

火災時 煙氣와 有害가스의 除去對策

李 根 華

〈弘報部代理〉

目 次

1	序 論
2	煙氣와 有害 가스
1	煙 氣 의 實 體
2	煙 氣 의 發 生 量
3	煙 氣 의 濃 度
4	煙 氣 의 擴 散
5	煙 氣 의 危 險 性
6	發 煙 防 止 策
3	結 論

1 序 論

우리가 70年代에 이룩한 눈부신 産業의 發展과 高度의 經濟成長은 밖으로는 우리의 슬기와 國力을 萬邦에 誇示하고 있는 反面 火災라는 側面에서는 우리가 希願치 않았건만 이에 副次的으로 뒤따르고 있다

그리고 火災의 一般의인 傾向은 10數年前의 農村과 小都市에 있어서 近原始的인 火災樣相에서 요즈음에 이르러서는 大型화된 産業構造와

大都市의 高層建物の 숲(林)에서 부터 地下商街나 地下鐵까지 上下 高低의 兩極을 지달는 속에 火災의 樣態는 大型 複雜해가며 또 늘어만가고 있다

따라서 이에 대한 防禦는 漸次的으로 여러가지 與件때문에 매우 困難한實情에 直面하고 있다

오늘날 여기에 對處하는 最善의 길은 우선 火災豫防에 있어서도 앞으로는 미리 對備하는 技術革新에 在力해야 하겠다

그러자면 먼저 그에 따르는 올바른 知識의 涵養이 이룩되어야 하며 防火意識을 鼓吹하는데 精神力이 強化되어야 하겠다

防火에 대한 智慧는 그 範圍의 幅이 넓고 또한 깊이가 두적 깊어 科學的인 바탕없이는 힘이 드는 分野이다

그래서 在來의 「불에는 물」하는 식의 思考方式은 止揚되어야 하겠다

특히 火災가 發生하면 建物內에 있는 可燃物質로 인해 우리 人間은 致命傷을 받게 되며 有害 가스와 煙氣로 인해 질식되어 貴重한 生命을 잃어 버리는 일이 없도록 해야 하겠다

2 煙氣와 有害가스

1) 연기의 實體

연기는 粒子膠質의 일종으로 氣體중 공기에 固體의 미립자가 分散하고 있는 狀態를 말한다

그러나 燃燒時 수증기 등이 응집하여 발생하는 白煙도 그 性質이 매우 유사하기 때문에 본래의 煙氣에 포함되어서 煙霧質 또는 氣體膠質로서 취급하고 있다

일반적으로 연기는 可燃物이 燃燒할 때에 발생하는 것으로 그 成分은 炭素의 미립자를 주로 하고, 휘발성의 物質이나 수증기 등이 응집하여 생긴 液體의 미립자 기타 不燃性的 灰分 등도 包含하고 있다

더우기 石油 등이 燃燒할 경우는 木材의 燃燒에 비교해서 다량의 연기를 발생하는 것이다

그 이유는 석유 등의 可燃性 증기가 不完全燃燒할 때에 분자 또는 원자 상태가 되어 유리된 탄소는 응집하여 그분말 즉 油煙이 되기 위하여서인데 合成高分子 物質이 연소할 때도 동일한 현상을 나타낼 경우가 많다

2) 연기의 發生量

연기의 發生量을 정확히 捕捉한다는 것은 곤란하나 문헌에 따르면 木材 1kg의 燃燒로 약 20m³ 合成高分子 物質로는 더욱 많아 그 10배인 약 20m³의 연기가 발생한다고 한다

燃燒實驗의 결과를 보면 다음과 같다,

(가) 木材의 發煙係數는 燃燒溫度에 따라 다르고 高溫燃燒인 때는 적어진다

(나) 木質系에 비교해서 플라스틱系는 發煙係數가 현저하게 큰 것이 많다고 指摘되고 있다

3) 연기의 濃度

연기의 特性은 그 單位體積 중의 粒子數 粒經 및 粒質로 정해지나 이 특성은 減光係數로 표시된다

자료에 의하면 인간이 행동의 자유가 制約되어 그 장소에서 견디어낼 수 없게 될 때 연기의 상태를 耐煙限界로 하고 그 때의 減光係數를 0.1-전후라고 說明하고 있으므로 이 値를 기준으로 하여 建物火災의 실험으로 연기의 상황을 減光係數와 시간의 관계에서 취한 결과는 다음 <表 1>과 같다

