

# 일본 신내화설계법의 소개



**민 병 열**

한국건설기술연구원 건축연구부장/  
한국화재안전기준위원회 총괄위원

## 1. 머리말

최근 국내 건축물은 날로 고층·복합화하고 있어 그에 따라 건축물의 안전 및 각종 재난발생에 대한 위험성이 증가되고 있다. 특히 대규모 건축물의 경우, 화재 등 재난사고에 따른 막대한 인명 및 재산피해 발생 가능성이 높아 건축물의 효과적인 방재대책이 요구된다.

국내 건축법에서는 건축물의 화재안전을 위한 기본적 조치로서 내화구조대상 건축물 및 부위, 층수별 내화성능기준 등을 정하고 있으나, 광범위한 대상과 조건을 일방적으로 정하는 획일적 규정이라는 한계를 벗어나지 못하고 있다.

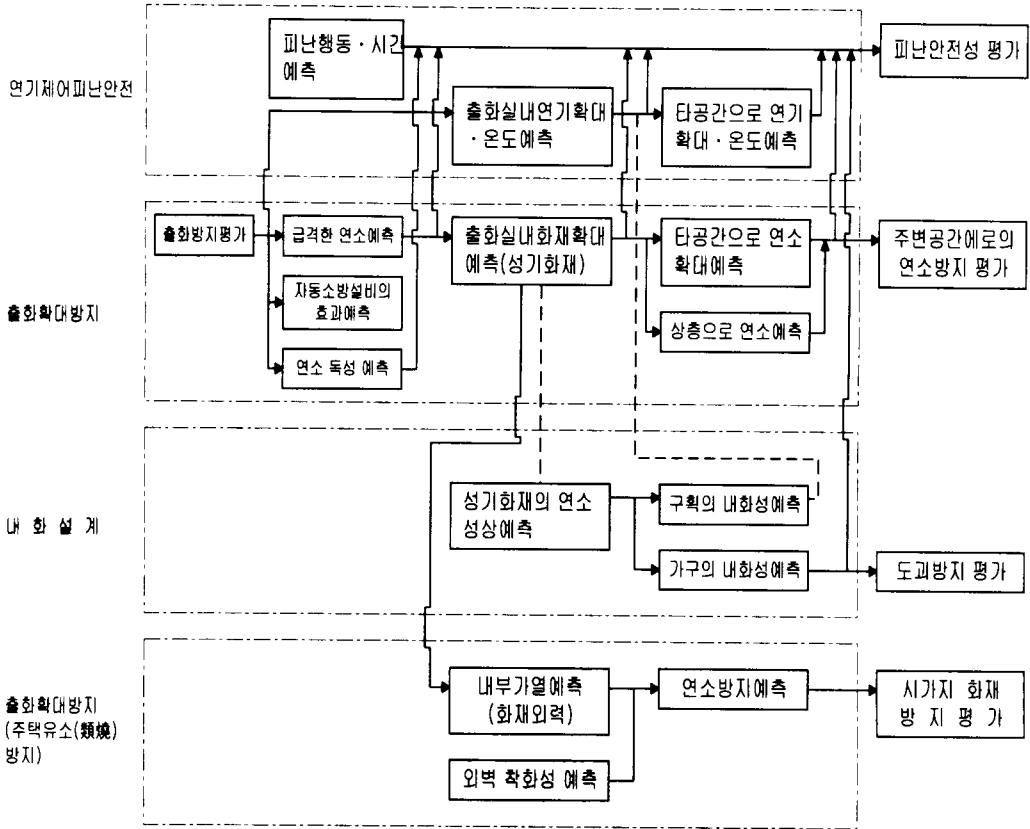
그러나 스웨덴 및 일본 등 선진각국에서는 건

축물의 개별·종합적 조건을 고려한 화재성상예측과 이를 바탕으로 한 내화성능의 적용을 내용으로 하는 새로운 내화설계이론을 도입하여 활용하고 있다. 특히 일본의 경우, 1982년부터 5년에 걸쳐 (재)국토개발연구센터를 중심으로 건축물 방·화재설계법에 대한 연구를 수행하여 건축물 및 단위실의 조건별 내화, 방화, 피난, 발화방지 등의 종합적인 안전성 검토방법과 건축물의 설계방법론을 설정하였다.

이러한 화재안전설계이론은 이미 오래 전에 알려진 바 있으나, 최근 국내의 건축물 내화구조기준의 개정이 추진되고 있는 시점에서 일본의 사례를 통한 성능론적인 건축물 내화설계방법의 활용을 위한 제안으로 그 내용을 간단히 소개하고자 한다.

