

# 도시안전을 위한 폭발/누출 입체적 감시를 통한 통합방재시스템 구축

방재연구

조영도 / 한국가스안전공사 가스안전연구원 수석연구원

김민섭 / 한국가스안전공사 가스안전연구원 선임연구원

## I. 배경 및 목적

도심지역의 가스관련 시설물에서 폭발 등의 사고방지 및 사고확산방지를 위한 위험성 평가 및 안전관리는 관련 시설의 종사자에 대한 인명 존중 차원에서도 반드시 개발되고 실용화되어야 하는 기술이다. 게다가 시설물 주변의 주민들에게도 점차 해당 시설의 위험성에 대한 인식이 고조되어 주민들의 안전 확보 및 환경오염 문제로 인해 갈등이 야기되기도 하는 등 그 사고로 인한 피해는 안전 및 환경면에서 중요한 사회문제로 점차 대두되고 있다. 도심지역에서의 사고는 안전뿐만 아니라 환경문제, 그리고 주변지역의 마비까지 유발시킬 수 있는 복합적인 성격을 가지고 있다. 아울러, 이러한 사고는 불특정 다수에게 피해를 줄 수 있으며 국민에게 불안감을 조성하는 등 사회적 인성을 지니고 있다. 특히 요즈음 사회적 문제가 되고 있는 도심지역 내 위험시설물의 부지설정에 대한 논란에 대한 해결책은 국민이 신뢰할 만한 수준의 안전성을 확보하는 것이며, 그에 대한 합리적인 근거를 제공하기 위하여 본 연구를 통해 개발된 폭발/누출 입체적 감시를 위한 통합방재 시스템이 효과적으로 이용될 수 있다.

## II. 핵심기술

### 도시안전을 고려한 입체적 감시 신기술의 실용화 연구

본 연구는 넓은 지역의 독성가스 누출을 광센서를 통하여 탐지 하고 이를 원거리 시스템으로 모니터링하여 최대피해지역을 예측하여 방재의사결정에 도움을 주는 시스템이다. 이를 위해 도시지역누출감시시스템의 기반을 구성하고, 피해예측모델을 개발하여 광센서로부터 전달 받은 누출 신호를 기초로 최대 피해 반경을 예측하는 모델을 개발하였고, 광센서 시스템을 직접 개발하여 누출 탐지된 독성가스 정보를 전달하는 시스템을 개발하였다. 또한 부가적으로 피해 유형에 따른 대응 시나리오 구성 및 대응 메시지를 구축하였고 사고조사 등의 기법을 개발하였다. 이러한 성과물을 통합하여 남동공단에 위치한 암모니아가스 저장시설을 보유한 업체를 선정하여 본 시스템의 시범 운영 테스트를 완료하였다.

본 시스템은 데이터베이스 모듈, 광센서 정보 수신 모듈, 위험성평가 모듈 그리고 GIS 모듈로 구성되어 있다.

○ 데이터베이스 모듈 : 사고사례 정보, 위험시설물 위치 정보, 사고조사입력 정보 등을 담고 있

자연재해저감기술개발

다. 데이터베이스는 마이크로소프트사의 MDB를 이용하였다. 검색 결과의 표현은 html로 하였으며, 위치 검색은 하이라키 구조의 시설물 리스트를 선택하면 화면의 중심이 시설로 나타나도록 하였다.

- 광센서 정보 수신 모듈 : 광센서로부터 측정 데이터를 지속적으로 송신 받으며, 일정농도 이상의 경우 비상사태로 인식하여 경보를 울린다. 경고 기준은 ERPG 농도 기준에 의거 암모니아의 경우 25, 150, 750ppm 을 기준으로 한다. 평시에도 대기 중 또는 정상상태에서의 저장시설에서의 누출로 저농도 값의 암모니아가 지속적으로 누출될 수 있으므로 측정 농도 값은 지속적으로 입력된다. 시스템은 이러한 값을 모니터링하면서 기준농도 이상이 입력되면 비상사태로 인식하고 경보를 울린다.
- 위험성 평가 모듈 : 일정농도 이상의 비상사태가 인식되면 시스템은 자동으로 보관하고 있는 시설정보와 연동하여 최대 누출량을 산정하여 위험성평가를 실시하여 피해 반경을 GIS에 표현한다. (위험성평가 모델의 기술적인 내용은 4절에서 다루기로 한다.) 또한 위험성평가 모듈이 작동하면 피해 반경내의 주민에게 공지할 수 있는 메시지가 표출된다.
- GIS 모듈 : 본 시스템에 적용된 GIS 정보는 연

구팀이 보유한 자료로 정밀도는 낮지만 시설의 위치를 확인하는 데는 문제가 없으며, 지도의 축소 확대 기능을 통해 시설의 layout과 지도가 상호 이동한다.