材料的 發煙係數

<表 1>

材 料	發 煙 係 數 (m ³ /g)			
	燃燒溫度 300 C	燃燒溫度 400 C	燃燒溫度 550 C	
木 質 材	가문비나무	2.0	0.9	0.2
	삼목	1.8	1.3	0.2
	보통합판	2.0	0.5	0.2
	難燃합판	1.7	1.1	0.3
플라 스틱 스	하아드보드	2.2	1.4	0.3
	우레단립		7.0	2.0
	폴리염화비닐		2.0	5.2
	F, R, P		3.8	2.5
	폴리에틸렌		6.3	5.0

4) 연기의 擴散

연기는 上下 및 水平方向으로 폴리 확산한다 그 연기의 [擴散과정을 살펴보면 進行速度는 水平으로 된 복도에서는 0.5~0.8m/s이며 階段(鉛直方向)에의 上昇速度는 3~4m/s의 속도로 번져 나간다

복도에서 연기가 번질 때는 처음은 천정에 따르는 層流이었던 것이 火災에서 떠남과 동시에 冷却하여 下方으로 내린다 1963년 프랑스 소방국이 행한 火災實驗에서는 <表 2>와 같은 연기의 유동이 나타났던 것이다

<表 2> 高層아파트 火災實驗에 의한 연기의 상황 觀測記錄

2분 연기는 복도에 증만하였고 主階段까지 퍼졌다 (3층)

7분 연기는 21층에 달했다

- 10分 21층에 있던 工事關係者は 오상에 피난할 수 밖에 없었다 主階段은 13층까지로 13층 복도의 2/3는 통행불능이 되었다
- 12分 3층에서 15층까지의 복도는 전부 연기 때문에 通行不能이 되고 후라쉬군 사용터도 視界는 不能이었다
- 16分 복도 전부와 18층에서 21층까지의 階段과 舞踏場은 연기로 通行不能이 되었다
- 17分 主階段의 上部에 있던 트랩을 開放하였다
- 19分 연기는 消散하지 않고 도리어 火氣가 강해졌다
- 28分 消火器具에 의하면 연기의 층은 선경에서 약 92cm의 두께가 되었고 때조 60cm의 속도로 이동했다 결론으로서 發人 후 10~15분에 복도나 계단등의 共用地域이 通行不能이 된데서부터 3단하여 機械換氣裝置로 연기의 층만을 防止하는 것은 不可能하기 때문에 이와같은 구역에 流動하는 연기를 排出할 수가 있는 換氣塔를 設置한 필요가 있다

5) 연기의 危險性

(가) 연기가 人間에게 미치는 影響

煙氣가 人間에게 미치는 影響으로는 (a) 溫度 (b) 視界防害 (c) 有毒의 세가지로 대별된다

火災時에 잠들었다가 死亡하는 사람이 많이 있으나 避難이나 消火 등에 최초로 影響을 주는 것은 視界防害인 것이다

視野가 보이지 않기 때문에 行동을 制限당한 결과 酸素不足 또는 有毒 가스로 인한 呼吸困難의 狀態를 초래하게 된다

연기의 擴散速度가 빠르고 특히 上方向으로 번지는 속도가 빠르기 때문에 建築物內에서는 層數에 따르는 差는 거의 없고 급속히 층間하기 때문에 위험도 빨리 다가 온다는 것을 알 수가 있을 것이다

(나) 火災發生時 연기의 危險性

火災에서 연기의 危險性은 燃焼에 의하여 발생하는 가스로써 中毒症狀를 일으켜서 生命의 危險을 초래하는데 있는 것이다

모든 경우에 발생하는 것은 일산화탄소와 탄산가스(이산화탄소)이며 可燃物에 의하여 시안

화수소 아황산가스 알데히드등 많은 기스톤 발생한다

가장 위험한 것은 일산화탄소이다

일산화탄소 산소는 혈액 중의 赤血球에 있는 헤모글로빈(혈색소)과 결합하나 일산화탄소는 산소가 결합하는 속도의 200~300배 이상의 속도로 결합하기 때문에 酸素不足을 일으켜서 生命의 위기를 가져오고 동시에 어떠한 경우에도 多量으로 생산하기 때문에 인체의 조직 중에 酸素不足에 대하여 가장 민감하게 반응하고 膕舌된 가져오기 쉬운 것은 뇌세포이며 따라서 일산화탄소 중독은 가벼운 症狀이라도 死亡증이나 두통을 일으키고 중독이 더해 가면 의식을 잃고 사망에까지 이르게 되는 것이다

