



특 집

②

소방공학과 소방엔지니어링



김 병 효

(소방설비 기술사, 현대방화엔지니어링 대표)

1. 머리글

우리나라에서 소방이 학문으로 인식된 것은 근래에 와서부터 이다. 그 이전에는 소방은 학문이기보다는 불을 끄고 보자는 우선 위급한 상황을 벗어나는 조치를 하는 것이 소방의 모두였다. 그리고 급한 불을 끄고 나면 일단 다시 원래의 위치로 돌아가 그 사고를 잊으려고 하였다. 1970년대의 대연각, 시민화재 및 대왕코너 화재가 그랬고 최근의 씨랜드 화재가 그랬다. 이것은 후진국형 소방의 전형적인 예라 할 수 있다.

1960년대 이전의 산업화 이전에는 이러한 소방이 통하였다. 즉 화재가 발생하면 소방차가 출동하여 신속히 진압할 수 있도록 차량도 지금처럼 많지 않아 소방차 출동에도 문제가 없었고, 고층건물이 별로 없어 소방서 장비로 충분히 진압할 수 있었다. 국민소득이 미미하여 가진 것을 불로 모두 잃더라도 다시 시작하면 금방 만회할 수 있을 정도였고 사망자가 생기면 재수가 없어 액운을 당했다고 치부하였다.

60년대 산업화의 시작으로 도시밀집현상과 교통이 복잡해지면서 국가의 부가 과거 농경사회와는 비교할 수 없을 정도로 늘어나면서 우리는 70년대 대연각, 대왕코너 및 시민회관 같은 고층, 대형건물의 화재로 많은 인명과 재산을 잃는 경험을 하여 화재가 사회 문제를 야기할 수 있고 소방서의 진압활동이 원천적으로 불가능하다는 것을 경험하게 되었다. 그것은 우선 소방서 증설로 나타났다. 이것은 충분한 타당성이 있다. 대규모 고층건물의 화재진압은 할 수 없지만 소방차로 진압할 수 있는 화재사고도 계속 늘어나고 있어 공공소방의 수요가 증가하고 있다.

그런데 여기서 간과하지 말아야 할 것은 소방서의 단순한 양적인 확대에 그치고 예방 소방기술 개발에는 등한시한 후진국형 소방이 아직도 소방이라는 착각 속에 있다는 점이다. 정보화 산업시대, 도시의 인텔리전트화 현상에 따라 안전의 필요성은 점차 증가하고 있다. 불과 몇 개월 전에 세종로 정부종합청사 건물 화재에서 화재경보설비가 작동하지 않은 어처구니 없는 사고가 일어났다. 정부청사 건물이

이럴진대 일반 건물의 소방설비의 상황은 명
약관화하다.

2. 소방공학과 소방엔지니어링

2.1 소방공학의 필요성

오늘날의 화재는 과거에 비해 소방서의 진
압활동이 점점 어려운 상황으로 변하고 있다.
도시의 고층화, 밀집화, 건물의 대형화, 에너
지 사용의 증가, 건물의 화재하중의 증가, 새
로운 산업의 출현 등 우리의 경험을 뛰어넘는
잠재위험이 증가하기 때문이다. 이러한 현상을
NFPA의 "Fire Concept Tree"에서는 성장하
는 하나의 나무와 같이 보았다. 즉 방화의 목
적을 이루기 위해서 "사전 예방적인 측면"과
"사후 충격 관리적 측면"을 양대 수레바퀴로
하여 이 수레를 잘 끌고 가는 것이 방화의 목
표로 할 것을 제안하고 있다. 또한 이러한 두
수레바퀴에는 수많은 바퀴살이 있는데 이 살
은 마치 나무 가지와 같이 새롭게 가지를 치
는 것으로 사회의 발달에 따라 새로운 잠재
위험과 대처하여야 한다는 것이다. 오늘날 화
재는 하나하나가 공학적인 면에서는 하나의
귀중한 시료(샘플)이다. 예컨대 달나라 로켓이
발사 과정에서 폭발하는 사고가 발생하였다면
과학자들이 그 폭발원인을 찾아내는 것은 당
연한 조치이다. 화재도 마찬가지이다. 화재는
가연성 물질 등의 원치 않는 화학작용 및 그
전개 과정이며 건물내의 화재기류의 이동과정
에 따른 화재와 인명안전에 관련된다. 왜 이
러한 사고가 발생하였는가에 대한 과학적 조
사가 필요하다. 이러한 조사능력이 없으면 형
사적인 책임이나 보상문제만으로 귀중한 시료
를 등한시 한다.