## 2. 신내화설계법

신내화설계법은 건축물에서 화재가 발생될 경우, 화재성상, 인간의 피난행동, 건축물 각 부분에서의 화재시 거동 등을 공학적으로 예측하여 합리적으로 방·내화설계를 하는 방법으로서 크게 연소확대 방지, 피난안전 및 내화설계로 구분하여 평가시스템을 설정하고 있다. 신내화설계법은 현행 법규의 합리적인 안전설계 적용, 새로운 설계·신기술의 안전성 평가를 위한 이용 및 기존



(그림 1) 방화 설계법에서 평가 시스템의 구성

건축물의 내화 안전성 개선 등에 적용되고 있다.

### 가. 신내화설계법의 평가시스템

신내화설계법은 방화안전을 위한 기본 요건에 대한 몇 개의 평가시스템으로 구성되며, 그 평가시스템을 적용해서 건축물을 평가함으로써 전체 또는 부분적으로 안전성을 평가한다. 이러한 평가시스템의 구성은 그림 1과 같다.

평가는 그 목적 또는 건축물의 계획 조건에 따라 방법이 결정되며, 평가시스템을 건축물의 한정된 부분에만 적용할 수 있다.

### 나. 연소확대 방지

연소확대 방지 설계의 목적은 건축 방화의 기

본인 발화방지 이외에 연소확대 방지와 연소에 따른 가열에 의해 직접 발생할 수 있는 인명피해를 보호하는 것으로 평가는 다음과 같이 분류된다.

- (1) 발화방지
- (2) 인명 안전상 유해한 연소의 방지
- (3) 타공간(동일 건축물)으로의 확대 방지
- (4) 건물사이의 연소확대 방지
- (5) 다른 부지로의 연소확대 방지

### 다. 피난안전

건물내 거주자의 피난안전은 연기, 화열(화재의 확대), 구조체의 손상·붕괴 등 여러 가지 요소에 의해 영향을 받게 된다. 피난안전 설계법은

먼저 대상이 되는 건축물 중에서 적당한 발화 장소를 설정해서 피난 계획을 작성하고, 피난 경로, 피난 장소로 사용되는 공간을 미리 설정하여 피난 행동과 피난 시간을 확보하는 것이다. 이러한 피난 계획은 연기, 화재의 성상 또는 구조체의 붕괴·변형 등과 연계하여 각각의 장소에서 거주자의 안전이 보장되어야 하며, 화재실, 화재층, 비화재층의 피난 경로뿐만 아니라 필요에 따라서는 최종 피난 장소에 대해서도 설계에 반영하고 있다.

**라. 내화설계**

신내화설계법에서 가장 중요한 내화설계의 목적은 인명보호, 피난·소방활동의 안전확보, 부주변으로의 위험한 재해를 방지하는 화재확대방지 및 화재가 발생한 건물의 물적 재산보호로서 건축물에서의 실제 화재에 대한 설계화재성상을 설정하고 부재 또는 가구의 변형·내력성상을 예측하여 평가기준에 따라 내화성능을 평가하는 것이다. 그 주요한 평가 인자는 다음과 같다.

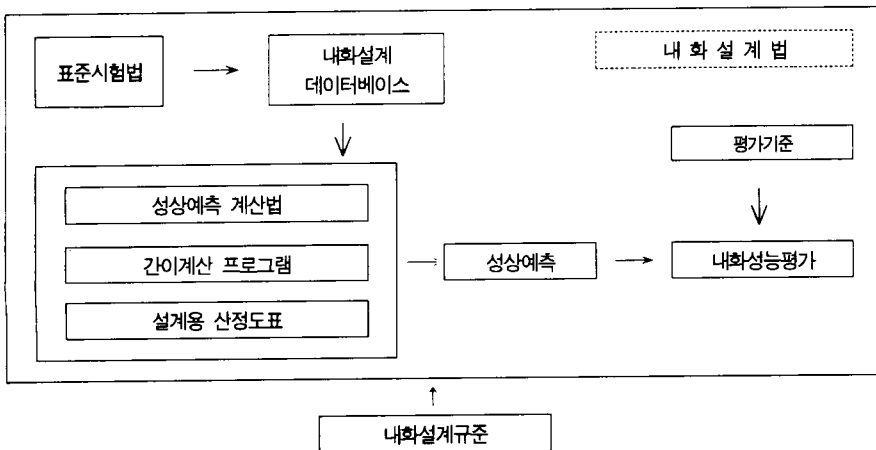
- (1) 실내 가연물의 종류와 양
- (2) 실내 가연물의 형상과 상태
- (3) 실내 가연물의 분포
- (4) 화재실의 규모와 형상

