

FDS(Fire Dynamic Simulator), 쉽게 접근할 수 있다



문성호 | 협회 경영기획부
정보전산팀장

- 운영체제 : Windows9x 이상
- CPU : PentiumIII 1 Ghz 이상
- RAM : 512MB 이상
- DISK : 20GB 이상

나. 구성

FDS는 화재공간을 해석하는 Program과 해석하는 결과를 시각적으로 보여주는 Smokeview Program으로 구성되어 있다.

다. 설치

FDS 및 Smokeview : 프로그램을 설치하기 위해서는 다운받은 fdsall_300.exe를 실행함으로써 c:\nist\fds 폴더에 자동설치 된다. 여기서 설치폴더는 변경이 가능하나 처음 사용자일 경우는 기본 설치폴더에 설치하는 것이 좋다. 설치가 완료되면 [그림 1]과 같이 파일들이 생성된다.



[그림 1] FDS 및 Smokeview 프로그램 파일

1. 머리말

FDS는 미국 NIST(National Institute of Standards and Technology) 부설 건축 화재 연구소 BFRL(Building and Fire Research Laboratory)에서 개발하여 무상으로 지원하고 있는 프로그램으로 Windows-base PC, Unix, Linux 및 Mac용 프로그램이 있으며 여기에서는 Windows-base PC용에 한하여 소개한다. 원하는 사람은 <http://fire.nist.gov/fds/refs/download/htm> 주소에서 fdsall_300.exe 파일을 다운받을 수 있다.

가. 시스템 요구사항

프로그램을 사용하기 위해서는 PC의 성능으로서 다음과 같은 사항을 만족해야 한다.

FDS프로그램을 실행하기 위해서는 Windows Commander 프로그램을 설치하여야 한다. 이 프로그램은 심파일 등에서 구할 수 있으며 기능 제한이 있는 쉘어웨어로 설치방법 및 사용설명서는 프로그램 제공 사이트에 있다.

2. FDS 실행

가. 입력 데이터파일 작성

Window Commander의 Main Menu에 나타나는 Notepad를 이용하여 Input File을 작성한다.

계산을 수행하는데 있어서는 text 입력 파일을 만들어 프로그램이 대상 시나리오를 묘사하는데 필요한 모든 정보들을 입력하는 것이다. 가장 중요한 입력자료는 직사각 영역의 물리적 크기, 격자의 치수 및 부가적인 배치상의 특징들이다. 화재가 반드시 규정되어야 하고 다른 경계 조건들이 지정되어야 한다. 최종적으로 output 파일을 필요에 맞도록 설정하여 가장 중요한 유동량들을 보존하기 위한 다수의 매개변수들의 설정이다. 입력 데이터는 namelist로 지정하고 파일의 각 라인은 '&' 문자로 시작하고 바로 뒤이어 namelist 그룹(HEAD, GRID, VENT 등)을 사용하며 뒤의 스페이스 또는 콤마(,)로 그 그룹에 해당하는 입력 매개변수의 목록의 범위를 정한다. 각 목록은 '/'로 끝맺는다. 나열하는 매개변수는 사용자가 고정값에서 변경을 원하는 것만을 사용한다는 것을 유념해야 한다.

여기서 Input Data file의 구조를 Samples3 폴더에 있는 Pool3 Sample Case를 통해서 알아보자. File 이름은 pool3.data이다.

```
&HEAD CHID='pool3',TITLE='Single Pool Fire' /
&GRID IBAR=24,JBAR=24,KBAR=48 /
```

```
&PDIM XBAR0=-.30, XBAR=0.30, YBAR0=-.30, YBAR=0.30, ZBAR=1.2 /
&TIME TWFIN=10. /
&SURF ID='bumer',HRRPUA=1000.,RGB=1,1,0 /
&OBST XB=-.20, 0.20, -.20, 0.20, 0.00, 0.05,
SURF_IDS='bumer','INERT','INERT' /
&VENT CB='XBAR',SURF_ID='OPEN' /
&VENT CB='XBAR0',SURF_ID='OPEN' /
&VENT CB='YBAR',SURF_ID='OPEN' /
&VENT CB='YBAR0',SURF_ID='OPEN' /
&VENT CB='ZBAR',SURF_ID='OPEN' /
&SLCF PBY=0.,QUANTITY='TEMPERATURE',VECTOR=.TRUE. /
&SLCF PBY=0.,QUANTITY='HRRPUV' /
&SLCF PBY=0.,QUANTITY='MIXTURE_FRACTION' /
&BNDF QUANTITY='HEAT_FLUX' /
```

