

정량적 위험성 평가  
(Quantitative Risk Analysis)

광운대학교 화학공학과

고재욱 교수



## Contents

- ↪ Introduction
- ↪ 확산 모델
- ↪ 확산 모델의 비교
- ↪ 위험성 평가 S/W
- ↪ 위험성 평가 S/W 비교
- ↪ Conclusion



## Introduction

- ↪ 다양한 상업용 소프트웨어들의 소개
  - 확산 모델링의 경우, 가우시안 분포에 근거한 해석적인 예측은 물론 다양한 기상조건 및 지형조건을 고려한 다양한 상업용 소프트웨어들의 소개
- ↪ 주어진 사고사례에 대해 서로 상이한 결과의 산출
  - 해석의 어려움
  - 신뢰도를 확보하기에 많은 난점 존재
- ↪ 다양한 실제의 현장자료를 포함하지 못하는 경우가 많다.
- ↪ 모델 제작 관련자들이 대부분 고유의 개발자료에 국한
  - 다른 모델들의 특징들을 고루 수용하지 못함.



## 확산 모델

↪ 확산 모델들의 특징 분석

✓ ALOHA

✓ SLAB

✓ HGSYSTEM

✓ DEGADIS

↪ 확산 모델들의 비교



## 확산 모델

### ↳ 누출 사고

- ✓ 누출지로부터 일정한 농도로 연속적으로 배출되는 Plume 모델
- ✓ 고정된 양의 일시적인 배출로 인한 Puff 모델

### ↳ 확산 과정

- ✓ 저장탱크에서 내부압력에 의한 대기중의 누출
- ✓ 누출압력과 물질의 밀도차에 의한 증기운의 거동
- ✓ 공기와 물질간의 농도차에 의한 확산
- ✓ 공기와 누출물간의 혼합으로 인한 수동적인 확산



## 확산 모델

### ✓ ALOHA

- 일반적인 가우시안 대기확산 및 Dense gas 누출 모델
- GUI를 이용한 PC용 모델
- 자료입력시 발생되어지는 오류의 자동 알람
- 화학물질에 대한 풍부한 DB는 외부에서 별도 이용 가능
- 모델의 결과는 CAMEO 또는 MARPLOT 등과 직접적으로 연결 가능
  - 방재 계획 수립 및 예방 조치 가능
  - 지역적인 특성을 그림을 통하여 나타낼 수 있다.
- 실시간대 모델링 가능



## 확산 모델

### ➤ 입력

- ❑ Windows상에서 순차적으로 자료들을 입력
- ❑ 입력변수를 입력하는 5개의 모듈과 데이터베이스로 구성
- ❑ Chemical, Site Data, Atmospheric, Source, Computational

### ➤ 출력

- ❑ 화면상에서 그래프를 통하여 직접 제공
- ❑ Text Summary, Footprint Plot, 농도에 대한 time-series등으로 표현

### ➤ ALOHA의 단점

- ❑ 3차원 농도분포 계산 불가능
- ❑ 여러지점에 대한 착지점 위치를 동시에 지정 못함.
- ❑ 대기중 화학반응을 모사 못함.



## 확산 모델

### ✓ SLAB

- 대기보다 무거운 누출물의 대기중 확산을 모사하는 누출 모델
- PC용 모델
- 액상의 증발을 제외한 누출의 경우 분무로서 특징지울 수 있음.
- 연구를 위한 Source Code 개방
- 입력
  - 외부 파일로 직접 작성
  - 누출형태, 누출물의 물리적 특성, 현장 특성, 기상 of 표준 조건 등
  - 화학물질에 대한 데이터베이스는 모델 내부에 포함되어 있지 않음





## 확산 모델

### ➤ 출력

- 테이블 형태의 결과 file 생성
- 입력자료, 순간적인 증기운의 농도, 시간-평균 증기운 농도 및 플룸의 중심선 고도, 사용자 지정 고도에서의 농도 등

### ➤ SLAB의 단점

- 실시간 기상 자료의 적용을 구사할 수 없다.
- 화학물질에 대한 내장 데이터베이스가 없다.
  - 몇몇 화학물질만이 사용자 설명서에 포함
  - 상당 부분은 별도의 자료를 통하여 개별적으로 구하여야 함.
- 그래프 형태의 결과를 보여 주지는 못한다.



