

성능기준과 관련 화재안전설계법의 각국의 준비상황

서두

본 고에서는 외국의 성능기준 시행 및 준비상황과 성능적 화재안전설계법의 실상에 대해 기술한다. 화재안전 분야에서는 법령에 근거한 기준과 기술규준으로서의 설계법과의 경계가 명확치 않으나 가능한 한 양자를 분리하여 정리한다.

1. 각국의 성능기준 준비상황

가. 성능기준이란?

「성능」이라는 말은 다양한 의미로 사용되며, 그 의도하는 바에 따라 다르다. 극단적으로는 개개의 그룹(건축설계자, 행정당국, 건자재 제조자, 연구자 그룹 등)마다 성능이라는 말의 의미가 다르다. 따라서 「성능기준」이라는 말의 이미지는 여러 가지가 혼재하여 혼돈된 상황이다.

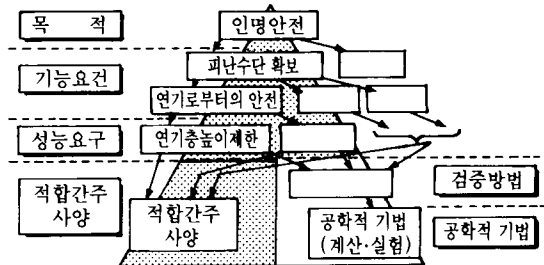
「성능」이라는 말에서 연상되는 것은 건축 부위, 부재의 물리적 성능이다. 그러나, 「성능기준」이 의미하는 바는 좀 더 넓어서 「건축물이 갖추어야 할 요건을 그 사양이 아니라 물리적 또는 기타의 성능으로 표시, 그것을 만족시키기 위한 방법은 기본적으로는 임의로 하는」 시스템이다.

성능기준의 이상적인 체계는 NKB(북유럽건설평의회)가 제안한 5레벨시스템(피라미드시스템)을 이용하여 정리된다(그림1). 법체계는 5층으로 구성되어 최상층에는 인명안전, 재산보호 등의 법규제의 목적이 표시된다. 제2층에는 목적 달성을 위해 건축물이 갖추어야 할 기능요건(functional requirements, What to do)이, 제3층에는 각 기능요건마다 구체적

인 요구성능(performance requirements, How much to do)이 기술된다. 성능표현은 어떤 경우에는 물리적 공학적 근거에 기초한 수치로 주어진다. 구체적인 수치를 나타내는 것이 부적당한 경우에는 정성적인 성능표현이거나, 기능요건을 만족하는 사양을 예시하는 일도 있다. 제1~3층은 사회적 합의를 토대로 법적 구속력을 가진다.

제4층은 제3층에 나타난 성능요구에 대한 적합성 검증수단이다. 크게 나누어 2가지 루트가 있는데, 그 중 하나는 승인된 검증수단/설계법으로 성능요구에 적합한지를 확인하는 방법(성능루트)이다.

검증에 필요한 공학적 계산법, 시험방법 등은 제5층에 위치한다. 최신 연구 및 기술개발 성과의 도입을 고려하면, 제5층 부분을 법적으로 고정하는 것은 바람직하지 않다. 또한, 공학적 계산법 및 시험방법 등은 유일하고 절대적인 필요는 없고, 건축계획의 실태에 따라 적절한 방법을 선택하는 것을 허용한다.



【그림1】 성능기준의 모형(NKB 5레벨시스템)

순수한 의미의 성능기준은 위의 1~3층만을 법적으로 규제하고, 검증수단과 공학적 기법은 설계자나 오퍼의 재량에 일임한다. 건축계획은 성능요구를 만족하는 것만 증명되면 다른 제한은 없고, 설계의 자유

도를 최대한으로 얻을 수 있다.

