"> <li>전반사 렌즈</li> <li>배광 각도 : <math>\pm 13^\circ</math></li> </ul>
최종 모델링			<ul style="list-style-type: none"> <li>전반사 면의 변수 재설정</li> <li>배광 각도 : <math>\pm 7^\circ</math></li> </ul>

#### ▣ 최종 렌즈 설계 결과

구분	평상시 렌즈	악천후 렌즈
모델링		
형상	일반 볼록렌즈 형상	전반사 형상
효율	86%	90%
배광	$65^\circ$	$14^\circ$

#### ▣ 공인시험기관 휘도측정(도로교통공단)

구분	한국도로공사	본 연구개발 기술	
	기존 모듈	평상시 렌즈	악천후 렌즈
적색	3,000 cd/m <sup>2</sup>	5,678 cd/m <sup>2</sup>	21,019 cd/m <sup>2</sup>
백색	8,000 cd/m <sup>2</sup>	17,501 cd/m <sup>2</sup>	64,334 cd/m <sup>2</sup>

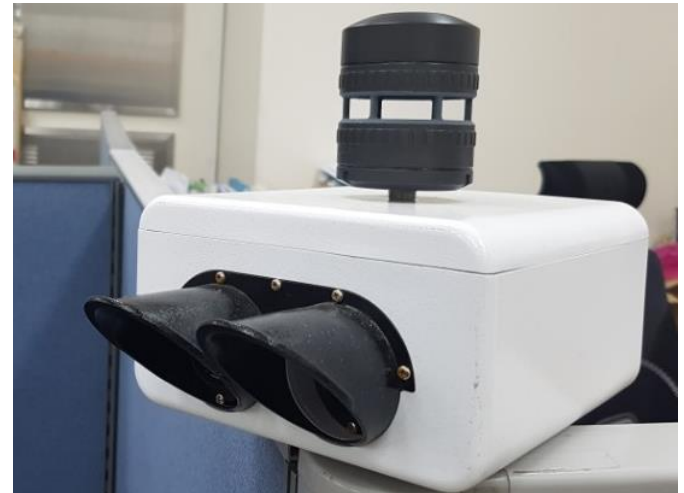
**8배 향상**

Dual 렌즈 평상시:  $\pm 32.5^\circ$ , 악천후:  $\pm 7^\circ$  설계  
한국 도로공사 VMS 표준모듈 대비 8배 휘도 향상

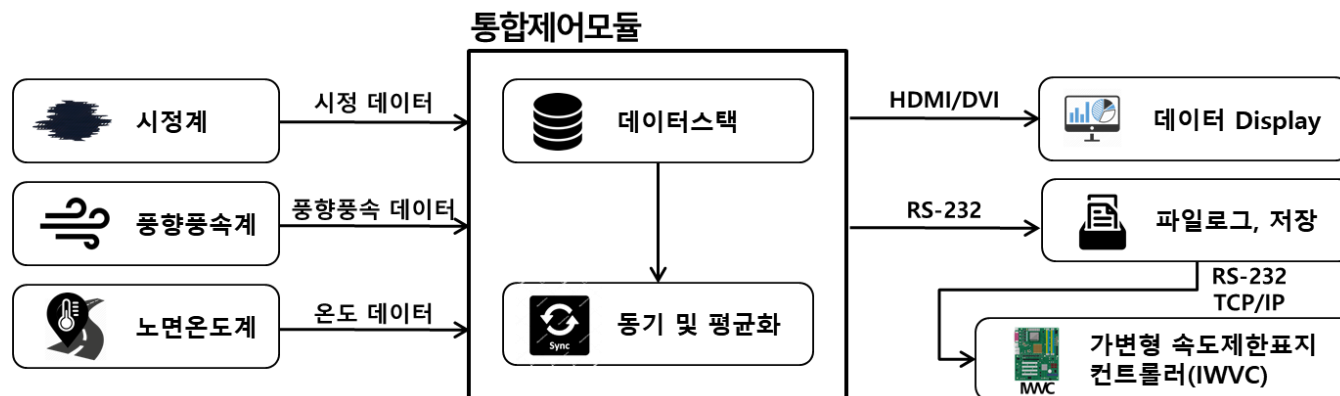
### 3. 통합기상검지기 개발

#### ❖ 통합기상검지기 개요

- 도로교통 안전에 필요한 기상정보 수집
- 현천표출 종류 : WMO Codes Table(12종)
  - 맑음, 연무, 박무, 안개, 비, 눈 등
- 풍향풍속 및 노면온도 등을 측정하여 가변속도 운영에 필요한 기상정보 제공
  - 시정, 강우, 강설, 풍향풍속, 노면결빙



