

# 火災전반의 問題

Philip Thomas \*

Department of fire Safety Engineering

University of Lund, Sweden

序 文 : 火災란 무엇인가.

火災를 損害, 損失의 原因으로서, 그리고 하나의 事象으로 論하기 전에 物理的 現象으로서의 火災가 무엇인가에 대하여 간단히 說明할 必要가 있겠다.

보통의 大氣와 分위기 溫度에서는 木材나 플라스틱 등의 可燃物은 분명하게 平衡狀態에 존재하고 있다. 酸化나 分解過程은 서서히 進行하지만 (腐蝕過程 처럼) 溫度가 조금이라도 上昇하면 平衡狀態를 控制하고 있는 여러 과정에 각기 다른 影響이 나타난다. 溫度에 의존하는 化學反應의 速度가 가장 非直線적이고, 放射傳熱이 그 다음이다. 그리고 傳導, 對流傳熱과 氣體擴散의 速度가 가장 느리다. 따라서 많은 發火를 溫度變數로서 表示할 수 있다(圖-1).

溫度  $T_{ig}$ 는 平衡을 지니는 최고 分위기 온

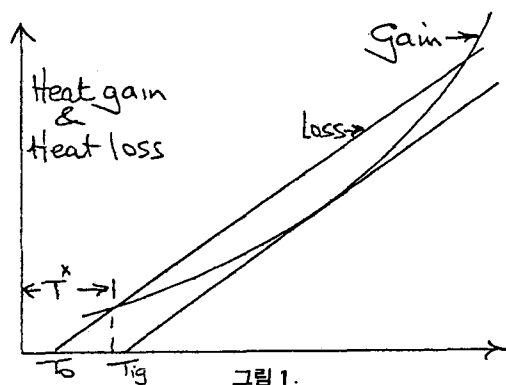


그림 1.

도 損失을 控制하는 것은 物質의 特性이 아니고 物質과 傳熱過程의 特性이다. (圖-2)는 이것을 다른 方法으로 表示한 것이다. (圖-3)은 圖-2의 過程을 더 擴大한 것이다.

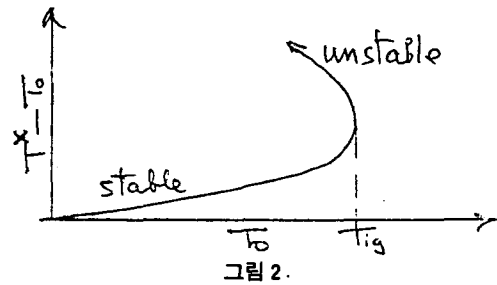


그림 2.

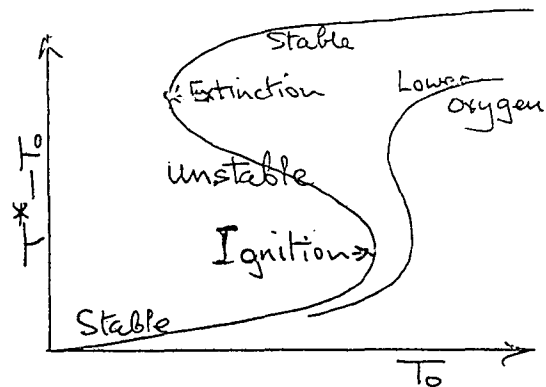


그림 3.

消火와 發火는 단순한 臨界値로 생각된다. 다만,  $T_0$ 를 局所的으로 上昇시키면 氣體燃料가 생겨 連續發火過程 (高壓가스가 있는 상태) 에서 「炎」이 퍼지는 것 같은 熱分解·分解狀態를 일으키기에는, 보통은 外的에 過熱하는 것이 필

\* Sweden, Lund大學火災安全工學科教授.  
國際火災安全科學會長

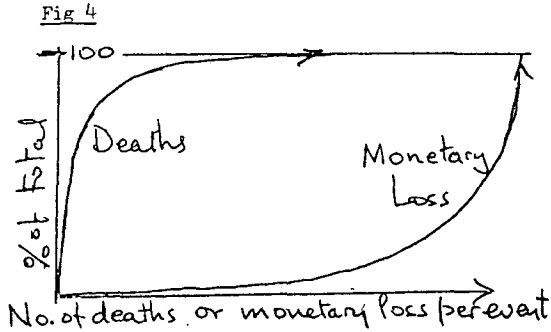


그림 4

~30년이 된다.

