기술논단

# 화재시뮬레이션 개요 및 기초이론(2)

**김연구** / 방내화 시험실장

## 4. 화재모델의 발전 경과

표4는 세계 각국에서 개발한 주요한 화재모델의 타입과 개발시기를 정리한 것이다. 표중 기호는 화재모델명 또는 개발중심자의 이름이다. 표4에서 화재모델의 개발주체를 살펴보면 유럽각국, 북미, 그리고 일본이 거의 전부인 것을 알 수 있다. 개발시기별로 살펴보면 1970년경에는, 유럽과 일본이 활발한 시기이나 모델이나 개발자가 한정되어 있다. 화재모델이 활발하지 못했던 이유는, 이 시기가 아직 컴퓨터가 개발되기 이전인 것과 관계가 있다. 1970~75년경에는 카나다의 연구가 활발하다. 한편 그 후 1985년까지의 10년간은 미국의 활동이 다른 국가를 압도하고 있으며, 일본이 부분적으로 참가하고 있는 상태이다. 그러나 1985년 이후 현재까지의 시기는, 미국의 활동은 전과 같은 수준으로 계속되고 있으나, 유럽각국의 참가가 현저하게 증가되고 있다. 더욱이 아주 최근에는 문헌에 나타난 바와 같이 일본, 미국, 유럽의 국가 외에, 오스트레일리아, 중국 등도 화재모델의 개발에 착수하고 있다. 화재모델의 타입별 발전경향은 다음과 같다.

### 4.1 필드모델

필드모델은 기초방정식이 다른 분야의 유체해석과 거의 동일하기 때문에, 화재시의 흐름의 해석도 유체의 수치해석 일반의 발전과 함께 발전하여 왔다. 다만, 화재에서는 연소에 의해 부력을 이르키는 기체의 거동이 중요한 관심의 대상이 되는 점이 다른 것과 다른 점이고, 흥미있는 테마의 하나로서 유체 수치해석의 연구자를 끌어들였다는 것이다. 그렇지만 계산시간의 제약 때문에 컴퓨터의 성능이 대폭 향상된 현재에도 예측의 대상공간은 실제상 단일실로 되고 있다.

UNDSAFE는 노틀담대학이 개발한 모델로, 화재해석을 목적으로 한 필드모델로서는 선구적인 것이다. BF3D은 NIST(前NBS)의 Howard Baum 등이 중심이 되어 개발한 것이고 화기기류 중의 그을음의 응축 등 극히 고도의 현상 해석이 행해지고 있다. 초기의 필드 모델의 이용은 이와 같이 화재의 기초적인 현상의 연구에 한정되어 지고 있는 것 같다. 한편 실질적인 화재해석에서 응용하고 있는 필드모델로서는 영국 FRS의 Cox 등이 개발한 JASMINE이 유명하다.

### 4.2 존모델

존모델은 실용적인 해석의 수단으로서 개발이 진행되었다. 필드모델과 달리 존모델은 다양하다. 현재의 시점에서는 건물의 공간 내를 동일하다고 간주하는 1층모델과, 상부고온층과 하부저온층을 가정하는 2층모델이 있으며, 또한 각각 단일공간을 대상으로 하는 것과 복수공간을 대상으로 하는 것이 있다. 또한 정상과 비정상의 차이도 있다.

#### (1) 1층 존모델

단일공간에서의 1층모델은, 일본의 건설성 건축연구소의 연구원이었던 川越, 關根의 두사람에 의해 1950년의 후반에 개발되었다. 화재실과 외기 사이에는 커다란 온도차이 때문에 개구부에 수직방향의 압력차가 생겨, 개구부에서의 흐름의 계산에서는 이것을 고려해 넣지 않으면 안되는데, 이러한 계산방법이 처음으로 도입된 것이 이

