

木造建築物 火災의 性狀(Ⅱ)*

4. 火災의 對隣壁面溫度

4-1 對隣壁面溫도의 意味

火災延燒의 原因은 表 1~12 에 要約된다.

表1-12. 火災延燒의 原因

延燒의 原因	說 明
火 焰	火焰이 미치지 範圍에 있는 家屋의 延燒主因
輻 射	火焰이 미치지 않더라도 輻射로 延燒하는 수가 있다.
飛 火	불티(火粉) 및 燃燒飛散物로 因한 延燒로서 距離의 遠近을 不問한다.

實際上的 延燒는 이 原因들이 重複하여 作用하는 수가 있다. 燃燒中인 家屋에 隣接한 家屋은 大概 火焰과 輻射와 의 複合作用을 받으므로, 이 兩者를 區別하지 않는 편이 便利하다. 即 火災實驗으로 燒는 家屋의 對隣壁面溫度를 測定하고, 이것을 基準化함으로써 燃燒防止의 工法을 試驗하는 標準이 얼어진다. 本項에서는 飛火는 取扱하지 않는다. (火災發生의 諸原因篇 參照)

이 때에 溫度는 木表面의 溫度를 基準으로 한다. 一般 火焰溫度이 實際와 實驗과 一致하고 있더라도, 火焰의 溫度나 種類에 따라서 壁面溫度가 달라지는 수가 있으므로 實測도 垂直으로 세운 木表面에 行하고, 防火試驗의 加熱溫度도 마찬가지로 木表面을 基準으로 하여 調節하기도 한다.

4-2. 對隣壁面溫도의 基準

가. 對隣壁面溫度 時間曲線

火災中의 對隣壁面溫도의 時間的 變化는 屋內溫

도의 變化와 비슷한데, 다만 燃燒家屋으로 부터의 距離와 높이에 따라 溫度가 다르다.

우선 그림1-5 에 圖示한 屋內溫度 時間曲線을 1級曲線(JIS)이라 名稱하고, 이와 時間的 變化가 비슷한 曲線을 表1-13 과 같이 만든다.(그림1-7 參照)

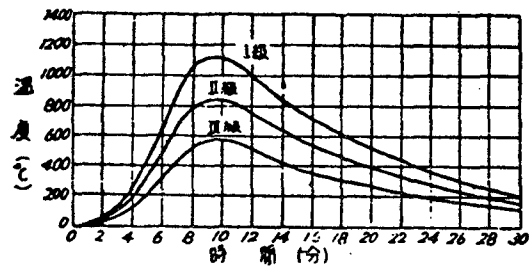


그림1-7. 木造家屋火災의 溫度時間曲線의 基準

表1-13. 火災溫度 時間曲線의 基準

級別	溫 度	最高溫度(°C)	加熱指數
I級	그림1-5 에 나타난 것	1110	1.00
II級	各 時間의 溫度가 I級の 3/4	833	0.74
III級	- 1/2	555	0.415
IV級	- 260/1110	260	0

註: 時間은 모두 30分

IV級曲線의 最高溫度 260°C는 木材의 燃燒危險溫度이므로 I級曲線을 받는 對隣壁이 防火工法 必要與否의 限界가 된다.

다음에 上記 II~V級曲線이 燃燒家屋에서 어떠한 位置에 있는 對隣壁의 溫度에 相當하는가를 定해야 한다.

