

木造建築物 火災의 性狀 *

1. 木造家屋의 燃燒物量과 發生熱量

木造家屋의 燃燒物은 다음 種類로 區分한다.

- (1) 家屋構造材
- (2) 造作(出入門·여닫이·셋장이·두겹닫이
或은 다다미 等)
- (3) 家具·家財 이들의 物量을 參考삼아 들어보면, 表1-1과 같다.

이것은 日本에서 試驗家屋에 依하여 火災實驗을 하였을 때 調査한 것으로, 우리나라에서는 아직 이러한 具體的인 데이터가 나와 있지 않으므로, 不得已 이를 引用해 본 것인 바, 木造建物에서는 倭式과 韓式에 若干의 差異는 있겠으나, 大同小異한 것으로 보아 多少의 參考가 될 줄 안다.

이 實驗에서 보면, 可燃物量은 家屋全體의 大部分을 차지하고 있으며, 木材를 使用한 實驗(日本 東大 第3回 實驗)을 除外하고는, 普通住宅에 있어서 家屋構造材 重量은 130kg/m²程度이고, 造作·家具等은 合하여 160kg/m²程度로 되어 있다.

그러나 木造家屋에 있어서 바닥面積當의 木材量이 가장 많은 것은 住宅일 것이며, 事務所, 學校, 工場, 店舖있는 住宅 等은 적다고 봐야 할 것이다.

〈表1-1〉 木造家屋의 燃燒物量

實驗別 項目	東京大 東京大第2回 東京大第3回					水戶實驗			
	第1回	2戶建物	1戶建物	第1次	第2次	1號	2號	3號	
種類	住宅	住宅	住宅	學校	學校	工場	工場	宿舍	
바닥면적(m ²)	29.9	57.9	34.7	182	182	65	65	145	
바닥面數 1m ² 當 燃燒物量 (kg/m ²)	家屋構造材	77	135	127	152	152	68	77	132
	造作家口類 計	42	23	20	14	18	7	7.1	6.1
總量(t)	119	158	147	166	170	75	84	138	
總量(t)	3.55	9.12	5.11	30.2	30.9	4.86	5.44	20.1	

即 家屋構造로서 住宅은 90~130kg/m², 其他는 65~100kg/m²이다.

1-2. 發生熱量

事項의 燃燒熱量에 木材의 發熱量을 곱(乘)하면, 家屋이 全燒할 때의 發生熱量이 算出된다. 그러나 家屋이 거의 燒盡되어 불이 一旦 꺼질 때(出火後 約 1時間)까지에는 燻은 木材의 一部는 타다 남게 되므로, 이러한 火災 主要期의 發生熱量을 參酌하여 적게 보는 것이 妥當하다. 타다 남은 量은 20~25%로 보면 좋을 것이다.

바닥 1m²當의 實際 發生熱量(타다 남은 木材分은 控除)의 標準的인 計算은 表1-2와 같다.

〈表1-2〉 木造家屋의 火災發生 熱量

種類	住宅	其他
바닥 1m ² 當 燃燒物量(kg)	165	135
木材熱量(Kcal/kg)	3,560	3,560
火災主要期의 燃燒率	0.8	0.8
火災主要期의 發生熱量(10 ⁶ kcal/m ²)	4.7	3.8

이것을 다시 日本에서의 火災實驗에 依한 實例에서 본다면, 表1-3과 같은 바, 이것은 約 1時間程度 타도록 한 뒤에 消火한 것이므로, 燃燒量은 出火後

* 韓國消防總覽, 崔 今成 編, 安全出版社

〈表1-3〉 木造家屋의 火災發生 熱量

項 目	試 驗 別					水 戶 實 驗		
	東京大 第1回	東京大 2戶建物 1戶建物	東京大 第2回 1戶建物	東京大 第3回 第1次	東京大 第3回 第2次	1號	2號	3號
바 닥 面 積(m ²)	29.9	57.9	34.7	182	182	65	65	145
燃 燒 物 量(t)	3.56	9.12	5.11	20.2	30.9	4.85	5.44	20.1
타 다 남 은 量(t)	1.08	1.84	1.06	2.26	2.24	1.40	1.45	3.8
1 t 當發熱量 (10 ⁶ ×Kcal/t)	3.74	3.45	3.45	3.79	3.21	3.45	3.45	3.45
總發熱量(10 ⁶ ×Kcal)	9.2	25.1	14.1	106	9.2	11.9	13.8	57
바 닥 1m ² 當發熱量 (10 ⁶ ×Kcal/m ²)	3.1	4.4	4.1	5.8	5.1	1.8	2.1	3.9

約 1 時間까지의 값이 되어 있다.

이 發生熱量은 火災經過中에 大部分은 燃燒가스의 對流를 同伴하여 잃어버리고, 一部는 周圍의 輻射 및 地中으로의 傳道에 依하여 잃게 된다.

2. 木造家屋火災의 燃燒狀況(1棟火災)

2-1. 火災經過의 一般의 現象

火災要因으로부터 出火하여 鎮火하기까지의 經過中에 다음과 같은 特異點을 定해 놓으면, 火災를 考察하는 데에 便利한 點이 많다.