우리의 소방관련 법령은 각 부처소관별로
정해져 있고 소방을 건축적으로 규정하는 건
축법규에서 방화사항은 그 우선순위에서 한참
떨려있는 것이 현실이다. 소방은 건축주의 자

율에 맡길 수 없는 속성을 지닌다. 전기설비
나 냉난방 통신설비는 자율에 맡기더라도 개
선방향으로 나아갈 수 있지만 소방은 건물주
의 자율에 맡기어 등한시 한다면 화재 시 참
사를 자초하는 것이 된다. 따라서 주택을 제
외한 건물에 소방시설은 소유주에게 직접, 간
접적으로 강제화가 불가피하며 이에 대하여
우리모두는 이해하고 있다. 그러나 공학적인
능력의 결여로 부처간의 법규가 일관성이 없
고 즉흥적인 규정이나 과학적으로 검증되지
않은 것이 대부분으로 형식에 그치고 있는 것
이 현실이다.

이러한 원인 제공은 거의가 소방의 과학적
인 검증 없는 행정편의 규정 때문이다. 현재
대학과정에서 소방 관련학과가 우후죽순처럼
개설되고 있지만 거의가 취업위주의 교육에
머물고 있고 소방과학이 아닌 외적인 필요성
에 의해 개설되고 있는 인상이 짙다. 이에 따
라 소방 기술자는 양산되고 있지만 소방서 증
설과 같이 양적인 팽창과 맥락을 같이하고 있
다. 방화공학은 이러한 과학적인 검증을 지원
하는 학문이다. 흔히 "안전불감증"이라는 말을
하는데 이것은 방화에 무식한 행정이 들이 지
어낸 말이다. 모든 안전사고를 국민의 안전불
감증으로 돌리면 담당 공직자들은 편할 수 있
게 될 것이다.

2.2 소방공학이란 무엇인가

공학에 입문하기 위해서는 기초 공학 외에
소방측면에서 관찰하는 공학적 측면이 있다.
보통의 불은 화학적으로 $C_nH_n + O_2 = H_2O + CO_2$ 작용이다. 한편 소방은 이론적인 면보
다는 화재를 진압하는 것이 우선 과제이다.
이와 같이 방화를 하려면 불이 무엇인가를 밝
혀 그의 파괴적인 면을 미리 조치하는 예방적,
학문적인 측면과 우선 불이라는 파괴자를 적
극적으로 막아야 하는 실제적인 측면이 있다.
에너지 형태가 단순했던 과거 농경사회에 비

하여 현대 산업사회에서 화재는 가연물과 에너지 형태가 복잡하여 직접적인 인명, 재산피해 외에 대형화, 사회적 파급영향 등 간접적인 영향이 점차 증가하고 있다. 우리나라의 소방기술관련 서적은 대부분이 국가기술자격 교본이다. 불에 대한 전문공학서적이 전무한 실정이다. 일단 국가기술자격을 취득한 기술자는 NFPA 코드를 접하게 되나 10여권으로 그 양이 엄청나서 접근할 엄두가 나지 않아 소방법령에 안주하게 된다. 이렇게 방대한 외국기준도 전문공학서적은 아니다.