동시에 설계 심사 과정에서 재량의 범위가 불가피하게 증대한다. 따라서, 성능기준은 단독으로는 성립하지 않고, 「올바른」 재량을 행사하기 위한 보증조치가 필요하다. 이미 성능기준을 채용한 나라에서는 화재안전설계의 전문교육코스 설치, 성능루트설계의 자격인정시스템, 제3자적 입장의 전문가 심사, 보험을 이용한 심사책임 분산 등을 도입하여 보증조치를 강구하고 있다.

또한, 대다수의 소규모 건물에서는 굳이 성능루트에 의한 설계를 할 필요는 경우가 많다. 때문에 제3층의 기술기준에 적합한 것이 확인된 사양을 승인기준서(approved document)에 지정하여 사양설계를 하는 방법(사양루트)도 남아있다.

아래에서는 각국의 성능기준과 성능적 화재안전설계

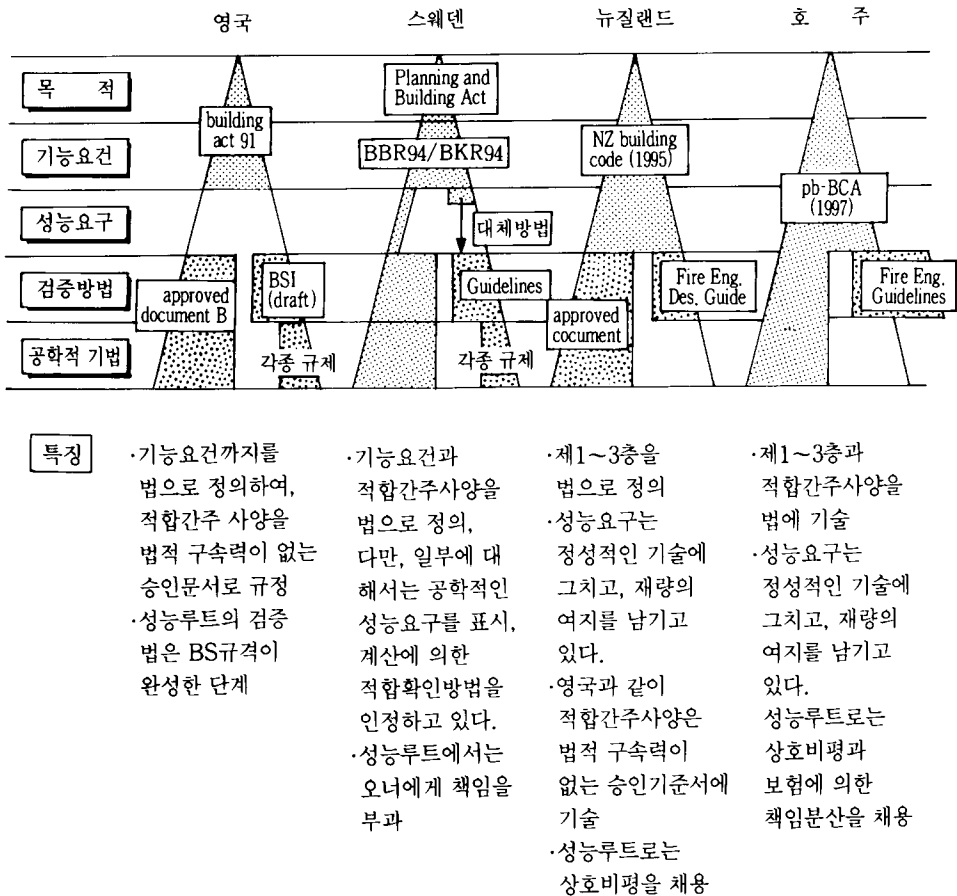
법의 정비상황을 5레벨시스템에 적용시켜 비교한다.

나. 각국의 성능기준 준비상황

영국, 스웨덴, 호주, 뉴질랜드에서는 이미 성능기준을 도입하였고, 일본, 미국, 캐나다에서는 구축 중인 데 이미 도입한 나라와 구축 중인 나라로 나누어 기술한다.