原因 → 無焰着火 → 發焰着化 → 出火 → 盛火 → 燒落 → 鎮火

2-2. 原因에서 出火까지

가. 原因에서 無焰着火 될 때까지

火災原因에 여러 가지 種類가 있다. 油類에 引火할 때와 같이, 瞬息間에 火災로 되는 境遇도 있고, 담배꽂초와 같이, 漸次的으로 出火에 이르는 것도 있으며, 이 中에서는 油類의 酸化로 因한 自然發火와 같이 出火點에 顯著히 時間이 걸리는 境遇도 있다. 一般的으로, 火災經過의 第1段階에서는 原因의 助長으로 可燃物이 일어나는 숯불처럼 불꽃도 없이 着火한다. 이것을 無焰着火이라고 한다. 그 着火物은 家屋의 一部가 되는 때도 있고 또 家具 或은 收納物의 一部가 될 때도 있다. 原因發生으로부터 無焰着火까지의 時間은 大端히 差異가 많은 것인 바, 이것은 主로 火災原因의 種類·發生位置 等에

關係가 있고, 家屋構造의 種類는 二次的인 影響을 갖는다.

例: 油類의 引火... 原因에서 無焰着火까지: 0
부엌 아궁이의 불목나무... 原因에서 無焰着火 時까지에 時間이 긴 것은, 가끔 不注意 失火가 되기 쉬우며, 또 火災時 原因 探查에 困難한 일이 많다.

나. 無焰着火에서 發焰着火까지

無焰着火하고 있는 불은 조금만 通風이 되어도 불꽃이 일어난다. 불꽃이 일어나는 着火를, 그 以前의 無焰着火와 區別하기 爲하여 發焰着火라고 한다. 이 無焰着火에서 發焰着火에 이르는 時間은 主로 火災原因의 程度와 發生位置에 關係된다. 即 油類의 引火같은 것은, 그 時間은 0이고, 一般的으로 無焰着火하고 있는 部分에 끊임없이 自然通風이 있으면 速하게 發焰하며, 그렇지 않을 때는 無焰대로 燃燒가 進行하다가, 아딘가에 通風孔을 태워서 뚫고, 거기에서 通風을 얻어 發焰하는 일도 있다. 그러므로 無焰着火은 火災의 有力한 危險信號라고 볼 수 있다.

木材는 加熱로 因하여 發熱하고, 自然的으로 燃燒도가 높아지는 것인데, 260℃ 附近에 이르면 發熱이 急해지고 저절로 溫度가 上昇하여, 마침내 無焰着火로 되는 境遇가 많다. 그리고 一旦 無焰着火하면 上述한 바와 같이 조금만 通風의 기회만 있어도, 이로 말미암아 發焰하게 되므로, 結局 260℃로써 火災危險溫度로 한다.

다. 發焰着火에서 出火까지

가령 家財의 一部에 어떠한 原因으로 發焰着火 되었다 하더라도, 곧 그것을 出火하였다고는 認定 하지 않는다. 出火란, 다음 項에서 記述하는 바와 같이 例를 들어 본다면, 天井에 불이 붙는 時間이며 發焰着火한 때로부터 出火까지에 一般的으로는 若干의 時間이 所要된다. 이 時間의 長短은 主로 發焰着火의 位置와 家屋의 構造에 따라서 다르다. 假令 같은 韓式 室內에서도, 바닥 위에서 發焰한 것이 天井에 着火하기 까지는 多少의 時間이 걸리지만, 벽장門실주에 촛불로 着火한다면 約 2.5分후에 天井에 着火한다.

또 家屋의 構造가 出火까지의 時間을 顯著하게 左右하는 例로서, 日本 東京大의 實驗結果를 보면, 第3回 實驗에서 第1次의 두꺼운 塗壁의 마룻방을 密閉狀態로 해 놓고, 小型燒夷彈으로 發火시켰으나 出火에 이르지 못하였고, 第2次에서는 同一한 室內에서 燒夷彈을 發火시켜 壁 옆의 可燃物을 태우고, 火焰이 塗壁을 뚫어 裏面 木材에 發焰할 때까지 點火後 16分 所要하였다. 만약 이것이 壁이나 天井이 板子로 된 房이었다면, 매우 急速하게 出火했으리라고 본다.

以上과 같이, 原因에서 出火까지의 經過를 表示 하면 表 1-4와 같다.

라. 出火

出火의 時間은 從來 定義가 없었으나, 여기서는 表 1-5의 時間을 出火點으로 定한다. 出火를 이 時間로 定하면, 그 以前의 經過와 그 以後의 經過가

<表1-4> 原因에서 出火까지

火災原因→無焰着火→	
主로 火災原因의 種類와 發生	主로 發焰하는 配置와 家屋構造에 따라서 時間이 달라짐

<表1-5> 出火의 時間

區 分	出火의 時間 說明
屋 內 出 火	ㄱ. 木造家屋에서는 天井板子에 發焰着火할 때. ㄴ. 塗壁·塗裝天井같은 室內에서 그 속의 木材에 發焰着火할 때. ㄷ. 지붕밑·天井안·壁속 같은 데서 發焰着火할 때.
屋 外 出 火 또는 類 燒	ㄱ. 板子壁家屋에서는 壁·추녀 속의 木材에 發焰着火할 때. ㄴ. 塗壁家屋에서는 壁속의 木材에 發焰着火할 때. ㄷ. 窓口·出入口 등에 發焰着火할 때.

燃燒狀態에 있어서 確然히 區別되며, 또한 以前은 原因의 種類, 그 位置 或은 家屋構造 등에 따라 時間經過에 差가 있었던 것이, 그 以後는 바람같은 外的條件에 依한 外에는 大體의으로 비슷한 燃燒를 한다는 點에서도 便利하다.