유럽과 미국의規制는 Compartment (区劃數個의 房을 포함할수도 있다)라 불리우는 Unit에서 다른 그와 같은 Unit로 확산되는 것을 막기 위해 建物全体性を 유지할 수 있도록 設定된 것이다.

〈圖-4〉 火災에 의한 損失의 分布(%)

直接損失	30
建物防火	30
消防서비스	15
保險管理	15
間接損害	5
人的·기타	5

總損害는 G. N. P. 1%의 Order이다.

항상 災害가 있을 수 있다고 알 수 있는 곳, 例로 炭鉱이나 다른 産業의 어떤 業種이 있는 곳에서는 禁煙措置나 靜電기를 earth한다 등가의 防火措置가 널리 취해져 있지만, 유럽의 規制에서 出火防止가 중요하게 된 것은 최근의 일이다. 出火防止는 주로 保險이나 경찰의 守備範圍였다. 그 이유는, 保險이나 경찰에 그 責任이 있기 때문이지만, 政府가 점차로 火災數를 감소시키는 措置를 하여왔다. 英國政府는 家具의 發火規準을 설정하여, 또 최근에는 어떤 可燃性 Form材의 使用을 違法化 시켰다. 만일 規制가 大火主導라면 大火에 의한 死亡數는 극히 소수이므로 이들의 規制는 歷史적으로 成功이라고 할 수 있다.

保險은 「스프링클러」에 크게 기대하고 있다. 스프링클러라는 것이 初期에 鎮火시켜서 불의

연소를 防止한다. 그러나 그 이유 餘하를 막론하고 損失의 分布가 業界에서 다르다는 일이 기본적인 일이다. 産業 risk의 콘트롤편에 政府가 관심을 갖기 시작했다. 그 주된 이유는 産業과 住居의 장소에 구별이 없다는 일과 汚染의 염려이다. 오염이라는 것은 燃燒製品에 의하는 것과 消防隊가 쓰는 물에 의하는 것과 쌍방이 있다(過去의 事例에는 建物建設과 製造工程의 物質의 雙방에서 石線의 浸透을 흐트러버린 일이 있다).

EC委員會는 Seveso火災 후에 訓令을 내었다. 또 프랑스와 독일사이에 있는 Rhine 江을 오염시킨 스위스의 Bazel에서의 Saddoz 社の 火災 뒤에는 Seveso訓令의 補完案이 제안되어 있다. 이 展開가 중요하다. 종래의 建築規制에는 近隣에의 汚染을 防止하는 基本뜻이 함축되어 있지만 現代 産業은 오랜 세월을 두고 많은 이웃 住民들에게 때로는 汚染源이 되기도 하였다. 이 일은 「지붕換氣」 등으로 熱을 방출시켜 불의 燃燒을 줄이고 消火를 돕도록 設計되어 있는 防火 system을 위해 때로는 建物소유자가 汚染책임을 負야할 때가 있다. 분명히 産業火災로 광범위하게 汚染되는 일이 政府가 措置를 취할 자국이 된다. 長期 그리고 환경에 크게 영향을 주는 森林火災의 歷史도 물론 있다.