나. 基準曲線에 相當하는 對隣壁의 位置

一般的으로 對隣壁이 問題로 될만한 그다지 높지 않은 範圍에서는 燃燒家屋에 가깝고 높을수록 溫度가 높다고 생각한다. 이 考察方法은 火焰을 直接받

* 韓國消防總覽, 崔令成 編, 安全出版社

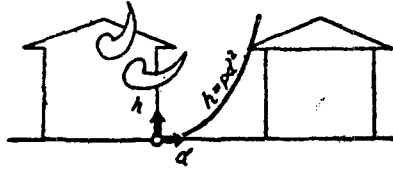


그림1-8. 對壁位置의 表示

는 範圍에서는 잘 合致된다. 輻射만을 받는 範圍에서는 中間높이의 어떤 點이 最高輻射를 받으므로 이 考察方法은 若干의 誤差를 가지나, 모두 簡單히 하기 爲하여 이와 같은 考察方法으로 出發한다. 그리하여 그림1-8과 같이 燃燒家屋의 아랫도리에서 水平과 垂直으로 座標 d 및 h 를 取하여 하나의 拋物線을 이루는 諸點은 等溫面을 나타내는 것이라고 假定한다.

即 等溫面의 式 $h=pd^2$

여기에 p 는 파라미터(parameter) 各 溫度의 級別이 이 式의 어떠한 p 에 相當하는가는 數 많은 火災 實驗에서 定해지며 다음과 같다.

(1) 風速의 影響……여기서는 風下에의 延燒를 問題로 하는 것인데 바람으로 因해서 火焰의 흐름이 달라지며, 따라서 延燒距離도 다르다. 詳細한 것은 未知의 點이 많으나, 바람이 매우 強하면 火焰이 짧아져서 도리에 延燒가 困難하게 되는 것은 明確하다.(飛火는 別途)는 것과, 火災實驗中에는 10m/sec 인 風速인 때를 包含 하고 있으므로, 過去의 實驗範圍로서 一旦 充分한 것이라고 본다.

(2) 燃燒家屋의 規模의 影響……燃燒家屋이 2層 建物일 때는 平家建物 보다도 延燒力이 크기만 2層部分의 火焰은 上方으로 달아나기 쉽고, 1層部分의 火焰과 같이는 延燒力을 갖지 못하는 點에 注目하여, 簡單하게 하기 위하여 燃燒家屋의 層數는 問題로 하지 않는다.

燃燒家屋의 風向에 直角인 幅은 火焰길이에 가장 큰 影響을 갖는다. 基準을 定하는 데 基礎로 된 實驗은 이 幅이 大小各樣이므로 가령 이 幅과 一定한 延燒力을 나타내는 距離와는 比例한다는 考察方法에 依해서 幅을 모두 10m의 境遇로 換算한 結果에 依據하고 있다.

(3) 燃燒家屋의 放火의 構造의 影響……燃燒家屋의 外壁이 火災中에 불길이 燻고 나가기 쉽고 어려

운데 따라 風下에의 火焰奔出에 差가 생기고 따라서 延燒力도 差가 있게 된다. 普通 被木造가 燃燒하면 壁이 全面的으로 타서 崩리게 되므로 延燒力이 크나, 木탈塗裝 等의 防火家屋에서는 壁은 그 집의 倒遺直前까지 서 있으므로 火焰은 이 壁에서 相當히 오랜時間 막혀있어 早期에 불길이 나오는 것은 窓이나 出入口의 部分에서만이다. 그러므로 燃燒家屋이 防火構造로 되어 있는가 아닌가에 따라서 表1-14 와 같이 區別하여 생각한다. (그림1-9)

또한 IV級曲線은 그 最高溫度를 木材燃燒危險溫度 260℃에 一致시킨 것인데 萬一 短時間 加熱의 境遇는 가령 350℃ 以下이면 着火하지 않는다고 假定한다면 最高溫度 350℃의 曲線을 다른것에 본따서 그리면 되며, 이 曲線에서는,

加熱指數 0.15

相當하는 對隣關係 $h=0.70d^2$

이것은 着火되지 않는 限界라 하기 보다는 이 以內는 確實히 着火하는 限界라고 보는 것이 妥當하다.