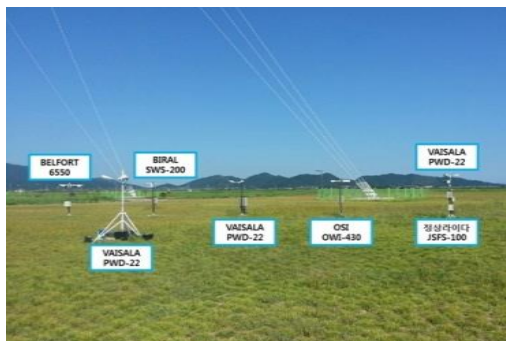
#### ❖ 통합기상검지기 구성도



### 3. 통합기상검지기 개발

#### ❖ 통합기상검지기 테스트베드 구축 및 데이터 분석

- Test-Bed : 경기도 포천, 제주도,
- 보성 표준기상관측소
  - Vaisala, Belfort, Biral, OSI와 비교테스트 실시





## 효과평가 및 기대효과

1. VSL 판독거리 현장주행 실험
  2. 안개상황 모의환경 실험
  3. 기대효과
  4. 성과활용 방안
-

## 1. VSL 판독거리 현장주행실험

### ❖ 실험 개요

- 실험 목적
  - 평상시와 안개시 기존 대비 개선효과 평가
  - 안개시 최소 판독거리 만족여부 분석
- 실험장소 : 한국건설기술연구원 SOC실증연구센터(경기도 연천)



