

## 火災 潛在 危險性 評價를 위한 考察

金 紘 鎰\*

### 1. 서 론

최근, 건축물은 점점 고층화, 대규모화해 가고, 동일한 건축물에서 다른 용도로 이용되는 경우도 많아져가고 있다. 이러한 대규모화·복합화가 진행되는 건축물에 대한 화재 위험성은 종래의 건물과 비교해 볼 때, 더욱더 커지고 있으며, 종래의 건축물에서는 볼 수 없는 고유의 위험이 산재되어 있다고 할 수 있다.

건축물의 방재설비는 소방법규에 정해진 성능과 시방서에 만족하는 것을 중심작업으로 해서 이루어지고 있다. 그러나, 대규모의 건축물 또는 용도의 특성에 따라 특이한 공간형태를 가진 건축물에 있어서는, 화재의 규모나 화재 性狀이 각각 다르기 때문에, 법규를 만족하는 수준의 획일적인 방재설비를 한다는 것은, 안전성을 고려하지 않은 방재계획이라고도 할 수 있겠다.

그러나, 법규 측면에서 생각해 볼 때, 소방법이나 건축법 등 관련 법규가 건축물의 고층화, 대규모화, 복합화의 추세를 신속적으로 수용해야 하겠지만, 새로운 공간이 출현할 때마다 법규를 개정한다는 것은 곤란한 일이다. 더욱이, 각 건물의 case-by-case에 따라 실험과 연구를 통해 그 대책을 마련해야 하기 때문에 법규의 성격상 신속하게 처리되기는 어려울 것이다. 따라서, 법규에서 규정하고 있지 않는 건축물이나, 아트리움, 지하공간, 새로운 구조 등의 방재계획은 기준이 모호해

서 어느 정도의 수준을 만족해야만 안전성을 확보할 수 있는지를 알 수 없다. 또, 이미 계획 단계를 마친 건축물의 방재계획이 합당한지의 여부도 알 수 없는 실정이다.

본 論考에서는 이러한 상황들을 고려해서, 방재와 안전의 측면에서 보다 적극적인 방재계획을 할 수 있는 방법에 대해서 考察하였다.

### 2. 배경과 목적

서론에서도 언급했듯이, 법규에서 규정하고 있지 않는 건축물이나 아트리움, 지하공간 등의 방재계획은 외국의 코드를 참고로 해서 행해지고 있지만, 여러가지 상황이 다르기 때문에 전면적인 수용은 고려해 보아야한다고 생각한다.

또, 신기술과 신재료 등이 개발되고 있지만, 이러한 것의 성능은, 직접 인명과 재산의 안전에 관계하는 것이기 때문에, 그 성능이 적절한지의 여부를 파악하는 것도 대단히 중요한 일이다.

그러므로, 법규에 명시되어 있지 않는 사항의 방재계획과 신기술 및 신재료의 성능을 평가해 볼 필요가 있다고 사료된다. 다시 말해서, 고층화·복합화·대규모화 되어 가는 건축물에 있어서 각 건축물의 계획조건에 따른 방재 안전성을 확보하기 위해서는 법규 차원보다 좀 더 강화된 기준을 사용해서 建築物의 火災 潛在 危險性을 평가해 볼 필요가 있을 것이다.

\* 仁濟大學校 産業保健學科

### 3. 건물화재 모델링

방화대책의 효과를 정량적으로 평가함에 있어서, 건물화재의 해석수단으로써 건물화재 모델링 기법이 많이 사용되고 있다. 미국, 일본 등의 나라에서 방화설계를 위한 화재 Model이 개발 단계를 거쳐 현재 실용화 단계까지 이른 것이 많다. 이런 실용화된 화재 Model을 방화설계에 적용함으로써 건축물의 잠재위험성을 사전에 정량적으로 평가해 볼 수 있다.

그러므로, 본 장에서는 Model에 관한 간단한 소개와 화재 Model의 실용 프로그램을 소개하고, 그 실례를 들고자 한다.

