

실용화단계의 화재 MODEL

김 광 일

<본 협회부설 방재시험소 선임연구원>

1. 머리말

최근들어 도시 지가상승의 여파로 건축물의 양상이 달라지고 있다. 건물의 고층화를 시작으로 지하공간에 대한 관심이 높아지고 건물안에 돔(Dome)이나 아트리움 등 큰 공간을 배치하는 경향이 높아지고 있다.

따라서 소방법이나 건축법 등 관련법규에서는 이같은 추세를 신속적으로 수용해야 하지만 새로운 공간이 출현할때 마다 실험과 연구를 통해 그 대책을 마련해야 하기 때문에 신속하게 처리되기는 어렵다 하겠다.

본고에서는 이러한 상황들을 고려해 볼때 실용화단계까지 개발된 방화설계를 위한 화재 Model의 실상을 소개함으로써 방화설계에 적용할 수 있게 되는 것이 필요하다는 판단하에 몇가지 소개하고자 한다.

화재와 연소연구에서 등장하는 'Model'이라는 말은 흔히 신모델의 차나 매력적인 패션모델, 장남감의 모델번호, 사고(思考)나 개념, 이론(理論) 등에서 사용되고 있으나 공학적인 측면에선 교량이나 선박, 항공기 터빈 등 설계분야에서도 사용되고 있다. 화재에 있어서의 'Model'은 "건물의 한 방(室)에서 어떤 원인에 의해 화재가 났을 때 그 화재가 건물안에서 어떻게 확산되고, 또 건물의 입의

공간 내의 환경이 어떤 상태로 변화하는지를 예측할 수 있는 program을 말한다.

일반적으로 화재의 Model은 Field Model과 Zone Model로 대별할 수 있다.

Field Model은 공간을 가능한 많은 수의 격자로 분할하여, 분할된 각각의 작은 공간의 단위에 유체(流體: 기체와 액체)운동과 에너지 등에 관련된 기초방정식 등을 적용함으로써 연소현상을 기술하고, 이를 일정 기준에 따라 분류하면서 상황을 예측, 판단해가는 모델이다. 이 방법은 정확하고 상세할 수는 있으나 실제 상황에서 실내공기의 흐름을 통해 일어나는 난류의 확산이나 반사열, 복사열 등에 까지 총체적으로 취급하기엔 곤란하다. 또한 대상공간을 분할하면 할수록 그만큼 자세히 해석할 수는 있으나 동시에 막대한 비용과 시간이 필요하기 때문에 전자계산기의 속도나 용량, 비용 등의 제약이 따른다.

Zone Model은 건물을 크게 몇 개 정도의 Zone으로 나누어 화재 발생시 각 Zone안에서 발생할 현상과 화재진행과정중 Zone간에 일어날 상호작용에 관한 내용을 수식화된 Model을 이용해 기술하고 결과를 분석해 보는 방법이다. 화재진행과정상 나타나는 각 성상들을 하나씩 따로 조사해 Model을 종합적인 화재 Model로 구성

하게 된다. 따라서 각 과정에 대한 연구가 진전되어 양호한 Model이 얻어지면 새롭게 교체할 수도 있다. 그러나 구획되어진 Zone 자체의 규모가 크기 때문에 상세한 정보를 얻기는 힘들다.

현재 많이 쓰이고있는 화재 Model은 Field Model보다 실용적인 Zone Model서, 이번엔 대표적인 화재 Model과 실제화재의 실험 및 비교 등에 대해 기술해본다.

2. 미국의 화재MODEL과 실용화

미국의 화재연구활동은 NIST (National Institute of Standards Technology, 舊 NHS)의 CFR (Center for Fire Research)을 중심으로 연구활동과 화재분야의 정책제안에 까지 활발히 진행되고 있다. 특히 1984년 Space Shuttle의 폭발사고 이후 NASA의 예산 삭감에 따라 수년간 NIST의 예산은 증가하였으나 근래에 와선 운영방법이 달라졌다. 별도의 정부예산지원 없이 연구프로젝트를 직접 수행해 이를 통한 수수료로 운영경비를 충당하고 부족금이 발생할 경우 추후에 정부로부터 지원을 받는 방식으로, 일명 영사정제(零査定制)라고 한다. 이에 따라 방화설계 등의 화재 Model개발에 주력하여 현재 화재분야의 소프트웨어 프로그램 몇가지는 실용화

단계에 있다.