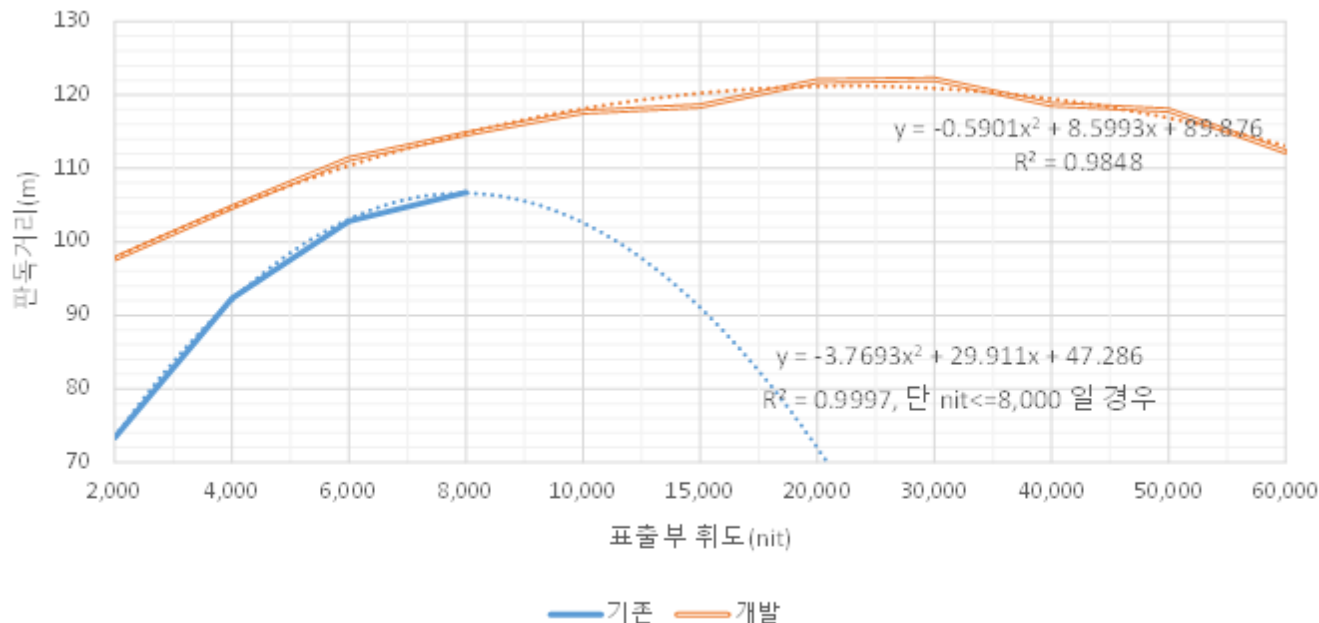
## 1. 연구 배경 및 목적



# 1. VSL 판독거리 현장주행실험

## ❖ 실험 결과

- 안개시 표출부 휘도에 따른 판독거리
  - [정상시] 기존대비 최소 2.3%(4.0m)에서 **최대 10.7% (34.0m) 판독거리가 증가함**
  - [안개시] 기존대비 최소 25.0%(24.4m)에서 **최대 33.3%(34.4m) 판독거리가 증가함**
  - 안개 상황에서 기존VSL의 판독거리는 73.3m로 최소 판독거리 75.8m에 미치지 못함
  - 시인성 향상 VSL는 97.7m로 **최소 판독거리 확보함**



## 1. VSL 판독거리 현장주행실험

### ❖ 기존 VSL과 시인성 향상 표출부 비교

- 좌측 - 기존 VSL
- 우측 - 시인성 향상 표출부



평상시



열은 안개

## 1. VSL 판독거리 현장주행실험

### ❖ 기존 VSL과 시인성 향상 표출부 비교

- 좌측 - 기존 VSL
- 우측 - 시인성 향상 표출부

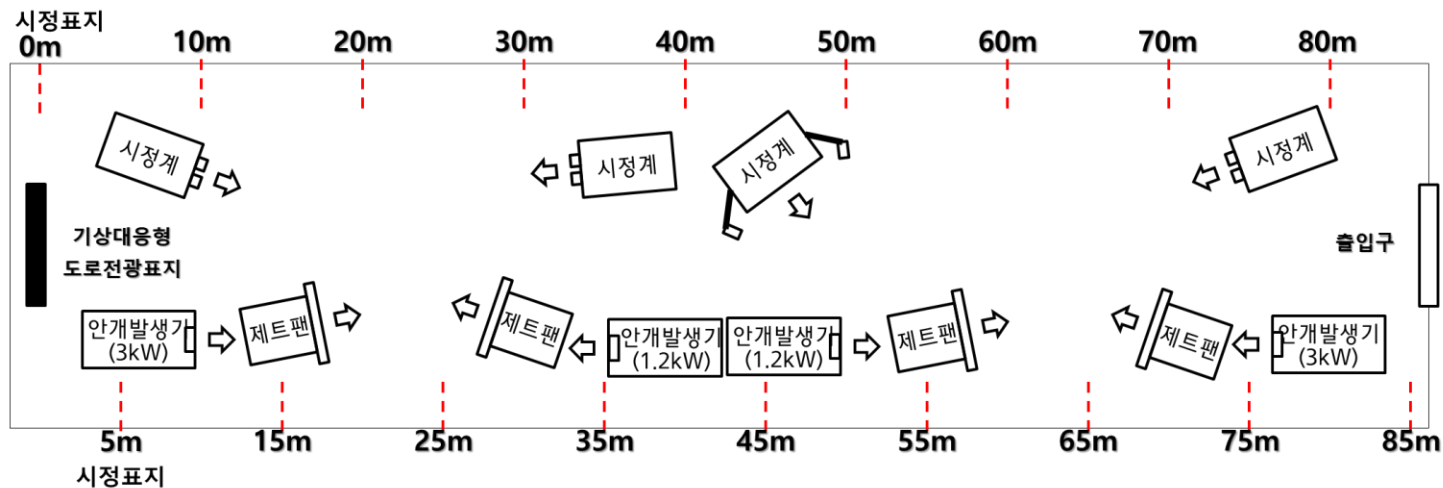


짙은 안개

## 2. 안개상황 모의 환경실험

### ❖ 안개상황 모의환경 구축

- 설치장비 : 기상대응형 도로전광표지, 안개발생기(포그머신), 시정계, 제트팬
- 안개발생기를 이용하여 안개를 분무하고 일정한 유지를 위해 제트팬으로 확산시킴
- 시정계와 목측을 통해 시정거리를 확인하고 실험진행에 따라 안개농도를 조절
- 판독거리 기록을 위해 5m단위로 시정표지를 지그재그방식으로 설치