表1-14. 基準曲線의 等級과 對應位置

燃燒家屋의 防火의 構造	基準曲線의 等級	$h=pd^2$ 에 있어서 p 의 값 但 h, d 의 單位(m)
裸木造	I	∞
	II	0.82
	III	0.15
	IV	0.04
防火木造 (開口가 特히 큰 것은 除外)	II	∞
	III	0.82
	IV	0.15

註: 防火木造의 境遇는 裸木造境遇의 等級을 하나씩 내린 境遇에 該當한다.

다. 對隣壁面溫度 基準의 根據가 된 實驗結果 前項에 記述한 對隣壁面의 溫度 曲線의 基準은 要約하면 먼저 溫度의 基準曲線을 4級別로 만들고 다음에 그 各級에 相當하는 延燒家屋의 對隣關係를 나타낸 것이다. 그리고 對隣關係는 그림1-8의 拋物線을 等溫面으로 하고 파라미터 p 로 表示하였다.

以上の 結論에 到達한 實驗根據를 다음에 記述해 둔다.

實驗으로서는 火災實驗中, 對隣壁面溫度의 測定

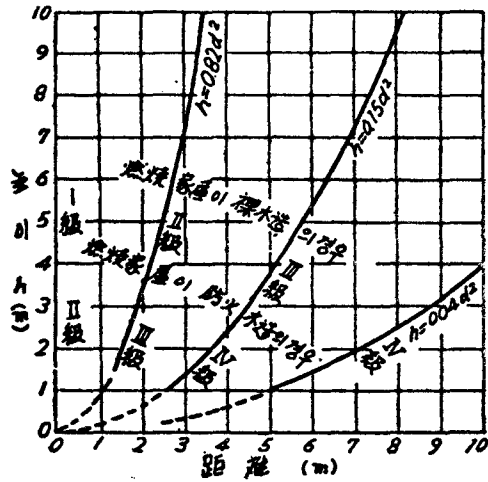


그림1-9. 木造家屋 火災溫度基準의 適用

을 행한 것을 利用하였다. 測定曲線에 對해서 加熱指數를 求하고, 이것을 測定位置에서 定해지는 파라미터 p 에 對하여 圖示하였는바, 그림1-10이 그것이다. 但 이 橫軸은 燃焼家屋의 幅을 10m로 統一하고 補正하여 p' 로 하였다.

이 그림에서 各己의 파라미터 p 에 對하여, 實驗上 일어날 수 있었던 最大의 加熱指數를 限界曲線으로 하였다. 그러므로 미리 定한 I~III級 基準曲線의 加熱指數(表1-13)에 相當하는 p 를 이 限界曲線에서 求하면, 過去의 實驗上으로 볼 때 어느것에나 安全한 結果를 얻을 수 있다.

前項의 對隣關係는 이와 같이하여 求한 것이다.

5. 輻射熱

5-1 火災火焰과 輻射

가. 輻射延燒

前節에서는 燃焼家屋으로부터 周圍에의 延燒를 記述했는데, 그것은 火焰과 輻射의 複合作用으로서 燃焼家屋에 比較的 가까운 距離에서의 延燒를 規定한 것이다. 即 그와 같은 境遇는 前節로서 實用上 充分하며, 輻射를 分離할 必要가 없다.