#### 3-1. 건물화재의 모델링 소개

우선, 모델이라는 용어에 관해서 생각해 보고자 한다. 화재와 연소연구에서 사용되는 『모델』이라는 용어는, 새로운 모델의 자동차, 매력적인 패션 모델, 장난감의 모델 등과 사고, 개념, 이론 등에 폭넓게 사용되며, 공학적으로도 교량, 선박, 터빈 등의 설계에 모델이 사용되고 있다. 화재와 연소에서 사용되는 『모델』이라는 말은, “건물의 한 방(室)에서 어떤 원인에 의해 화재가 났을 때 그 화재가 건물 안에서 어떻게 확산되고, 또 건물의 임의 공간 내의 환경이 어떤 상태로 변화하는지를 예측할 수 있는 프로그램”을 말한다.

건물화재의 모델이라고 하면, 일반적으로 Field Model과 Zone Model이 대표적이다.

먼저 Field Model은, 공간을 가능한 한 많은 수의 격자로 분할하여, 분할된 각각의 작은 공간의 단위에 유체운동과 에너지 등의 기초방정식을 적용함으로써 연소현상을 기술하고, 이것을 적절한 경계조건과 함께 풀어가는 모델이다. 이 방법은, 화재현상의 정확, 상세한 기술이 잠재적으로는 가능하기는 하지만, 대상공간의 분할수를 증가하면 그것만 상세하게 해석할 수 있는 반면, 수치계산에 그만큼 많은 시간과 비용을 요하므로 전자계산기의 속도, 용량, 비용 등에서의 제약이 따른다. 또 현상의 모델화라는 면에서는 실내기류에 있어서 난류확산의 모델과 복사열전달의 취급이 곤란한 점이 있다.

한편, Zone Model은, 건물을 크게 몇개의 Zone으로 나누어서 정의하고, 그 각각의 Zone 중에서 발생할 현상 및 각 Zone간의 상호작용에 관한 요소과정을 數式化 모델로 기술하고 결과를 분석해 보는 방법이다. 각각의 요소과정은, 그 과정의 현상을 미리 독립적으로 연구해서 性狀을 조사해두고, 모델화해서 종합적 화재모델로 구성하게 된다. 따라서 각 과정에 대한 연구가 진전되어 양호한 Model이 얻어지면 새롭게 교체할 수도 있다. 이 방법과 Field Model에 비교해서 계산노력은 경감할 수 있으므로 보다 실용성을 추구한 Model이라고 할 수 있겠다. 그러나, 정의된 Zone 자체가 너무 크기 때문에 Zone 내의 현상과 각종 양에 대해서 상세한 정보를 얻기는 힘들다.

이렇게 각 Model의 장·단점을 살펴보았는데, 현재 Zone Model이 방화대책의 효과를 정량적으로 평가하는 데에 이용되는 등 건물화재의 해석수단으로써 실용적인 것이며 더 많이 이용하고 있는 실정이다.

화재 Model 개발에 의해 현재 화재분야의 Soft Program 중 몇가지는 실용화 단계에 있다. ASCOS나 ASET, ASRT-R, DETACT-QS, DETACT-T2, EXITT, FAST, FIREFORM, FIRST, LAVENT 등이 그것 중의 몇가지이다. 또, 일본 建設省建築研究所의 田中 孝義박사와 山田 茂씨가 개발한 BRI2, EVACS, SMKFLW Program이 있다. 본 論考에서는 이들 Program을 소개하고 이것을 적용한 실례를 들고자 한다.

#### 3-2. 화재모델의 실용 Program

일본에서는 이미 82~86년도의 5년간에 걸쳐서 建設省의 주도하에 『건축물의 방화설계법의 개발』을 실시했다.

이 성능적 방화설계법에서는 여러가지의 예측 계산수법이 필요하게 된다. 이것을 위해 방화설계법의 sub system 중 하나인 『피난안전설계법』에서, 기존의 예측수법과 지식을 base로 해서, 건축물 화재 시의 연기流動性狀(SMKFLW) 및 피난性狀을 예측하기 위한 모델(EVACS) 및 2층 Zone 연기 유동 프로그램(BRI2)이 개발되었다.