| | 필드모델 | 존 모 델 | | | | | | | | 위험도 평가모델 | 감지기 응답모델 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 층 | | | 2 층 | | | | | | |
| | | 단일공간 | 복수층 복수공간 | | 단일공간 | | 단 일 층 | | 복수층 | | |
| | | | 정 상 | 비 정 상 | 정 상 | 비 정 상 | 2공간 비 정 상 | 복수공간 비 정 상 | 복수공간 비 정 상 | | |
| 1958 | | 川越(KW) | | | | | | | | | |
| 59 | | 關根(SEK) | | | | | | | | | |
| 1960 | | | | | | | | | | | |
| 61 | | | | | | | | | | | |
| 62 | | | | | | | | | | | |
| 63 | | | | | Thomas(TMS1) | | | | | | |
| 64 | | | | | | | | | | | |
| 65 | | | | | | | | | | | |
| 66 | | | | | | | | | | | |
| 67 | | Thomas(TMS2) | | | | | | | | | |
| 68 | | | | Wakamatsu(WAK1) | | | | | | | |
| 69 | | | Tamura(TMR1) | | | | | | | | |
| 1970 | | Magnusson(MG) | | | | | | | | | |
| 71 | | Tsuchiya(TY) | | | | | | | | | |
| 72 | | Harmathy(HAR) | Tamura(TMR2) | | | | | | | | |
| 73 | | | Tamura(TMR3) | | | | | | | | |
| 74 | UNDSAFE(NUD) | | FRS(FRS1) | | | | | | | | |
| 75 | | | Forthergill(FOT) | Wakamatsu(WAK2) | | | | | | | |
| 76 | | 田中(TNK1) | | Wakamatsu(WAK3) | Rokett(R1) | MacArthur(MCA) | | | | | |
| 77 | | | | | Quintiere(JQ) | 田中(TNK2) | | | | | |
| 78 | BF3D(BAU1) | Babrauskas(BBR1) | | | | Harvard(HU1) | | | 田中(TNK3) | | |
| 79 | | COMPF2(BBR2) | | | | | | | 田中(TNK4) | | |
| 1980 | | | | | | | Caltech(CAL) | | | | |
| 81 | | | | | | Harvard CFC V(HU2) | | | | | |
| 82 | PHOENICS(COX1) | | ASCOS(KL01) | | | ASET(C1) | | | | | |
| 83 | BF3D(BAU2) | | | | | Harvard CFC VI(HU3) | | | 田中(TNK5) | | |
| 84 | | | | | | | | FAST(WJ1) | | | |
| 85 | | SFIRE-4(MG) | | SMKFLW(KYU) | | ASET-B(C2) | | | | | |
| 86 | | | | | | 大成(TAI),鹿島(KJM) | | | | | DETACT-QS(EVS) |
| 87 | JASMINE(COX2) | | | | | FIRST(HU/NBS1) | | CCFM-VENTS(C3) | CiFi(XB1) | | RADISM(HKY) |
| | | | | | | R-VENT(NWY1) | | | | | |
| 88 | BF3D(BAU3) | | | SMACS(KL02) | | DSLAYV(KRL) | | | | | SPLASH(FRS2) |
| 89 | | | | | | FISBA(MC) | | FAST V.18(WJ2) | BRI2(TNK6) | RISK-COST(NRC) | |
| 1990 | KAMELEON FIRE-3D (NWY2) | NRCC1(TKD) | | | | | | CFAST(WJ3) Harvard Mark VI(R2) | | | LAVENT(C4) |
| 91 | KAMELEON II(NWY3) | | | | | | | | | Hazard(WJ4) | TDISX(FM) |
| 92 | | | | | | | | | MAGIC(FXR) | | |
| 93 | | | | | | | | | BRI2V(TNK7) | | |

표 4. 화재모델의 개발경과

모델이었으며, 이후 화재성상 해석에서의 기본적 수법으로서 답습되고 있다. 이 모델은 건축물의 내화성의 평가를 목적으로 한 것으로, 일본의 내화설계에서는 川越·關根의 모델이 지금도 이용되고 있다.

건축물의 내화성의 확보는 화재안전의 기반으로서 중요한 것이므로, 그 후로도 각국에서 개발이 계속되고 있다. 건축물의 내화성과 관련한 화재해석에서는 단일공간의 1층모델로도 실용상 충분하나, 화재 온도나 화재 계속시간의 예측이 필요하게 되어, 이 때문에 실내 가연물의 연소속도의 평가가 불가결하게 된다. 川越·關根은 이것이 개구부의 치수로 정하는 개구인자에 비례한다고 하는 유명한 관계를 제시하였으며, 이후 이것이 환기지배하의 화재에서의 연소속도 예측식으로서 세계적으로 정착되었다.

1층모델에서 복수의 공간을 대상으로 하는 화재모델은 건물 내의 연기의 유동 및 제어와 관련하여 개발된 것이다. 이것에 대해서는 일본 건설성 건축연구소의 연구원인 若松이 세계적인 선구자이지만, 카나다의 Tamura도 거의 동시에 모델의 개발을 행하였다. 이것은 컴퓨터의 발전의 초기에 대응하고 있는 것과, 건물의 공조환기의 네트워크모델이 베이스에 있었다는 것이 관계하고 있다고 하겠다. Tamura의 모델은 미국 NBS의 연기제어 모델 ASCOS의 기반이 되었다.