2-3. 出火에서 鎮火까지

가. 出火에서 火盛期까지

火災는 前項에서 말한 出火의 時間까지 進展하면, 火勢가 갖추어진다. 卽 이때까지는 極히 局部的 이었던 불이 家屋 全部에 急速히 퍼지게 되어 完全한 火災의 樣相을 나타내게 된다. 그리하여 이 出火의 時間 以後에는, 出火의 原因 및 그 位置 等에는 거의 關係없이 타며, 또 家屋의 構造도 木造로 된 限, 燃燒에는 大差가 없고, 또 크기에 對해서도 大家屋은 全體가 燃燒하는데는 相當한 時間이 걸리지만 어떤 一個所 만을 注目해 보면 大體의으로 마찬가지로의 燃燒方式을 取한다. 다만 窓口·出入口 等の 開口가 열려 있느냐 그렇지 않느냐에 따라 火災進行 特히 初期進行에 相當히 큰 影響이 있으며 또 全體的으로 보아 바람은 影響이 크다. 屋內의 燃燒가 多少 進行 되면 窓口·板子壁·기왓장 틈사 이에서 白煙을 發한다. 이것은 木材·綿布·紙類 等이 가지고 있는 水分의 蒸發로 말미암아 燃燒가 스 中에 多量의 水分을 含有하고 있기 때문이다. 그리고 이 時間은 燃燒量이 比較的 적기 때문에 屋內의 空氣만으로 燃燒가 繼續한다.

木材 1kg을 完全燃燒시키는데 所要되는 空氣의 最少量은 3.98 N³/kg 이다. 屋內空氣만으로 燃燒하는 物量은 極히 僅少하다.

[例] 建坪 60m²의 平家內의 空氣容積을 200m³라고 하면, 이 空氣로 理論的으로 約 50kg의 木材가 燃燒한다. 이와 같은 집의 木材量은 約 8,000kg이므로 結局 屋內 空氣만으로는 0.6% 程度의 木材밖에

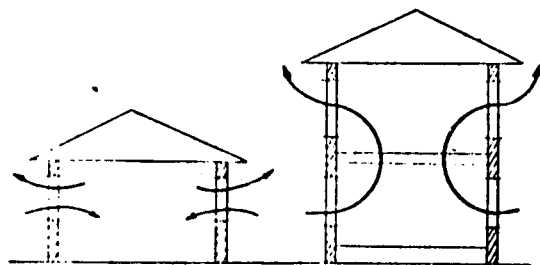
타지 않는다는 計算이 나온다.

萬一窓口·出入口 등이 닫혀 있고 다만 틈사이로만 外部로부터 空氣가 흘러들어 올 境遇에는 上記와 같이 하여 一旦 屋內에 넓게 번진 불도 空氣의 不足으로 얼마 안가서 自然히 꺼진것 같이 된다. 이것은 出火後 1~3分間에 그렇게 된다.

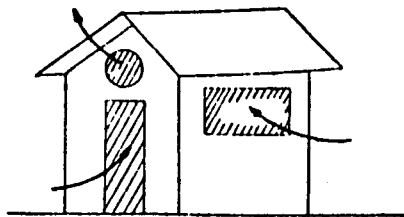
그러나 이 불은 從來의 經驗에 依하면 꺼지는 일이 없다. 이것은 그 때는 이미 相當히 넓은 範圍에 着火하고 있기 때문에 어딘가 弱點이 생겨, 거기에서 外部의 空氣가 흘러 들어오는 것을 許容하는 까닭이다. 그러다가 漸次로 火勢가 盛하게 된다. 窓이나 出入口가 처음부터 열려 있으면 불이 꺼진 것 같이 보이는 일차적 現象은 없다.

다음 이어서 煙氣는 黑煙으로 된다. 이것은 燃燒量이 增加하였는데도 空氣가 아직 不足하므로 不完全燃燒가 繼續하기 때문이다. 普通 유리窓은 이때에 이미 깨어져 떨어진다.

窓이나 出入口가 처음부터 열려 있으며 空氣는 開口의 下部를 통해서 流入하며 上部에서 排出되거나 或은 1層窓口로부터 들어와 2層窓口로 빠져나가게 되어 燃燒가 繼續 된다. (그림1-1)



〈그림1-1〉 開口部가 열려 있을 때의 對流



1-2) 然貫穴에 依한 對流路

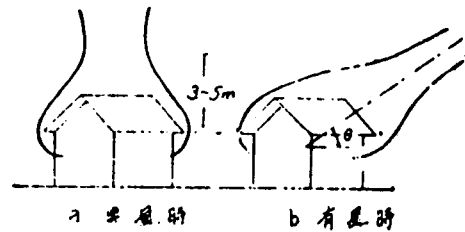
開口部가 닫혀 있을 境遇, 内部의 火勢가 相當히 盛하게 됐을 때는, 불길의 窓을 태워 뚫거나, 또는 壁·지붕 등의 弱한 곳을 뚫고 번져나간다. 불이

一旦 家屋의 上部에 完成되는 셈이 되므로, 以後의 燃燒는 至極히 急速度로 進展한다.

이 時間에 이르면 然貫穴은 急速히 크게 뚫리고 또 그 數도 增加한다. 이 때에는 屋內溫度도 最高가 되며 이로부터 2~3分 동안 火勢가 가장 盛하게 된다.

나. 火盛期

火盛時間에는 多量의 火焰과 多量공기가 混合되어 上空으로 飛上하게 된다. 이와 함께 굉장한 爆音·強한 輻射 등의 現象은 火災 光景을 보는 者에게 무서운 恐怖症과 큰 興奮感을 주게 된다.



〈그림1-3〉 實財 (最盛時)

爆音에는 空氣 및 가스의 流動으로 말미암은 소리 外에 燃燒하는 材料가 튀는소리 落下·衝突 등으로 因한 소리들이 交錯한다. 飛散物로서는 木片·합석板 등이 있으며 바람이 세면 기왓장도 날린다.