大火災는 점점 사람들의 눈에 띄고, 또 매스컴 덕으로 국제적으로도 소개된다. 1987年 英國 Bradford市에서 발생한 축구競技 스타디움 火災에서는 많은 視聽者가 TV를 보고 있는데서 50여명이 사망하였다. 이 火災의 原因은 하나 이상이라 한다. 安全시스템의 대부분은 重複設計를 내포하고 있다. 즉, 만일 어떤 시스템이 작동하지 않으면 그것을 補正하는 시스템이 있다. 管理能力이 약하면 스태프의 訓練이나 建物·工程검사 메인テナンス能力도 低下하는 것을 생각해야 한다. 大災害의 頻度를 줄이면 이에 따르는 자기도취의 放心感을 경계하여야 한다. 原因中에는 社會的 變化에 의하는 것도 있다. 예로, 50年前에 比하여 밤에 전기 플러그를 빼는 比率이 낮아졌다. 이러한 危險項目의 수가 증가함에 따라 信賴性의 기준이 강화되어야 할 것이다.

요하다. 發火後 熱流系가 熱分解·分解狀態를 충분히 유지할 수 있는 速度에서 固形·液體燃料를 熱分解 혹은 分解한다.

大火에서는 放射에 의한 出力(全體의 20~30%)에 의해 燃燒領域이 擴大되고, 주요한 熱에 의한 出力은 浮力이나 風力을 빌어서 煙氣나 有害燃燒生成物을 建物全體 혹은 風下の 넓은 범위로 옮겨진다.

가장 잘 解明되어 있는 것은 연소확산되는 과정이다. 또, 發火나 分解를 일으키는 物質의 熱에 의한 영향에 관한 實驗이나 test가 행하여져 왔다.

컴퓨터 流體力學에서 流體의 흐름의 문제를 취급할 수 있는 것은 發火모델이나 실제의 建材에서의 「炎」의 퍼짐에 관한 모델이 만족할 만큼 개발되어 있지 않다. 보통 火災에서는 온도가 넓은 범위로 되지만 실제의 建材는 온도에 의해 변화하는 熱特性的의 합성인 것이다.

### 火災問題

防火의 原理는 建物內건 건물외건 避難路를 안전하게 확보하는 일. 「화」와 그 위협으로부터 노출되어 있는 人間과 물건사이에 防火壁이나 그에 준하는 것을 만드는 일. 그리고, 물론 物質이나 에너지源을 콘크롤하는 일이다.

火災問題의 태반은 큰 문제의 한 부분이다. 나라가 빈곤하므로 국민에게 타당한 주거를 공급하지 못한다든가, 戰略적으로 중요하고 가치있는 환경이 건설되어지지 못하고, 중요한 製造· 저장시설이 危險에 그냥 내놓아진 나라에서는 防火에의 배려 따위의 여유는 없을 것이다. 그러므로 흔히 大火災가 발생하고서야 비로서 社會的 問題가 된다. 몇 차례 大火災가 반복된다는 일은 경제적으로 政治적으로 난처한 일이다. 그러나, 최신 기술과 新建材가 發展途上國에서도 볼 수 있게되니 火災에 대한 종래의 對應方法은 적절하지 못한 상태이다. 先進國에서도 문제는 있다. 從來의 建築은 플라스틱은 없고 木材가 주종이었다. 全體적으로 조직적인 문제가 있는데, 그것은 建物統制를 담당하는 官吏의 部署와 그 建物의 내용이나 火災關聯을 統制하는 部署가 다른 경우가 꽤 있다.

火災安全이라는 것은 하나의 所管部署가 총동원해서 취급할 만큼 큰 것은 아니지만, 火災를 포함한 安全性에 여러 側面이 있으므로 綜合적으로 다루어야 할 필요가 있다. 火災의 統制는 폭발과 이어진다. 先進國의 火災問題는 다음 2가지로 分類할 수 있다. 死亡이나 負傷등 人間の 公共安全과 財産의 安全(商品의 損失, 生産의 損失)이다. 西方側 非社會主義 國家의 政府規制는 보통 이 두 가지 중 前者인 人間の 安全만 취급하고 있고, 후자인 財産의 安全은 歷史적으로 保險의 分野에 속한다.

〈표-1〉과 〈표-2〉는 世界火災統計센터의 資料이다. 美國과 유럽에서는 死亡은 거의가 소규모 火災에서 볼 수 있다. 이중 地震에 의한 火災를 除外한다면 大火災에서의 死亡者數는 총사망자수중 극히 소수가 된다. 이 傾向은 産業의 金錢的 損失과는 반대의 傾向이다. 保險統計에 의하면 적어도 西유럽과 美國에서는 2.3의 火災만으로 總損失의 태반을 점하고 있다.