많은 공간을 가진 건축물에 있어서의 연기유동 모델에서는, 통상 화재구획 내의 연소 예측은 행해지지 않고, 설정조건으로서 부여되어 진다. 한편 다수의 공간의 압력을 해석하지 않으면 안되기 때문에 계산 시간, 안정성 등이 과제로 된다.

### (2) 2층 존모델

2층모델의 개념을 최초에 도입한 것은 영국 FRS의 Thomas이다. 이것은 천장배연구의 배연효과 연구에서 고려되어진 것이다. 여기에 도입된 연기층과 화재 Plume은 2층 존모델에 있어서 가장 본질적인 구성요소라고 말할 수 있다.

2층 존의 개념을 기본으로 하여 구획화재의 모델을 최초로 작성한 것은 Rockett이다.(그림 6) 이것은 단일실 정상모델이지만, 실내가 상·하부층으로 성층화하는 조건에서의 개구유속이 종래의 川越·關根의 계산방법으로는 실험값과 아주 근사하게 일치하지 않기 때문에, 이것을 이론적으로 설명하기 위하여 작성되었다.

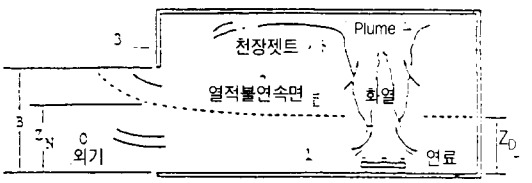


그림 6 Rockett의 2층 존모델

단일실 정상 2층모델에서, 고온가스층의 복사, 대류 열전달, 벽체 내의 열전도 및 화원의 연소속도 예측을 결합한 종합적(Comprehensive)인 모델로 발전시킨 선구자는 Quintiere이다(그림 7). 그는 다차원 Newton-Raphson 법을 사용하여, 이 모델의 고온가스층의 온도, 개구유량, 주위벽체온도, 연소속도 등 관계하는 양을 풀어내어, 개구인자와 연소속도의 관계 등의 해석을 시도했다.

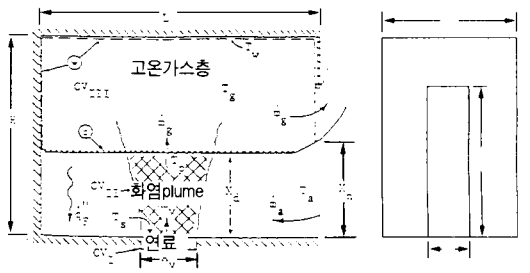


그림 7 Quintiere의 존모델

단일실 2층 비정상의 종합적 모델의 개발을 가장 활발히 추진시킨 것은 Harvard 대학 Emmons 교수 및 Mitler의 그룹이었다. 개발은 Home Fire Project라고 불리는 프로젝트 중에, Factory Mutual 연구소에서 실대화재실험을 공동으로 하면서 행해졌다(그림 8). 이 모델은, 실내의 각 모드 열전달, 개구유량, 화원, 연소속도 등과, 2차 착화물로 되는 표적 가연물의 착화 및 연소도 예측의 대상으로 하는 의욕적인 모델이다. Emmons 교수는, 이 모델을 단계적으로 발전시켜 건물 전체의 화재성상을 예측할 수 있는

모델을 개발할 것을 생각 하였었으나 수치 해석 수단으로서 다차원 Newton-Raphson 법칙을 기본으로 하는 반복법을 사용하고 있었기 때문에, 단일실에서도 변수가 지나치게 많게 되어, 다수실에의 확장은 늦어지게 되었다. Harvard 대학의 모델은 Emmons 교수의 퇴직과, Mitler의 NBS로의 이동에 따라 NBS에서 계량이 계속되어 FIRTS가 나오게 되었다.

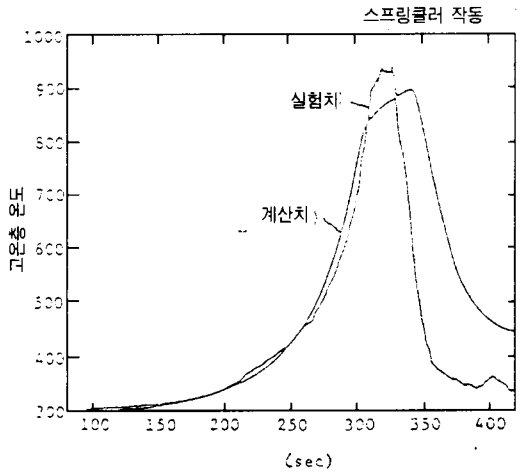


그림 8 Harvard 모델에 의한 예측예

단일실 비정상 2층 모델을 출화공간으로 부터의 피난시간의 예측이라고 하는 실무적인 문제에 응용한 것은 Cooper이며, 이로부터 ASET라고 하는 모델이 탄생되었다(그림 9).