그러나 規模가 큰 火災에서는, 火焰은 닿지 않더

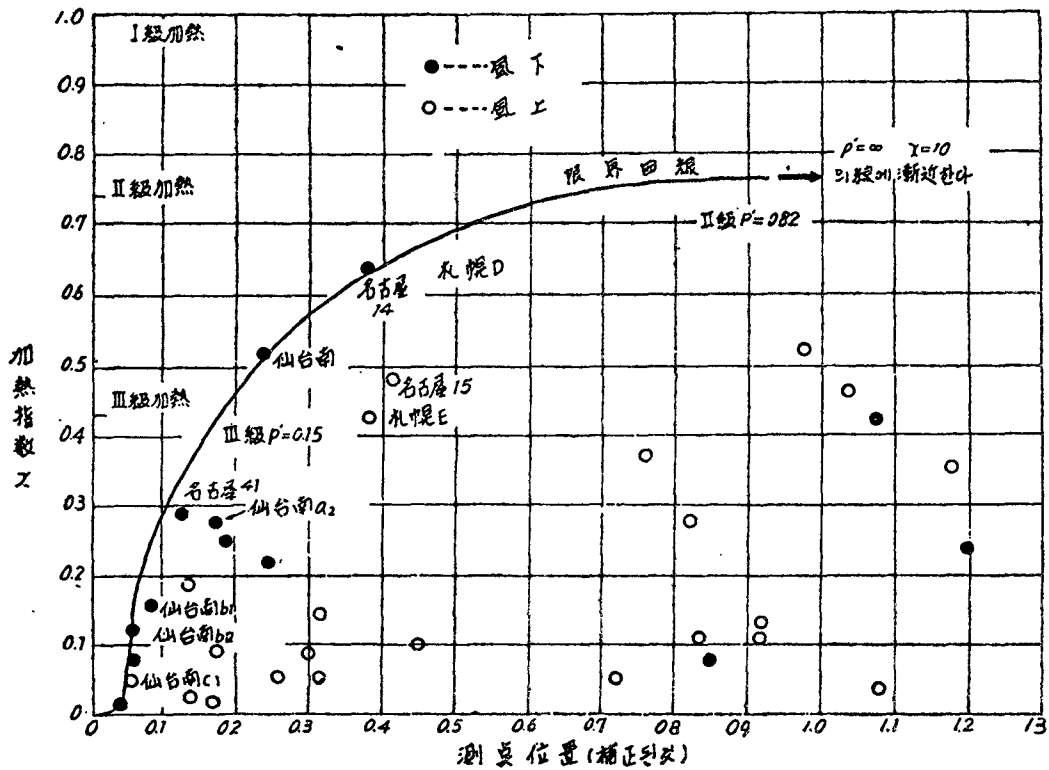


그림1-10. 日本 各地 實驗에 依한 測定位置와 加熱指數

라도 다만 輻射만으로써 멀리까지 延燒하는 수가 있다. 이러한 境遇에는 規模가 큰 火災의 輻射가 明確해져야 할 必要가 있으나, 이것은 實驗의으로나 理論의으로도 어려운 일이다. 그러므로 우선 1棟 火災의 輻射性狀을 밝히고, 大規模의 境遇를 이로부터 類推하는 方法이 行하여지고 있다.

本節은 우리나라에서의 實驗結果가 없으므로 全部 日本의 藤田金一郎氏의 研究에 依據하기로 하였다.

나. 火災火焰의 輻射

一般的으로 가스體는 實사 溫度가 높다하더라도 輻射能이 比較的 작다. 그러나 火災의 燃燒가스는 無數한 粉粒을 含有하고 있으며, 이것이 固體 固有의 輻射를 하므로, 火焰全體로서는 같은 溫度의 安全黑體에 가까운 輻射를 하고 있다.

表1-15. 溫度·色·輻射熱(完全黑)

煙氣와 火焰	色	溫度(°C)	輻射熱 ($m^2/m^2 h$)
煙 氣	黑	400 以下	10.1×10^2 以下
	初期의 赤熱	500	17.7×10^2
火 焰	赤 色	700	44.4
	橙 赤 色	900	93.7
	鮮명한 橙赤色	1000	130.0
	橙 赤 色	1100	176.0
	鮮명한 橙赤色	1200	232.5
	白 色	1300	302.0
	눈부신 白熱	1500 以上	490.0×10^2 以上

火災의 火焰은 多量의 煙氣를 含有하고 있으며 部分에 따라서 輝度가 顯著하게 다르다. 그리고 各 部分에서 나오는 輻射는, 그 各 部分의 溫度에 따라 아주 다르다. 煙氣와 火焰을 통해서 各 溫度의 色과 輻射(完全黑으로서) 와의 關係를 表示하면 表1-15 와 같이 된다.

