

방재기술 용어해설

朴 贊 宣 / 선임연구원

연기(煙氣)

연소 및 열분해에 의한 생성물 중 공기중에 부유한 육안으로 볼 수 있는 고체 및 액체입자의 집단의 크기는 연소 조건 등에 따라서 다르지만 일반적으로 無炎燃燒의 경우에는 약 1μ , 有炎燃燒의 경우에는 $1\sim 5\mu$ 의 것이 대부분을 점하고 있다. 후자의 경우에는 매연이라고 불리는 큰 입자를 포함하는 일이 있다.

연기는 기체상의 연소·열분해생성물, 다시말해 연소·열분해에 의해 생긴 가스와 반드시 공존한다. 그래서 이 기체상의 생성물도 포함시켜 연기라고 하는 일도 있다.

연기의 조성은 연료, 연소조건 등에 따라서 다르며 아직 완전히 밝혀지지 않고 있다. 대충 어렵잡아 고체입자는 탄소 함유량이 많은 고분자의 집합체이며, 액체입자는 수증기, 유기산 알데히드, 알코올, 탄화수소, Tar분 등이 응축한 것이다. 기체성분은 탄산가스, 일산화탄소 이외에 상기 액체 성분이 응축하여 있지 않는 것을 포함한 것이 많지만, 연료에 따라서는 염화수소, 암모니아, 아황산가스 등을 함유하는 것이 있다.

목재의 연기는 유염연소하에서 고체성분을 다소 함유하지만, 무염, 유염, 양연소를 통하여 기체 및 액체성분의 점유 비율이 크다. 한편, 플라스틱 등 합성고분자물질의 연기는 일반적으로 무염연소에 비하여 유염연소의 경우의 고체성분의 비율이 크고 목재의 그것과 비교하여도 아주 크다.

연기의 발생량은, 發煙係數 K(감광계수×연기의

체적/燃料의 중량)에 의해서 표현하면, 목재에서는 저온의 무염연소에서는 1~2, 고온의 유염연소에서는 0.5초 이하이다. 합성고분자에서는 유염연소가 되면 발연계수가 감소하는 것도 있으며, 반대로 증가하는 것도 있지만, 발연계수의 무염, 유염연소 시간의 차가 목재에 비교하여 작은 것이 특징으로 K는 2~8 정도이다. 유염연소의 경우에는 목재의 40배 이상의 발연량이 있는 것이다.

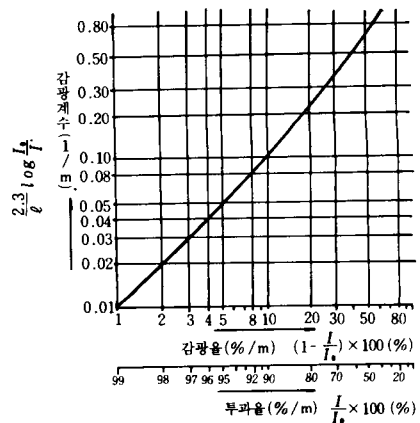
연기에 존재하는 유해성 유기물질에는 일산화탄소, 유기산 알데히드, 시안화수소, 염화수소, 암모니아, 발암성 탄화수소 등이 있다. 합성고분자 물질의 연기는 목재의 연기와 같이 일산화탄소 등을 함유하는 이외에 구성원소에 따라 합염소물의 것은 산화수소, 합질소물의 것은 시안화수소, 암모니아 등의 유독물을 대부분의 경우 함유한다.

연기농도의 광학적인 표시 방법은 透過率, 減光率, 減光係數의 3개의 방법으로 나뉘어 진다.

투과율은 $\frac{I}{I_0} \times 100 (\%)$, 즉 연기가 없을 때의 빛 투과의 크기 I_0 에 대하여, 연기가 있을 때의 빛 투과의 크기 I 의 비 $\frac{I}{I_0}$ 를 %로 표시한 것이다.

감광율은 100에서 투과율의 수치를 뺀 것으로 %로 표시된다. 1m의 거리에 대하여 감광율이 특히 연감지기의 검정 등의 경우에 이용된다.

투과율 및 감광율은 빛투과만에 주안을 두며 표시방법도 간단하고 편리한 면도 있지만, 투과거리를 똑같이 하지 않으면 비교가 불가능한 것, 연기의 농도를 정확히 표현할 수 없는 것 등 결점을 갖고 있다.



〈감광계수와 감광율 또는 투과율의 관계〉

감광계수는 $\frac{2.3}{\ell} \log \frac{I_0}{I}$ (ℓ : 투과거리)로 표현된다. 이것은 Lambert-Beer 법칙에서 유도된 것으로 그 수치는 연기의 농도에 대한 관계가 있기 때문에 연기의 농도 그것을 표현하는데 적합하다.

