

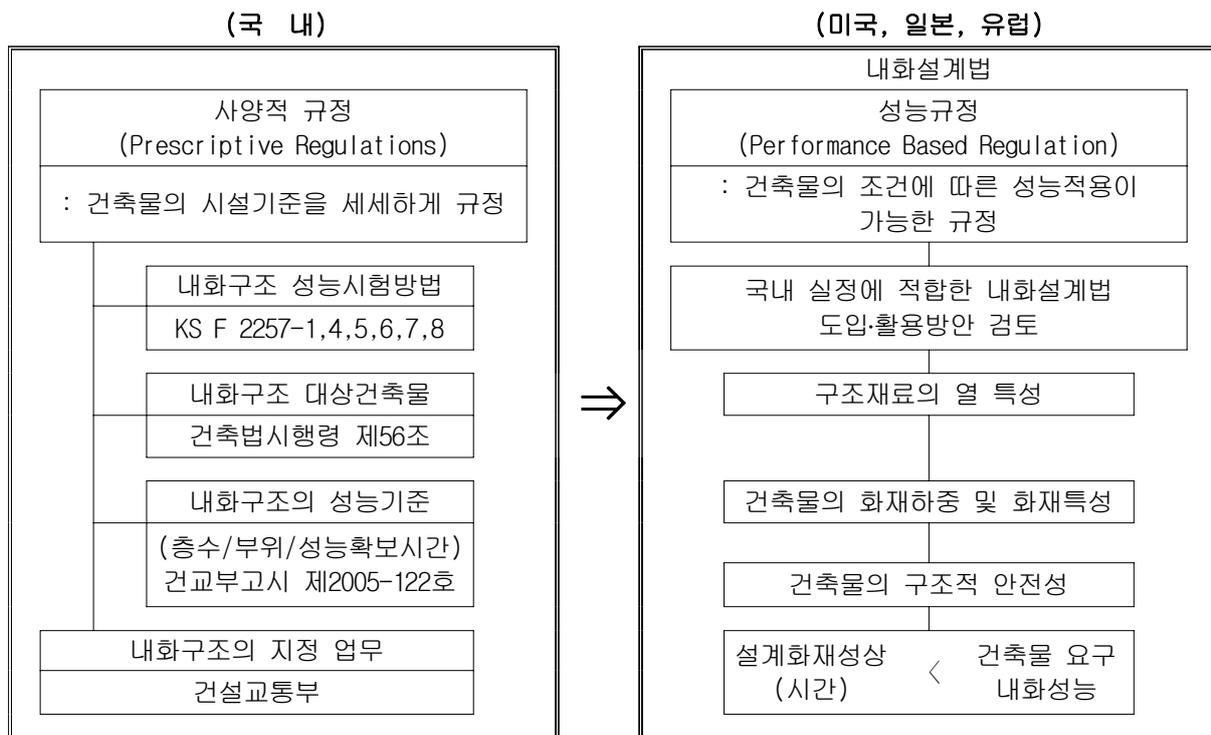
성능위주 내화설계의 개요 및 현황

1. 서론

내화구조는 건축법 시행령 제2조에서 '화재에 견딜 수 있는 성능을 가진 구조'로 정의하고 있는 것과 같이, 화재가 발생하였을 경우 다른 실로 화재확산을 방지하며 건축물의 붕괴를 막음으로써 피난시간의 확보 및 재산상의 피해를 최소화시키기 위한 것이다.

이와 같은 내화구조의 필요성에 따라 건축법 제40조 및 제41조에서 일정규모 이상의 건축물에 대하여 기둥, 보, 바닥, 벽 등과 같은 주요구조부를 내화구조로 할 것을 의무화하고 있으며, 건축물의 피난·방화구조 등에 관한 규칙에서 벽, 바닥, 보, 기둥, 지붕, 계단 등의 내화구조 사양을 정하고, 그 외 시험을 통한 부재에 대한 내화구조인정을 규정하여 운용하고 있다.