(1) 성능기준을 이미 도입한 나라

이미 성능기준을 도입한 나라의 기준체계의 개략을 나타낸 것이 그림2이다. 이들 4개국 중 뉴질랜드의 기준체계가 그림1에 나타낸 NKB 5레벨시스템에 가장 가깝다. 다른 3개국에서는 여러 가지 사정으로 완전한 형태의 기준성능에는 이르지 못하고 있다.



【그림 2】 이미 도입된 성능기준의 체계
(▨ 부분이 법령문서, ▤ 부분은 설계법 또는 규격)

(가) 영국

1985년에 Building Act를 개정하여 과거의 법 기준을 정리 통합하였다. 그 때 성능적인 표현을 사용하여 법문을 기술, 법의 요구를 실현하는 방법(사양)에 대한 기술을 법 조문에서 철폐하였다. 그 대신 법의 요구를 실현하는 구체적인 방법으로 법적 구속력을 갖지 않는 승인기준서를 지정하여 상술하였다. 현재의 승인기준서는 1992년판이다.

법률개정에 의해 적어도 이론적으로는 성능적 화재 안전설계가 허용될 여지가 생겼으나, 성능설계법은 승인된 것이 없고, 오랫동안 「부정승차」 상태로 운용되어 왔다. 최근에 BS규격이 작성되어, 본격적인 성능기준의 운용은 지금부터라고 할 수 있다.

(나) 스웨덴

법률로 목적에 관한 부분을 기술, 기능요건과 그에 따른 성능요구와 적합간주사양은 BBR94와 BKR94 2개의 문서에 정리되었다. 화재안전에 관련된 기술은 BBR94에 있다. BBR94의 기술에는 각 항목의 첫머리에 「총칙」이라는 절이 있어 여기에 기능요건이 간결하게 씌어지고, 계속해서 사양규정이 씌어져 있다.

일부 항목은 성능요구가 명시적으로 나타나, 공학적 계산 또는 실험으로 검증할 경우에는 사양규정을 적용하지 않는다는, 일본의 건축기준법 제38조와 유사한 예외규정이 있다. 예외규정을 이용하여 성능적 설계법을 적용하면, 오너에게는 매력적인 건축공간의 창조나 화재안전투자의 최적화 등의 이점이 있으나, 그와 동시에 성능설계에 따르는 재량에 대해 법적 책임이 발생하는 구조로 되어 있다.

(다) 뉴질랜드

Building Code에서는 목적과 기능요건 및 성능요구만이 기술되어 대단히 간결하다. 화재관련 부분은 발화방지, 피난수단, 연소방지, 구조안정성의 4항목으로 되어 있다. 적합간주사양은 승인기준서로 분리하여 상세한 규정을 두고 있다.

이 체계는 영국 및 스웨덴의 방식에서 빠진 부분을 완결한 것으로, 법체계상 가장 순수한 성능기준체계이다.

성능요구 부분은 명확한 정량적 표현은 아니고 「○에 대해 적절하게 △△할 것.」이라는 기술로 정성

적으로 씌어져 있다. 구체적으로 어떤 레벨의 성능으로 해야 하는가는 설계자, 오너 및 행정당국의 재량에 맡기고 있다.

실제로는 건축계획 단계에서 오너, 설계자 및 행정당국의 3자가 사전에 협의하여 설계화재조건, 목표로 해야 할 평가기준을 정해 둔다. 그런 연후에 공학적 기법을 적용하여 평가기준에 대한 적합성을 확인할 것이 요구된다. 심사 측도 공학적 지식에 기초한 판단이 필요하며, 행정당국의 능력을 넘어서는 경우에는 제3자인 전문가에 의한 심사를 하고 있다.

그러나, 설계조건과 허용판정기준, 적용할 공학 기법의 선택방법 등에 규칙이 없이 전부 재량에 맡겨져 있어 현실적으로는 혼란을 빚고 있다. 또한, 동일한 화재엔지니어가 어느 물건에서는 설계자이다가 다른 물건에서는 제3자적 심사자가 되는 일도 잦아 공정한 심사가 의문시되기도 한다.