다음에 각 프로그램의 Flow Chart를 나타낸다.

3-2-1. 피난 性狀 예측 프로그램(EVACS)

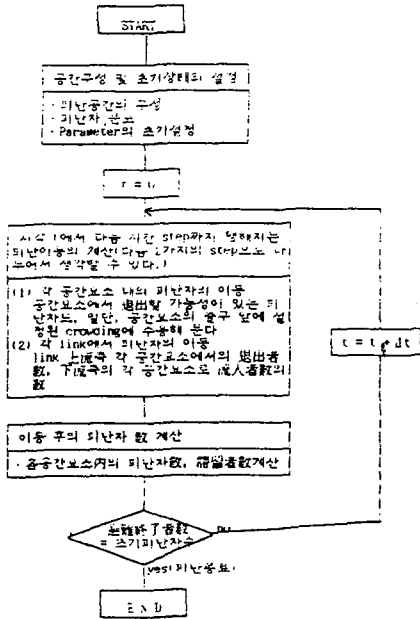


그림 1. EVACS의 Flow Chart

3-2-2. 연기유동성상 프로그램(SMKFLW)

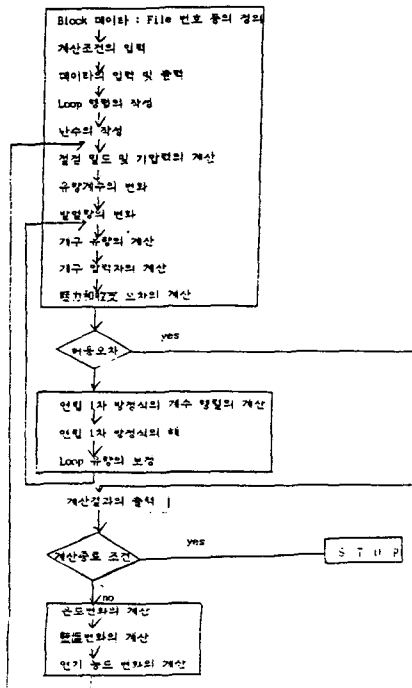


그림 2. SMKFLW의 Flow Chart

피난자의 피난행동에 관한 일련의 예측계산의 순서는 다음 그림 1의 Flow Chart와 같다.

3-2-3. 2층 Zone 연기 유동 프로그램(BRI2)

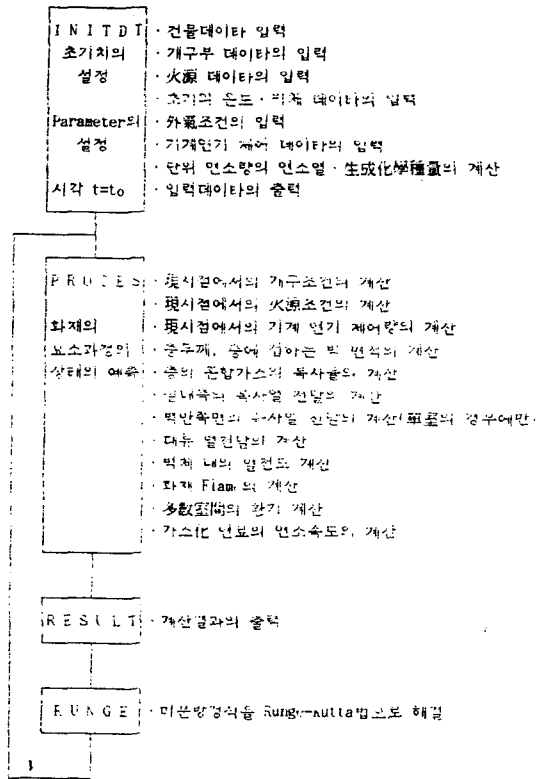


그림 3. BRI 2의 Flow Chart

3-3. 화재 시뮬레이션의 適用 實例

다음은 BRI2를 이용해서 화재에 적용해 본 내용이다. 적용 대상 건물은 공장의 Painting Booth에서 화재가 발생했을 경우의 화재 Simulation에 의한 영향 평가를 실시했다. 건물은 3층 건물로서 화재실은 Painting Booth이며 기계배연설비는 없고, 개구의 개폐, 기계배연, 火源발열속도에는 적당한 시간 스케줄을 설정한다.