藤田金一郎氏는 火災實驗의 記錄에서 火焰은 輝部와 그렇지 않은 部分으로 나누고, 各各의 單位 面積으로부터의 平均輻射熱을 計算한 다음, 이것을 합쳐서 兩部의 面積을 求하고, 全體로서의 輻射가 計算될 수 있도록 組立하였다. 即 다음과 같다.

5-2. 火災輻射熱

가. 火焰面積의 例

火災最盛期 附近에서의 火焰面積(輝部만)은 表1-16 과 같다.

即 燃燒하기 쉬운 木造家은 土壁이 많은 家에 比하여 火焰面積이 크다.

나. 火焰의 輻射熱의 例

實驗에 있어서의 輻射의 實測值는, 前項과 같이 光輝있는 火焰部分으로 부터의 均一한 輻射만에 따른 것이라는 假定에 依하면, 그 輻射熱은 表1-17 과 같다.

이에 依하면 타기쉬운 木造家屋은 土壁이 많은 家屋에 比하여 火焰의 輻射熱이 크다. 이것은 火焰

表1-16. 火災火焰의 面積

家屋種類	實 驗 名	條 件	立 面 積(m^2) (土量에서 棟木까지)	最大火焰 面積과 立面積과의 比 %	
板子壁이 많은 易燃性家屋	日本 東大 第2回	風 上	27.5	113.0	
		風 下	-	44.0	
	東大 第3回 1次	-	102	55.5	
		左 棟	24	49.0	
	隔 田	2次	右 棟	-	102.0
		田	田	30	66.0
土壁이 많은 防火木造 家屋	川 口	防火木造	30	11.3	
		土壁家屋	25.5	61.3	
	廣 島	防火木造	-	30.8	

表1-17. 火災火焰의面積

家種類	實驗名	條件	輻射熱($\mu\omega/m^2h$)
板子壁이 많은 易燃性 家屋	日本東大 第2回	風下 II號	167×10 ³
		- III號	102
		風上 I號	74
		- III號	117
	-東大第3回 1次	風下	132
		風上	79.5
	2次	風下	118
		風上	124
	-隅田川	田口	55-79
		島	28-62
土壁이 많은 防火木造家	-川口 -廣島	防火木造	35-58
		-	17-52

溫度가 높기 때문이다.

다. 火焰面積 및 同 輻射能의 基準

上記가. 나. 에서 藤田氏는 火災最盛期의 火焰面積 및 同 輻射能에 關하여 表1-18의 基準을 表示하였다.

燃燒家屋에 直面한 隣家壁面이 받는 輻射熱r은 다음 式으로 計算된다.

$$r = R \cdot \phi \cdot A' / A$$

여기서 R...火焰輻射能 表1-18(V).

A'...火焰面積 表1-18(VI)

A...家屋立面積

ϕ ...燃燒家屋立面積과 受熱面과의 相對關係로 定해지는 定數(基礎知識編 表2-1 參照)

ϕ 의 計算에 있어서는, 火焰이 家屋에서 噴出되는 것을 考慮하여 外壁面에서 3m 外方에 火面이 直立한다고 假定하는 것이 便利하다.

火焰의 크기에 比하여 受熱面까지의 距離가 比較的 클때는, ϕ 는 다음의 略散式에 依함이 좋다. (그림1-11)

$$\phi = 1/\pi \cdot BH/d^2$$

이 式은 $B/d < 0.5, H/d < 0.5$ 인 때에 誤差는 安全側面에서 約 9% 以下로 되어 實用的이 된다.

이 略散式에 依한 輻射受熱量은 表1-19와 같다.