소방공학은 기준이 아닌 어떤 화재관련 현상의 원리를 규명하여 이를 통해 불의 실상을 파악하고 실사회에 적용할 때 확고한 원칙 아래 무한한 융통성을 제공하는 것이 소방공학이 추구하는 길이라고 할 수 있다. 이공계열 대학의 과정을 이수한 사람은 누구나 소방기술자가 될 수 있지만 이것이 필요충분조건은 아니다. 예컨대 전기공학을 전공한 공학도는 소방공학을 전공한 사람과 기초공학에 대한 지식은 공유하지만 전기공 측면에서 전공해야 할 커리큘럼과 소방공학 커리큘럼은 근본적으로 다르다. 일반적으로 공과대학에 개설된 기계, 화학, 건축, 전기 등의 커리큘럼은 이와 같이 전공별로 특성이 있다. 그러나 요즘은 대학에 복수전공제도가 실시되고 있다. 이는 방화공학 전공 지망생이나 방화공학 커리큘럼을 개설하려는 학교측 모두에게 희망적인 일이다. 미국의 경우 메릴랜드 대학에는 소방공학사(Bachelor of Science degree in Fire Protection Engineering)와 소방공학 석사(Master of Science)과정이 있고 워싱턴 대학에는 소방공학 석사 및 박사(Ph.D) 과정이 있다. 방대한 미국에 대학과정에 소방공학 커리큘럼이 개설된 대학은 매우 희소하다. 이것은 소방공학이 보편화된 학문은 아니지만 그 필요성이 증명된 것이며 이에 따라 현재 미국이 국제사회에서 소방공학을 주도할 수

있는 것이다. 그러나 현재 우리나라에서 접하는 소방기술 자료는 소방공학이 제외된 국가기술자격에 초점을 둔 기초 공학과 국내외 기준 일색이다. 소방이 무엇인지도 모르고 소방기술자가 태어날 위험이 있다. 이는 이공계 대학에서 기초공학과 다른 전문공학 분야만을 전공한 사람들이 갑자기 팽창하는 소방커리큘럼에 투입되어 소방공학을 지원 받을 수 없어 발생하는 현상이며 이를 가볍게 생각하면 기형적인 소방기술자가 양산될 우려가 있다. 이들이 소방공학에 목말라 있지만 어느 누구도 이를 사실대로 얘기해주는 사람이 나타나지 않는 현실을 직시할 필요가 있다.

3. 소방엔지니어링의 실체

앞에서 설명한 소방공학을 실사회에 적용하기 위한 전문기술 업무가 소방엔지니어링이다. 소방기술용역의 대명사로 설계와 감리가 대표적이다. 이것은 제조와 시공부분이 제외되며 소방엔지니어링은 이보다 범위가 더 넓으며 소방기술용역 업무라고도 한다. 기술용역이라 함은 주어진 프로젝트의 타당성조사, 위험성조사, 현장시험, 설계, 감리용역등 기술지식을 제공하는 작업이다. 모태는 소방공학이지만 관련 기준(Criteria)을 별도로 정하여 프로젝트에 적용한다. 이 기준에는 그 프로젝트에만 적용하는 기준을 별도로 두는 경우와 소방법령만 적용하는 경우의 두 가지가 있을 수 있다.

3.1 소방엔지니어링의 필요성

프로젝트를 효율적으로 진행하려면 품질 외에 예산과 시간이 관건이다. 엔지니어링은 연구와는 달라 반드시 현실화 되는 것이다. 연구는 여건이 맞지 않으면 연구로 끝나고 실현이 되지 않는 경우가 허다하지만 설계용역은 시공을 전제로 하기 때문에 사회에 직접영향을 준다. 품질이 나쁘거나 납품기간이 지연되