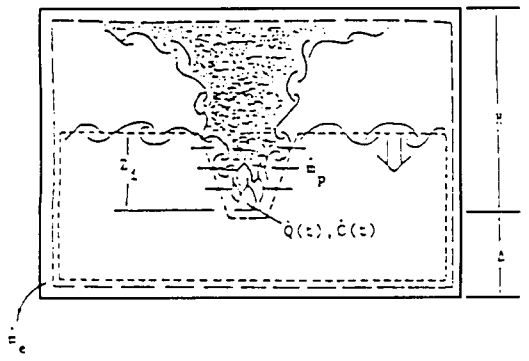

그림 9 ASET(Cooper)

1987년 이후는 미국 등의 화재모델의 발전에 자극받아, 유럽 각국에서도 화재 모델의 개발이 시작되었다. 이들은 미국에서의 화재모델 개발연구를 베이스로 한 것이라고 말해도 좋다.

복수공간을 대상으로한 2층 존모델의 개발에 있어서는 일본의 田中이 선도적 역할을 하였다. 이 모델은 천장고가 높은 공간으로 연기가 상승하여 가는 시간을 무시해도 염려가 없다면, 다층수의 건물에 대해서도 사용할 수 있다(그림 10).

또한 2층 존모델을 온도, 연기층의 두께 등을 변수로 하는 시간에 관한 상미분 방정식으로서 정식화 하는 것이 일반적으로 되어진 것도 이 모델 이후이다. 이에 따라, 모델은 Newton-Raphson 법이 아니고, Runge-Kutte 법과의 적분법으로 수치적으로 풀 수 있게 되어, 다수 공간의 취급이 가능하게 되었다. 이 모델에서는 화재실 내의 연소예측을 행하지 않고, 화원을 설정값으로서 부여하는 것이, Harvard 대학의 모델 등의 종합적 모델과 사상적으로 다른 점이다. 이 모델은 건축물의 합리적 화재안전 설계를 위한 예측 기구(Tool)로서 위치를 점하고 있으며, 실제 화재의 예측을 목적으로 하고 있지는 않다. 실제 화재에서는 여러 가지 연소성상의 가능성이 있다고 하여도, 건물의 설계시에는 어떤 약속된 화원조건, 즉 설계화원하에서 대책의 적부가 평가되는 것으로 생각되어지기 때문이다.

田中모델은, 다수층 다수실 건물 내에서 고온층의 온도 두께만을 예측하는 것을 먼저 개발하고, 다음에 화학종(化學種)의 농도예측, 하부층의 예측, CO의 생성속도 예측 등의 기능을 추가하고 있다.

미국에서도 1984년 이후, 복수실을 대상으로 한 모델이 개발되어졌다. 최초의 것은 Jones에 의한 FAST이다. 이것은 물리적 모델의 베이스를 대부분 田中의 모델에 둔 것이지만, 그 후 빈번한 버전 향상을 거듭하여, 최신의 CFAST에서는 상당히 다른 것으로 되었다. 프랑스의 다수층 다수실 2층모델 CiFi도 田中모델과 FAST를 베이스로 개발되어진 것이나, 각실이 닥트로 연결되어 있는 경우도 취급하는 등 독자적인 기능도 다수 도입하고 있다.

Harvard Mark Ⅵ는 Harvard 대학 모델의 다수실에의 확장 버전으로서 개발되어진 것이나, 초기의 멤버 외에 Rockett 및 東京理科대학의 森田가 가세하여 개발에 중요한 역할을 담당하였다.