〈표-1〉 100萬人當 火災死亡者數 (1979/80 Data, as reported by R.T.D. Wilmot)

소방법시행령 법표 1항

Switzerland	6.4	France	19.0
Netherlands	6.4	Norway	23.9
Austria	10.0	U.K.	25.6
Denmark	13.3	Finland	25.6
Spain	12.5	Hungary	26.4
Sweden	18.0	U.S.A.	36.3
Japan	18.0		

1979-1980(the first International Symposium on fire Safety Science) 1986年, 1009p.

損失의 分布도 중요하다. 〈圖-4〉는 人命과 建物損失의 큰 차이점을 보여준다.

美國의 建築規制(아마도 많은 同類國의 規制도)는 「大火主導」型이라고 한다. 즉, 그 規制는 結果로서 大火의 特性을 삼입하였으며, 그것은 調査하는 것으로서 政社가 實施하는 勸告案이 된다. 이들 規制는 住居보다는 큰 公共建物의 設計에 보다 엄격한 規制로 되어있다. 建物의 내용물(家具等)을 規制하게 된 것은 약 20~30년이 된다.

## 材料

큰 변화는 우리들이 사용하는 材料의 변화와 종래의 材料使用法의 변화이다. 木材, 철, 벽돌, 콘크리트, 천연섬유 등은 지금은 넓은 범위의 合成物質로 대체하여졌다. 이들 거의는 可燃物質이다. 低密度化 시킴으로서 可燃성이 높아진다. 그러나, 지금 化學者는 發火 않던가, 혹은 發火點이 높게 된 材質(거의 合成이지만)를 生産하고 있다. 이 일이 着火하였을 때 천천히 타오르는 식이라는 것은 아닐지라도, 실제로는 연소속도가 느리다. 이와 같은 材料개발에는(그 사용법) 火災安全에서 改善의 여지는 많이 남아있다.

또, 새롭고 좋은 不活性 材料가 있다. 관계되는 것이 可燃性만은 아니다. 例로, 航空機나 로케트의 엔진에는 아직도 싼 부분에서는 建材의 高溫에서 強度와 傳導性이 개선되었다. 建物에 쓰이는 대부분의 材料는 火災安全 이외의 目的으로 開發된다는 것은 염두에 둘 필요가 있다. 그러나, 다른 物質을 다소 加하는 것으로 材料를 改良하는 일은 잘 쓰인다. 火災分野에서는 흔히 難燃劑나 消火劑로서 加한다. 그러나, 火災感知를 더 特定시켜 신뢰될 수 있는 것으로 하기 위해서는 risk率이 높은 부분에 物質을 加할수가 있다.

規則의 태반과 火災安全을 달성하는 方法에는 주위의 大氣가 酸素 21%, 窒素 79%일 때에 적용할 수 있다는 制約이 있음을 留意해두면 좋다. 이후의 개발에 따라서는 높은 酸素濃度를 필요로하는 수가 있지만, 工程의 대부분은 自動化되어 risk率을 높을 때는 酸素濃度를 낮게 操作하는 상황도 있을 수 있다.

## 感知

신뢰성의 문제로 가장 적절한 것은 아마도 火災感知 分野일 것이다. 火災의 초기 감지와 잘못된 火災報知를 行하는 誤報라하는 잘 알려져 있는 문제가 있다. 誤報問題가 있으므로 消防隊는 특정 現場에 직접연계를 가질 수 없다. 感知는 心理的인 문제를 지니고 있다. 火災發生

을 사람들에게 알리는 時期가 빠를수록 警報를 확인하는 情報로서의 效力은 낮아 사람들을 行動시키기가 어렵다. 그것이 誤報가 아니라는 확인을 바라기 때문이다. 火災感知와 建物 占有者를 建物에서 피난시키는 方法에 대한 안내는 앞으로 더욱 自動化 될 것이다.