[ 안개상황 모의환경 장비 배치도 ]



[ 안개상황 모의환경 사진 ]



## 2. 안개상황 모의 환경실험

### ❖ 안개상황 모의실험 자료수집

- 시정거리 : 총 4회(10m, 20m, 30m, 40m)
- 백색 - 최대 표출휘도 :  $60,000\text{cd/m}^2$ (1 ~ 11단계 판독거리 조사)
- 적색 - 최대 표출휘도 :  $20,000\text{cd/m}^2$ (1 ~ 7단계 판독거리 조사)

단계	표출 휘도( $\text{cd/m}^2$ )	단계	표출 휘도( $\text{cd/m}^2$ )
1단계	2,000	7단계	20,000
2단계	4,000	8단계	30,000
3단계	6,000	9단계	40,000
4단계	8,000	10단계	50,000
5단계	10,000	11단계	60,000
6단계	15,000	—	—

[ 단계별 표출휘도 ]

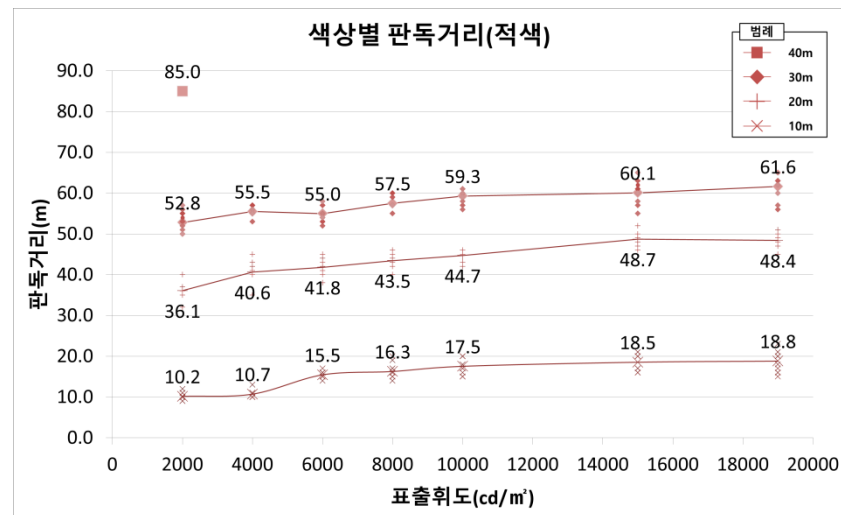
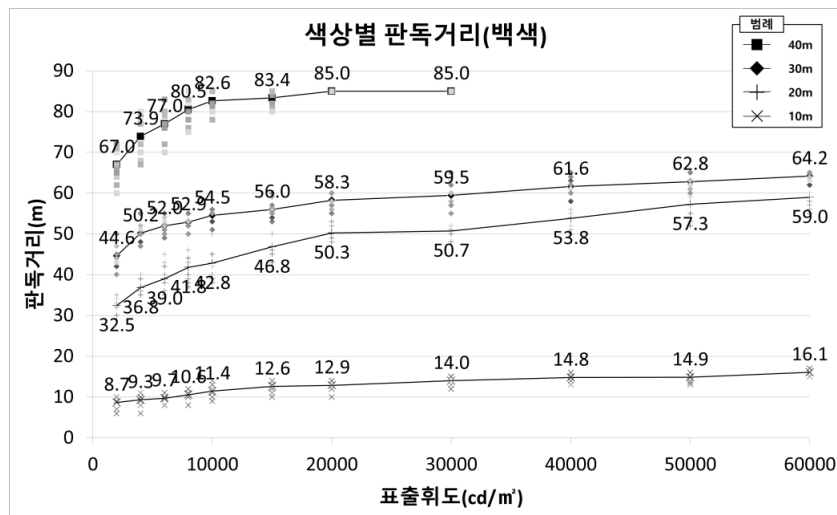


[ 안개상황 모의실험 장면 ]