Input file을 작성하는 효과적인 방법은 가장 중요한 요소만 갖춘 기본 골격과 Grid를 최대한 적게 하여 단시간 내에 계산을 끝내고 반복 수정하면서 점차 상세한 계산상 요구사항을 추가함으로써 오류를 최소화하여 시간을 절약할 수 있다.

나. Namelist Group

(1) HEAD

입력 파일을 설정할 때 가장 먼저 해야 할 일은 작업 이름을 주는 것이다. namelist 그룹HEAD는 두 개의 매개변수를 가진다. CHID는 30문자 이내의 문자열로 output 파일을 명명하는데 사용된다. 예를 들어 CHID='sample'이라면 입력 데이터 파일을 sample.data로 명명하면 입력 파일이 output 파일과 연관될 수 있어 편리하다. 마침표나 스페이스는

CHID에 사용할 수 없다. TITLE은 60문자 이내의 문자열로서 과제를 묘사한다.

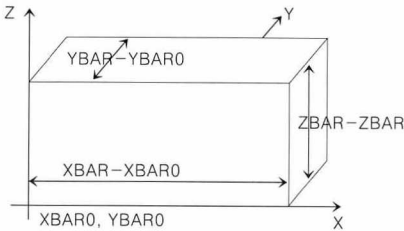
(2) GRID

격자는 X방향으로는 IBAR cell을 구성하고, Y방향으로는 JBAR cell, Z방향으로는 KBAR cell을 구성한다. 일반적으로 Z방향은 수직방향으로 가정된다. 길이가 긴 수평방향은 X축으로 잡아야 한다. 격자셀은 입방체에 가까울수록, 즉 길이, 폭, 높이가 대체로 같은 것이 가장 이상적이다. 또한 격자의 치수는 각각 $2l\ 3m\ 5n$ (l, m, n 은 정수)이어야 한다.

(3) PDIM

해석 공간의 규격을 표현해 준다. 엄지손가락을 X축, 검지손가락을 Y축, 중지손가락을 Z축이라 할 때, 오른손 바닥이 하늘을 향하게 하여 위 3개의 손가락을 펼칠 때 보이는 오른손 법칙을 적용한다.

Default로 XBAR0, YBAR0, ZBAR0의 값은 0이다



(4) TIME

시뮬레이션의 실행시간과 분산 방정식의 해를 진행시키는 초기 시간을 지정하는 매개변수 그룹이다. 보통 시뮬레이션의 지속시간만이 매개변수 TWFIN (Time When FINished)를 통하여 요구된다. 고정값은 1초이다.

이는 매 단계별 CPU가 해석공간을 계산하는데 이의 누적시간을 의미한다. 계산 후 출력되는 Case-

name.Out 파일의 말미에 나타나는 Total time을 나타낸다. 실제 계산시간은 Total CPU로 표현된다. 만약 TWFIN을 0으로 하면 단지 설정작업만 수행되며, 사용자는 Smokeview에서 신속하게 배치구조를 확인할 수 있다.