## 危險分析

危險分析法의 사용이 급증하고 있다. 이 方法은 健全하고 價值있는 수단이지만 모든 災害를 包括하는 것으로 해야한다. 火災研究所의 豫算 伸張에서 판단하건데 과거에는 케이블火災의 risk를 과소평가한 사람이 있었다고 여긴다. 그렇다면 무엇인가 누락된 것이 있는 것이 아닐까.

## 建物の傾向

建物の 設計는 부단히 變化되어간다. 현재 서비스가 급속한 기술적 변화에 대응한다는 인식에 의해 建物구조가 크게 장애가 되는 일 없이 改正되겠끔 設計를 變化시킬 수 있다. 비교적 큰 建物團地에서의 火災感知는 識別되어 특정 장소에서의 火災 때에는 어느 地域이 경보를 받아야 한다는 것이 사전에 결정되어 있어야 한다 만드시라고 말할수는 없으나 큰 建物에서는 모든 사람들에게 警告하지 않는 것이 좋을 것이다. 어느 地域의 화재를 그 곳 全員에게 警告하지 않는 것과 같은 이치이다.

英國과 프랑스에서는 현재 「터널」에 비상한 관심을 두고 있고, 地下火災도 특별한 문제이다.

地下火災에서는 위에서 消火한다는 問題와 사람들의 避難方向이 煙氣의 向方과 같다는 문제이다. 建物에는 上下의 通路와 階段과 승강기가 있는데, 통상 사람은 火災時에 승강기이용을 피하라고 한다. 그러나 障礙者用 또는 病院 등의 특별한 建物用으로서 使用할 수 있는 昇降機의 設計를 하고 있다. 이 뜻은 결국 승강기가 火災때에 모든 사람에게 安全한 것으로 期待하지 않을 수가 없다는 말이다.

## 교육과 專門的 傾向

현재, 火災安全科學·工學의 分野에서 개발 진보되고 있다. 최근, 수십년의 科學工學 개발을 이용하는 專門이 많은 나라로 번지고 있다. 그 結果, 건물의 設計가 보다 유연성있게 되고, 工學原理로부터의 安全設計에 대비한 規範的인 規則을 충족시켜야 한다는 필요성이 적어 지고 있다.

1985年 英國과 Wales에서는 法律이 改正되어, 지금보다 훨씬 쉽게 이 方向으로의 進展이 있었다. 知識이 증가하면, 火災의 動向을 정확히 완벽하게 豫想할 수 있게 될 것으로 나는 본다. 현재나 장래에도 火災나 材料의 傾向에 영향을 줄 要因이 있다.

火災의 연소나 움직임이라는 것에는 우연이라는 要素가 매우 많다. 材料가 충분히 定義되어 있지 않고, 같은 나무에서의 木材일지라도 그 나무가 生育된 場所와 緯도에 따라 다르다. 또,

어떤 材料는 갈아끼운다든가 改良하기 전에는 그 材料에 관한 충분한 資料를 얻어야 한다. 그러므로, 우리들이 문제해결을 위하여 쓰고 있는 方法을 부단히 개선하게 된다. 本質的인 것으로는, 火災安全의 基本原理를 심분이용하여 知識을 정리하고, 그것을 工學과 建築教育의 일부로서 가르쳐야 한다.

3年前에 유럽에서는 처음으로 大學課程이 시작하여 大學院의 수는 증가하고 있다. 이처럼 專門組織은 개설되어가고 있다. 1988年 國際火災安全科學學會의 第2回 심포지움이 東京에서 열렸다. 이 새로운 火災科學은 텍스트나 規範에 기초한 火災工學이나 火災콘크를 方法에 큰 영향을 주었다. 또, 새로운 火災安全科學에 의해 火災 risk가 全體的 risk analysis에 統合되게 될 것이다.

※ 本稿는 1989. 7. 23 日本橫濱 國際都市防災會議(Safety and Security in the 21-Century City)에서 發表되었다.