거나 용역비가 과다하거나 등의 모든 사항은 프로젝트에 큰 영향을 주며 결과적으로 지역 사회의 인명과 재산의 안전과 직결된다. 이를 효과적으로 수행하기 위해 소방법을 정하여 이 기준을 반드시 따르도록 하고 있다. 그러나 기술적인 사항을 법으로 정하면 소방공학과 현실 사이의 어느 정도의 타협을 하여야 한다. 소방공학적으로 완벽한 대책을 하려면 사용자의 불편이 수반될 수 있고 그 반대의 상황도 있을 수 있다. 따라서 소방법령은 최소기준을 정하도록 현실과 타협한다. 이 과정에서 타협을 할 수 없는 사항을 묵인하는 경우가 생긴다. 예컨대 화재현장에 출동한 소방서의 장비로는 진압할 수 없는 특수한 조건(초고층건물, 산꼭대기의 대형 시설, 특수한 산업시설 등)의 대상물은 소방법이 전혀 도움이 될 수 없다. 또한 대형 종합병원에서 거동이 불가능한 환자가 화재 시 대피할 수 있는 방법은 현행 소방관련 법령에서 정하지 못하고 있다. 또한 모든 법령이 그러하듯 소방법령은 다수의 사람들의 인명과 재산을 지키기 위해 건축 주 등 관련자에게 불편을 요구하므로 이러한 사회적인 다양한 이해관계를 수용하려면 중도적인 결론으로 타협해야 하므로 급변하는 핵심을 맞추는데 대개 실패한다.

이러한 문제를 해결하는 대안이 소방엔지니어링이다. 소방전문가가 관계법령 적용에 앞서 소방공학적으로 관찰하는 기회를 주어 소방법 만으로 충분한 위험인지, 또는 별도의 방화공학 측면에서 안전 대책이 필요한지에 대하여 짚어보는 작업이 필요하다.

한편 소방설계는 국가기술자격자에게 소방설계, 감리업무를 담당케 하고 관련 공학은 각자가 알아서 습득하도록 하고 있어 소방기술인의 지식 평준화가 이루어 지지 않고 있다. 이에 따라 과학적 근거가 불분명한 사항이 다수 포함된 소방법규의 반영 수준의 설계 품질인 것이 대부분이다. 감지기, 스프링클러 등

소방기기도 과거의 고정관념에서 탈피하지 않고 소방법규 안에서 안주하려는 현상이 뚜렷하다. 화재보험협회, 소방안전협회와 같은 전문 소방기술관련 기관도 기술개발보다는 수익성사업 발굴에만 몰입하고 있다. 이는 곡식이나 과일을 충분한 배양토에서 관리를 하지 않고 수확만 하려는 전말이 진도된 소방기술의 후진적 발상에서 비롯된다고 할 수 있다. 국방이 외적으로부터 국민의 생명과 재산을 지키는 것이라면 소방은 내부의 적인 화재로부터 국민의 생명과 재산을 지키는 국가차원의 일이다. 이제 그 동안 이루어놓은 양적인 팽창이 거품이 되지 않게 하는 길은 질적인 면의 보완이며 이것은 소방공학의 보편화가 하나의 방법이 될 수 있을 것이다.

대학에 커리큘럼이 없는 기술부분은 타분야보다 특히 상업주의에 예속되기 쉽다. 소방공학을 대학에서 가르치지 않고 취업위주의 소방교육은 이러한 것을 반증하는 것이다. 한마디로 표현하면 소방공학을 실용화한 것이 소방엔지니어링이다. 소방공학은 기초공학이며 소방엔지니어링은 응용 공학이다. 응용을 하려면 기초가 있어야 하며 기초가 튼튼할수록 안전하면서 실용적이고 융통성 있는 프로젝트를 실현할 수 있다. 동일한 법조문이 사람마다 다른 해석이 있을 수 있는 것은 소방공학의 무지에서 비롯된 경우가 태반이다. 법령은 결론이며 그 결론의 의미는 배경을 알아야 이해할 수 있다.