다음 <表 3>은 일산화탄소에 의한 증상과 공기 중에 일산화탄소가 存在하고 있는 때의 직업 관계를 표시한 것이다

<表 3> 일산화탄소(Co-Hb)농도와 증상과의 관계

Co-Hb 농도	증	상
90~100	사	망
80~90	사	망
70~80	호흡이 느리고 정지 또는 사망	
60~70	혼수 경련 호흡 맥박이 약하고 사망하기 쉽다	
50~60	혼수 경련 시엔스도우구스 호흡	
40~50	호흡 맥박증가 假死 또는 어탈상태	
30~40	심한 두통 권태 현기증 시력약과 구토	
20~30	두통 頭側部 脈動	

<表 4> 일산화탄소 농도의 環境중에서 허용되는 作業時間(分)

에너지 대사율 Co%	0~4			2~4			4~7		
	0~4	2~4	4~7	0~4	2~4	4~7	0~4	2~4	4~7
0.01	360	240	150	360	240	150	360	240	150
0.05	60	45	30	60	45	30	60	45	30
0.10	30	20	15	30	20	15	30	20	15
0.15	20	15	10	20	15	10	20	15	10
0.20	15	10	5	15	10	5	15	10	5

〈表 5〉 酸素 결핍의 精神 神經症狀

程度	症 狀	吸氣, 中 (mmHg)	海面位 (mmHg)에 대한 計算
1	過心 不安 汗 두통 判斷의 장애 視力장기 현기증 이약감	129-99	17-13Vol%
2	구토 不安 근육경련 제 온상승 정신혼탁 呼吸困 乏 찌아노오지	106-76	14-10Vol%
3	의식상실 경련 찌아노오 지	84-53	11-7Vol%
4	혼수 호흡정지 순환허탈	68-38	9-5Vol%

일산화 이외의 가스도 그 有毒性은 호흡을 통하여 작용하는 것이 많고 호흡으로 인해 신경마비와 腦障害를 일으킬 수도 있으나 결과적으로 산소부족을 초래한다 산소부족은 〈表 4〉 〈表 5〉와 같은 증상이 된다

일반적으로 有害物이 인체에 대한 許容濃度는 限度(산업 위생상의 許用濃度로 健康한 성인이 1일 8시간 주 5일간 보통의 노동을 했을 경우 그 공기로 건강상 특별한 증상을 들어내지 않는 有害物의 最大濃度)로 表示되나 그 주요한 것의 限度는 〈表 6〉과 같다

〈表 6〉 有毒가스등 限度와 장애

名 稱	許用濃度 (PPM)	攝取經路	障 害
일산화탄소	50	흡입	酸素不足
이산화탄소	5,000	〃	〃
염 소	1	흡입 접촉	호흡기 粘膜刺激
염과수소	5	〃	〃 局所腐蝕
크 레 질	5	흡입 접촉	局所腐蝕
사업파탄소	10	〃	마취 소파기 간장
이광파탄소	20	〃	신경계통
메 노 르	5	접 촉	局所腐蝕
벤 젠	25	흡 입	찌아노오제
메틸알고올	200	흡입 피부	시신경 局所刺激

그러나 위험성은 有害物의 농도 뿐 아니고 작용하는 시간에도 관계하고 그 相乘積에 比例한다

이것은 有害物의 농도가 높으면 단시간에도 위험해지나 가령 限度의 낮은 농도이어도 작용하는 시간이 길어지면 危險度는 같다는 것을 보여 주고 있다

그 관계를 일산화탄소에서 보면 濃度(單位는 容量%)와 호흡시간(單位는 時間)의 相乘積이 0.15가 되면 위험한 상태가 된다고 한다

더욱 有害 가스 등이 인체에 영향을 미치는 것은 〈表 7〉과 같다

〈表 7〉 有害 가스의 인체에 대한 영향(용량%)

가스 또는 증기	매우 短時間 에 사망	30분~1시간 에 危險	1시간에 大 危險은 없다
포 스 전	0.02~0.05	0.0025	—
염 소	0.100	0.004~0.006	0.0004
황 파 수소	0.06~0.10	0.05~0.07	0.02~0.03
경 산	0.480	0.012~0.015	0.005~0.006
염 파 수소	0.1	0.15~0.2	0.005~0.01
아황산가스	0.20	0.04~0.05	0.005~0.02
일산화탄소	0.5~1.0	0.2~0.3	0.05~0.10
암모니아	0.5~1.0	0.25~0.45	0.03~0.05
벤 젠	1.9		0.31~0.47
가 솔 린	2.4	1.1~2.2	0.43~0.71
사업파탄소	4.8~6.3	2.4~3.2	0.4~3.6

(다) 合成高分子物質의 熱分解生成 가스

최근에 와서 合成高分子物質을 原料로한 製品이 다량 보급되어 여러 分野에 進出하고 있으며 오늘에 와서는 그 利用은 떠난 생각을 생각할 수 없으리만큼 넓어 있다