(5) 실내에 공급되는 공기량(개구부의 크기와 형상)

(6) 화재실을 구성하는 구조부재의 열적 성질

내화설계법은 주로 강구조, 철근콘크리트 및 철골철근콘크리트 구조의 건축물 또는 구조부재를 대상으로 화재 발생시 화재의 연소확대를 방지하는 기능을 가져야 하는 방화구획 및 건물의 구조 내력을 유지하는 기둥, 보, 벽, 바닥 등에 적용된다. 그 주요내용은 먼저 내화설계가 요구되는 건축물의 조건을 설정하고 임의 구획 내의 화재하중, 개구물 등에 따라 화재성상을 계산하며 화재에 의한 부재의 온도, 변형·내력 등을 예측해서 구조부재의 성능을 적절히 평가함으로써 내화피복을 절감할 수 있고 경우에 따라서는 무피복 철골 건물도 가능하게 된다.

철골은 일반적으로 강재의 온도가 350℃를 넘는 부근에서 서서히 그 내력을 상실하며, 550℃에서는 상온 내력의 50%에 도달하는 열적 특성을 가지고 있기 때문에 내화설계법에서는 고온에서의 강재 열적 특성 평가가 가능하도록 하고 있다. 물론 내화설계는 철근콘크리트 구조, 철골철근콘크리트 구조에 대한 적용도 가능하지만, 이러한 구조에 대해서는 콘크리트가 고온시 기계적



(그림 2) 내화설계법의 개념도

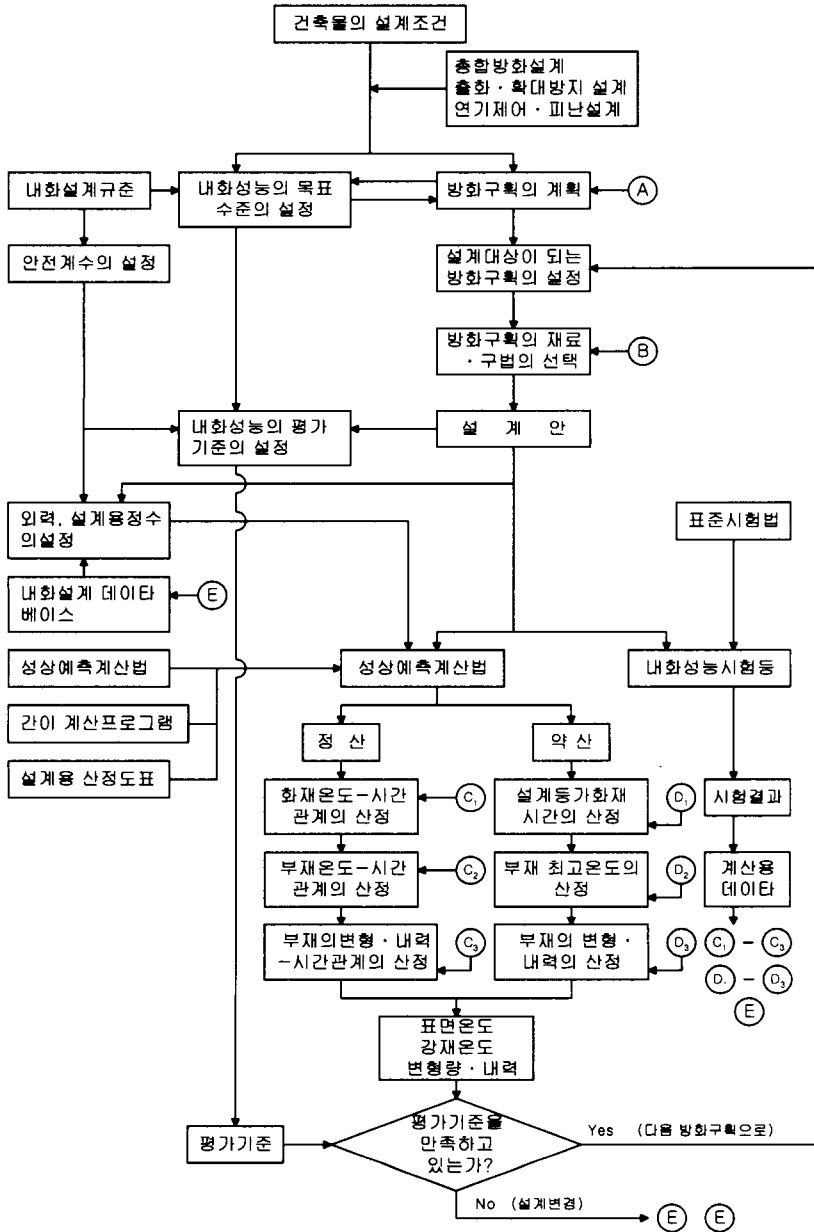
특성과 폭발현상 등이 발생하기 때문에 부분적으로 정량적인 계산을 예측할 수 없는 경우도 발생할 수 있다.