소방엔지니어링의 품질은 기준을 이해하는 지식수준에 따라 결정된다. 이러한 기준 중에서 세계적으로 권위 있는 것은 미국방화협회가 매년 발행하는 NFPA Code와 공장상호보험회사가 발행하는 FM Loss Prevention Data이다. 엔지니어링 기준이나 소방법령은 거의가 이 기준으로 특히 NFPA Code는 각국의 소방법령에서 인용하고 FM Loss Prevention Data는 대규모 공장의 자체 기술기준으로 인

용하는 경우가 많다. 이들 기준은 적용을 원칙으로 하고 있어 앞에서 설명한 방화공학과는 근본적 차이를 보인다. 동일한 사항이라도 그 배경과 기준은 표현상에 많은 차이가 있다. 예컨대, 우리가 대학과정에서 배우는 공학은 그 전공에서 갖추어야 할 바탕이며 이러한 바탕을 기준으로 만들어진 기준은 엔지니어링이나 관련기관에서 적용을 목적으로 하는 것이다. 이 중에서 법령은 관공서나 엔지니어링 회사가 지켜야 할 기본적인 약속으로 그 내용에는 반드시 "...을 하여야 한다."라는 내용이 주종을 이루는데 반하여 NFPA Code나 FM Loss Prevention Data는 엔지니어링 회사가 적용하기 좋게 만든 것으로 "...을 하는 경우에는 ...한 방법을 권장한다."라는 형식으로 표현하고 있다. 소방법 시행령에는 소방시설을 설치할 대상이 규정되어 있음을 알 수 있다. 그러나 이들 NFPA Code나 FM Loss Prevention Data는 설치 대상은 거의 눈에 띄지 않고 소방법령의 기술기준에 해당되는 내용들만 수록되어 있다. NFPA Code를 쉽게 이해할 수 있도록 발행한 편람(Fire Protection Handbook)의 내용을 살펴보면 그 내용이 더욱 명확하게 된다. 이제 소방엔지니어링의 주요 업무를 통하여 이들의 역할에 대하여 살펴보기로 한다.

3.2 소방엔지니어링의 업무

1) 화재감지설비의 계산

화재감지와 경보설비는 건물화재예방과 방호전략의 핵심으로 인식된다. 감지와 경보설비의 설계와 분석에서 방화엔지니어가 이용하는 체계적 기법을 알 필요가 있다. 대부분의 검토는 건물에서 사용하는 설비에 초점을 두게 된다. 그러나 이 기법과 과정의 대부분은 비행기, 선박, 야적창고기타 건물이 아닌 곳에도 응용할 수 있다. 건물 안에 화재성장, 연기와 열의 이동에 대한 과학적 연구는 화재감지설비 설계에 유용한 정보와 방법을 방화엔지니어

에게 제공한다. 또한 음향발생과 전달은 통신설비를 가능하게 하여 화재경보 사운드 위치의 불확실성을 배제한다. 이 모두는 엔지니어와 설계자가 특정, 동일한 목표에 합치하는 설비 설계를 할 수 있도록 해준다. 이 장을 이해하려면 앞에서 설명한 화재성상을 이해하여야 하며 감지, 열 감지 설계와 분석을 위한 데이터의 선택, 열 감지 설계와 분석, 연기 감지, 복사열 에너지 감지, 화재경보 음향의 설계, 비용분석 등의 이해가 필요하다.

2) 자동 스프링클러의 계산

엔지니어링 계산은 매개변수들 간의 관계를 이해하는 경우에 가장 잘 적용된다. 이것은 자동 스프링클러설비의 기술에 관련된 사항이 아니다. 계산방법은 스프링클러설비 하나에만 널리 사용된다. 화재를 소화하는 물분무의 기능과 같이 스프링클러설비의 가장 기본적인 면만 가능한 아주 초보 계산방법들이 있다. 계산방법 들이 사용되지 않는 이유는 단지 물이 화재를 소화하는 메커니즘이 복잡하기 때문이다. 물을 이용한 소화는 수학적 모델링 기법을 허용하기 위한 엄격하게 특성을 정하지 않는다. 이 결과 스프링클러 설비설계에 대한 소화측면은 경험식으로 최상이다. 전부는 아니고 일부의 현재의 스프링클러 설계기준은 라지 드롭과 ESFR스프링클러를 사용하는 재료 같이 NFPA 231, 13D, 13 안에 있는 기준을 포함 풀-스케일 테스트를 근거로 한다. 수리 계산을 이해하려면 방수밀도를 기준으로 한 스프링클러 헤드의 요구, 가장 먼 곳에 있는 스프링클러의 수압, 배관, 피팅 및 밸브를 경유하는 압력손실, 속도압의 이용, 낙차수두, 루프와 그리드, 급수곡선의 판단, 펌프의 선정과 시험, 탱크의 크기, 행거와 행거 서포트, 감지기로서 스프링클러의 역할, 건식설비의 방수시간, 물방울 크기와 운동, 분무밀도와 냉각 등에 대하여 알 필요가 있다.

