

# 건축물의 성능적 내화설계 평가 요소기술 개발

## Development of the Evaluation Element for Fire Engineering Design

권인규 , 김흥열\*

In-Kyu Kwon, Heung-Youl Kim

강원대학교 소방방재학부, \*한국건설기술연구원 화재안전연구소

### Abstract

Performance based fire engineering design should be developed through basic survey and fundamental element such as analytic program for evaluation of fire performance of building. The basic elements will be expressed to the surveys of the structures of building laws, regulation and the fundamental elements consist of technical guidances contained design fires, heat analysis, determination of structural performance.

**Key words** : Performance based fire engineering design, technical guidance, design fires

### 1. 서론

건축물에서의 내화설계는 화재와 같은 고열환경에서의 구조적 붕괴방지와 이로 인한 인명의 피해를 최소화시키기 위해서 반드시 준수되어야 하는 법규적 준수사항이다. 본 내화설계에는 크게 두 가지 방법으로 이루어지고 있다. 첫째는 각 국가별로 건축생산 행위를 규제하는 건축법규와 빌딩코드에 제시되는 방법대로 이루어지는 사양적 내화설계이며 두 번째는 해당 건축물의 조건에 따라서 내화성능을 평가하여 요구되는 수준에 따라 내화설계를 진행하는 성능적 방법이다. 우리나라에는 건축법규에 일정한 규모이상의 건축물에는 내화피복을 실시하도록 명시되어있으며, 내화피복의 종류 및 방법 또한 동일한 법규내에서 제시해주고 있다. 따라서 사양적 내화설계는 건축적 이해와 법규를 이해할 수 있는 능력이 있으면 누구나 쉽게 적용하는 방법으로써 우리나라에 사용되고 있다. 반면 성능적 내화설계는 해당 건축물의 화재 가연물량에 좌우되는 화재의 크기 평가와 이를 열원으로 계산되는 구조부재의 온도예측 그리고 구조부재의 거동을 종합적 고려하는 절차로 진행된다. 따라서 성능적 내화설계는 공학적 수단을 통하여 건축물의 내화성능을 평가하기 때문에 공학적 내화설계라고도 통칭된다. 본 성능적 내화설계방법은 뉴질랜드, 영국, 스웨덴을 중심으로 중심으로 활성화되고 있으며, 현재 건축법규와 빌딩코드를 적용하는 대부분의 국가에 채택되고 있다. 현재 우리나라의 건축물 내화설계는 사양적 내화설계만 적용되고 있으며, 성능적 내화설계는 기술적 여건의 미비 및 법규적 절차의 미비로 인하여 사용되지 못하고 있다. 따라서 건축물의 화재조건에 따라서 합리적인 내화피복의 결정이 이루어

어질 수 있는 공학적 절차에 따른 내화설계의 국내 실용화를 위해서는 선진외국의 성능적 내화설계의 법적 상황조사가 요구되고 해석적으로 내화성능을 평가할 수 있는 프로그램의 개발이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 각 국별로 운영되고 있는 성능적 내화설계의 개략적 법규정 내용 소개와 해석적인 방법을 통한 건축물의 내화성능을 예측할 수 있는 프로그램 제시를 목적으로 한다.

## 2. 내화설계의 법규정 분석

### 2.1 뉴질랜드

1991년 Building Act(국내 건축법 유사), 1992년 Building Regulation(국내 건축법 시행령과 유사)를 제정하면서 건축물의 성능적 내화설계법 실행하였다. 종래의 사양적 내화설계방법은 성능적 내화설계의 한 해결방안으로써 승인된 문서에 포함시킴으로써 성능설계의 효용성을 증대시키고 있다. 성능적 내화설계 절차는 먼저 설계도서 작성 후, 지방행정관청(territories authority)의 착공허가서 발행이후, 공무원의 현장 검증이 이루어진 이후 담당 공무원 또는 민간 인정권자(building certifiers)에 의해서 준공허가서가 발행된다. 이루어진다. 이때 전문적인 지식이 요구되는 사항에 대해서는 담당공무원의 판단에 따라 2인내지 3인의 동료평가(Peer review)가 수행될 수 있다.

Building Act의 구성은 Part 1(Preliminary), 2(Purposes and Principles), 3(Functions, Powers and Duties of BIA), 4(Functions, Powers and Duties of Territories Authorities), 5(Building works and use of buildings), 6(National building code), 7(Building certifiers), 8(Accreditation of building products and processes), 9(Legal proceedings and miscellaneous provisions)과 같이 모두 9개의 Part로 구성되어 있다.