본 論考에서는 주로 실제의 상황에 근거해서 시뮬레이션 해 본 WORK-03에 대해서 간략하게 記述하였다. 그림 5는 WORK-03(900초 경과時)의 온도와 放射熱의 계산결과를 圖式化한 것이다.

上述의 조건에 근거해서 몇가지 상황을 변경시켜 가면서 프로그램을 실행시켜 보았다. 예를 들

면, 발열속도를 5배, 10배로 증가시켜 가면서 시뮬레이션 해 보았고, 또, 현재의 건물은 3층건물이지만, 10층 건물인 경우를 가상해서 프로그램을 실행시켜 보았다. 600초 경과후의 결과를 그림 6에 나타내었다.

3-3-1. 實行結果 및 考察

시뮬레이션의 결과, 온도 및 열의 性狀은, 도장실에서의 화재 발생 후 실내온도 분포는 실의 상부가 최고 온도 198℃까지 상승하며, 방사열도 1.9 KW/m<sup>2</sup>까지 상승하는 것으로 나타났다. 隣接室에서의 온도전파는 화재발생 후 10분이 경과한 후, 2층의 온도가 68℃, 3층 34℃이며, 방사열의 효과는 작은 값을 나타냈다. 또한 1층에서의 온도 및 열의 전달은 거의 볼 수 없는 것으로 계산되었다. 상부층에서 하부층으로의 열이동은 약간 보여지고 있다.

이 시뮬레이션의 분석 결과는 다음과 같다. 화재실 온도가 258℃까지 상승하여 지붕으로부터의 화염전파 또는 연기이동이 想定되어 화염전파에 대한 구체적인 방지대책이 요구되어진다. 그리고 10분 후 화재실에서 페인트 및 신나 저장소로의 열 이동이 보여지고 있어서 폭발성 및 가연성 물질을 취급하고 있는 실내 저장 및 혼합의 공간을 옥외로 이동하는 것이 바람직하다고 본다.

또한 저장 및 혼합의 공정을 옥외로 이동하는 것이 무리일 경우에는, 화재실에서 1층으로의 열의 이동이 보여지지 않으므로, 1층으로의 저장 및 혼합공정을 이동설치하는 것도 고려할 수 있다. 덕트로부터의 화염 및 열의 이동이 가능하므로, 방화담퍼로 교체하여야 한다.