(라) 호주

호주의 체계는 뉴질랜드와 아주 유사하여, 목적과 기능요건에 이어서 정성적인 성능요구(일부는 정량적)가 씌어져 있다. 게다가 적합간주사양도 법규체계에 도입하여 법규는 화재관련부분만 약 180항이나 된다.

호주에서도 성능기준의 적용에 따르는 재량의 신뢰성 확보를 위해 제3자인 전문가에 의한 심사가 채택되고 있다. 게다가 건물의 화재시 설계자·심사자의 법적 책임의 전가를 위해 보험시스템을 구축하고 있다.

(2) 성능기준을 구축 중인 나라

앞서 기술한 4개국에서는 재량을 허용하는 시스템이 운용되어 성능기준의 도입에 성공하였다. 특히, 뉴질랜드가 거의 이상적인 성능기준의 도입에 성공한 것은 인구가 적은 것에 기인한다고 추측된다.

화재안전기준이 사회적인 합의 위에 성립하는 기준이라면 재량은 가급적 적어야 한다. 확보되는 안전의 수준이 재량에 따라 크게 변화하면 기준으로서의 의미가 없어진다.

캐나다, 미국에서는 주로 위와 같은 이유에서 성능기준의 도입이 지연되고 있다고 추정된다. 또한, 현행 일본의 건축기준법은 무재량의 원칙으로 구축되어 있어 이미 성능기준을 도입한 4개국의 체계와 갭이 적지 않다.

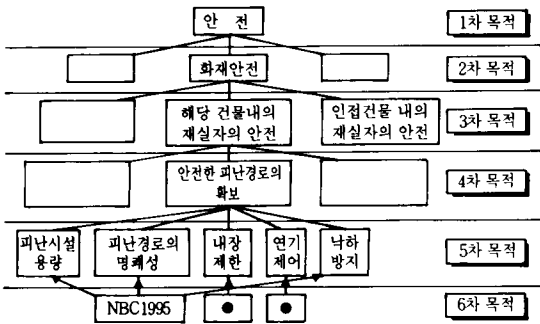
(가) 캐나다

「성능기준」의 구축을 지향하여 작업해 왔으나, 2년 전부터 「목적지향형 기준 (Objective Based Code, OBC)」이라 명칭을 바꿔 2001년 시행을 목표로 하고 있다. 「성능기준」이라는 명칭을 사용하지 않는 것은 「성능」에 대한 해석의 혼란을 막기 위함이며, 뉴질랜드와 같은 순수한 의미에서의 성능기준을 지향하는 것은 아니다.

그림3에 나타난 OBC와 같이 1차 목적이 하위의 목적으로 분해됨에 따라 수가 늘어난다. 최종적으로 분해된 목적(4차 목적)은 성능기준에서 말하는 기능요건에 거의 대응하는 내용이다.

4차 목적에 대응하여 성능요구를 정의하는 대신에 피난시설 용량, 경로의 명쾌성, 내장제한, 연기 제어, 낙하방지 등의 「대책」을 결부시켜 이것을 기능요건이라 부르는 것이 특징이다. 최종적인 허용 解에 대해서는 현행 NBC의 사양규정을 정리 분류하여 기능요건에 할당하는 작업이 행해지고 있다.

현재 중간 단계의 문서가 작성된 단계인데, 시행까지의 잠정조치로서 현행 사양규정(NBC 95)에 적합한 설계 解를 제시한 후 대체설계 解와의 위험을 비교



【그림 3】 캐나다의 목적지향형 기준

하여 대체설계 解의 위험이 동등 이하이면 허용되는 시스템을 운용하고 있다.

(나) 미국

3대 모델코드를 바탕으로 각 행정구가 지역마다 기준을 작성하고 있다. 성능기준의 도입과 동시에 통일 연방코드의 작성을 지향한 작업을 ICC(International Code Council)가 하고 있다. 작업그룹은 성능규정과 사양규정을 작성하는 두 그룹으로 나뉘어

활동하며, 사양규정그룹은 3대 모델코드 중에서 가장 적절한 규정의 선정작업을 하고 있다. 기술적인 백업은 SFPE를 중심으로 한 Focus Group이 한다.