그러나 이러한 모든 物質의 熱分解에서 발생하는 有害 기스는 중대한 문제가 되는 것이다

일반적으로 合成高分子物質은 炭素를 多量 포함하고 비교적 低溫에서 분해한다 그 때에 각종의 有害 가스를 비롯하여 煙氣나 그을음 등도 많이 발생하는 性質이 있다

이와 같은 성질은 인명에 대하여 木材의 燃焼時보다 높은 위험성을 가져 온다

合成高分子物質이 熱分解로 인하여 발생하는 有害 가스의 주요한 것을 자료에서 찾아 보면 合成高分子物質이 燃焼하면 알데히드나 기타 木

-材의 燃燒에서는 볼 수 없는 有毒 가스를 발생 하는 것을 알 수 있다

그리고 그 有毒 가스의 종류가 發生量은 燃燒 時의 酸素量 및 溫度 등으로 인하여도 변화한다

같은 溫度라도 酸素供給量이 많은 편이 度外 도 있음) 있고 또 酸素供給量이 같아도 온도가 높은 편이 有毒 가스의 種類와 發生量이 같이 증가하는 경향을 볼 수도 있다

그러나 이와 같은 有毒 가스는 合成高分子物 質이 8류에 의하여 특정되고 동일한 가스가 다른 合成高分子物 質에서 발생한다는 것은 극히 드문일이다

이에 반하여 탄산가스 및 일산화탄소는 거의 合成高分子物 質이 燃燒時에 발생하고 있고 그 량도 폴리에틸렌 (poly ethylene)이나 에틸셀룰로우스 (ethyle cellulose) 처럼 木材의 燃燒에 의하여 발생하는 량보다도 많은 경우가 있다

이와 같은 사실은 合成高分子物 質의 燃燒로써 발생하는 有害 가스의 위험성에 대하여 특정의 가스만을 강조하는 것은 반드시 실제적이 아니고 오히려 항상 일산화탄소가 그 주역이 되어 관여 하고 있는 것이 아닌가 하고 생각되는 것이다

그러나 그 중에도 포스젠과 같은 극히 有毒한 가스를 발생하는 것도 있으므로 이들의 製品을 多量으로 사용하거나 또는 收納하고 있는 建築物 등의 火災에 대해서는 충분히 주의할 필요가 있는 것이다

(라) 연기 및 有害 가스 對策

煙氣나 有害 가스에서 생명을 지키기 위해서는 建築物 자체의 避難 排煙 등의 設備도 중요 하지만 역시 연기 등으로 인한 危險性은 따르기 마련이다

여기에 견디어내는 限界의 濃度는 0.1이란 看破 距離가 20m에서 25m에 상당한다고 말하고 있다

이에 따라서 역시 신속한 避難이 가장 중요하게 된다

(a) 火災의 早期發見

(b) 防火對象物內에 있는 사람에게서 火災發生

의 迅速한 警報와 전달

(c) 냉정하게 판단해서 避難對策(方法)을 강 구한다

× 火災體驗이나 實驗 등에서 避難上의 注意事 項을 들어 보면 다음과 같다

(i) 現場에서는 火點에서의 거리와 火災氣流의 流出方向에 주의하여 행동할 것

(ii) 연기가 滯留하는 장소의 막다른 골목이 될만한 場所일수록 위험하다

(iii) 일반적으로 천정에 가까울 수록 위험하다

(iv) 연기는 火點의 室內에서 북으로 새어 나오면 그 波及이 극히 빠르게 된다

(v) 연기의 波及은 火點의 層階보다 윗 層階로 번지는 것이 빠르고 윗 層階에서부터 아래 層階로 미치게 되는 것이다

(vi) 熱氣流가 통과하는 장소이거나 또는 通風口 등은 극히 위험하다

(vii) 火災가 發生한 지점에서 避難할 때에는 될 수 있는 대로 건물안으로 向한 出入口나 窓 등을 닫아 연기의 流出을 적게 하여야 한다

(viii) 불이 타고 있는 階段이나 그 윗 層階는 위험하지만 아래 層의 階段은 비교적 安全하다

(ix) 避難할 때에는 될 수 있는 대로 姿勢를 낮게 하고 가능하면 젖은 수건 등으로 입 코를 감싸고 呼吸量을 적게 하면서 행동하여야 한다

6) 發煙防止策

人間의 生活은 多樣하고 人間의 能力에는 限度가 있어 그 生活의 必須物인 불을 사용하지 않고는 살 수 없으며 불을 항상 사용하고 있으므로 언제 어디서 發火가 될지 豫測을 하지 못하고 閑怖속에서 살고 있다