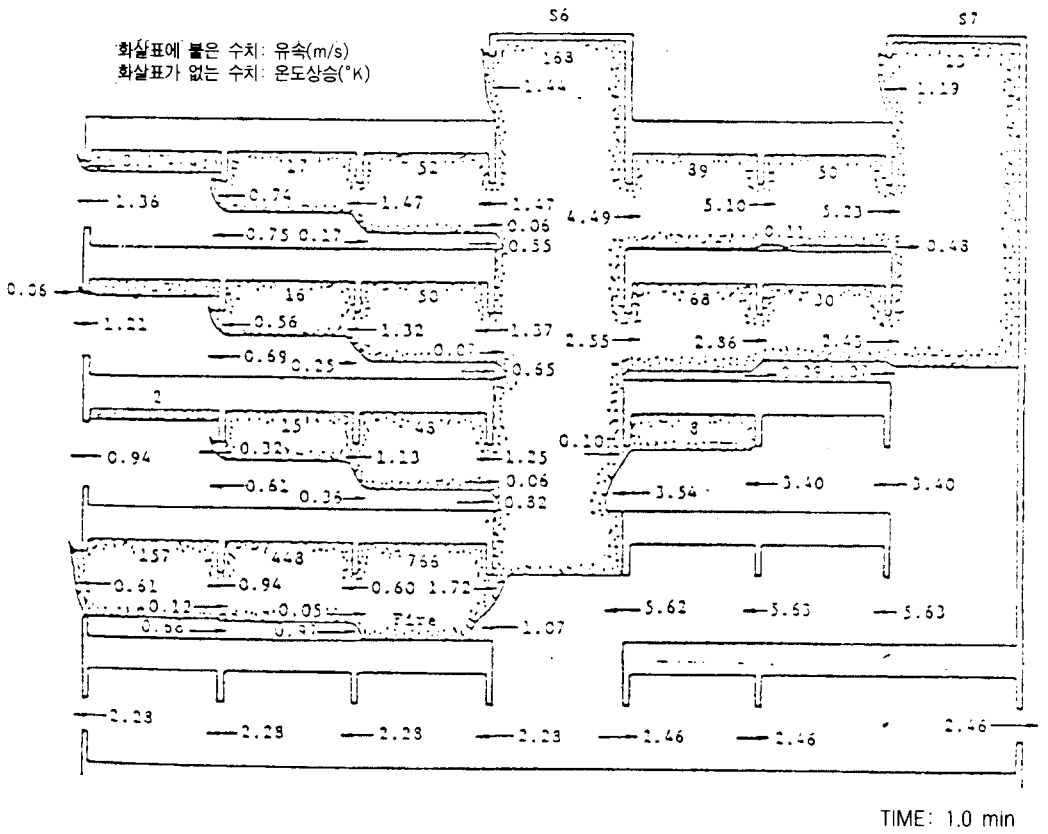


그림 10 田中의 모델에 의한 계산실례

### 4.3 기타의 화재모델

#### (1) 화재 위험도 평가 모델

화재모델의 발전에 따라 그 이용방향이 모색되어지게 되었다. 그중 하나가 화재 리스크의 하나이다. 이전에는 화재 리스크의 평가는 「폴트트리」 해석 등, 화재의 물리적 성상을 고려하지 않은 것이 차지하고 있었으나, 최근에는 확률·통계적 데이터와 화재모델을 통합한 모델이 고려되어 지게 되었다. RISK-COST는 화재안전 대책에의 투자와 화재손실과의 관계를 평가하려고 하는 것으로 카나다와 오스트레일리아가 공동개발 하였다. Harzard I은 연기유동모델 FAST와, 피난자에 대한 연기의 심리적 영향을 고려한 피난모델 및 Expert jurgement을 결합한 모델로, 건물 내의 재실자에 대한 화재영향 평가를 목적으로 한 것이다.

#### (2) 감지기 응답모델

이 모델은 화재모델의 범위에서는 다소 벗어난 것이나, 이들의 중요성이 증대되고 있다. 이것은 어떤 화원이 발생하였을 경우에 생기는 화재기류에 의해, 천장에 설치된 화재감지기나 스프링클러가 응답하는 시간의 예측을 목적으로 하는 것이다. 1986년 Evans에 의해 DETACT QS가 개발되고 나서 유럽의 몇 개국에서 개발이 계속되고 있다.

### 4.4. 화재모델의 금후 발전방향

이와같이 다대한 노력을 경주하여 개발되고 있는 화재 모델은 도대체 무슨 목적으로 사용되기 때문일까? 미국에서는 화재의 책임에 관한 소송에 있어서 화재의 재현에 사용되고 있는 경우가 많이 있는것 같은데 이것은 비생산적이고

불행한 사용방법이라고 할 수 있다..

그러나 다행스럽게도 미국에서와 같은 사용방법은 세계적인 주류는 아니다. 일반적으로는 현상의 시방서적 방화법규로 엄격하게 규제되고 있는 비교적 유효성에 의문이 적지않는 방화대책의 개선수단으로서 고려되고 있으며, 이를 위한 사용이 금후 증가할 것으로 예상된다. 이런 목적으로 사용하게 되면 필요한 화재 모델의 종류와 예측기능, 정도는 화재안전설계법에서 정해져야 하는 것이라고 말할 수 있다. 즉, 알맞는 화재모델이 화재연구의 Needs를 이끌어 낸 것과 같이, 화재안전설계의 시스템이 필요한 화재모델의 Needs를 결정하여 갈 것으로 생각된다.