미국도 캐나다와 마찬가지로 2001년 시행을 목표로 하고 있다.

(다) 일본

2차 대전 후 약 50년을 거친 건축기준법의 근본적 개정작업이 이루어지고 있고, 그 근간의 하나로 성능 규정화가 검토되고 있다. 화재관련 기준에서 보면 소방방법과 관계가 크지만, 건축기준법의 틀 안에서의 부분적 성능기준화이다.

현행법의 배경에 있는 목적(발화 방지, 피난안전 확보, 인접 동으로의 연소 방지, 시가지화재 방지, 소방활동의 담보 등)마다에 규정이 집약되어 물리적 공학적 근거를 바탕으로 설계의 자유도를 증대시키는 규정이 될 것이다.

또한, 현행법은 무재량을 원칙으로 하고 있어 안전 수준을 장래에도 보증하기 위해서는 성능요구를 어느 정도는 명시해 둘 필요가 있을 것이다. 아마도 뉴질랜드에서 실현한 것 같은 순수한 성능기준과는 조금 이질적인 것이 될 것이다.

2. 성능적 화재안전설계법

성능기준의 정비와 병행하여 각국에서 성능적 화재 안전설계법이 구축되고 있다. 현 시점에서는 화재안전설계의 모든 부분을 공학적 근거에 기초하여 성능적으로 설계하는 방법은 없으나, 운용범위를 서서히 넓히기 위해 다양한 노력이 기울여지고 있다. 아래에서는 설계법의 프레임 워크에 관한 부분과 사용되는 공학적 도구에 대하여 기술한다.

가. 설계법의 프레임 워크

설계법의 프레임 워크로서는 시간 추적형의 해석, 기능요건으로 분해한 후 독립적으로 적합성을 검증하는 방법 2가지가 제안되고 있다.

(1) 시간 추적형

시간 추적형 설계법은 영국규격(BS)의 드래프트

가 그 발상이다. 영국에서는 성능기준을 시행하고 상당한 시간이 경과하였는데, 최근에 설계법의 가이드라인이 BS규격으로 제시되었다. BS의 프레임 워크를 기초로 ISO/TC92/SC4(화재안전공학)에서 테크니컬 리포트가 작성되어 지금은 각국이 투표하는 단계이다. 스웨덴에는 확립된 성능설계법 지침은 없으나, 영국의 BS와 같은 방법을 모색하고 있다.

BS 설계법의 프레임 워크를 그림4에 나타낸다. 화재안전시스템 전체를 발화 방지, 연기 유동, 연소확대, 감지와 소화, 소방활동, 피난의 6가지 서브시스템(SS)으로 나누고, 각 SS 내에서는 각종 공학적 기법을 사용하며 예측한다. SS는 발열속도, 연기 온도의 분포, 피난자 분포, 소방대 분포, 연소부분의 확대 분포 등이 각 시각마다 출력된다. 출력된 정보는 광역정보 버스(Global Information Bus, GIB)로 전달되어 다음 시각의 상태 예측을 위한 입력으로 각 SS로 피드백된다. GIB는 디지털 컴퓨터의 데이터 bus와 유사한 개념이다.

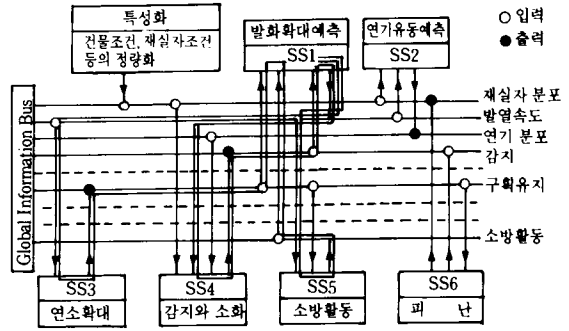
이 방법은 발화에서 확대를 거쳐 최종적인 진화까지의 「현상을 시시각각으로 추적하는」 것을 목표로 하므로, 설계법이라기 보다는 오히려 물리현상과 인간행동 예측해석법이라 보아야 한다. 드래프트의 내용을 보면, 설계조건의 부여 방법이나 허용기준 등이 애매하여 그것만으로 설계법으로 자립하는 것은 아니다.