그러나, 현재 사용되고 있는 국내의 내화설계법은 [그림 1]과 같이 건축법규에서 규정된 건축물의 용도, 규모와 층수에 따라 내화성능시간을 설정하고, 이를 부재에 적용하는 사양적 내화구조기준으로 건축물의 형태 및 특성에 관계없이 획일적인 내화구조기준을 적용하고 있어, 대형·복합건축물을 비롯한 건축물 조건에 따른 합리적인 내화설계가 이루어지지 못하고 [표 1]과 같은 많은 단점을 지니고 있어 성능적 내화설계법의 도입이 필요하던 중 국내에서도 '건축물 피난·방화구조 등에 관한 규칙의 개정'을 통하여, 성능적 내화설계법의 도입이 법적으로 가능하게 됨에 따라, 성능적 내화설계법 개요 및 국·내외의 현황을 소개하고자 한다.



[그림 1] 국내 내화설계기술 현황

[표 1] 내화설계법에 따른 장·단점

내화설계 구분	내화설계법	
	사양적 내화구조기준	성능적 내화설계법
장 점	· 설계가 용이하고 단순	· 신기술·신재료의 도입이 용이 · 개개의 건축물 특성 반영
단 점	· 비경제적 내화설계 · 사용용도, 수용품, 공간조건에 따른 적정 화재위험도 설정 곤란 · 신기술·신재료의 도입이 곤란	· 각 건축물마다 화재하중, 공간조건, 개구부 조건 등의 제반요소 검토에 따른 설계과정이 복잡 · 높은 수준의 설계기술 요구

2. 성능위주 내화설계법

가. 내화설계 방법

성능위주 내화설계법은 공학적 이론을 내화설계에 접목한 설계방법으로 [그림 1]과 같은 건축물의 용도와 특성에 관계없이 화재발생시 지속적인 온도상승을 나타내는 표준화재온도곡선에 의한 화재를 대상으로 평가하는 사양적 구조기준에서 벗어나, 각 실에 규모, 내부의 가연물, 환기량, 구조부재의 열적 특성 등을 고려하여 그 건축물에서 발생할 것으로 예상되는 화재를 대상으로 내화구조를 설계하는 것이다.

성능적 내화설계법은 신재료 및 신공법의 적용에 있어서 가장 합리적이고 객관적인 방법으로 알려져 있지만, 기술적 수준이 높고 내화설계 단계별로 요구되는 평가항목이 많기 때문에 상당히 까다로운 내화설계법이다.

성능적 내화설계법은 내화설계가 요구되는 건축물의 조건을 설정하고 특정 구획내의 화재성상을 화재하중, 개구율, 주변벽체로의 열정수 등으로 계산하여 화재성상을 판단하고, 이때의 부재온도, 변형, 내력 등을 예측하여 설계된 구조부재가 예측된 평가기준을 만족하는 지를 판단하는 것으로 [그림 2]와 같은 방법에 의한다.