빌딩코드에 규정된 화재안전의 주요 내용은 출화규정(Outbreak of fire), 피난수단(Means of escape), 화재확산(Spread of fire), 화재발생시 구조안전성(Structural stability during fire), 비상용 조명(Lighting for emergency), 경보시스템(Warning systems) 등으로 구성되어 있고, 체계는 목적(Object), 기능적 요구사항(Functional Requirement), 성능(Performance)의 순으로 형성되어 있다. 뉴질랜드의 공학적 내화설계 방법에 관한 기술적 지침으로써는 크라이스트처치 대학 출판물인 내화공학설계지침(fire engineering design guide)과 NZS 3404인 강구조표준(steel structures standard : part1)을 사용하고 있다. 표준은 요구사항, 정의, 구조적합성 시간의 결정, 온도에 따른 기계적 특성 변동, 강재의 한계온도 결정, 무피복 부재용 강제 한계온도 도출시간 결정, 피복된 부재의 강제 한계온도 도달시간 결정 등으로 구성되어 있다.

### 2.2 영국

영국에서는 성능적 내화설계는 법률화되기 전부터 적용되었다. 화재가 발생되었을 경우, 구조적 붕괴가 일어나지 않는 조건이 확인이 되었을 경우에는 내화피복의 사용이 억제되었다. 이러한 조건은 화재연구소(BRE)의 카딩턴 실험에 의해서 검증되고 이론화되었으며, 향후 기술적 지침으로 활용되었다. 성능적 내화설계의 법률적 근거로써는 승인된 문서에 언급된 공학적 설계가 가능하다는 표현에 기반을 두고 있다. 따라서 여기에 근거

를 둔 다양한 성능적 내화설계 지침의 개발이 활발하였으며, 대표적으로는 2001년 발행된 BSI PD 7974인 건축물 설계의 화재안전공학 원칙- 실행코드(application of fire safety engineering principles to the design of buildings-code of practice)이 있다. 구조 안전성 평가에 관한 사항은 서브 시스템 3에 포함되어있다.

### 2.3 국제 표준화 기구

현재 국제 표준화기구에서 기술분과 위원회는 약 250여개로 구성되어있으며, 건축물 화재안전분야는 기술위원회 92(화재안전)에서 표준개발을 진행중에 있다. 건축물 화재안전 분야의 국제 표준개발중에서 구조적 붕괴방지를 통한 성능적 내화설계 표준화의 국제표준문서화의 노력은 2000년 초반부터 시작하여 현재까지 지속되고 있으며, 금년 3월중에 각 국의 투표결정이 이루어질 것으로 예측되고 있다.

여기에는 전 세계의 구조적 화재안전성 평가 전문가 20여명이 각자의 전문지식과 각국의 의견을 조화시키면서 통합된 표준문서개발을 진행하고 있으며, 우리나라는 2006년부터 참여하고 있다. 규격의 주요내용은 화재안전 목적, 용어정의, 요구조건 및 성능기준의 서론부분과 화재 시나리오 및 화재의 크기예측 부분, 구조체의 열 반응평가 부분 그리고 기계적 특성 평가부분의 기술적 부분으로 구성되어있다.

## 3. 내화설계의 해석적 평가요소 프로그램 개발

건축물의 최종 목적은 외력으로부터 안전한 공간을 마련하여 채실자에게 쾌적한 주거 공간과 보관의 장소를 제공함이라 할 수 있다. 특히 화재와 같은 고열환경에서는 구조적 안전성 확보가 무엇보다 중요하며 이는 성능적 내화설계의 적용으로써 그 목적을 달성하고, 합리성을 확보할 수 있다. 건축물의 화재 시 내화성능 평가를 위해서는 해석적으로 안전성을 평가하는 기술이 핵심 요소기술로 판단되며, 이를 위한 기초연구로서 강제 기동과 보부채를 대상으로 내화성능을 해석적으로 평가하는 프로그램이 요구된다.

해석적 내화설계 프로그램은 엑셀과 VBA를 활용하여 사용자가 쉽게 사용할 수 있도록 설계하였으며, 그 개요는 표 1과 같다.

