

# 내화성능 평가기준 개선을 위한 내화구조 인정제도 연구

안재홍 · 여인환 · 박진오

한국건설기술연구원

## An improvement study on accreditation system for evaluation criteria of fire resistance performance

An, Jae Hong · Yeo, In Hwan · Park, Jin O

Korea Institute of Construction Technology

### 요 약

내화구조는 건축물의 주요 구조부재에 대한 화재안전성을 평가하는 것으로, 국제적으로 내화시험 방법은 실제 건축물과 동일하게 부재에 하중을 가한 상태에서 내화시험을 하도록 ISO 등 국제규격에서는 제시하고 있다. 하지만 국내에서는 건축물의 기둥 및 보에 대하여는 대부분 비재하 시험으로 내화구조를 평가하고 있다. 이는 국제적인 성능평가 방법과도 차이가 있을 뿐만 아니라 실제 건축물 구조부재의 조건과도 차이가 있는 실정이다.

본 연구에서는 내화구조 재하성능평가 기준 개선을 위하여, 국내의 내화성능평가기준에 대하여 고찰하고 이를 통하여 내화구조 인정제도 개선을 위한 기초연구자료를 제시하고자 한다.

### 1. 서 론

현대 도시는 한정된 공간의 효율적인 활용을 위하여 초고층화, 복합용도의 공간, 지하공간의 활용 등 건축과 도시의 페러다임이 변화하고 있으며, 이러한 변화는 건축 현장에서 다양한 건축기술의 향상을 필연적으로 수반하게 된다. 건축기술 개발은 국내 건설시장의 특성상 높은 활용성과 효율성을 추구할 수는 있으나, 건축물의 재실밀도 증가는 화재와 같은 재난시 인명 및 재산의 피해가 매우 클 수 있으며 이로 인해 발생하는 사회적 손실은 매년 우리 사회의 이슈가 되고 있다.

건축법상 내화구조에 대하여 한국건설기술연구원에서 성능을 확인하여 인정 및 관리하도록 되어 있으나, 현재 내화구조 성능기준 및 평가방법의 주요 골자는 건설 시장의 환경 변화에도 매우 수동적인 접근 방식을 유지하고 있다. 최근 국내 건설기술 개발에 따른 대공간화 및 합성구조 등 융복합 기술의 적용이 시도되고 있는 실정이므로, 신기술의 건축 시장 적용성을 증대시키고 이러한 기술의 내화성능 확인을 통한 건축물 및 국민의 화재안전성 확보를 위해서 내화구조 성능기준 및 평가방법에 대한 개선은 반드시 필요한 것으로

사료된다.

내화구조는 건축물의 주요 구조부재에 대한 화재안전성을 평가하는 것으로, 국제적으로 내화시험 방법은 실제 건축물과 동일하게 부재에 하중을 가한 상태에서 내화시험을 하도록 ISO 등 국제규격에서는 제시하고 있다. 하지만 국내에서는 현재까지 일부 부재에 한하여 재하상태에서 내화시험을 수행하고 있으며, 특히 건축물의 기둥 및 보에 대하여는 대부분 비재하 시험으로 내화구조를 평가하고 있다. 이는 국제적인 성능평가 방법과도 차이가 있을 뿐만 아니라 실제 건축물 구조부재의 조건과도 차이가 발생하므로 명확한 내화성능 확인이라는 인정제도 본연의 취지에도 맞지 않는 상황이다.

## 2. 연구범위

본 연구에서는 내화성능 평가기준 개선을 위하여 해외 내화구조 성능평가 기준 및 기술현황을 조사·분석하고 내화구조 인정시 재하성능 평가기준을 정립하고자 한다. 재하성능 평가기준 적용을 위하여는 우선 재하시험 수행시 시험하중의 선정 기준이 선행되어야 한다. 고온에 노출되는 건축구조부재의 과학적이고 합리적인 평가를 위한 시험하중 산정하기 위해서 해외 규격을 검토하였으며, 그 결과를 바탕으로 국내 실정에 적합한 기준을 설정하며 이를 통해서 재하성능 평가를 바탕으로 한 내화구조 인정제도 개선방안을 도출하고자 한다.