화재안전설계에 사용되는 모델은 필요한 양을 타당성있는 정도(精度)로 예측할 수 있는 한 간단한 편이 좋다. 따라서 결정적인 화재안전설계시스템이 확립되어 있지 않기 때문에, 많은 선구적 화재모델이 묻혀져 버렸으나 이들이 재평가 되고 있으며, 개량되어 사용되게 될 것으로 판단된다.

## 5. 화재시뮬레이션 프로그램의 운용 주의사항

Zone모델 또는 Field모델을 이용하여 화재현상을 시뮬레이션하는 경우, 다음과 같은 사항에 주의하지 않으면 안된다.

첫째로, 화재현상을 표현하는 「기초방정식의 도입」에 있어서는 보존법칙의 확립과 화재현상의 물리적 현상에 의한 모델화를 정확하고 적절하게 하지 않으면 안된다.

둘째로, 보존법칙으로부터 이끌어낸 「기초지배방정식의 解의 존재성과 일의성(一意性)」에 대해서 증명하지 않으면 안된다. 기초방정식의 해의 존재가 보증될 수 없을 때에는, 수학적으로는 시뮬레이션을 하여도 의미가 없다. 더우기 解의 존재가 보증될지라도 일의성의 보증이 없을 때에는 시뮬레이션 결과를 세부적으로 음미하지 않으면 안된다. 특히 Field모델은 기초지배방정식은 비선형 비정상 편미분방정식으로, 解의 일의성은 없고 解가 분기를 이르키기 때문에, 계산결과는 조건(초기조건 · 경계조건 · 계산오차 등)에 따라서 여러 가지 수치解가 얻어져서, 시뮬레이션의 타당성을 보증하는 것은 매우 어렵다. 또한 필드모델에 있어서는 화재확대기(난류화재기류)에서의 기초방정식 解의 존재는 아직 보증되지 못하고, 계산결과가 화재실험에 의해 얻어진 데이터와 일치하는지 아닌지로 시뮬레이션의 타당성을 판정하고 있는 형편으로, 결코 좋은 방법은 아니다. 그러나 경우에 따라서는 계산결과가 기초지배방정식을 만족하고 있는가를 판별할 수 있으나 기초지배방정식의 조건수에 따라서 수치解가 의미가 없는 것으로 되는 경우가 자주 생긴다. 존모델에서는 비선형 방정식이라고 말할 수 있는 解의 유계성(有界性)은, 조건을 만족하기 위한 熱물리 · 熱화학 파라메터가 비교적 용이하게 사정가능하기 때문에, 어느 정도 단순하게 좋은 결과가 얻어지고 있으나 오히려 비선형에 의한 계산결과의 음미에 다대한 노력이 필요하게 된다. 또한 실내구획의 크기에 대하여 화원의 발열량이 지나치게 커서 수학적 밸런스를 얻을 수 없게 되면 조건수가 극단적으로 커지게 되어, 시뮬메이션의 타당성은 이미 보증받을 수 없게 된다.

셋째로, 화재 기초지배방정식의 解를 어떻게 구하는가 하는 것이 문제이다. 비선형 방정식이기 때문에 해석解를 얻는 것은 현재로서는 불가능하다. 따라서, 컴퓨터에 의한 수치 근사해(近似解)를 구하는 것 이외에는 방법이 없다. 그래서 수치해법의 선택이 필요하게 된다. 화재를 표현하는 기초지배방정식은 시시각각의 모양을 표현한 방정식인 연속방정식이다. 한편 컴퓨터는 디지털계산기라고 불리어지며, 이산적(離散的)(비연속적인 값)인 표현 외에는 불가능하기 때문에, 어떻게 해서든지 연속(連續)에서 이산계(離散系)로 방정식을 변환하지 않으면 안된다. 그런 후에 이산방정식의 解를 구하여 그 解가 연속방정식이 解가 되는지 아닌지를 음미(解의 收束性의 증명)하지 않으면 안된다. 그러기 위해서는 적절한 수치해법의 선택이 필요하게 된다. 다음에 수치해법에 의한 이산방정식의 수치 안정성 즉, 계산결과가 이산 방정식의 수치解로 되는지 아닌지를 체크하지 않으면 안된다(단, 수치안정