火盛期에 있어서의 上昇氣流는 無風時에는 家屋에서 곳곳이 오르고, 그 形狀은 지붕 위에 좁게 쥐어쥘다가 上空으로 向하게 된다. 좁혀지는 位置는 처마 높이에서 約 3~5m이며, 좁혀진 部分의 面積은 建物全體에서 火焰이 오르고 있을 때에 建築面積의 約1/2이다.(그림1-3). 바람이 있을 때는 風下로 처지게 된다.

다. 火盛期後 鎮火까지

火盛期를 지나면 家屋은 急速度로 벌거숭이로 되어가고 드디어 굵은 기둥이나 들보만 타는 채 서있는 狀態로 된다. 그리고 이것도 얼마 안가서 무너진다. 이것을 이른바 燒落이라 한다.

家屋이 燒落되면 地上에는 타다남은 木材와 家屋

〈表1-6〉 木造建物 燃燒時間(日本 東京大學校)

實驗項目	第1回	第2回			第3回, 第1次			第3回, 第1次		
		2戶建物		1戶建物	지붕밑 2層		1層	지붕밑 2層		1層
		第1戶	第2戶							
點火→出火(分)	0	1	5	0~3	33	37	37	15	15	20
出火→最盛(分)	6~8	6~7	6~9	5~6	8~14	4	5	13~14	12~13	8
最盛→燒落(分)	6~8	16~17	11~15	8~9	5~8	11	16~19	2~3	9~10	13
出火→燒落(分)	14	23	21	13~15	16	15	19~24	16	22	21

註: 第31次는 各 層에 火焰이 일어나기 始作할 때, 第3回2次는 各 層의 最盛期일 때 實驗結果를 綜合하면 出火에서 最盛期까지 2.5~11.5分이며 平均 7分

中の 不燃材料가 堆積하게 된다. 이른바 殘火는 萬一에 消火하지 않으면 1- 以上을 繼續하여 燃燒하는 수가 있다.

라. 出火에서 各 段階까지의 時間

出火로부터 火災의 各 段階로 이르기까지의 時間은 다음과 같다.

無風 乃至 2~3m/sec의 바람일 때:

出火에서 火勢最盛期 까지.....4~14 分

最盛期에서 燒落時까지.....6~19 分

出火에서 燒落時까지.....13~24 分

이 數子는 小家屋에는 全體에 適用되고, 大規模인 家屋에는 各 部分에 適用된다.

바람이 強할 때는 時間的 經過는 빠르게 된다. 火災實驗 結果의 一例를 보면 開口部를 閉塞하고 1層에 燒夷彈으로 點火하였다니 風速19m/sec에서,

出火에서 火勢最盛期까지.....1層 2.5分

.....2層 7.0分

出火에서 燒落까지.....15分

이 例에 依하면 바람의 影響은 出火家屋에서는 大火로 번진 後보다도 적다. 또한 過去 일본에서의 火災實驗結果를 보면, 表-6과 같다. 어느 것이나 板壁이 많은 急燃性家屋을 無風 或은 2~3m/sec의 風速으로 燃燒시킨 것이다.

以上은 日本에서의 外部板子壁에다 內部는 土壁의 적은 住宅 · 學校 等의 建物에 依한 結果인데 우리나라와 같이 土壁을 많이 使用한 家屋에서는 火災進行速度가 前者에 比하여 若干 늦다고 할

것이다.

普通的 裸木造家屋에 比하여 몰탈塗裝의 防火家屋에서는 火災進行이 느리다. 閉塞狀態로 火災實驗의 結果에 依하면 最盛期까지의 時間은:

裸木造 2.5~13分 平均 7.3分

防火木造 6~28分 平均 16.6分

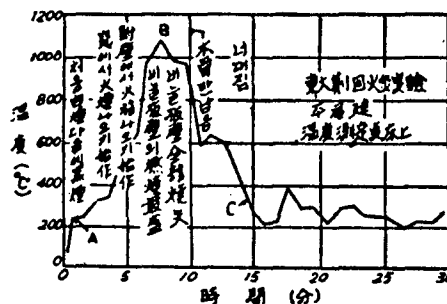
이다.

3. 火災中の 屋內溫度

3-1. 燃燒經過와 溫度變化

出火家屋에 있어서의 屋內의 溫度變化는 그 火災의 進行狀況을 나타내는 尺度라고 본다. 即 이 溫度는 火의 經過와 함께 一定한 變化를 한다.

그림 1-4는 火災實驗에 있어서의 時間과 屋內溫度와의 關係圖에 主要한 燃燒經過를 記入한 圖表이다.



〈그림 1-4〉 木造家屋火災의 經過와 溫度變化

이 實驗은 30㎡의 木造平家를 風速2.0m/sec에 있어서 開口部를 닫고 石油로 點火한 것인데 點火

와 동시에 出火로 着做할 수 있는 狀態가 되었다. 다른 木造家屋의 實驗經過도 이와 大同小異하므로, 이것을 標準으로 해서 說明한다.

出火와 함께 屋內溫度는 一般的으로 上昇하며, 그 途中에 A에서 暫時 上昇이 停止된다. 이것은 前記한 바, 屋內空氣의 不足에 基因하는 現象으로서 다른 例에서 보면 溫度가 一時的으로 降下하는 수도 있다. 이 때 부터 煙氣는 漸次 白色에서 黑色으로 變한다. 附壁이 타서 떨어져 對流路가 생기면 火勢는 더욱 旺盛해서 B點8分에서 最高溫度 107.8℃에 達한다. 附板子는 5~9分間에 全部 燒失하고 10分에는 木骨組만 남는다. 이 무렵에는 불길이지붕도 떨어져, C點 14分에서 무너졌으나, 무너질 무렵에는 骨組만 남은 家屋내로 불어들기 때문에 屋內溫度는 一般的으로 40℃~500℃로 내려간다.