## 3. 국내외 내화구조 현황

### 3.1 국내 내화구조 현황

현재 국내 내화구조 기술 수준은 선진국의 내화구조 기술과 비교하여 기술격차가 존재함에도 불구하고 국내 실정에 맞는 내화성능 평가를 수행하지 않은 상황에서 외국에서 개발된 다양한 기술에 대하여 성능평가기준 마련 없이 무분별하게 기술도입을 추진하고 있는 실정이다.

이러한 내화구조 성능평가기준의 미확보로 인해 화재관련 법규도 선진국에 비해 낙후되어 있는 실정이다. 국내 구조물의 내화구조 제도는 사양적 성능기준을 기본으로 채택하고 있으며, 고려되는 구조요소가 건물의 용도·크기·높이에 따라서 각각 다른 내화요구 시간을 제시하고 있는 실정이다.

### 3.2 국외 내화구조 현황

국외의 경우 내화구조에 대하여 국내와 같이 인정제도를 운영하지 않고 있으며, 대부분 코드(Code)에 따른 성능평가만을 수행하고 있다. 다만, 국내와 유사한 건축관련 제도를 운영하고 있는 일본은 국내와 마찬가지로 내화구조 인정제도를 운영하고 있다.

#### 3.2.1 일본

일본의 화재안전제도는 정부 주도형으로 국내와 유사한 체계로 구성되어 있다. 건축물의 구조, 공간, 재료 등에 관하여 건축기준법에 규정되어 있으며, 소방시설의 설치, 위험물

의 제조 등에 대하여는 소방법에 규정되어 있다.

일본은 건축물의 화재안전 확보를 위하여 구조형식에 따라 내화구조, 준내화구조, 방화구조로 구분하고 있다.

내화구조 등 화재안전제도는 건축기준법에 따라 세 가지의 방법에 따라 건축물에 적용하고 있다. 첫째, 국내의 사양기준과 마찬가지로 관련법령에서 제시하고 있는 내화구조 사양기준에 적합하도록 건축물에 적용하는 방법이 있으며, 둘째, 국가지정인정기관인 건축센터에 내화성능을 인정받아 적용하는 방법, 그리고 마지막으로 내화구조 성능설계법에 따라 민간기관이 설계한 내용을 국가지정인정기관에서 승인하여 건축물에 적용하는 방법이 있다.

### 3.2.2 미국

미국의 내화구조 규정은 국내와 같이 동일한 규정을 정부에서 채택하고 있는 것이 아니라, 각각의 주정부에서 각 주의 환경 및 여건에 적합한 규정을 채택하여 적용한다. 현재 대표적으로 채택되고 있는 내화구조 규정은 NFPA(National Fire Protection Association)와 IBC (International Building Code) 이다. 지금까지 미국의 내화구조 기준은 Code에서 명시한 사양적 기준과 미국콘크리트협회(ACI) 및 미국강구조협회(AISC) 등 민간학회에서 규정하고 있는 성능적 내화구조 기준을 적용하였으나, 2000년에 미국내 화재안전과 관련된 건축물 기준을 제정하는 여러 기관이 공동 설립하여 만든 ICC(International Code Council)에서 제정한 IBC가 민간기관에서 운영하고 있는 성능적 내화구조 기준을 전면적으로 수용하여 제정되었다. 성능적 내화구조 기준을 적용함에 있어 기본적인 구조부재에 대하여는 내화구조 성능기준을 명시하고, 일반 내화구조 예를 제공하고 있다. 이에 해당하지 않는 새로운 건축재료 및 공법에 대하여는 내화구조 설계법에 따라 산정된 내화구조 성능기준을 적용한다.