그러나 發火가 되더라도 煙氣와 有毒가스의 發生量 最小限 減小시킬 수 있다면 消火作業을 迅速히 할 수 있고 避難路도 쉽게 찾을 수 있을 것이므로 早期消火와 人命救出이 容易할 것이다

最近에 많이 쓰이는 化學製品 材料를 經濟的인 側面에서만 다룰 것이 아니라 火災의 發生과

火災發生時 濃煙 發生物質이 되어 극히 危險하다는 사실을 인식해야 할 것이다

室內的 裝飾物 중에서 可燃性 材料가 많이 쓰이던 開口部가 密閉된 場所에서는 酸素供給量이 부족하게 되므로 어떠한 物質의 材料라도 不完全燃焼로 되어 溫度가 상승됨에 따라 水蒸氣나 炭素粒子的 煙氣發生으로 視界가 흐려져서 避難이 困難하게 되며 木材類에서는 CO_2 CO 水素와 같은 가스가 發生하고 監化비닐 또는 플라스틱 포리에스터板 우레탄제품으로 인하여 有毒가스가 發生하여 呼吸障害를 일으켜 窒息死를 招來하게 된다

建築火災에서의 被害는 燃焼에 의한 溫度上昇에만 있는 것이 아니고 火災는 없어도 濃煙이나 有毒가스의 發生으로 中毒死 또는 窒息死를 일으키므로 被害도 無視해서는 아니되며 가능한 化學製品이나 材料를 쓸 때에는 難溶性 또는 不燃性이라고 해서 放心해서는 안되며 選擇에 차별이 留置해야 할 것이다

火災時 사람에게 가장 많은 被害를 주는 것이 煙氣와 有毒 가스이다

建物 火災時 人命被害의 3/4은 이러한 非熱物質로 인한 것이다

일산화탄소 (CO)는 血液속의 酸素와 代置되어 酸亨缺乏으로 呼吸에 障害를 일으켜 人命을 앗아가는 가장 危險한 延燒發生物質이며 有毒性가스로 인하여 發生하는 人命被害는 양상 問題點으로 대두되고 있는 것이다

3 結 論

高層建物 收容人員에 對한 人命의 安全을 위하여는 待避誘導計劃을 樹立하여 建物構造의 特性을 고려한 適切한 待避訓練을 實施하고 從業者들의 獻身의인 救助訓練과 高層建物에 있어서는 投宿客의 安全待避를 위한 防毒 防煙 마스

크와 같은 安全裝具의 備置等 最善의 形況에 對處할 態勢가 갖추어져야 하겠다

高層建物의 經營主는 近視眼的인 方策을 止揚하고 消防施設은 完備하여 人命의 安全을 圖謀하고 財産을 保護하기 위한 防災施設을 自發的이고 能動自으로 施設投資에 最善을 다해야 할 것이다

平素 高層建物의 火災豫防과 有事時 鎮壓活動을 가장 効果的으로 遂行하기 위하여서는 그 建物에 對한 脆弱要因이 무엇이며 그것을 어떻게 改善 補完하여 人命과 財産上의 被害를 最大限으로 줄일 수 있는지에 큰 關心을 갖어야 하겠다

그러나 建物에 있어서 消防施設의 機能은 火災豫防이나 延燒擴大 阻止를 위하여 補完的인 機能外에 根本的인 豫防手段이 될 수는 없는 것이다

各層에서 空氣가 疎通되는 空間에서 可燃物의 불씨가 가까이 하게되면 燃焼現상이 일어나고 그것이 活性化되었을 때 濃煙과 有毒가스가 原因이 되어 窒息死 또는 中毒死를 가져오게 되는 것이다

따라서 여기서는 火災나 爆發에 의해 發生되는 煙氣 有毒性가스 煤塵 中には 一酸化炭素 (CO)가 生成되어 人體에 매우 有害한 것으로 調査結果 나타나고 있다

그러나 發火가 되더라도 濃煙과 有毒가스의 發生만 적으면 곧 鎮火作業을 할 수도 있으며 避難路도 容易하게 찾을 수 있을 것이므로 初期 消火와 人命救出이 可能할 것이다

이와같이 文化生活의 恩澤을 最大限으로 包容하기 위한 附帶施設이 갖추어지고 이들 施設을 架動하기 위하여 必要로 하는 電氣 油類 가스 등을 大量으로 使用하게 되었으며 카세트나 커튼 등 石油化學製品의 內裝物使用 등으로 建物의 防火安全管理上 問題點을 解決하기 위해 不斷한 研究와 努力이 繼續되어야 할 것이다 (끝)