ASCOS나 ASET, ASRT-R, DETACT-QS, DETACT-T2, EXITT, FAST, FIREFORM, FIRST, LAVENT 등이다. 이 소프트웨어 프로그램은 IBM-PC용이나 Fortran이나 Basic으로 쓰여있는 프로그램의 Source Code이기 때문에 MS-DOS로 사용하고 있는 PC라면 읽을 수 있다. 단, 실행시키기 위해 이것에 맞는 Fortran이나 Basic의 Compiler가 필요하다.

이밖에도 똑같이 CFR에서 개발된 Hazard 1이 1989년 6월 1일부터 NFPA(미국방화협회)의 NTIS(미국기술정보서비스)에서 유료로 배포되고 있다. 이 프로그램은 주택화재를 대상으로 만든 것이지만 기타 다른 화재에 적용하는 것도 가능하다. 이 프로그램을 작동시키기 위해서는 IBM-PC와 Hard-Disk 및 수치연산용 Processor가 필요하다.

또한 SimCity라는 게임성 높은 소프트웨어 프로그램이 있다. 이것은 도시개발을 위한 Simulation으로서 도시계획을 만들 때 소방서와 경찰서를 적절히 배치하는 것을 목적으로 하고 있다. 또한 화재와 지진, 교통체증, 환경문제라는 오늘날 대도시가 안고있는 문제들도 다루고 있다.

EIRAI (Emergency Information Research Alternative Inc.)

에서 개발한 EIS/C라는 IBM-PC용의 소프트웨어 프로그램은 도시내 또는 인접지역에 있는 위험물을 취급하는 공장과 취급소 등에서 화재, 폭발사고가 발생했을 때 인접 공공시설에 미치는 피해상황을 계산하는 프로그램이다. 위험물은 독극물, 화공약품, 유류 등에 까지 광범위하게 적용할 수 있게 하였으며 그 분류방법은 NFPA에서 행하고있는 방법을 채용하였다. 기상조건은 온도, 습도, 풍속 등 상세한 제반 여건을 입력하게 되어있어 예상되는 피해의 상당한 근사치까지 접근할 수 있어 소화전 등의 소방설비를 통한 방재대책수립에 큰 도움을 받을 수 있다.

3. 일본의 화재MODEL과 실용화

일본의 경우 건축기준법에 상정되어있지 않은 건축물의 경우는 정부로부터 허락을 받은 이후에나 건설을 시작할 수 있게 되어있기 때문에 방화안전상의 확인을 위해 기술적으로 뒷받침할 수 있는 자료를 첨부하게 되어 있다. 따라서 최근엔 화재성상의 예측 Model이 실용화되어 있다. 적용 Model은 Zone Model로서 동경

후락원(後樂園)의 Air Dome, 東京兩國의 신국기관(新國技館), 원자력발전소 등의 방화대책을 세우기 위해 (주)동지의 원자력사업부의 의뢰로 요코하마국립대학의 上原陽교수와 일본 건설성 건축연구소의 田中孝義박사, 필자가 공동으로 연구개발해 화재 예측 모델화한 원자력발전소의 방화대책 등을 예로 들 수 있다.

이외에도 (재)일본소방설비안전센터에서는 호텔화재 Simulation 게임을 개발, 호텔화재시 종업원의 대처 활동에 대한 훈련에 도움을 주고 있다.

가. Zone Model과

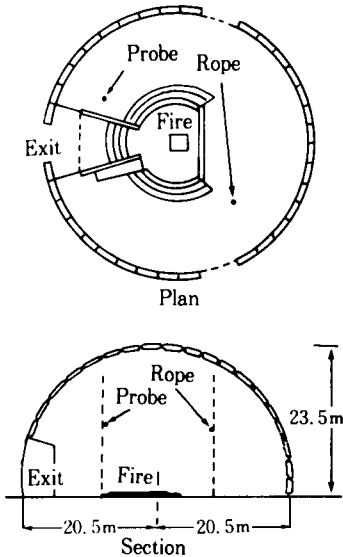
실험치의 비교

1985년 일본에선 과학기술진흥회가 개최되어 여러가지 배연설비를 갖춘 전시관이 세워졌다. 이 건물은 전람회가 끝날 때까지만 사용되는 가설건물이었기 때문에 연기의 이동과 배연에 관한 실제 실험을 행하고 Zone Model에 의한 Simulation치와의 비교를 행하였다. 실험대상인 전시관의 건물개요 및 결과는 아래와 같다.