성이 허물어져 解가 발산하는 경우에는 곧바로 알아차릴 수가 있다). 결국 비선형 비정상 이산 방정식의 解는 다수가 존재하기 때문에, 끝맺음 오차 등 아주 작은 계산오차에도 다른 解가 얻어져서, 화재현상을 표현하고 있는 解인지 아닌지 의심스럽다. 결국, 물리적·수치해석적으로 의미가 없는 解를 제거하지 않으면 안된다. 이런 일은 다대한 노력을 요한다. 예를 들면, 화재기둥이나 열기류 중에 존재하는 가스·연기 등이 연소하지 않는다고 가정한 경우, 불연천정면의 온도가 가열원의 온도보다 높게된 경우, 이것은 수치해석적으로 「최대값의 원리」을 만족하지 않는 것이 된다. 또한, 계산결과가 화재의 호흡현상을 나타내는 것 같은 경우에, 물리적으로 의미가 없는 의사진동해(疑似振動解)로 된다. 여기서, 수학적인 기본 진동해의 삭제를 하기 위해 적절한 수치해법의 선택을 빠뜨려서는 안된다.

넷째로, 프로그래밍에서의 주의이다. 적절한 수치해석을 선택할 수 있어도 그것에 맞는 Scheme이나 알고리즘을 선택하지 못한다면, 계산시간과 기억용량을 필요이상으로 낭비하기 때문에 프로그램으로서 사용할 수 없게 된다.

다섯째로, 수치실험(프로그램의 실행)에 있어서의 주의는, 경험모델에서 얻어진 물리·화학 파라메터와 수치 파라메터가 시뮬레이션을 행하는 화재현상에 대하여 적절한 것인지, 또한 계산영역·초기조건·경계조건이 적절한 것인지가, 올바르게 설정되어야 한다. 이것을 게을리 하면 전혀 의미가 없는 시뮬레이션이 되어버리고 만다.

여섯째로, 시뮬레이션 프로그램의 타당성을 체크하기 위해서는, 상기의 것들을 만족시키는 것 이외에 실험값과의 일치로부터 타당성을 판단하지 않으면 안된다. 의외로 이 체크가 귀찮은 일이 되어진다. 그림 11은 화재 시뮬레이션 프로그램 작성수순을 나타낸 것이다.

마지막으로, 화재시뮬레이션 프로그램을 실행하는 경우, 다음에 기술한 주의점에 유의해서 화재시뮬레이션하지 않으면 좋은 결과를 얻을 수 없다. 오히려 틀린 결과가 되는 경우가 생긴다.

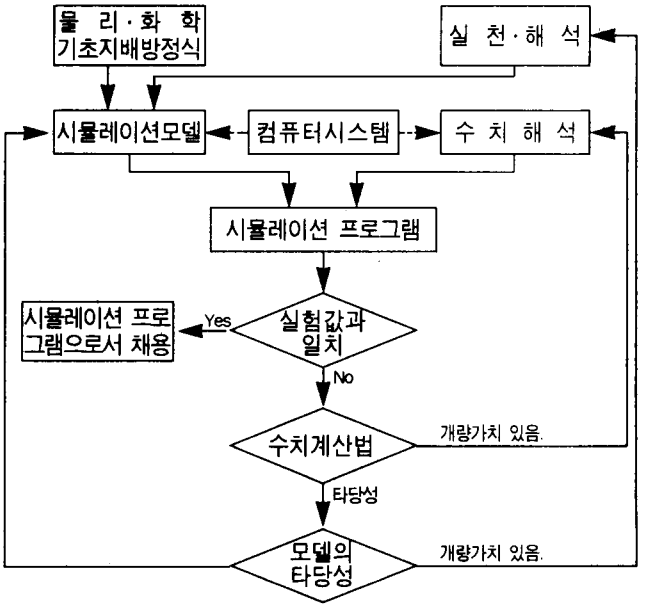


그림 11 화재시뮬레이션 프로그램 작성수순

독자(獨自) 또는 그룹에서 개발한 화재시뮬레이션 프로그램을 수행하는 경우나, 앞에서 제시한 주의사항 등을 고려한 다음 미작성 화재시뮬레이션 프로그램을 수행하는 경우는 거의 문제가 없다. 그러나 대부분의 경우는 시판되고 있는 화재시뮬레이션 프로그램이나 작성자로부터 복제하여 받은 프로그램을 독자적으로 실행하는 경우이다. 이 경우에는 특히 「국소수치안정성」과 「국소중단오차」에 주의하지 않으면 안된다. 결국 데이터를 입력할 때 「센스티브」한 변수에 충분히 주의하지 않으면 수치안정성의 조건이 만족되지 못하고, 발산하거나, 의사진동해가 얻어지거나 한다. 이 때에는 계산결과가 이상한 것을 알 수 있으나, 가장 귀찮은 것은 수학적·수치해석적으로는 解가 아님에도 불구하고, 계산결과가 화재현상면에서 그럴듯한 결과로 되어지는 경우가 자주 있다는 것이다. 특히 시판되고 있는 프로그램에 이런 경향이 나타나고 있다. 아주 좋은 프로그램은 앞에서 제시한 상태로 되었을 때에는 「에러」표시를 하고 「실행중단」하는 것이다. 그렇게 하므로써 잘못된 결과를 얻는 것을 회피할 수 있다. 유감스럽지만 이러한 프로그램은 현재에는 거의 없다. 이러한 프로그램은 사용자에