**감시대상 유독물질의 분광학적 특성 조사 및 감시채널 선정을 통한 시스템 제작**

광의 흡수를 이용하여 가스의 농도를 정량적으로 측정하고자 한다면 정밀한 흡수 스펙트럼을 보유하는 일은 필수적이다. 이를 위해 본 연구에서는 NH3 측정하고 현장에 적용할 수 있도록 하기 위하여, 흡수채널대역의 흡수단면적을 측정하였다. 제작한 암모니아 CRM과 실험실내의 UV 분광기와 검출기 및 광학계를 구성하여 암모니아 가스의 절대흡수도를 측정하였다. 본 실험을 위해 먼저 실험실내에 광원으로서 Xe 램프를 평행하게 보낼 수 있는 광학계를 구성하고? 500mm 가스셀을 이용하여 암모니아를 측정하였다. 가스셀의 양쪽에 Fused silica 재질의 렌즈를 장착하여 UV 광의 투과성이 높았다. 분광기는 Jobin Yvon 社의 모노크로미터 1000M에 PMT를 이용하여 검출하였다. 측정 조건은 0.2nm의 분해능, 0.1nm의 간격, 1-5 sec의 노출시간으로 측정하였다. 암모니아의 측정 파장 영역은 190~230nm이었다. blank 스펙트럼과 암모니아 스펙트럼을 연속 측정하여 두 스

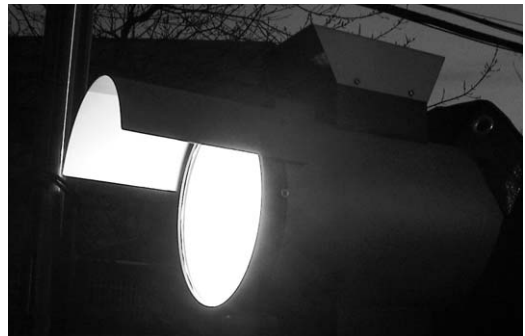


그림 1.1 광 수신부/발산부

펙트럼간의 손실의 차이를 구하여 암모니아의 광 흡수도를 얻었다. 측정에 이용한 암모니아의 농도는 표준 절차를 통하여 제조되었으며 NDIR을 이용하여 분석한 결과? 170.1ppm 농도(standard reference material, KRISS)였다.

### 플럼의 역추적 알고리즘 개발

기존 플럼의 역추적 알고리즘은 많은 센서정보를 바탕으로 해서 이루어졌다. 하지만 이번 연구에서는 하나의 센서값만을 가지고, 누출속도 및 위치를 파악해야 한다. 누출 위치까지 정확히 추적하기 위해서는 적어도 3개 이상의 센서 정보가 필요하기 때문에, 이번 연구에서는 하나의 누출원을 가정하기로 한다. 그리고 누출원으로부터 누출되는 독성물질의 누출 속도를 예측하는 방법에 초점을 맞추어서 추적 알고리즘을 연구하였다. 이를 위해 신경망 기법중 MLP(Multiple-Layer Perceptron)을 이용하였다. 600개의 데이터를 400개의 훈련 데이터와 100개의 입증 데이터, 그리고 100개의 테스트 데이터로 나누어서 모델을 세웠다. 활성화 함수로는 tanh function, combination function 으로는 linear combination function을 사용했다. 은닉층은 시뮬레이션 결과 20일때 최적의 값을 가져서 20을 이용하였다. 확보한 데이터와 방

법론을 기반으로 MATLAB 7.0을 이용하여 시뮬레이션을 하였다. 제안된 모델로 PHAST로부터 나온 데이터를 기반으로 누출속도의 정확성을 비교해 보았다. 보통 도심지역에 위험물이 저장되어 있는 시설물의 경우 단일 물질일 경우가 대다수이기 때문에 염소와 암모니아 각각에 대한 모델을 만들어서 시뮬레이션을 해 보았고, 두 물질이 동시에 존재할 경우를 가정하여 모델을 실행하였다.

### III. 공공안전 기여도

국내 석유/중화학 산업의 유독가스의 누출에 의한 피해의 크기를 감소시킬 수 있으며, 첨단 기술을 응용한 시스템의 운영으로 안전방재대처 능력 향상 및 인적/경제적 자원의 보호가 가능하다. 또한 기존 학문 간의 틈새공략으로 고유의 기술력 확보 및 신기술의 인적재난 예방에의 적용으로 인적재난 기술수준의 한 단계 향상시킬 수 있다.

### IV. 미래 파급 효과

산업단지에서 일반적인 point 감시체계에서 입체적 감시체계로 전환이 가능하며, 향후, 시설물의 화재 감시에도 적용 가능하다.