3) 포소화설비의 계산

포소화설비의 계산을 이해하려면 포 원액, 소화 및 확산이론, 소화 및 재연소 조사, 항공기 소화, 폼-워터 스프링클러설비, 포 환경의 고려사항, 초기 넘침과 관련 위험의 방호, 고정 루프 대기압 저장 탱크의 방호, 플로팅 루프 저장탱크의 방호, 고 팽창 포의 창고 또는 고체적 위험의 방호, 포 소화설비의 제한, 저 팽창창포 설비에 의한 대기압 저장탱크의 수리계산, A급소화 포 등에 대한 지식을 갖추어야 한다.

4) 청정가스의 계산

몬트리올협정으로 할론 1301은 1993년 12월 31일부터 생산이 중단되었다. 이 기준의 발효로 각국은 할론 대체물질을 경쟁적으로 개발하였다. 지난 몇 년 동안 몇 가지 대체물질인 청정소화약제가 상품화되었고 아직도 개발 중이다. 워터 미스트와 미세고체입자 같은 신기술이 소개되고 있다. 이에 대하여는 할론 대체물질의 성질, 청정소화약제 설비 설계 등의 이해가 필요하다.

5) 화재온도와 시간과의 관계

건물 안에 화재에 대한 화세와 지속기간은 광범위하고 요소를 결정하려는 노력이 있어왔다. 현재 결정변수를 알면 여러 상황의 구획된 화재의 온도예측을 할 수 있다. 그러나 가연물의 양과 표면적 같은 매개변수의 몇몇은 시간에 따라 변하고 이 구획에서 저 구획으로 자주 변하므로 예측이 불가능하다. 따라서 건물 건축당시 건축이 준공된 다음 전체 수명기간의 화재과정의 온도를 알기는 불가능하다. 그러나 건물의 수명기간 동안 초과하지 않는 어떤 구획에 대한 온도-시간곡선은 나타낼 수 있다. 이 곡선들은 건물 내화설계의 기초로 유용하다. 이것들은 여러 화세와 화재지속기간인 화재에 노출된 건물 부재의 내화도를 아

내 활용할 수 있다. 이에 대한 이해는 화재온도, 가능한 화세, 온도곡선의 특성, 표준화재곡선 등에 대하여 알 필요가 있다.

6) 철골부재의 내화도 분석

전통적으로 내화도는 지정 기간에 대한 표준 시험한 구조부재를 평가하는데 사용되어왔다. 시험에 합격한 모든 부재들은 등급을 매기고 1시간, 2시간 내화 등의 시험의 지속기간을 검정한다. 검정을 받지 않은 조립 재는 시험기준에 적합하지 않은 것으로 간주되며 다른 방법으로 증명되지 않은 한 동의품이다. 이에 대한 이해를 하려면 구조부재의 내화용 표준 시험, 방호방법, 경험에 의한 상관관계, 열전달 분석, 구조분석, 대수식 등을 알 필요가 있다.