나. 내화설계법의 구성

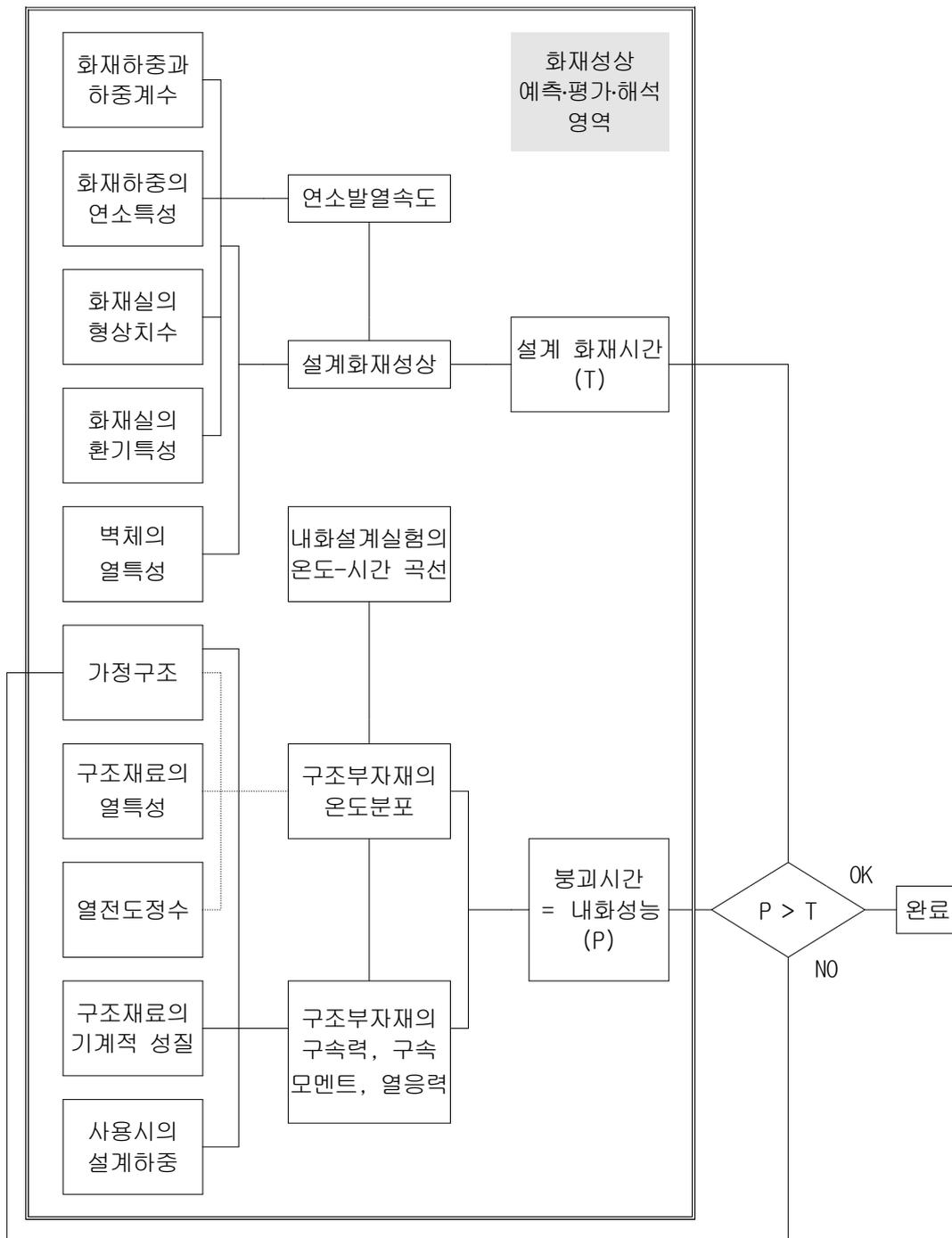
성능위주의 내화설계법의 구성은 다음과 같으며, 이들 구성요소의 조합을 통해 건축물의 화재성상예측 및 내화성능평가가 가능하다.

(1) 내화설계기준

내화설계에서의 성상예측, 내화성능평가, 설계순서 등의 기본원칙을 가리킨다.

(2) 성상예측 계산법

- ① 구획의 화재하중, 개구조건, 벽체의 열정수 등으로 설계화재성상을 예측하는 계산법
- ② 예측된 설계화재성상하에서 부재의 온도상승을 부재 구성재료의 고온 열정수 등으로 예측하는 계산법
- ③ 부재의 온도가 상승함에 따라 부재의 변형, 내력 등을 부재구성재료의 기계적 고온 특성치, 부재의 역학적 조건 등을 예측하는 계산법



[그림 2] 성능위주 내화설계법

(3) 내화설계 데이터베이스

성상예측 계산법을 통하여 성상예측을 할때의 입력데이터가 되는 재료의 고온열정수, 재료의 기계적 고온특성치 등의 설계용 정수 또는 건축물의 유형별 적재 가열물에 대한 데이터베이스

- ① 건축물의 유형별 적재 가연물량(용도별 화재하중)
- ② 재료의 고온열정수 : 구획 벽체 구성재료, 내화피복재 등의 고온시 열전도율, 비열
- ③ 재료의 기계적 고온 특성치 : 강재의 고온 항복응력도, 탄성계수, 응력-변형율 관계