또 투과율, 감광율 및 감광계수의 관계는 앞의 그림과 같다.

화재(火災)

사람의 의도에 반하여 발생 또는 확대하거나 또는 방화에 의해 발생하여 소화의 필요가 있는 연소 현상으로서 이것을 소화하기 위하여 소화시설 또는 이것과 같은 정도의 효과가 있는 것의 이용을 필요로 하는 것.

또 화재보험의 측면에서 말하는 화재라는 것은 우연한 불로서(장소적, 시간적 우연성), 그 화세가 자력으로 확대하고자 하는 상태에 있는 것(연소성)이라고 해석되고 있다.

소방대상물의 종류에 따라 건물화재, 임야화재, 차량화재, 선박화재, 항공기화재 및 기타 화재의 6종으로 구분한다.

소화제의 대상별 적응성을 고려하는 경우는 A화재, B화재 및 C화재로 경우에 따라서는 다시 D화재로 분류되고 있다.

1) 화재의 성장성

화재가 어떤 조건하에서 일정한 속도를 갖고 확대하는 것. 화재는 주위로 무한히 확대하는 특성을 갖고며, 다른 것으로부터 어떤 영향도 받지 않으면 소실면적은 경과 시간의 2승에 비례하여 확대한다.

① **화재초기**: 출화 직후 건물의 일부에 착화하여, 가연물로부터 흰 연기가 분출하고 있는 시간. 이 시간의 화재를 초기 화재라 한다.

② **화재중기**: 초기의 한도를 초월, 연기도 흑색으로 변해 건물 상부의 창 또는 처마 끝에서 연기를 분출하며, 건물 전체에 불이 둘러싸려고 하는 시기. 개구부에서 국부적으로는 불이 내뿜는다. 이 시기 이후는 인접 건물과 간격이 접근하여 있는 때는 다른 건물에 연소한다. 이 시기의 화재를 중기화재라 한다.

③ **화재의 최성기**: 중기의 한도를 넘어서 건물

전체에 불길이 둘러 쌓인 시기. 검은 연기는 적게 되며 화염이, 분출하여 연소 위험이 몹시 크고 화재 온도도 최고에 달한다.

(2) 화재의 불안정성

화재 현상은 극히 불안정한 현상의 경우에는 끊임없이 돌발적인 위험과 새로운 사태의 발생을 잉태하여 변화를 계속하고 있다.

화재의 연소는 기상, 연소물체, 건축구조, 지형, 지물 등 많은 요소가 상호에 서로 간섭하여 복잡한 현상으로 진행된다.

건물화재에 있어서의 구분의 예로서는 다음과 같은 것이 있다.

小火: 건물, 집의 내부장치 또는 동산의 소손 정도가 근소한 화재

小火災: 소화의 정도를 넘어 소손 면적 100평미만의 화재

中火災: 소화제의 정도를 넘어 50동 미만 또는 소실면적 1000평미만의 화재

大火災: 중화제의 정도를 넘어 50동미만 또는 소실면적 10,000평 미만의 화재

大火: 대화재의 범위를 넘은 화재

獨立火災: 출화한 건물 한도의 화재에 머물며 다른 곳으로 연소하지 않았던 화재

延燒火災: 출화한 건물만이 아니고 다른 건물에도 연소한 화재

火災溫度 標準曲線

무수히 행한 실대건물의 화재실험의 온도측정 결과를 기초로 하여 경과시간과 온도변화와의 관계를 가리키는 곡선 중 건물 재료의 화재에 대한 내력을 이해하기 위해 가열시험용으로서 표준화된 것.

실험에 의하면 목조건물의 화재는 통상 출화후 7~8분에서 최성기에 달하여 그 때의 옥내 온도는 최고 1100~1200℃가 된다. 그 후 화세는 급속히 쇠퇴, 옥내 온도도 출화후 15분에서 200~300℃ 정도까지 저하하며, 이후 잔화에 의해 잠깐 동안 그 온도를 계속한다. 한편 내화구조 건물의 화재에서는 화재 초기에는 옥내 온도는 100℃이하 이지만, 어떤 시간(출화후 10~20분)이 되면 옥내 온도는 급격히 상승하며, 통상 800~1,000℃에 달하고, 그

후 잠시 동안 그 온도를 계속한 후 서서히 저하한다.