## 4. 내화성능 평가시 재하하중(在荷荷重) 적용

### 4.1 하중조합

화재와 같은 고온시 적용되는 하중은 보통온도 상태인 상온시보다 최대설계하중이 작은 것이 일반적이다. 이러한 이유로 다양한 하중조합이 사용되어진다. 뉴질랜드 코드(Code)에서는 화재시 설계하중( $L_f$ )은 다음과 같다.

$$L_f = G_k + 0.6 Q_k \quad \text{또는} \quad L_f = G_k + 0.4 Q_k$$

여기에서,  $G_k$ 는 고정하중이며  $Q_k$ 는 적재하중이다. 그리고, 계수중 0.6은 창고용도와 같이 적재물이 지속적으로 상존하는 경우이며 0.4는 기타 용도의 건축물에 대한 것이다. 이외 각국의 코드의 차이는 근소하며, 화재 조건하의 부재의 거동은 일반 상온 상태보다도 작은 것으로 규정하고 있다.

화재와 같은 고온의 극한 상태는 건축 구조부재에 변형을 일으킨다. 이는 대부분 열팽창을 방지하는 구조체의 구속조건에 따라 발생하는데 강구조 건축물에서 그 영향이 많이 나타나며 구속조건이 중요한 콘크리트 구조물도 마찬가지이다.

표 1. 화재설계 관련 하중조합

구 분	고정하중	상존 적재하중	기타 적재하중
미국(ASCE)	$1.2 G_k$	$0.5 Q_k$	$0.5 Q_k$
유럽(Eurocode)	$G_k$	$0.9 Q_k$	$0.5 Q_k$
호주(AS)	$1.1 G_k$	$0.6 Q_k$	$0.4 Q_k$
뉴질랜드(SNZ)	$G_k$	$0.6 Q_k$	$0.4 Q_k$

#### 4.2 축력비

일반적인 경우의 건축물 붕괴 가능성은 극히 적으며, 축력비는 보통온도에서의 붕괴하중과 화재상태에서의 붕괴하중에 대한 하중비를 말한다. 일반적인 건축물의 축력비는 0.5 이하이다. 내화성능의 향상을 위하여는 축력비를 낮게 설계하여야 하는 것이 일반적이다. 이처럼 내화성능 평가를 위한 재하시험 적요인 하중조합 및 축력비의 결정은 매우 중요한 문제이나, 각국의 경우를 보더라도 환경 및 조건에 따라 개별적으로 운영하고 있는 실정이다.

### 5. 결 론

건축물 화재안전 확보의 최종목표가 인명과 재산의 보호라고 할 때, 복잡하고 다양한 화재의 성상 및 메커니즘을 공학적 수단을 이용해 규명하고, 화재피해를 최소화하기 위한 총체적 시스템을 구축하는 작업은 단순한 문제가 아니다. 재하시험을 통한 내화성능 평가 등 개선된 내화구조 성능평가 기술개발은 건축물 화재안전 확보를 위한 다양한 시도중 하나이며, 국내 실정에 적합한 하중조합 및 축력비의 설정은 향후 내화구조 인정제도 활성화 및 안전성 확보에 중요한 의미를 가질것이다. 첫째, 하중조합의 경우 국내에서도 적재물에 따른 화재확산 및 많은 화재하중이 발생 가능한 창고 등의 용도에 대하여는 0.6~0.9의 계수를 적용하는 것이 적절할 것으로 판단되며, 기타 건축물의 경우 0.5의 계수를 적용하는 것이 합리적인 것으로 사료된다. 둘째, 축력비는 국외 기준을 적용하여 국내에서도 최대 0.5 이내로 하는것이 적절한 것으로 사료된다.

#### 참고문헌

1. 김시권(2004), “건축규정상의 화재시 인명안전과 관련된 조항의 비교 분석 및 문제점 연구”, 서울시립대학교 학위논문
2. National Fire Protection Association(2006), “NFPA 101 Life Safety Code”
3. National Fire Protection Association(2006), “NFPA 5000 Building Construction and Safety Code”
4. 建築基準法(昭和 25년 5월 24일 法律 제201호)
5. 한국건설기술연구원(2000), “건축물 화재안전시스템 구축”
6. 국토해양부(2001), “건축물 방재기준의 제도적 기반 선진화 방안 연구”
7. Andrew H. Buchanan(2001), “Structural Design for Fire Safety”, John Wiley & Sons Ltd