## 확산 모델

### ✓ HGSYSTEM

- 다양한 누출형태에 대한 모델
- PC에서 사용되어지는 상업용 모델
- 누출물의 물성치들의 일부(30여 가지)가 모델 내부에서 결정
- 근거리 확산 모델과 원거리 확산 모델의 상호유기적인 관계
- 3차원 농도분포 계산 가능
- 반응성이 있는 HF에 대한 모듈이 있다.
- 입력
  - 외부 파일에 의한 입력
  - Source모델, 근거리 확산, 원거리 확산
  - 포함되지 않은 물질의 열역학적 자료들은 사용자가 직접 추가



## 확산 모델

### ➤ 출력

- 바람의 흐름 방향에 대하여 3차원 위치에 대한 농도분포 제공

### ➤ 구성 모듈

- 누출물의 열역학적 자료를 계산하기 위한 DATAPROP

- 가압탱크에서 배출되는 액상물을 해석하기 위한 SPILL

- 대기압 탱크에서 배출되는 액체의 기화 현상을 해석할 수 있는 LPOOL

- 거센 제트류의 Plume을 해석하기 위한 AEROPLUME(근거리)

- 순간적인 무거운 기체의 배출로 인한 확산 현상에 대한 HEGABOX(근거리)

- 무거운 기체의 확산 현상에 대한 HEGADAS(원거리)

- 가우시안 Plume 확산을 해석하기 위한 PGPLUME(원거리)



## 확산 모델

### ✓ DEGADIS

#### ➤ PC용 모델

#### ➤ 다양한 누출 문제에 적용

□ 물리적 형태 : 기체와 분무와 같은 누출

□ 시간의존성 누출 : 연속누출, 순간누출, 일정기간 그리고 시간이 변하는 누출

□ 지상면, 저속분산과 부력성 제트누출

#### ➤ 입력

□ 입력 자료 file

□ 착지점 자료 file



## 확산 모델

### ➤ 출력

- 하부류 거리에 대한 플룸의 중심선 높이, 몰분율, 농도, 밀도 그리고 온도
- 지정된 지점에 대한  $\sigma_y$ 와  $\sigma_z$  값
- 누출기간동안의 농도 대 시간분포

### ➤ DEGADIS의 단점

- 분무의 경우, 사용자는 분무의 밀도를 직접 결정하여야 하는 제약
- 기상조건의 변화를 수용 못함
- 화학물질에 대한 내부 데이터베이스가 없음.



## 위험성 평가 S/W

↳ 위험성 평가 S/W들의 특징 분석

- ✓ SAFER
- ✓ PHAST
- ✓ SuperChem

↳ 위험성 평가 S/W들의 비교



## 상용 S/W 비교

	SAFER	PHAST	SuperChem
물질 Data 수	700여 종	1000여 종	1400여 종
혼합물질	가능	가능	불가능
기상조건입력	Real-time	User input	User input
지리조건입력	BMP file	BMP file	only parameter
시나리오입력	Check box	Check box	Menu driven
운영체제	Windows	Windows	Dos(Windows)
		(database : Dos)	



# Source Model 비교

	SAFER	PHAST	SuperChem
Evaporation of spilled liquids	Y	Y	Y
Flashing	Y	Y	Y
Multicomponents	Y	Y	Y
Entrainment as aerosols	Y	Y	Y
Heat transfer, substrate to cloud	Y	Y	Y
Mass transfer in liquid phase	Y	Y	Y
Gas flux from container rupture	Y	Y	Y





## Dispersion Model 비교

	SAFER	PHAST	SuperChem
Jet	Y	Y	Y
Evaporation of aerosols	Y	Y	Y
Condens. Of moisture in vapor cloud	N	Y	Y
Surface roughness	Y	Y	Y
Indoor concentrations	Y	Y	Y
Building wake effect	Y	N	N
Chemical reactions in plume	N	N	Y
Dry or wet deposition	Y	Y	N



## Fire Effect 비교

	SAFER	PHAST	SuperChem
Fireball	Y	Y	Y
Pool fires	Y	Y	Y
Gas flame jet	Y	Y	Y
Two phase jet	N	Y	Y
Vapor cloud fires	Y	Y	Y
Flare and stack	Y	N	N
Generic source	Y	N	N



# Explosion Effect 비교

	SAFER	PHAST	SuperChem
UVCE	Y	Y	Y
BLEVEs	Y	Y	Y
Shock wave	N	Y	Y
Semi-confined deflagration	N	Y	Y
Fragment/projectiles traject	N	Y	Y
One-dimensional explosion gas dynamics	N	N	Y
Vessle bursts	Y	N	N



## 장단점 비교

	SAFER	PHAST	SuperChem
장점	RealTime 입력 Proven Model Expandable 지표면 고려	상평형관계식 내장 혼합물질 계산 Scenario based case Expandable	User definable case 반응식 계산 가장 많은 물질 DB
단점	OLE 자동화 불가	OLE 자동화 불가	DOS 환경 혼합물질 계산 안됨 지도 입력 불가



# ASP의 개발 S/W 특징

- ✓ 운영체제 : Windows 95, NT
- ✓ OLE 지원
- ✓ 한글메뉴로 사용 용이
- ✓ 상평형 관계식들의 도입
- ✓ 전 조작 과정에 걸친 실시간 자동계산
- ✓ 지표면 굴곡효과와 Building effect 동시고려
- ✓ Rain/Snow effect 첨가