# 1. 안개상황 모의실험, 자료수집 및 분석

## ❖ 안개상황 모의실험 자료수집



## ❖ 일출/일몰의 휘도 기준의 평균값(2,000cd/m²)과 최대 표출휘도와 판독거리 비교

표출휘도	시정거리 10m		시정거리 20m		시정거리 30m	
	백색	적색	백색	적색	백색	적색
일출/일몰 휘도 (2,000 cd/m²)	8.7	10.2	32.5	36.1	44.6	52.8
최대 표출휘도	16.1	18.8	59.0	48.4	64.2	61.6
증가	7.4	8.6	26.5	12.3	19.5	8.8

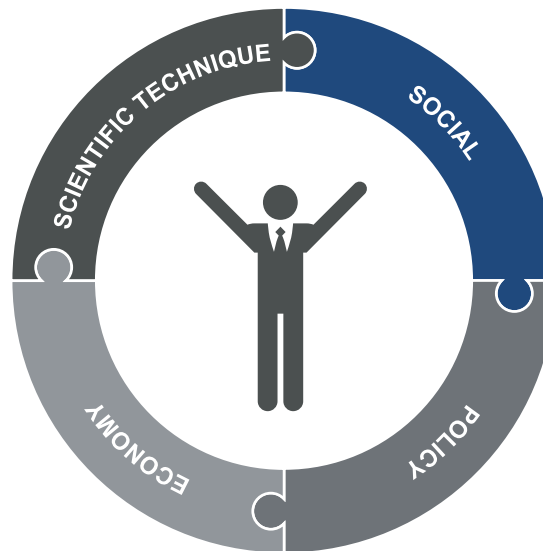
## 3. 기대효과

### 과학기술적 측면

- 도로 교통사고를 미연에 방지하기 위한  
**기상 및 도로교통 정보의 과학적, 객관적인  
방법론 도출**
- 악천후 대응 가변 제한속도 및 교통류 감안  
속도제어전략 연계기술
- 국제규격에 부합하는 기상검지기 및  
표출부의 표준화, 평가체계 구축

### 경제적 측면

- **보급형 통합기상검지기 개발을 통한  
국내시장 선도 및 해외시장 진출**
- 야간 및 기상 악조건에서 운전자의 최적  
안전속도 제공에 따른 교통사고 비용절감
- 구간(색선) 개념의 도로에서 기상검지자료를  
활용할 수 있는 전략 구축



### 사회적 측면

- **기상환경 및 인재에 의한 변화를 과학적이며  
객관적인 방법으로 정량화**
- 단계별 속도제어를 통한 교통류 흐름 안정화
- 악천후시 교통사고절감을 통한 국가 이미지  
쇄신

### 정책적 측면

- **현 도로교통법 제19조 제2항에 명시된 바를  
완전하게 구현하는 시스템 개발**
- 기상 및 도로교통 분야의 융복합 기술  
접목으로 원천 응용기술 전문가 양성
- 기상·정보표출·교통류 해석분야가 결합된  
신성장 고부가가치 산업 양성

## 4. 성과활용 방안

### 능동형 속도관리시스템

- 국토교통부, 지자체, 한국도로공사  
사고찾은곳 및 위험도로 개선사업  
악천후 대응 안전시설물 설치사업  
ITS 구축[안전부문] 사업  
고속국도 안전개선사업  
서해대교 등 장대교량 안전사업



#### 악천후 대응 표출부

- 능동형 속도관리시스템 사업화 분야
- 도로교통 안전정보 표출장치 산업분야 기술전파
- 도로교통 안전정보 표출시스템 기능개선 연구과제 도출



#### 통합기상검지기

- 능동형 속도관리시스템 사업화 분야
- 도로교통 안전정보 연계 기상시스템 개발분야 기술전파
- 기상정보 연동형 도로교통 안전연구사업 과제 도출



#### 도로 및 기상상황별 가변속도 산정 및 운영기술

- 능동형 속도관리시스템 사업화 분야
- 속도관리 관련 도로교통 안전시스템 설계 및 시스템 제작 기술전파
- 도로교통사고 절감을 위한 속도관리 등 안전연구사업 과제 도출

THE

END

감 사 합 니 다

---