게 쓸데없는 프로그램으로 내버려지고 있는 것이다. 존모델에 의한 화재시뮬레이션 프로그램은 「국소수치안정성」이 현저하게 흐트러진 경우 「메시지」표시를 하여 계산을 중지하는 프로그램이 있다. 일본에서는 건축연구소의 田中박사가 개발한 「BRI2」프로그램, 미국에서는 「HARVARD」 프로그램이 있다. 또한 이들 프로그램을 수정·개량 등을 하여 사용하는 프로그램이 몇 개 있다. 한편, 필드모델에 의한 화재 시뮬레이션 프로그램은 「국소중단오차」을 고려하지 않고 작성되어지고 있는 프로그램이 있으며, 화재규모가 비교적 큰 경우를 취급할 때에 오차가 현저하게 되고 「국소수치 안정성」을 만족하지 못하게 된다. 결국, 시뮬레이션하는 의미가 전혀 없게 된다. 특히, 필드모델을 적용한 화재시뮬레이션 프로그램을 사용하여 화재시뮬레이션을 하는 경우는 충분히 주의를 하여야 한다. FLK

## 방재기술실무교육을 하고 있습니다.

**교육비 지원 혜택이 있습니다.**

협회는 노동부지정 교육훈련기관으로서 직업훈련 의무 적용 대상협회 및 고용보험가입 의무업체의 근로자가 협회의 방재기술실무교육을 수료할 경우, **교육비의 일정액을 노동부로부터 지원(환급) 및 직업훈련 부담금에서 감면** 받을 수 있습니다.

| 구분 | 고용보험법에 의한 교육비 지원 | 직업훈련기본법에 의한 교육비 지원 |
|---|---|---|
| 적용 대상 | 상시근로자 5인 이상으로 고용보험 가입의무업체 | 상시근로자 1,000명 이상인 직업훈련 의무대상업체로서 분담금을 납부하는 업체 |
| 대상 교육 | 종합방재이론(일반과정I)<br>소방시설실무(전문과정I) | 종합방재이론(일반과정I)<br>소방시설실무(전문과정I) |
| 지원 금액 | 해당교육비의 70~90% 지원(환급)<br>대기업:70%<br>중소기업:90% | 해당 교육비에 대한 일정액을 직업훈련 분담금에서 감면<br>종합방재이론(일반과정I) 154,000원 감면<br>소방시설 실무(전문과정I) 228,000원 감면 |

⊙ 고용보험의 '중소기업'이라 함은 제조업 500인 이하, 광업·건설·운수·창고·통신업 300인 이하, 기타산업의 경우 100인 이하를 말함.

⊙ 직업훈련 의무대상적용업체는 상시근로자 1,000인 이상으로 제조업, 광업, 전기, 가스 및 수도업, 건설업, 운수·창고 및 통신업, 서비스업을 말함.

### 교육일정

| 월 | 차 수 | 월 일 | 교육일수 | 과 정 명 | 인원(예정) | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| '98. 10월 (2회) | 특 5 차 | 10. 13 ~ 15 | 3 | 일반(종합방재이론) I | 30명 | |
| | 모집 7차 | 10. 27 ~ 30 | 4 | 전문(소방시설실무) I | 30명 | |
| '98. 11월 (2회) | 모집 8차 | 11. 10 ~ 12 | 3 | 일반(종합방재이론) I | 30명 | |
| | 모집 9차 | 24 ~ 27 | 4 | 전문(소방시설실무) I | 30명 | |
| '98. 11월 | 공정안전 | 11. 17 ~ 19 | 3 | 공정안전과정 | 20명 | |
| '98. 12월 (2회) | 모집 10차 | 12. 1 ~ 4 | 4 | 전문(소방시설실무) I | 30명 | |
| | 모집 11차 | 15 ~ 17 | 3 | 일반(종합방재이론) I | 30명 | |
| '99. 3월 (2회) | 모집 12차 | 3. 2 ~ 5 | 4 | 전문(소방시설실무) I | 30명 | |
| | 모집 13차 | 16 ~ 18 | 3 | 일반(종합방재이론) I | 30명 | |
| 계 | 9회 | | | | | |