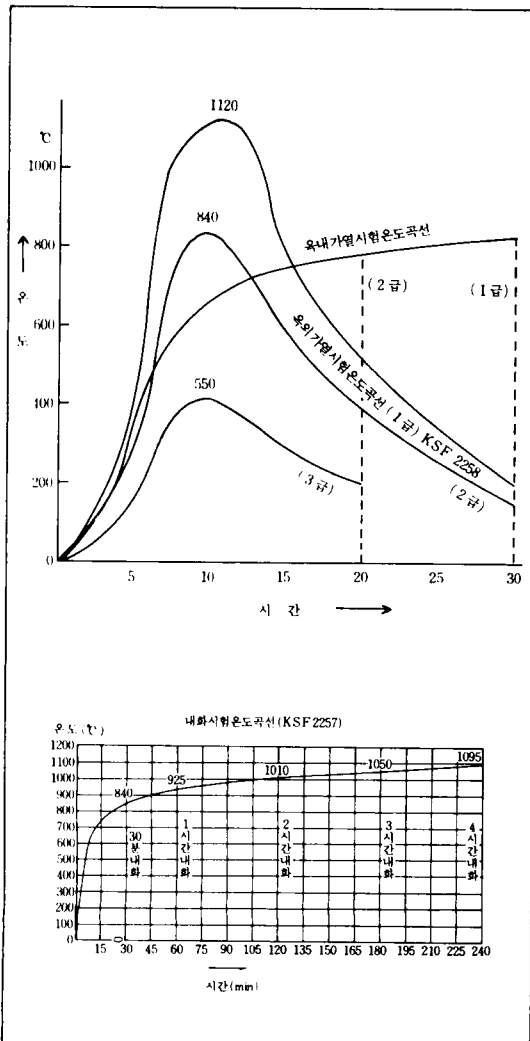
목조 화재의 표준온도곡선은 KSK 2258에서 건축물의 목조부분의 방화시험방법의 「屋外加熱試驗溫度曲線」이 채용되고 있다. 또 내화구조건물화재의 초기의 부분을 제거, 온도가 급상승하는 시간을 원점으로한 표준온도곡선은 KSF 2256에서 건축물의 불연구조부분의 방화시험 방법의 「屋內加熱試驗溫度曲線」이 채용되고 있다. 더욱 KSF 2256의 온도곡선에 유사한 것으로서 건물 구조부분(벽, 기둥, 보, 바닥, 천정 등의 구조부분)의 내화시험용의 가열온도곡선(KSF 2257)도 있다.

발화(發火)

연소의 개시를 발화 또는 착화라 한다. 가연성 물질을 가열하여 가면, 특히 화원이 없어도 발화에 이른다. 이 때의 온도를 발화온도 또는 발화점이라고 말하며 가연성 혼합기체의 조성파 에너지에 의해 결정되는 것이다. 발화는 가연성 물질을 가열한 때의 온도상승에 수반하는 화학반응의 결과 발생하는 열이라든가 연쇄반응을 진행시키는 화학재료의 양이 증가하여 그 발생속도가 열이 도망가는 속도 및 연쇄과피속도를 상회하기 때문에 일어난다. 이 과정에서 열이 지배적인 것을 熱發火, 연쇄반응이 지배적인 것을 連鎖發火라 한다.

발화온도를 측정하는 데는 여러가지 방법이 있다.

첫째로 일정온도로 가열한 용기에 시료를 넣고 발화의 유무를 보는 定溫法, 시료를 넣은 용기를 일정 속도로 상승시켜 발화하는 온도를 측정하는 昇溫法으로 대별된다. 동일 시료에서도 양자의 발화온도는 다르다. 또, 시료를 전면적으로 가열하든가 국부적으로 가열하든가에 따라시도 다르며, 전자의 방법이 에너지가 크기 때문에 발화온도는 낮다. 기타 시료 투입에서부터 발화에 이르기까지의 시간지연의 측정방법, 측정 분위기가 공기인가 산소인가 등에 따라서도 다르다. 일반적으로 시간 지연을 크게 취하는 쪽이, 또 산소 분위기 쪽이 낮은 값을 취한다. 물질의 발화위험성은 당연 발화온도가 낮은 것 만큼 클 뿐이지만, 위처럼 측정법에 의해 값이 다르며, 물리정수여서는 안되기 때문에 대상으로 하고 있는 물질에 대한 대책을 생각할 때는 이것이 놓여 있는 상황에 따라 값을 취하는 것이 가장 바람직하다. 조건이 불명인 때는 얻을 수 있는 측정치 중 가장 낮은 것을 취하는 것이 안전하다. 측정법에 의한 발화온도의 相違의 일례를 다음에 표시한다.



한편, 발화 시키는데 어느 정도의 에너지가 필요한가에 대하여는 가연성 혼합공기 중에서 전기 불꽃을 튀기어 발화하는가 어떤가를 조사하는 방법을 취한다. 이 때의 한계치를 「最小發火에너지」라 말하며, 기체 혼합물에서는 공기중에서 0.1밀리주울, 분체에서는 0.1밀리주울 정도이다.