(5) SURF

해석공간 내부 또는 경계부분의 모든 표면, 개구부 등의 경계조건을 정의한다. 모든 고체 표면 경계조건의 Default 값은 차가운 불활성 벽체로 되어 있다. 따라서 이와 같은 조건으로는 별도 SURF Line이 필요 없다. 추가적인 경계조건이 필요하다면, 한번에 하나씩 경계조건을 추가한다. 각 SURF line은 식별자인 ID='...'로 구성되어 장해물 또는 분출구를 언급할 수 있다

(가) HRRPUA(Heat Release Rate Per Unit Area)

이 매개변수는 가스 버너를 이용하여 화재를 규정하는 경우와 같이 연료의 연소속도를 조정하기 위해 사용되는 매개변수이다.

(나) RGB

Smokeview에서 표면과 장해물들의 색상을 세 가지 실수를 지정하면 된다. 세 가지 숫자는 0과 1사이로서 색상을 구성하는 적색, 녹색, 청색의 양을 가리킨다. 이는 FDS 시뮬레이션의 배치가 좀더 복잡해짐에 따라 시뮬레이션이 실행되는 건물 또는 실 전체에 열적 특성이 어떻게 분포하는지를 검토하는데 유용하다.

(6) OBST

해석 공간의 사각의 고형물을 표현한다. 바닥, 벽체, 계단 등을 두 점 $(x1, y1, z1)$ 과 $(x2, y2, z2)$ 의 좌표를 $XB = x1, x2, y1, y2, z1, z2$ 의 순서로 6개 좌표를 1조로 표현한다. 이와 함께 SURF_ID를 이용하여 경

계조건을 지정할 수 있다. 고체 표면 중 Top과 Side, Bottom의 경계조건이 각각 다를 경우 SURF_IDS를 써서 각각 달리 경계조건을 지정할 수 있다.

(7) VENT

OBST에 인접한 평면 또는 외곽 벽체상의 평면을 기술한다. OBST과 마찬가지로 6개 1조의 두개의 좌표로 지정한다. 외곽 전체를 VENT로 지정할 때는 XB 대신 CB를 쓴다. SURF_ID='OPEN'은 해석공간의 외벽의 VENT 경계조건으로 항상 열려있는 상태를 나타낸다.

(8) SLCF(Slice file)

지정된 일정한 선, 면 또는 체적 상에서 여러 가지 Gas 상태의 측정치를 기록한다.

해석공간 내에 6좌표 1조의 XB로 표현되는 영역의 경계면에서 매 DTSAM초마다 기록되어 나타나는 QUANTITY의 값들을 Smokeview를 통하여 시각화 해준다. 또한 PBX, PBZ 또는 PBZ 변수를 활용하여 해당축의 한 면 전체를 Slice면으로 지정할 수 있다. 예를 들어 PBZ = 5.3으로 지정하면 Y = 5.3 전체면이 Slice면이 된다.

(9) BNDF(Boundary file)

해석공간내 모든 고형물의 표면온도 등의 측정치를 기록할 수 있으며, 별도의 좌표 지정 없이 QUANTITY and DTSAM(필요시)만 지정하면 된다.

다. 프로그램 실행

그림과 같이 pool3.data와 pool3.smv 두 개의 파일이 존재한다. 여기서 data파일은 입력데이터이고 smv파일은 Smokeview 실행파일이다.

해석 중간 또는 종료시 이 파일을 실행하면 [그림

2와 같이 화면으로 확인할 수 있다.

Windows Commander 하부의 명령창에 작성된 입력데이터 파일(casename)을 실행시킨다. fds3<pool3.data 또는 fds3<pool3.data>pool3.out (계산과정을 file로 저장)을 입력한 후 엔터키를 치면 검정Windows창이 활성화되면서 해석이 시작되고 해석이 종료되면 자동으로 종료된다.