倒壞된 뒤는 元屋內部分은 地上附近을 除外하고는 200℃前後로 내려가나, 地上附近만은 타다 남은 殘物이 堆積하여 오랫동안 타고 있으므로 溫度는 長時間 300℃~500℃를 保存하고 있다.

火災溫度는 火災實驗 約 30회에 있어서 1회에 數個所에 對해서 實驗한 것인데 以下에서 그 結果를 基準으로 하여 溫度性狀을 記述해 본다.

3-2. 最高溫度

가. 最高溫度의 性狀

(1) 測定位置의 높이…… 높이와 最高溫度와의 關係를 보면, 우선 地上附近 或은 1層바닥 附近은 약간 低溫이나, 그래도 最高値는 1122℃에 到達하고 있다. 바닥 附近으로부터 上位는 높은 곳일수록 高溫이 될 것 같이 생각되나, 實驗結果는 반드시 그렇지도 않다. 例를 들어 2層建物에서의 結果를

보면 1層의 天井附近으로부터 지붕밑에 이르기까지 最高溫度에는 거의 差가 없는 것이다. 이것은 火災中の 屋內는 猛烈한 소용돌이로 말미암아 몹시 攪拌되고 있기 때문이다.

(2) 家屋의 規模·種類…… 外壁이 板子이고 內壁에 土壁이 적은, 即 燃燒하기 쉬운 木造家屋에 對해서 보면, 家屋의 規模나 種類는 最高溫度에 그다지 큰 差異를 주지않는다. 그러나 仔細히 보면 若干의 影響이 있다.

몰탈塗裝의 防火家屋은 最高溫度가 多少 낮다. 家屋이 內部火災에 對해서도 防火的으로 되어 있어 불길이 밖으로 떨어져 나가기 어려울 수록 內部溫度는 낮다. 窓口·出火口 以外로는 불길이 떨어져 나가지 못할 境遇는 鐵筋콘크리트建物과 같은 結果로 될것이고, 最高溫度는 約800℃ 溫度가 될 것이다. 그 間에는 여러가지 段階가 있을 것이다.

(3) 燃料多量의 個所…… 普通의 벽장정도로서는, 燃料多量의 個所라 할지라도 다른 것과 最高溫度에 別 差異가 없다. 이것은 內部焰의 攪拌때문이다.

(4) 防火壁附近…… 屋內의 一般部分과 防火壁附近과의 最高溫度의 差異를 보면後者는 前者에 比해서 約 100℃의 낮은 값이다. 이것은 防火壁이 通風上의 障礙가 되고 있다는 것을 알 수 있다.

또 몰탈塗裝防火壁의 몰탈 面 및 그 面에서 10cm에 이르는 사이를 測溫한 結果에 依하면 모두가 거의 差가 없다. 即 몰탈面에 接觸하고 있는 燃燒가스가 몹시 過動하고 있는 까닭이라고 본다.

(5) 風速…… 風速이 커지면 最高溫度는 若干 높아지나 그다지 큰 差는 아니다.

나. 最高溫度 實測値의 例

〈表1-7〉 木造家屋火災의 最高溫度(℃)

(1) 住宅型·平家 (日本 東京大 實驗)

區 分		第 1 回	第 2 回 2 戶 建	第 2 回 2 戶 建
位 置	지 붕 밑		1217	1120
	天 井 附 近	1078~1128	622~930	940~1067
	1層 室 高 中 央	952~1130	-	875
	바 닥 附 近	676~711	868~1025	1020

(2) 工場型·平家(日本 水戸實驗)

區分		1 層	2 層
位 置	지	780~1092	884~1102
	봉	633	794~996
	밀		642~674
1層	지붕밀 들보 附近		
	바 닥 附近	615~671	

(3) 校舎型·2層建物 (日本 東大實驗)

區分		一 般 部 分		防 火 壁 附 近	
位 置	지	1 次	2 次	1 次	2 次
	봉	1187~1274	1058~1260	1020~1209	1096~1184
	밀				
2 層	天井 附近	1142~1278	1050~1340	1056	1080~1159
	바 닥 附近	1244~1300	1036~1334	795~1036	1146~1232
1 層	天井 附近	1184~1328	860~1240		
	바 닥 附近	348~1122	430~1084	830~1050	766~825

(4) 校舎型·2層建物,普通材 (日本 水戸實驗)

區分		一 般 部 分	防 火 附 近
位 置	지	1115~1124	944~1143
	봉		
	밀		
2 層	天井 附近	1049~1254	1005~1039
2 層	天井 附近	1031~1088	
	바 닥 附近	1008~1235	

3-3. 高温持續時間

溫度·時間曲線의 加熱效果는 前項의 最高溫度 以外에 高温持續時間에 影響됨이 크다. 實際로는 이 可燃效果는 曲線形 全體로 定해지며, 그것은 加然指數로 標準되므로, 防火工學의 實用面에는 最高溫度나 高温持續의 個個의 값은 그다지 必要하지 않다. 그러나 火災性狀의 一般을 나타내는 것으로 보아, 高温持續時間의 大略을 아래에 記述한다.