(4) 설계용 산정도표

성상예측, 내화성능평가를 정밀계산에 의하지 않고 하는 경우에 사용하는 화재성상, 부재의 온도상승 등을 구하기 위한 도표

- ① 설계화재성상 : 구획의 화재하중, 온도인자, 벽체의 열정수 등을 변수로 하는 화재온도-시간 관계 등
- ② 부재의 온도상승 : 내화피복 재료의 종류, 열정수, 두께, 단면형상계수, 등가화재시간 등을 변수로 하는 부재온도-시간 관계

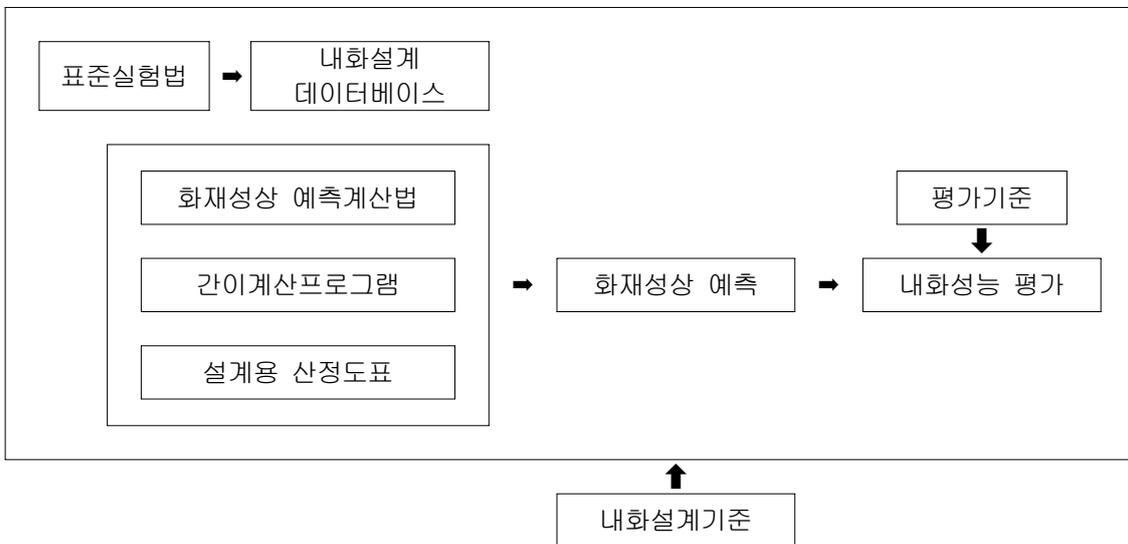
(5) 성상예측 간이 계산 프로그램

표준구획 및 부재에 관해서 성상예측을 약산식을 통해 수행하는 간이 계산 프로그램

(6) 표준시험법

신재료, 신규법 등에 관해서 불명확한 설계용 정수를 구하거나, 계산에 의한 것이 곤란한 내화성능 평가를 하기 위한 표준 시험방법

- ① 재료의 고온 열정수 측정시험 : 재료의 고온시 열전도율, 비열을 측정하는 GHP법, 열선법 등
- ② 재료의 기계적 고온특성 시험 : 강재의 고온인장시험 등
- ③ 부재의 내화성능시험 : 기둥, 보, 벽, 바닥의 가열시험, 재하가열시험 등 이와 같은 구성요소를 조합한 내화설계법의 전체구성은 [그림 3]과 같다.



[그림 3] 성능위주의 내화설계법 관리체계

3. 성능위주 내화설계법 현황

가. 외국의 성능위주 내화설계법 현황

미국, 영국, 스웨덴 및 일본 등 내화설계관련 기술 선진국에서는 화재의 연소성상 예측 기술, 기둥·보·벽 등의 내화성능 예측 기술, 복합구조의 내화성능 예측 기술 및 내화성능 시험방법 및 평가기준 개발을 통하여 건축물의 내화설계기술 개발에 따른 국가 화재

안전의 기술적·성능적 기준(Code, Standards)을 설정하여 운용하고 있다.