[그림 2] 프로그램 실행 화면

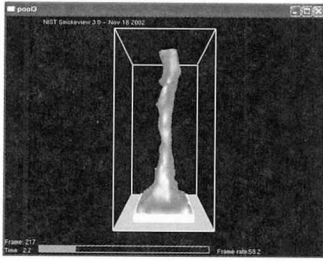
3. 해석결과 확인

Windows Commander 또는 탐색기에서 pool3.smv 파일을 더블클릭 하면 두 개의 창이 나타난다. 하나는 관련 파일을 읽고 loading하는 과정을 보여주고 다른 하나는 [그림 3]과 같이 화재해석 대상물을 그림으로 보여준다.

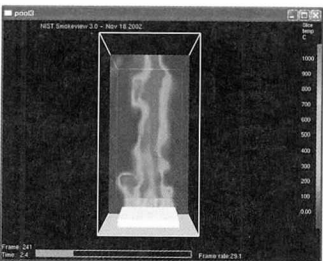
오른쪽 그림 창에서 오른쪽 마우스 버튼을 클릭하면 메뉴가 나타난다. 각 메뉴에 ▶ 표시가 있는 항목은 하위메뉴를 가지고 있다.

[그림 3]은 Load/Unload →Isosurface file→Mixture Fraction를 선택하면 버너에서 분출된 화염 상태(실행 2.2초)를 볼 수 있다.

[그림 4]는 Load/Unload →Slice file →TEMPERATURE Y=0.0 순으로 선택하면 Y=0(중앙)에



[그림 3] Smokeview의 Mixture_Fraction 선택화면



[그림 4] Smokeview의 Slice file 화면

으며 매뉴얼 파일은 docs3 폴더에 PDF 파일로 준비되어 있다. 이와 같이 해석결과를 시각적으로 표현함과 동시에 엑셀 데이터로 저장되어 있다.

4. 계산중인 FDS의 인위적 정지 및 재계산

FDS를 이용한 공간 해석은 입력조건에 따라 수십 시간이 소요될 수도 있다. 따라서 계산을 과정을 인위적으로 정지하고 그때까지의 해석결과를 가지고 계산을 계속하는 재계산이 가능하다.

가. 인위적 정지

Windows Commander에서 계산중인 디렉토리(예 - c:\nist\fds\samples3\pool3)에서 Notepad를 열어 다음과 같이 한다.

파일 → 다른 이름으로 저장 → 파일형식은 모든 파일(*.*)로 선택 → 파일이름에 casename.stop(예 :

pool3.stop)을 입력하고 저장한다. 저장이 완료되면 casename.stop(pool3.stop)과 casename.restart(pool3.restart) 파일이 생성된다.

나. 재계산

Windows Commander에서 계산하고자 하는 디렉토리(예: c:\nist\fds\samples3\pool3)에서 Notepad로 입력파일(pool3.data)을 열어 HEAD라인의 CHID = casename(pool3)을 변경(예:pool3_1)하고 MISC라인 아래에 &MISC RESTART_FILE = 'casename-(pool3_1).restart' /라고 추가하여 저장한다.

처음 실행하는 것과 같이 Windows Commander 하단 명령창에서 실행한다. 여기서도 out파일을 생성할 때는 CHID에 주어진 casename을 주어야 한다.

이와 같이 casename을 변경하지 않을 때에는 이미 생성(계산)된 데이터에 덮어쓰기를 하므로 데이터를 활용할 수 없다.

5. 맺음말

소방법에 의한 소방시설 적용은 소방대상물의 특색과 관계없이 일반적인 기준만을 요구함에 따라 소방대상물의 화재특성을 충분히 고려하지 못해 해석에 따라 과대 또는 중복투자가 이루어지기도 하고, 우선 순위가 바뀌거나 무시되는 경우도 발생한다. 이러한 문제점을 보완하기 위해서는 설계단계에서부터 충분한 검증이 요구되지만 화재는 실물실험이 불가능하다.

그러므로 컴퓨터를 활용한 시뮬레이션 과정을 통하여 화재시 연기의 유동, 온도분포 등 화재성상을 예측하고 분석함으로써 성능위주의 방재설계와 유지 보수가 가능할 것으로 생각된다. ☺