(1) 溫度와 그 繼續時間...800℃라던가 1000℃라던가의 高温의 繼續時間은 매우 짧다. 測定中에서 繼續時間이 가장 길었던 例를 보면 1000℃以上은 9分30抄였고, 800℃以上은 18分이었으나, 大概是 1000℃以上 1~4分이 普通이다. 但 이것은 모두 急然性 木造家屋의 例이다.

(2) 測定位置의 높이...最高溫度는 1層 바닥에 있어서는 낮고, 그 以外의 部分에서 높다는 것은 이미 記述한 바이다. 即 一般部分은 高温의 繼續時間이 있을 수 있으나, 1層바닥 附近에서는 高温에 이르지 않는 境遇도 있고, 또 高温이 되더라도 그

時間은 짧다.

例: 1000℃以上의 繼續時間

1層 中位 以上 0~9分 30抄

1層 바닥 附近 0~5分 30抄

그런데 比較的低溫度, 例를 들어 400℃或은 그 以下의 溫度일 때는, 高位置에 있어서는 繼續時間이 比較的 짧고, 1層 바닥 附近에서는 매우 길다. 이것은 家屋이 燒落되면 一般部分의 溫度는 200~300℃ 程度로 내리고, 以後 漸減하는데 反하여, 1層 바닥 附近에서는 殘燒材가 長時間燃焼를 繼續하기 때문이다.

例: 400℃ 以上의 繼續時間

1層 中位 以上 4分 30抄~34分 25抄

2層 바닥 附近 4分 40抄~2時間 以上

(3) 太材附近의 部分的影響...火災가 進行하여 거의 骨組만이 남게 될 때가 되면, 屋內一般部分의 溫度는 相當히 내린다. 그런데 組自身은 倒壞할 때까지 繼續 燃焼하므로, 아주 가까운 附近만은 倒壞時까지 比較的 高温을 保存한다.

(4) 家屋의 規模...規模가 큰 建物이라 할지라도

그 중의 어떤 一定한 位置만에 着眼해 보면, 高溫繼續時間은 小規模家屋의 境遇와 大差없을 때가 많다. 實驗結果에 依하면 30㎡의 平家, 58㎡의 平家, 延坪面積 145㎡의 2層建物は 어느것이나 거의 같은 結果였다. 但 木材建物로서 바닥面積 182㎡의 2層建物에서는 高溫繼續時間이 꽤 긴데, 이것은 特히 木材된 大建物は 燒落 될 때까지 時間이 길게 되므로, 그만큼 高溫繼續時間이 길게 되는 것이다. 建築面積이 크더라도 빨리 燒落되는 急燃性家屋에서는 各部分에서 불 때 高溫繼續時間이 特히 길지는 않다.

(5) 防火壁 附近...防火壁附近의 最高溫度는 一般部分에 比하여 約100℃가 尙 낮다는 것은 이미 記述한 바이다. 이에 따라 1000℃ 以上과 같은 高溫의 繼續時間은 저절로 짧아진다.

그러나 防火壁面 溫度는 元來, 溫度上昇時에는 附近의 溫度와 거의 同速度로 올라가며, 降下시는 壁體의 熱容量 때문에 周圍의 溫度보다 뒤늦게 내린다. 따라서 中程度의 溫度의 繼續은 길어진 다.

(6) 風速...風速이 클 수록 빨리 타므로, 高溫繼續時間이 짧아지는데, 그 關係는 그다지 研究되어 있지 않다. 오히려 大火災의 延燒速度面은 風速과 關係되어 있지만 一棟火災에 關하여 아직 未吸한 感이 있다.

3-4. 木造家屋火災의 屋內溫度 時間曲線의 基準가. 基準曲線의 種類

火災溫度의 時間的變化의 基準을 定한다는 것은 防火構造의 基礎로서 가장 重要한 일이다. 火災의 樣相을 規定짓는 要素는 極히 많은데, 適當히 分類하여 火災溫度曲線의 基準을 定하게 되는 것이다. 이에는 3~2·3~3에 記述한 火災溫度의 特徵을 考慮하여, 다음의 區分에 따라서 基準曲線을 만들면 된다.

(1) 家屋의 規模...延坪 182㎡인 2層建物까지를 包含한 實驗結果가 이미 알려져 있고, 그중에서는 規範의 大小는 決定的인 要素가 아니므로 1個의 基準으로 一括한다. 木材이며 高溫繼續時間이 多少 긴 것도 大體로 이 基準에 包含시키기로 한다.

또한 延坪이 큰 家屋이라도, 用材가 特別히 굵지 않은 限 建物の 各部에 對해서는 이 基準에 따라서

無効할 것이다.

(2) 屋內의 높이...地上 或은 1層바닥 附近만은 다른 部分에 比해서 最高溫度가 낮으며 300~500℃의 溫度가 長時間 繼續되므로, 이는 明確히 區分되어야 한다. 其他는 區別하지 않는다.

(3) 特殊位置...火災의 最盛期를 지나 얼마 있으며 骨組만이 燃燒하는 時期가 있으므로, 骨組材의 附近만은 他部에 比해서 高溫이 長時間 繼續된다. 그러므로 이와 같은 部分은 다른 部分과 區分되어야 한다. 防火壁附近은 他部에 比해서 最高溫度는 大略 100℃ 낮으나, 中程度의 溫度의 繼續時間이 他部보다 길어서, 結果적으로 他部와 區分할 必要를 느끼지 않는다.