7) 콘크리트부재의 내화도 분석

구조부재의 내화도를 예측하도록 개발된 분석방법은 (1) 표준 및 (2) 비표준 화재 노출의 두 그룹으로 구분된다. 표준 화재 노출에 대하여 표준 시험으로부터 수집된 많은 자료가 있다. 분석방법은 내화도를 결정하는데 경험식과 최소 치수를 사용한다. 비 표준 화재 노출에 대한 분석은 열전달과 구조해석 모두가 요구되는 훨씬 복잡하다. 내화도 계산은 일반적으로 열전달과 구조적 완벽성에 대한 표준 시험방법을 정하는 동일한 허용기준을 사용한다. 분석에는 (1) 열전달, (2) 구조해석의 두 부분으로 크게 구분한다. 열전달 계산은 비노출 표면온도와 재료의 강도를 평가하는데 필요한 온도분포를 평가하는데 사용된다. 구조완벽성 분석은 철근콘크리트 부재를 설계하는데 사용하는 강도 이론을 적용한다. 온도상승에 따른 콘크리트와 철재의 강도의 저하는 온도의 기능으로 압축과 항복강도에 대한 실험결과를 고려한 것이다. 이러한 과정을 추론설계법(Rational Design Method)이라고

한다. 방화분야가 실행근거 엔지니어링으로 발전함에 따라 추론설계방법 같은 기술은 더 많이 사용되고 있다. 추론설계 방법에서 예상화재를 근거로 한 설계 시간-온도곡선이 정해진다. 그 다음 엔지니어는 온도 프로파일과 비노출 표면온도를 결정하기 위해 열전달 분석을 실시한다. 그 부재의 온도분포를 알면 구조해석은 내화성 판단하기 위해 실행된다. 이에 대하여 이해하려면 콘크리트와 철골재의 재료성질, 열전달, 단순지지 스라브와 보, 연속 자유 부재, 열팽창응력을 받는 콘크리트구조체의 내화성, 연속 일방향 스펀, 철근콘크리트 기둥, 철근콘크리트 벽, 프리스트레스트 콘크리트 구조 등에 대한 지식이 필요하다.

8) 목재의 내화도 분석

목재와 목 구조의 내화도는 다른 재료처럼 화재시험으로 등급을 매긴다. 이 등급은 실제 시험된 구조체로 제한하며 인슐레이션의 추가, 사이즈가 다른 부재, 내장재의 침부, 부재간격의 증가는 인정하지 않는다. 그러나 단면의 증가, 부재간격의 감소 등은 인정한다. 목재의 내화도는 다음3개 사항에 영향을 받는다.

- 방호 막의 성능(있는 경우)
- 목 구조의 탄화범위
- 목 구조의 탄화되지 않은 부분의 하중지지 능력

이에 대한 이해를 하려면 방호 막의 역할, 요소추가 계산방법, 목재의 탄화, 경험적 모델, 비탄화 목 구조의 하중지지 능력 1시간 내화에 노출된 목 구조 등의 지식이 필요하다.

9) 제연 계산

화재 시 건물 안에서 연기는 발화지점에서 멀리 떨어진 곳까지 이동하여 인명과 재산을 위협하는 경우가 많다. 계단실과 승강기는 연기의 통로가 되어 대피로를 차단시킨다. 오늘날 연기는 화재 시 인명피해의 주범으로 알려

지고 있다. 1960년대 말 계단실에 연기를 유입하지 않는 방법의 하나인 계단실 가압방법이 도입되었다. 이것은 "압력 샌드위치" 즉 화재 층은 배기하고 주변 층은 가압하는 착상에서 나온 것이다. 건물의 환기설비는 이 목적으로 활용되는 경우가 많다. "제연"이라는 말은 화재 상황에서 연기의 이동을 제한하기 위해 기계 팬으로 가압한 설비의 명칭이다. 제연분야의 연구는 오스트렐리아, 캐나다, 영국, 프랑스, 일본, 미국 및 독일에서 수행되고 있다. 이 연구는 현장 시험, 풀-스케일 시험과 컴퓨터 시뮬레이션으로 구성된다. 많은 건물이 제연을 위해 건축되고 개조되고 있다. 제연에 대하여 알려면 연기이동, 제연의 원칙, 퍼징, 출입문 개방력, 공기유동면적, 유효유동면적, 대칭, 설계변수, 계단가압, 계단구획, 계단분석, 승강기 제연, 거실 제연, 컴퓨터분석, 인수 시험 등에 대하여 이해할 필요가 있다.