이 에너지는 전기기구라든가 정전기에 의한 불꽃에 기인하는 발화와 관련하여 방재상 중요하다. 예

물 질	용기전면 가 열	고온고체에 의 한가열	저항선 에 의 한가열	고온기체에 의 한가열
H ₂	554℃	635℃	-	640
CH ₄	537	745	-	1,040
C ₂ H ₆	515	580	-	840
n-C ₃ H ₈	405	630	-	910
n-C ₄ H ₁₀	234	605	670℃	765
n-C ₅ H ₁₂	220	585	670℃	755
C ₆ H ₆	562	685	-	1,020
Jp-6	232	560	695	805

를들어 불꽃이 어땀든간에 그 것이 최소발화 에너지 이하 이면 본질적으로 안전하다는 의미이다.

그 외, 물질에 의하여는, 특히 열을 가하지 않아도 공기중의 산소와 반응하여 발열하며, 그 열이 물질내에 축적되어 다음에 온도가 상승하여, 마침내는 발화하는 것이 있다. 이것을 自然發火라고 한다.

減光係數

어떤 연기 층을 통과한 平行光線의 세기는 통과한 연기 층의 두께와 연기 입자 數濃度에 의한 指數함수적인 감쇠를 나타낸다(Lambert-Beer의 법칙)

$$I = I_0 e^{-KCL} \dots\dots\dots(1)$$

- 여기서 I₀ : 연기층으로의 입사광의 세기
- I : 연기층의 투과광의 세기
- C : 연기입자수농도
- L : 연기층의 두께 (m)
- K : 比例定數

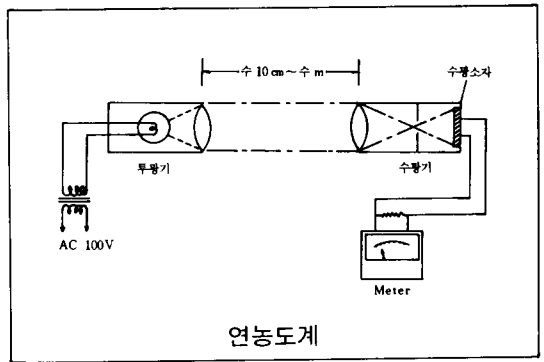
(1) 식에서 KC=σ라 하면,

$$I = I_0 \cdot e^{-\sigma L} \text{ 또는 } \sigma = \frac{2.3}{L} \log_{10} \frac{I_0}{I} \dots\dots\dots(2)$$

된다. (2) 식의 σ(L/m) (또 C_s로 표시하는 경우도 있다)를 감광계수라 부르며, 투과율과 함께 광학적인 연기농도를 표시하는 단위로서 사용되고 있다. 감광계수는 투과율 또는 감광율과 똑같이 아래의 그림과 같은 연기농도계를 이용하여 (2) 식에 의해 구할 수 있다. 입사광에 비례하는 전기 출력을 내는 수광소자가 이용되고 있는 경우에는 연기가 없을 경우의 Meter 지시값을 I₀, 연기가 있을 때

의 Meter 지시값을 I로 한다.

감광계수 0.1/m의 연기농도는 화재의 초기에 발생할 정도의 극히 적은 연기로써 연기감지기의 작동점도 거의 이 정도의 연농도에 설정되어 있다. 이 농도에서의 복도 또는 실내에서 속까지 환히 비쳐보인 거리는 최대 20m 정도이다. 또 불특정 다수가 출입하는 장소(지하도 등)에서의 피난한계의 연기농도는 감광계수로서 0.1~0.2/m 정도로 되어 있다. 감광계수 1.0/m의 연기농도에서는 겨우 2m 정도 밖에 앞을 볼 수 없으며 복도를 곧장 가는 것이 곤란하다. 그러나 화재의 최성기의 발화한 층에서의 연기농도는 감광계수로서 5~10/m 정도의 농도가 된다.



引火性 物質

보통의 온도에서 용이하게 폭발한계내의 혼합기체를 형성할 수 있는 물질을 말하며, 프로판 가스, 도시가스 등의 가연성기체, 휘발유, 메칠알콜, 에테르, 벤젠 등 인화점이 상온 이하의 액체, 고형연료 파라알데히드 등 상온에서 폭발한계 이상의 농도의 증기를 발생하는 고체가 포함된다. 상술의 혼합기체가 체류하기도 하고, 유출하기도 하면 멀리 떨어진 화원에 의해서도 착화하고, 밀폐된 장소에서 가스 폭발을 일으키며, 연소속도가 극히 빠르며 또 스파크, 화염 등 극히 작은 화원으로 착화하는 등 특수한 위험성이 있으며, 큰 사고를 일으키는 일이 많다. 이 때문에 소방법에서는 인화성 액체를 위험물로서 또 인화성 고체를 준위험물로서 규제하고 있다. 또, 가열하면 비로서 인화하는 것도 인화성이라 부르는 수가 있다. (석유류 제2종 인화물) *