미국은 IBC 코드와 NFPA 5000을 통하여 적용하고 있으며, 영국은 Approve Document B "Fire Safety"에서 성능적 내화설계법을 규정하고 있으며, 세부지침으로 BS 5950, part 8 과 BS 7974를 통하여 적용하고 있다.

일본의 경우 2000년에 建築基準法の 개정작업을 통하여 성능규정화를 명시하였으며, 성능적 내화설계법을 건설성고시 제1433호에서 루트 A, B, C의 3가지로 규정하여 적용하고 있는 등 각국의 성능위주 내화설계법 관련 기준은 [표 2]와 같다.

[표 2] 각국의 성능위주 내화설계법 적용 관련 기준

국 가	내화설계법 적용 관련 기준
미 국	International Building Code NFPA 5000, Building Construction and Safety Code
일 본	建築基準法施行令 第108の3 - 建設省告示第1443号 「耐火性能検証法に関する算出方法等を定める件」
영 국	Building Regulations APPROVED DOCUMENT B - Fire Safety - BS 5950 part 8, BS 7974 「Application of fire safety engineering principles to the design of building」
ISO	ISO TR 13387-6 「Structural response and fire spread beyond the enclosure of origin first edition」
유럽연합	ENV 1993-1-3 「Design of steel structure」 ENV 1994-1-2 「Design of composite steel and concrete structure」
스웨덴	Building Regulations(BBR) Section 5 - Structural Steel Fire Design

이와 같이 선진 각국에서는 성능위주 내화설계법의 적용을 위한 다양한 연구와 오랜기간의 검토, 검증을 통하여 성능적 내화설계기준을 법제화하여 운영하고 있다.

나. 국내의 성능위주 내화설계법 현황

우리나라는 성능위주의 내화설계법의 중요성을 인식하고, 2001년도 건설교통부에서 「건축물 내화설계기술 개발」이라는 3개년도 연구를 진행하였다.

1차년도에 내화설계법 개발을 위한 기준 및 데이터베이스 구축을 하였으며, 2차년도에는 건축물 화재성상 예측 계산방법을 정립하고, 3차년도에는 건축물 내화설계 기술개발 및 제도개선 방향을 제시하였다.

이 결과 2006년 건설교통부령 제523호 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제3조(내화구조) 8.에 ‘한국건설기술연구원이 인정한 성능설계에 따라 내화구조의 성능을 검증할 수 있는 구조로 된 것’도 내화구조로 인정함으로써 성능위주의 설계법에 의한 내화설계가 가능한 법적 기준이 마련되었다.

4. 결 론

화재시 안전을 확보할 수 있는 내화구조의 설계법에 대하여 간략히 소개하였으며, 국내의 사양적 내화구조기준에 더불어 성능위주의 내화설계법을 활용할 수 있는 길이 열렸다는 면에서는 고무적이라고 하겠다. 그러나, 성능위주의 내화설계를 수행할 전문인력과 국내 건설자재 및 용도별 건축물의 특성에 대한 데이터베이스의 부족 등으로 인해 법체계는 정비되었으나 즉각적인 시행에는 많은 어려움이 있다. 따라서, 화재분야에 대한 인력양성 및 다양한 연구와 국가차원의 데이터베이스 구축 등과 같은 다각적인 노력이 요구된다.

참고문헌

- 1) 건설교통부, 건축물 내화설계기술 개발, 2004.
- 2) 건설교통부고시 2005-122호, 내화구조의 인정 및 관리기준.
- 3) 건설교통부령 523호, 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙.
- 4) 권인규, “강구조 건축물 내화공학설계 규정(안) 및 설계지침(안) 개발”, 대한건축학회 학술발표논문집, 2004. 10.
- 5) 김화중, “국내의 내화기술 개발 현황 - 화재안전을 위한 종합방화설계법 및 성능평가설계법”, 대한건축학회지, 2001. 12.
- 6) 민병렬, “국내 내화법규 및 제도”, 대한건축학회지, 2001. 12.
- 7) 安部武雄, 일본의 내화제도 및 설계 - 성능규정에 기초한 강구조 내화설계의 개요, 대한건축학회 세미나 자료집, 2001.

작성 : 건축구조부 연구원 김대희