또한, 현재의 지식으로는 합리적인 근거로 예측할 수 없는 것도 「예측」할 수 있다. 예를 들면, 화재감지 시간, 피난행동 개시시간, 유리나 파티션 월 등 비내화등급 부재의 파손시간은 합리적 근거의 계산법이 없어, 설계법으로 어떻게 성립하는가는 앞으로의 전개 여하에 따른다.

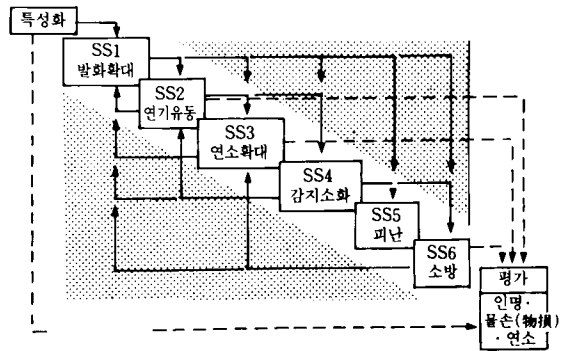
BS를 좀 더 정리한 방법이 호주에서 채용되어, Fire Engineering Guideline 초판이 96년 3월에 출판되었다. SS의 상호관계를 체계적으로 정리하여 각 SS 내부에서의 계산 흐름까지 파고들어 기술한 문서이다.

그림5에 그 프레임 워크를 나타낸다. SS의 분류방법은 순서가 다른 것 외에는 영국과 같다. 화살표는 부여 조건 또는 다른 SS로의 출력의 흐름을 나타낸다. 화살표 중 오른쪽 상반부는 부여 조건 또는 해당 SS보다 위쪽 SS의 결과를 바탕으로 순차적으로 계산할 수 있는 항목이다. 한편, 왼쪽 하반부의 화살표는

위쪽 SS로의 피드백을 나타낸다. 예를 들면, 연기 제어, 연소확대, 소화 등 SS의 결과에 따라 SS 1의 화원의 발열속도 계산 전제가 무너졌을 때 SS 1로 소급하여 계산을 수정하는 구조이다.



【그림 4】 BS규격(드래프트)에서 성능설계법의 프레임워크

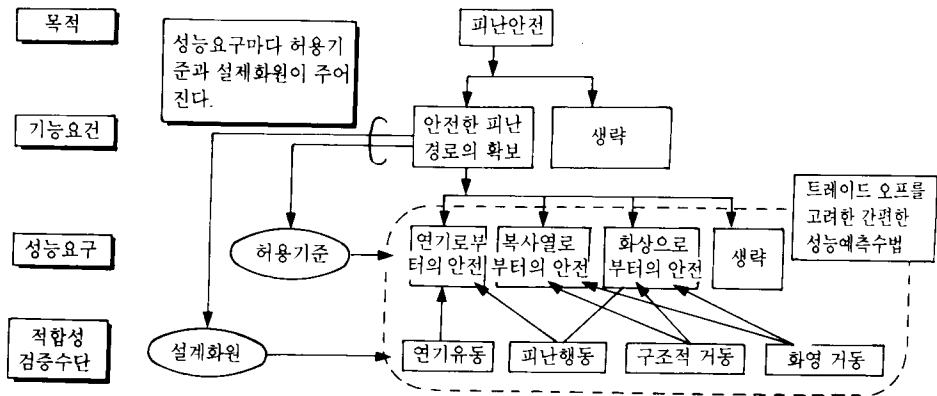


【그림 5】 호주의 성능적 화재안전설계법의 프레임워크

(2) 기능요건 분해형

일본 건설성 종합기술개발프로젝트 「방·내화성능 평가기술의 개발(화재안전설계분과회)」에서 화재안전 설계법의 틀이 보여졌고, 그림6에 그 일부를 나타낸다. 화재안전상 고려해야 할 각각의 기능요건에 대해 표준적인 회원(설계회원)을 설정하여 각종 공학적 계산으로 그 결과가 허용치를 넘지 않는다는 것을 확인하는 방법이다.