10) 지붕뒤틀린 물 및 아트리움의 연기관리

아트리움은 로마제국부터 내려온 건축구조 형태이다. 원래 아트리움이란 지붕이 없는 건물로 둘러 쌓인 안뜰이었다. 20세기 후반에 와서 안뜰에 천장이나 지붕을 씌우고 때로는 안뜰 주변 건물의 벽을 개방하였다. 지붕 씌운 물도 최근 건축기술의 발달의 결과로 출현하였다. 대형 공간구조의 서로 연결된 상점으로 통하는 보도를 만들고 있다. 아트리움과 쇼핑 몰 같은 대형공간의 연기관리는 구획된 공간과는 전혀 다른 화재위험을 지닌다. 특히 차압이나 구획을 이용한 제연은 전혀 현실성이 없다. 구획을 하지 않고 연기의 확산은 막을 수 없어 전체의 공간으로 연기가 쉽게 퍼진다. 대형공간에서 높은 천장은 대량의 연기 발생과 연기감지 지연이라는 문제를 야기한다. 그러나 긍정적인 면으로 보면 대형공간과 같이 높은 천장은 수직, 수평으로 확산하는 기를 희석, 냉각시킨다. 희석은 연기의 위험을

감소시킨다.

이에 대한 더 자세한 사항은 위험매개변수, 연기 관리의 방법, 분석적 방법, 연기 총만 기간, 배기기간, 특수 조건, 역류, 보충 급기량 등을 이해하여야 한다.

4. 마침글

우리는 소방의 실체를 외면한 채로 반쪽 소방 만으로 오늘을 살고 있다. 의사자격증제도는 있으나 정규 의과대학과정인 없는 상식적으로 납득이 안 되는 상황이 우리의 소방엔지니어링 제도에서 발생하고 있다. 현행 소방법만으로 소방설계 등 소방엔지니어링 기준에 만족하려는 생각은 위험한 발상이다. 공학의 바탕을 두지 않은 엔지니어링이 없듯이 소방공학에 바탕을 두지 않은 소방엔지니어링은 허구이다.

최근 씨랜드 화재참사와 정부종합청사 화재 및 전, 현직 고위소방공무원 비리사건 등은 소방공학이 결여된 반쪽소방을 더 이상 방치하지 않아야 한다는 신호이며 경종이다. 이러한 일련의 문제들을 있을 수 있는 일이라고 지나쳐버린다면 이보다 몇 배의 대가를 치를 지도 모른다. 문제는 우리사회의 소방을 주도하고 있는 단체나 인사들이 소방을 모르고 있다는 사실을 모른다는 것이다. 전문대학에서 소방관련 학과가 개설된 것은 소방관 채용 시 특전을 주는 소방공무원 임용자격 요건이 큰 작용을 하였다. 이것은 본말의 전도이지만 우리의 취업난을 반영한 엄연한 현실이다.

누구나 성장을 바라지 않는 사람은 없다. 그러나 성장하기 위해 보인지 않는 곳을 알차게 하여야 진정한 성장 효과를 누릴 수 있다. 방화공학은 국가성장에서 비타민이나 보이지 않는 골격과 같은 인프라스트럭처이다. 방화공학은 소방의 실체인 소방법령이나 소방엔지니어링의 질을 결정한다. 아무리 합리적인 법

령을 만들고 양질의 소방설계나 감리를 하려고 해도 소방공학 지원 없이는 불가능하다는 사실을 아는 사람은 많지 않다. 행정에만 익숙해 있는 소방당국이나 예비소방관 배출에만 정성을 쏟고 있는 전문대학 당국에 소방을 맡긴 결과 "씨랜드" 참사로 나타나고 있다는 것을 아는 사람은 그리 많지 않은 것 같다.