其他 風速은 燃燒方式에 큰 差異를 주는데, 風速이 클 수록 最高溫度는 多少 높으나, 高溫繼續時間은 꽤 짧아져서, 結局 或은 2~3m/sec 附近의 바람일 때를 基準으로 해 두면, 風速이 큰 境遇는 보다 安全해진다. 그러므로 現在로는 高風速인때의 溫度曲線은 만들어져 있지 않다.

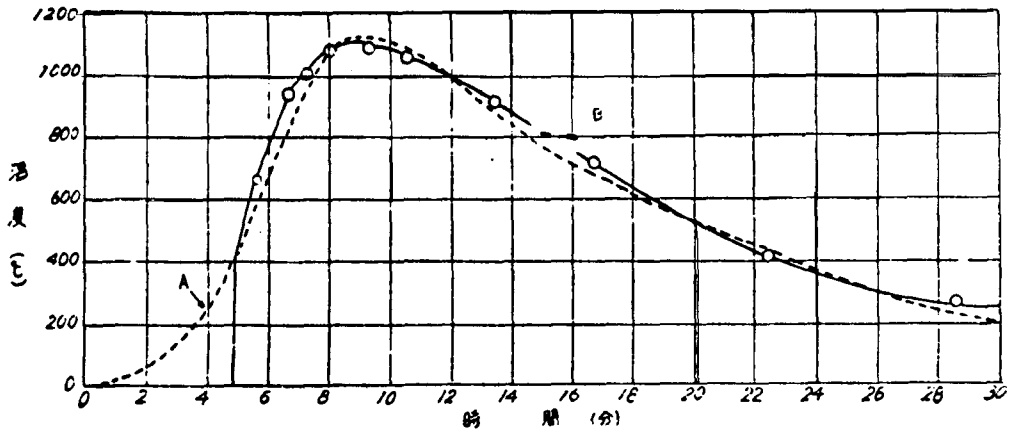
나. 基準曲線이 되기까지

以上的 理由에 依하여 우선 過去의 實驗中에서, 地上 或은 1層바닥 附近 및 木材附近의 溫度觀測結果를 除外하고, 一般屋內部分의 結果만을 注目한다. 그리고 어느 曲線도 包含할 수 없는 曲線으로서 基準曲線으로 하면, 가장 妥當한 것이지만, 實際로는 다음을 考察하면서 基準曲線을 만들었다.

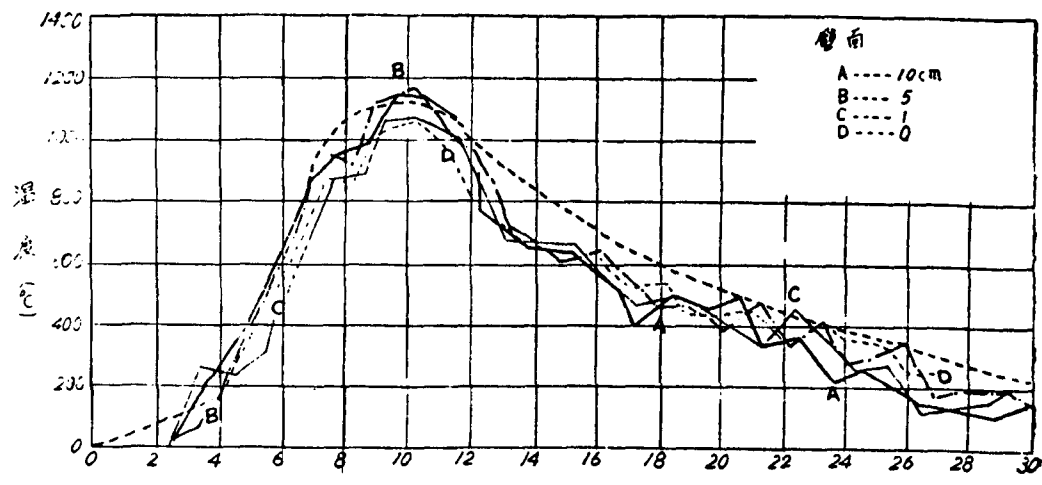
(1) 最高溫度는 過去의 實測值의 最高가 1340℃였으나 이것을 應用하는 加熱試驗에 있어서 이와 같은 高溫을 出現하는 것은 容易하지 않다. 또 한편 이 피이크(peak) 附近의 高溫繼續時間은 極히 짧고 加熱效果는 그다지 크지 않다. 그러므로 基準曲線으로 最高溫度를 1110℃로 定했다.

(2) 實測에 依한 溫度時間曲線은 작은 凹凸을 多數 包含하고 있다. 이 凸點을 全基準內에 包含시키는 것은 지나치게 安全側으로 基準을 定하는 것이 된다. 그러므로 一部の 凸部는 基準線으로부터 뒤어 나오고 있다.

이렇게 하여 作成된 基準曲線이 그림1-5이다. 基準曲線에 가까운 溫度를 나타낸 例로서 그 實驗結果를 그림1-6에 圖示한다.



A: 木造家屋火災의 屋內溫度時間曲線의 基準 B: 基準曲線과 植과의 對比
 <그림 1-5>



<그림 1-6> 實驗家屋의 溫度와 基準曲線(日本 實驗) 3號家屋

다른 例는 大概 이 基準曲線보다 內側에 들어와 있다.

다음 이 基準曲線의 溫度는, 防火壁에 對해서는 物體面의 溫度로 하였다. 加熱爐로 防火壁의 試驗 등을 할 때에는 如何를 不問하고, 物體面을 加熱한 때에 그 表面溫度의 時間的 變化가 이 基準曲線에 一致하고 있으면 된다.

이 基準曲線은 JIS A 1301의 屋外加熱 1級曲線이다. JIS는 日本工業規格을 말하는 바, 우리나라에서도 KS라고 하나 現在까지 JIS를 그대로 引用하고 있다.

