

## PC5)

## Dense gas의 대기 확산 모델링

### An Air Dispersion Modeling of the Dense Gas

김아름, 구윤서, 윤희영<sup>1)</sup>

안양대학교 환경공학과, <sup>1)</sup>(주)에니텍

#### 1. 서 론

현대 산업 사회의 급속한 발전으로 인해 대기 중에는 다양한 오염원을 통해서 많은 오염물질이 배출됨에 따라 이를 평가하고 방지할 대책이 필요하게 되었다. 이러한 대책 중의 하나로 배출원에서 배출되는 오염물질의 경로 및 발생량을 예측하는 방법이 있는데, 대기 상에 배출되는 오염물질의 농도를 예측할 경우 보통 대기 확산 모델링을 통하여 배출원 주변의 오염물질 확산 및 농도값을 산정한다. 현재 국내에서는 주로 가우시안 확산 모델인 ISC, CALPUFF 모델 등을 사용하여 모델링을 계산하게 된다. 그러나 배출원에서 배출되는 오염물질이 우연한 사고나 누출에 의해 유독성 dense gas가 배출될 경우 가스의 성상에 따른 화학반응 및 침착 등을 고려할 수 있는 모델을 선택할 필요가 있다. 그러므로 위와 같은 반응을 고려하고 유독성 dense gas의 확산을 계산할 수 있는 모델인 DEGADIS(1989), SLAB(1999), ALOHA 등을 사용하여 모델링을 수행한다. DEGADIS(Dense GAs DISpersion) 모델은 지표면에서의 대기 오염물질의 확산이나, 대기 경계층 안에서 초기 부력이 없는 면오염원 dense gas(aerosol)의 확산을 모델링하기 위해 설계된 것으로, 배출되는 형태가 한정되어있어 독성가스의 확산을 예측하는데 한계가 있다. 그러나 SLAB 모델의 경우 배출의 형태가 다양하여 사고 및 누출 등에 의한 배출을 고려할 수 있으며, 배출되는 오염물질의 화학반응 등을 반영하여 보다 정확한 오염물질의 확산을 예측하는데 쓰인다. 따라서 본 연구에서는 유독성 dense gas의 확산을 예측할 수 있는 모델인 SLAB을 소개하고, 최근 미국환경보호청에서 환경영향평가를 위해서 추천하는 모델인 CALPUFF모델과 오염물질의 확산 및 농도를 비교 분석하여 국내 적용성을 검토하고자 하였다.

#### 2. 연구 방법

SLAB 모델은 Lawrence Livermore National Laboratory에서 설계된 모델(1990)로 평탄지형에서 공기보다 무겁고 부력이 있는 오염물질 배출의 대기 확산을 모사하기위한 모델이다. Dense gas 모델의 경우 확산 모델링에서 배출되는 시나리오의 선택이 중요한 부분을 차지하는데, SLAB 모델에서는 오염물질이 배출되는 형태를 4가지로 취급하고 있다. 배출 형태는 지표면 증발 pool(ground-level evaporation pool), 고공 수평 분사(elevated horizontal jet), 굴뚝이나 높은 곳에서의 수직 분사, 그리고 일시적인 volume 오염원에서의 배출을 취급한다. 또한 공기보다 무거운 오염물질 확산 시 요구되는 상황을 대처하기 위해 SLAB 모델은 질량, 운동량, 에너지 및 종별에 따른 보존 방정식을 통해 계산을 한다. 이 방정식들은 확산되는 오염물질 cloud의 공간적인 특징을 계산하고, 오염물질의 확산 mode를 가우시안 및 PUFF의 2가지 형태(안정한 상태의 plume 형태 및 transient puff 확산형태)로 표현하여 좀더 정확한 확산을 모사하도록 하였다. SLAB 모델을 수행하기 위해 필요한 입력 자료로는 (1)배출 형태, (2)오염원의 특징 - 분자량, 수증열용량, 끓는점 온도, 증기열, 액화 열용량, (3)spill parameter - 오염물질의 온도, mass source rate, 오염원 면적, 일시적이고 연속적인 오염원 배출기간, 오염원 높이, (4)field parameter - 농도 평균시간, 최대 풍하거리, 농도계산의 높이, (5)met. parameter - 표면거칠기, 대기층정고도, 풍속, 대기온도, 상대 습도, 안정도 등이 있다.