그림 7, 8은 각 조건에서의 시간 경과에 따른 온도 및 放射熱의 변화를 나타낸 것이다. 3층의 가연

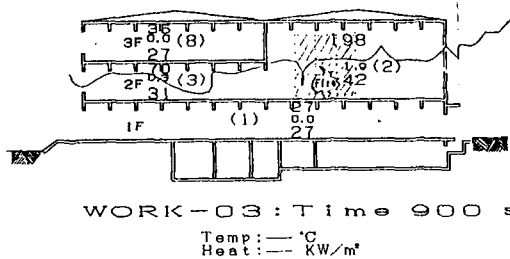


그림 5. 3층 건물의 경우, 900s경과 후의 상·하부의 온도 및 방사열 분포

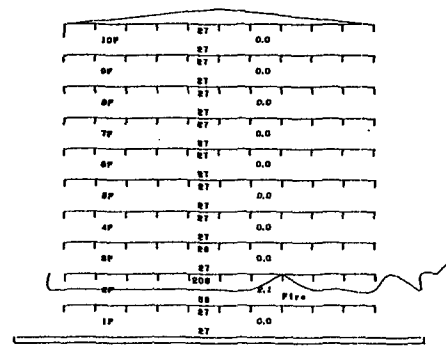


그림 6. 10층 건물의 경우, 600s경과 후 상·하부의 온도 및 방사열 분포

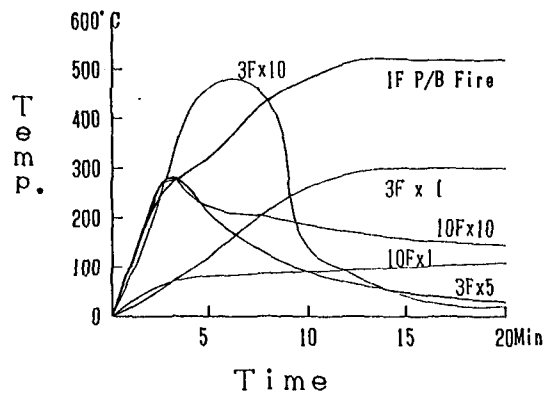


그림 7. 시간 경과에 따른 온도 변화

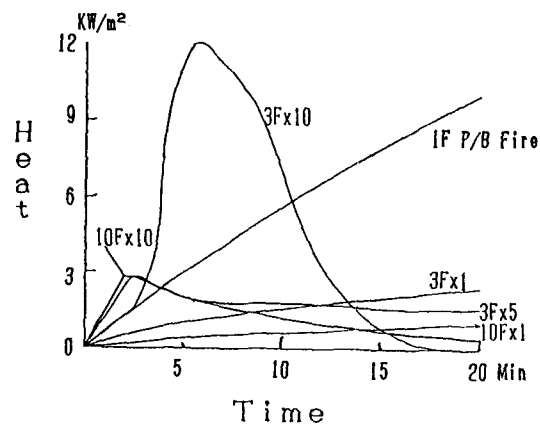


그림 8. 시간 경과에 따른 방사열 변화

물의 양이 10배인 경우, 發火後 6-8분에서 온도와 방사열의 값이 最高値를 나타내었다.

## 5. 결 론

세계 정세와 국내 정세는 급변하고 있다. 특히 새로운 기술은 매일 개발되어가고 있는 실정으므로, 그에 따른 신기술의 평가 및 잠재위험성의 평가에 관해서 서술해 보았다.

한편, 지금까지의 건축물의 방화대책은, 대부분 건축법규와 소방법규 등에 규정되어 있는 시방서적 기준에 기초해서 행해져왔다고 해도 過言은 아니다. 단, 방화법규가 이렇게 시방서적으로 쓰여져 온 것은, 우리나라만의 문제가 아니라, 세계적으로 보편적인 문제라고도 할 수 있다. 이것은 건축방화에 관한 연구와 기술이 지금까지 충분히 성숙하지 않았던 것이 큰 원인이라고 생각된다.

그러나, 최근 건축물이 한층 대규모·복잡화함에 따라서 지금까지와 같은 시방서 규정에 따른

대응은 곤란하게 되었다. 또, 종전의 건축물보다는 화재위험성이 훨씬 더 커짐으로 해서 생기는 인적·물적 피해도 심각할 것으로 예상된다. 그러한 피해를 줄이고 좀더 안전성을 확보하기 위해서는, 법규에만 만족하는 건축방재가 아니라, 그 각 건축물의 계획조건에 따른 총합적인 방재 안전 대책을 세워야 할 것이다.

본 論考에서는 건축물의 방재 안전에 관한 評定 업무의 제도화와 방화대책의 효과를 정량적으로 평가할 수 있는 건물화재 모델링 기법을 이용하여 실제의 건물에 적용하여 보았다. 즉, 실제의 화재 실험을 실시하지 않고서도 방화설계 및 대책에 충분한 결과를 提示하였다.

이렇게 함으로써, 방재와 안전 측면에서 더 적극적이고 경제적인 계획을 수립하여 人的 및 物的 損失을 줄일수 있을 것으로 思料된다.