이 基準曲線 方程式으로는 아래 式이 이용된다.

$$\theta = 6200(e^{-10t} - e^{-15t}) + 200 \dots \dots \text{그림 1-5B 曲線}$$

여기서 θ ...溫度, $^{\circ}\text{C}$: t ...時間, h .

이 方程式은 $t=0$ 에서 $\theta=200^{\circ}\text{C}$ 이므로, 基準曲線의 200°C 인 때를 時間의 原點으로 한 셈이 된다. 따라서 200°C 로 될 때까지의 처음 部分은 割愛하게 되나, 그 以後는 거의 一致하여 實用的인 式이라 하겠다.

다. 加熱指數에 依한 基準曲線의 檢討 및 特殊部分의 基準

(1) 加熱指數-一定材料, 가령 物體面塗裝에서, 그 外面에 받는 火災溫度의 時間的 變化에 對하여 物體

〈表1-8〉 屋內一般部分(防火壁附近을 除外)의 加熱指數

火災實驗名	測度溫度曲線數	加熱指數의範圍
日本東大第1回	9	0.49~0.86
日本東大第2回	14	0.52~0.83
日本東大第3回I	4	0.72~1.01
日本東大第3回II	9	0.64~0.95
日本水戶 1號	3	0.40~0.80
日本水戶 2號	3	0.50~0.79
日本水戶 3號	6	0.44~0.69

〈表1-9〉 防火壁內面一般部分의 加熱指數

火災實驗名	測度溫度曲線數	加熱指數의範圍
日本東大第3回 I	4	1.00~1.04
日本東大第3回 II	7	0.92~1.03
日本水戶 1號	8	0.76~0.87
日本水戶 2號	5	0.46~0.62
日本水戶 3號	10	0.76~0.91

〈表1-10〉 地面 或은 1層 地床附近의 加熱指數

火災實驗名	測度溫度曲線數	加熱指數의範圍
日本東大第3回	2	1.42~1.52
日本東大第2回	3	0.47~1.10
日本東大第1回 I	6	0.67~2.70
日本東大第1回 II	7	0.51~1.58
日本水戶 1號	1	0.90
日本水戶 2號	3	0.33~0.83
日本水戶 3號	1	1.18

裏面に接하는木材를, 熱傳導에 의한發火로부터 지키기爲하여는木材面이 260℃를 넘어서는 안된다. 그最小塗裝 두께는 個個의 溫度時間曲線에 依하여 一定한 對應을 하고 있는 셈이 된다. 이 두께에 比例하는 數字로서 溫度時間曲線의 加熱效果를 나타내고, 이 數字를 加熱指數라고 부른다.

그러나 前項 屋內溫度의 基準曲線의 加熱效果(裏面木材의 發火를 防止하는 몰탈壁 두께의 最小學에 比例하는 數字)를 標準으로하여 그 曲線의 加熱指數를 1.0으로 한다. 加熱指數를 求하는 方法은 다음 「建築防火」項을 參照할 것.

(2) 屋內 一般部分의 火災溫度時間曲線(實測에 依한)의 加熱指數...地上 或은 1層 바닥 附近 및 太材附近을 除外한 屋內 一般部分에 對하여 實測된 火災溫度時間線의 個個에 對해서 그 加熱指數를 求해 본다. 이것은 基準曲線(그림1-5)의 安全도를

알아보는데 必要한 檢討이다.(表1-8 및 表1-9).

以上の結果에 依하면, 特히 部材가 굵었던 日本東大 第3回의 結果는 그 以後의 實驗値와 顯著히 다르다. 即,

加熱指數의 極限值:

日本東大 第3回 0.64~1.04 그 以外 0.40~0.91

그러므로 基準曲線을 普通建物(校舍를 包含)에 適用하면, 恒常 安全하고, 構造財가 日本東大 第3回 程度로 크게 되면 加熱指數는 1.04程度로 되는 수가 있다. 이것은 基準曲線에 依한 防火被覆 두께를 4% 增으로 하여야 함을 意味한다.

(3) 地面 或은 1層 바닥附近의 加熱指數...이들의 部分은 最高溫度는 낮으나 燒落財가 長時間에 걸쳐 燃燒하기 때문에 繼續時間이 길고, 따라서 加熱指數는 도리어 크게 된다.(表1-10)

이 結果中에는 加熱指數가 2.7이라고 하는 큰 것도 있다.(그 다음은 1.93). 이것은 모두 太材인 境遇의 日本 東大 第3回 實驗中에 나타난 數字다. 普通家屋에서는 1.2 程度이다.

(4) 太材附近의 加熱指數...太材附近의 加熱指數의 實測値는 第1~11와 같다. 家屋의 部材는 特히 弱었겠는데 그 部材附近의 加熱指數의 最大, 即 이 實驗値는 1.30이다. 以上 地面 或은 1層 바닥

附近이나, 太材附近은 上述한 바와 같이 加熱指數가 크기 때문에 精密히 하려면 一般分과는 別送의 曲線으로 防火試驗을 할 必要가 있다. 그러나 加熱指數를 活用하여 一般部分의 防火試驗만을 하여 그 結果 얻어진 防火材의 두께에 各己의 加熱指數를 곱한 것을 防火材 두께로 하는 것이 實用的이다.

〈表1-11〉 太材附近의 加熱指數

火災實驗名	測度溫度曲線數	加熱指數의範圍
日本東大第3回Ⅰ	5	1.00~1.30
日本東大第3回Ⅱ	4	0.98~1.20