본 연구에 모델링 대상 물질은 non-dense gas는 암모니아(분자량 : 17g/mole)와 dense gas로는 염소 가스(분자량 : 71g/mole)를 택하였고, 배출 형태는 암모니아는 고공 수평분사, 염소는 굴뚝에서의 수직분사로 하여 모델링을 수행하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

오염 물질의 선택시 공기의 분자량을 기준으로 공기보다 가벼운 물질(non-dense gas)과 무거운 물질(dense gas)을 택하여 SLAB 모델의 특징을 분석한 결과를 그림 1에 나타내었다. 그림 1의 (a)는 암모니아의 확산으로 균일하고 넓게 퍼지는 것을 볼 수 있고, (b)의 염소가스의 경우는 non-dense gas인 암

모니아와는 다른 확산 형태를 나타내고 있다. 그림 2에는 각 물질의 농도 확산거리에 있어서 centerline 에 따른 농도변화를 그래프로 표현하였는데, 여기서 dense gas의 경우 non-dense gas보다 오염물질의 확산이 다른 화학 반응 및 침착에 의해 길게 확산되지 못하고 발생원 주변에 농도가 밀집되는 것을 볼 수 있다.

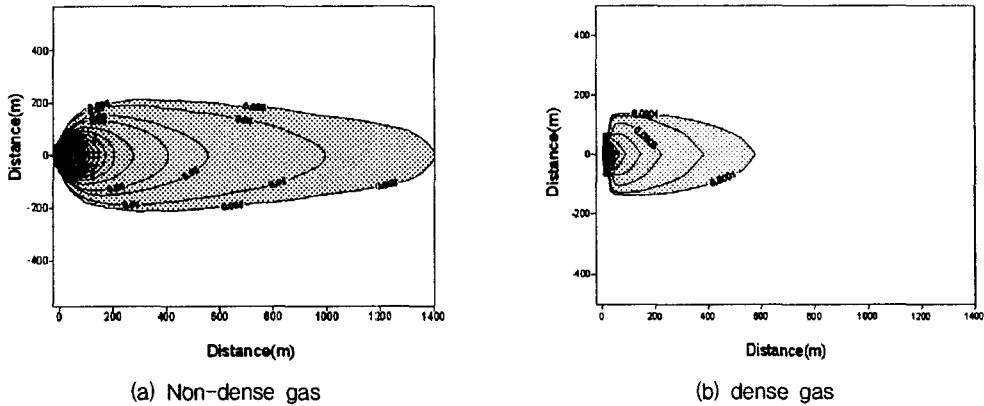


Fig. 1. Comparison of the dispersion of the dense gas with the non-dense gas.

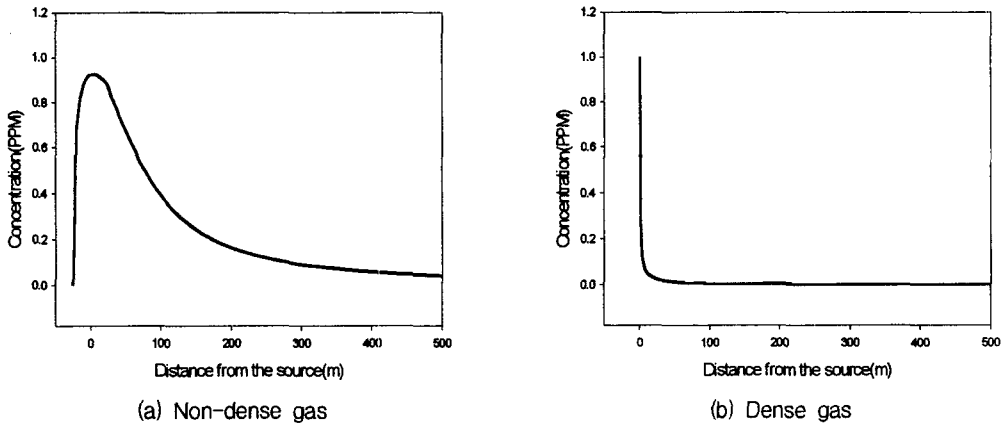


Fig. 2. Centerline concentration with different gas types.

### 감사의 글

본 연구는 2002년 환경부 차세대핵심환경기술개발사업의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

### 참고 문헌

- Ermak, D.L.,(1990) User's Manual for SLAB - An Atmospheric Dispersion Model for Denser Than Air Releases, Lawrence Livermore National. Laboratory, Livermore, Calif., USA.
- Seven R. Hanna, Rex E. Britter,(2002) Wind Flow and Vapor Cloud Dispersion at Industrial and Urban Sites, Center for chemical process Safety of the American Institute of Chemical Engineers.