기능요건마다 검증하는 시스템으로써 BS와 같은 시간추적형 계산없이도 안전측면의 근사치를 도입하여 간편한 도구로 검증할 수 있다. 또한, 기능요건을 만족시킬 것이 확실한 항목은 검토 생략도 가능하여 시간추적형 방법과 비교하면 확실히 건축설계의 실무에 가깝다.



【그림 6】 종합프로그램 화재안전설계법의 플레임워크(부분)

나. 공학적 도구

공학적 도구에 대해서는 단편적인 정보 밖에 얻을 수 없지만, 크게 나누어 컴퓨터 모델에 필요한 도구를 전부 집어넣은 패키지를 작성하는 경향과 간편한 도구집을 구축하는 경향이 있다.

(1) 패키지형

구획화재성장모델로는 미국의 NIST가 개발한 CFAST가 유명하다. CFAST는 훈련된 엔지니어에게 적합한데 최근에는 이를 기초로 아이콘을 사용한 대화형 데이터 입력인 유저 인터페이스(GUI)를 구비한 패키지 FASTLite가 개발되었다. 그 목적은 화재기술이 없는 소위 건축가나 행정당국 스태프의 교육과 간편한 설계 심사에 사용하는 도구를 제공하는 것이었다. FASTLite를 다룰 수 있는 대상은 극히 제한적이므로 현재는 더 개량한 패키지를 개발 중이다. 시판중인 CAD데이터로 작성한 건축도면 데이터를 직접 읽어 해석하는 것이나 구조부재의 붕괴예측을 내부에 추가하는 것이 예정되어 있다.

화재공학 지식이 없는 사용자를 가정하면, 패키지형 도구가 성공하기 위해서는 단순히 입출력을 그래픽화하는 것만으로는 불충분하고, 가정조건을 바르게 입력하여 해석결과를 바르게 해석하기 위한 지원도구를 어디까지 개발할 수 있느냐가 핵심이다.

캐나다에서는 위험분석 패키지 FIRECAM이 개발되어 사용되고 있다. 그러나, 그 내용이 그다지 명확하

지 않고 개발관계자 외에는 블랙 박스이다. 블랙 박스적인 패키지로는 예상치 못한 결과가 나왔을 때 어떻게 설계안을 변경해야 할지 알 수 없다는 결점이 있다.

(2) 간이도구형

현실적인 건축설계행위를 생각하면 계산의 정밀도는 다소 떨어지더라도 간편한 도구로 쓸만한 것이 대부분이다. 게다가 도구가 식의 형태로 명시적으로 나타나 있으면 수계산으로 답을 얻을 수 있을 뿐 아니라 건물조건의 무엇을 바꾸면 좋을지가 일목요연해진다.

이와 같은 이점을 감안, 일본 건설성 종합기술개발 프로젝트 방 내화성능평가기술의 개발(화재안전설계분과회)에서는 간이계산방법을 정비하고 있다.

3. 요약

성능기준과 성능적 설계법은 자동차의 두 바퀴와 같은 관계로, 설계법이 진보하면 기준이 그것을 수용하도록 변화하여, 성능기준이 설계법의 진보를 재촉하는 듯한 효과도 있다. 이 관계는 각국마다 사정이 다르므로 현재의 준비상황은 다양성이 풍부하다.

그러나, 각국 모두 건축설계의 자유도 향상이나 경제성 향상 등을 달성하고 있어, 필요한 안전성을 확보하기 위한 성능기준과 성능적 설계법의 기반정비가 앞으로도 계속될 것이 확실하다.

“화재” Vol. 47, No. 3(97. 6)에서 발췌