그림 2는 내화설계법의 전체 구성에 관한 개념도를 나타낸 것이다.

(1) 내화설계법의 기본구성

내화설계법은 다음과 같은 요소로 구성되며 이러한 구성요소를 조합하여 건축물의 화재성상 등의 예측 및 내화성능평가를 실시하고 있다.

① 내화설계기준



(그림 3) 내화설계의 기본 프레임

내화설계에 있어서 화재성상예측, 내화성능평가, 설계순서 등의 기본원칙 표시

② 성상예측계산법

화재성상, 부재의 온도상승 및 부재의 변형, 내력 등을 계산하는 예측방법

③ 데이터베이스

성상예측계산법에서 성상예측을 실시할 때 입력 데이터가 되는 재료의 고온열정수, 재료의 기계적 고온특성치 또는 적재가연물량 등의 데이터베이스

④ 설계용 산정도표

화재성상 및 부재온도상승의 개략적 판단 근거가 되는 도표

⑤ 표준시험법

새로운 재료, 구법 등에 대해서 명확하지 않은 설계용 정수를 구하는 것과 계산방법이 어려운 내화성능평가를 실시하기 위한 표준적 시험방법

(2) 내화성능 평가기준

내화설계법에서는 내화성능 평가기준을 피난 및 소방활동의 안전을 확보하는데 필요한 구획·구조부재가 유지해야 하는 기능, 연소확대 방지를 위한 기능 및 건축물의 붕괴 방지를 위한 기능 등에 따라 각각의 세부 평가기준을 설정하고 있다.

① 피난 및 소방활동의 안전 확보를 위한 평가기준

- 기둥, 보는 화재시 응력도가 허용응력도 이하일 것
- 바닥, 벽(내력벽, 비내력벽) 등은 이면 허용 온도 이하로서 차열성 확보 및 부재를 통한 연기확산 방지를 위하여 허용누연량 이하일 것

② 연소확대 방지를 위한 평가기준

- 기둥, 보는 화재시 허용응력도 이하로 하는 것을 원칙으로 하며, 연소확대 방지 기능을 잃지 않는 조건에서 소성변형을 허용
- 바닥, 벽(내력벽, 비내력벽)은 차열성, 차열성을 확보할 것

③ 건축물의 붕괴방지를 위한 평가기준

- 기둥, 보는 화재시 좌굴 등의 구조적 불안정이 생기지 않으며, 소성변형 발생에 의해 구조부재가 붕괴되지 않을 것
- 바닥, 내력벽 등은 붕괴되지 않을 것

그림 3은 주요 구조부재에 대한 내화설계방법을 나타낸 것이다.

### 3. 맺는 말

건축물이 점차 고층화되면서 화재로 인한 인명 및 재산 피해가 막대하다.

이러한 재난을 최소화하기 위해서는 최초 건축물 설계시 화재를 예방할 수 있는 조치와 함께 화재 발생시 연소의 확대를 방지하고, 안전하게 피난할 수 있는 설계방법이 절실히 요구되고 있다. 일본에서는 상기에서 소개한 바와 같이 오래 전부터 화재로부터 인명과 재산을 보호하고, 피해를 최소화할 수 있는 신내화설계법을 연구 개발하여 건축물 설계시 고려하고 있으나 우리나라에서는 아직도 화재에 대해 무방비 상태일 뿐만 아니라 화재 발생시 적절히 대처할 수 있는 설계가 이루어지지 않고 있는 실정이다.

미국 및 유럽에서는 ISO/TC 92(Fire Safety)를 중심으로 화재안전에 대한 관련기준의 보완, 연소확대방지 기술, 내화시험방법, 피난 안전 등 화재안전기술(Fire Safety Engineering)에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 우리나라도 이제 화재로부터 안전을 확보하고, 인명 및 재산피해를 줄이기 위해서는 오래전 제정된 각종 관련법규를 현실에 적합하도록 정비하여야 하고, 화재시 피난안전, 발화방지 등 화재 안전기술개발과 함께 새로운 내화설계기법을 개발하여 건축물 설계시 반영할 수 있어야 할 것이다.