표 1. 해석 프로그램 개요

Items	Contents	Remarks
Post process	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fire curves(KS Fire Curve and Natural fire curve)</li> <li>- Column and Beam</li> <li>- H-Sections</li> <li>- Sorts of Steels(SS 400, SM 490)</li> </ul>	Parametric fire curve
Pre process	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Steel temperature history</li> <li>- Elongation history(by time and temperature)</li> <li>- Allowable stress</li> <li>- Maximum load</li> <li>- Steel temperature(in case of protective)</li> </ul>	Bare and Protective Steel

본 프로그램에서는 화재곡선의 종류, 강재의 종류 그리고 부재의 경계조건을 입력조건으로 설정하였다(그림 1). 해당 버튼을 클릭함으로써 엑셀의 연산기능이 작동하도록 프로그램하였다. 화재크기 중에서 자연화재(Natural fire curve)를 계산하기 위해서는 자연화재를 클릭하고, 이어서 입력창의 오른쪽 부분에 설정된 변수화재곡선에 해당되는 특정값을 입력하여야 한다. 입력하여야 하는 특정값은 붉은 색으로 설정된 셀에 입력하면 된다.

내화성능을 평가를 위한 H형강 단면의 종류와 각종 특성을 데이터베이스화하여 입력하였고, 단면의 제 성질과 내화성능평가에 반드시 소요되는 강제단면형상계수를 포함하였다.

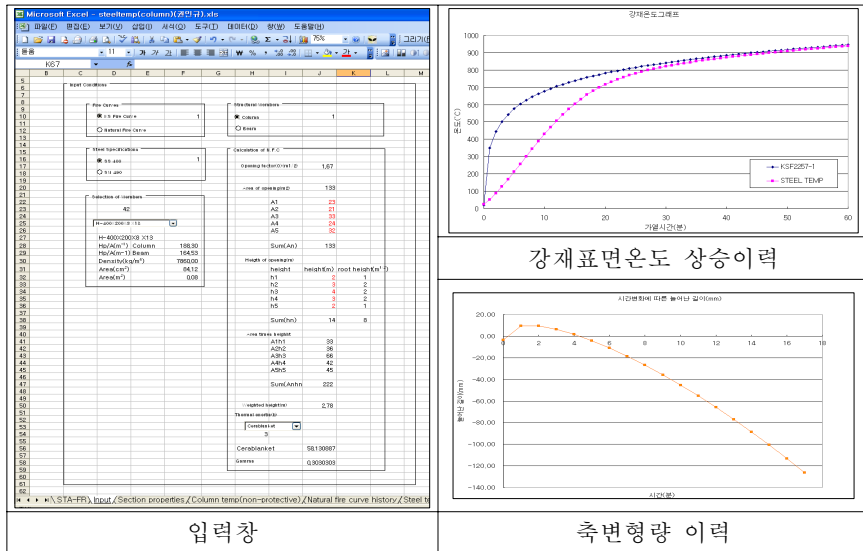


그림 1. 해석적 프로그램의 입출력

#### 4. 결론

건축물의 성능적 내화설계 평가를 위한 기반 및 핵심요소 개발을 위해서는 성능적 내화관련 범규정 분석, 기술적 요소를 포괄하는 해석적 프로그램 제시 등이 필요하다고 판단되며 본 연구에서 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 건축물의 성능적 내화설계가 활발히 진행되고 있으며, 주도적 역할을 수행하는 뉴질랜드, 영국 그리고 국제표준화기구의 최근 범규정 및 동향을 파악하였으며,
- 2) 성능적 내화설계의 핵심요소로 판단되는 해석적 프로그램의 프로토타입 개발을 위해 엑셀기반의 강구조 대상의 프로그램을 제시하였다.

### 감사의 글

본 논문은 2008년 한국건설교통기술평가원 “재료별, 시설별 성능중심의 건설기준 정비 및 표준화”(과제번호: 06기반구축A01)사업의 일환으로 수행되었으며, 지원에 도움을 주신 모든 분께 감사드립니다.

### 참고문헌

- 1) RIST(2004), “강구조 내화공학설계기술 개발 연구“
- 2) 강원대학교(2008), “지하생활공간 내화설계기술 개발”
- 3) ISO TC92 SC4 WG12 Project(2008), “Fire safety engineering- Performance structures in fire”
- 4) BIA(2004), “Approved Document for New Zealand Building Code Fire Safety Clauses”