<그림 2>는 시간의 경과에 따른 실험치의 Zone Model에 의한 예측치의 비교를 나타내고 있다. 실험치와 예측치간의 비교결

<표 1> 실험대상 전시실의 개요

건물명	구조	용도	층수	연면적	실험면적	천장높이	배연방식
CI관	RC Dome	전시장	1	2,000㎡	1,227㎡	23.5m	무배연

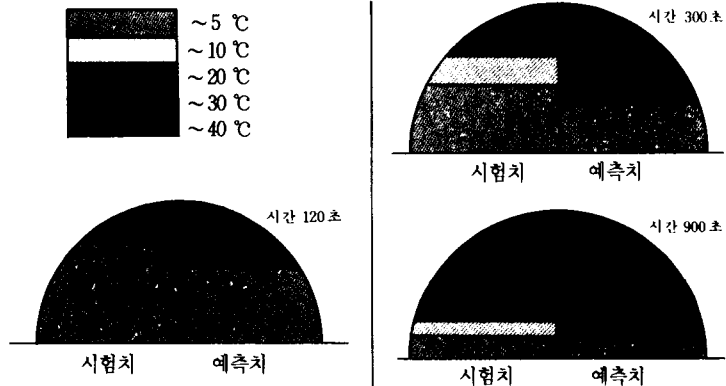


<그림 1> 실험건물의 평면 및 단면도
과 (2, 5, 15분 경과후), 연기층의 농도가 진해짐에 따라 상부연기층과 하부공기층간에 확실한 경계면이 나타나고 있다. 또한 온도실험치와 계산에 의한 예측결과가 일치함을 보여주고 있다.

나. Field Model에 의한 항공기의 화재 Model

최근 전자계산은 속도나 처리능력 등 성능이 급격히 향상되었다. 화재 Simulation도 예외는 아니어서 2차원, 3차원의 계산도 진행되고 있다. 여기에는 항공기의 화재 Model의 예를 들어보겠다.

항공기의 추락이나 불시착에 따른 폭발사고가 일어나는 경우 이외에 고공비행중에 항공기화재가 발생하는 경우가 반드시 드문 것만은 아니다. 세계적으로 봐도 과거 20년간 약 300건의 화재가 기록되고 있다. 제트연료와 위험물

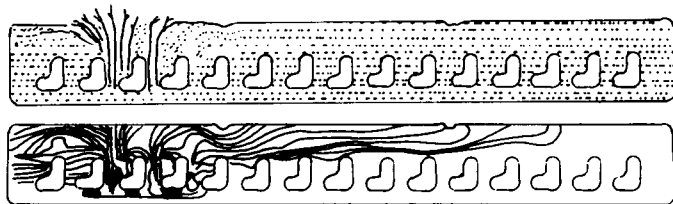


<그림 2> 시험치와 Zone Model에 의한 예측치의 비교

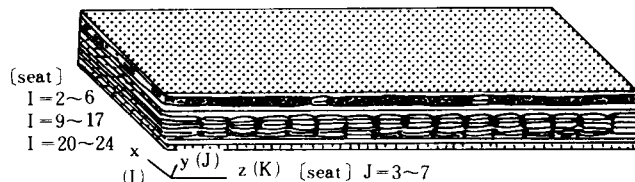
을 대량 적재하고 다수의 승객까지 동승한 기내에서 화재시 비상구란 결코 사용될 수 없다는 것은 항공기의 안전성확보에 있어 중요하다. 이 항공기 화재 Model은 항공기의 제조설계에 있어 기내화재의 열, 연기 유동상태를 해석하기 위한 목적으로 개발되었다. 처음엔 2차원 Simulation에서 시작되었으나 <그림 3>과 같이 기내를 25 × 12 × 97의 일정한 크기

로 분할하여 3차원에 의한 계산을 행하였다. 계산은 TDMA법을 사용하고 속도에 대해선 Star Card Cell을 쓰고있다. 그 결과 항공기내에는 비교적 좁아서 열과 연기가 급속히 확산하기 때문에 방염과 배연이 필요하다고 결론짓고 있다.

<그림 4>는 연소의 확대속도와 연기농도 계산결과를 나타내고 있다.



<그림 3> 항공기 각 실내의 Cell분포



<그림 4> 연소중 연소속도와 연기농도