表1-18. 火災面積 및 同 輻射熱의 基準(火災最盛期)

(I) 家屋外周	(II) 層數	(III) 家屋內部	(IV) 火焰面積 (風下)	(V) 輻射熱 $R(\mu\omega/m^2h)$
板子壁이 많은 家屋	2	內壁天井 등에 土塗壁과 板子壁이 普通程度로 混在	家屋立面積에 對해서 85%	100
	1	內壁天井 등에 土塗壁과 板子이 普通程度로 混在	130	75
土壁이 많은 防火木造家	1 또는 2	開口 및 지붕 立面積合計에 對하여	110	75
			170	50

表1-19. 輻射受熱量

單位 10³kcal/m²h, 但 R, A'/A=10³kcal/m²h로 하여

B(m)	4			8			10			32		
d(m)	10	15	20	15	20	25	20	25	30	30	40	50
H(m)	10	(12.8)	5.7 3.2	11.4	6.4	4.1	12.8	8.2	5.7	(11.3)	6.4	4.1
	5	6.4	2.9 1.6	5.7	3.2	2.1	6.4	4.1	2.9	(11.3)	3.2	2.1

註:()標는 誤差 20% 程度, 其他는 10% 以內

라. 輻射熱의 時間的變化

前項가지에 記述한 것은 火災最盛期의 輻射熱이다. 다음에 그 時間的 變化를 圖示한다. 藤田氏가 나타낸 輻射熱의 基準은 그림1-12 와 같다. 이 그림의 坐標는,

$$\text{橫軸} = \frac{\text{各 時間}}{\text{主要輻射繼續時間}} = t/\Sigma t$$

但 이 主要 輻射繼續時間은 風速이 普通인 境遇에는 바닥面積에 따라

- 바닥面積 40m² 以下... $\Sigma t = 12$ 分
- 40-150...16分
- 150 以下...24分

$$\text{縱軸} = \frac{\text{各 時間의 輻射熱}}{\text{最高輻射熱}} = R/R_{\text{max}}$$

但 最高輻射熱은 前項에 記述한 값으로 한다. 그림中의 基準曲線 3種은 燃燒의 緩急에 따른

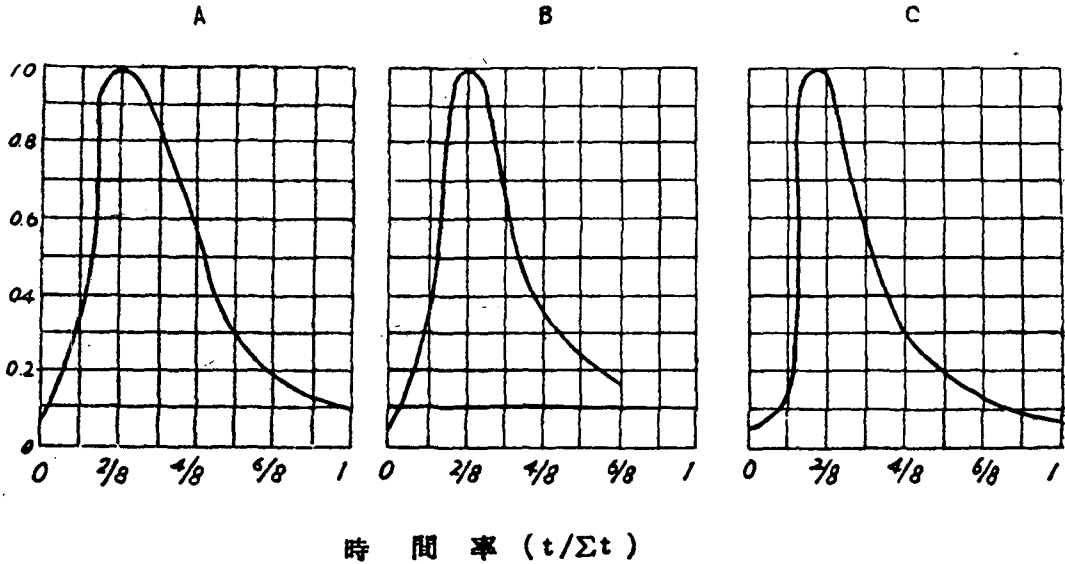


그림1-12 輻射熱基準

種類이며, 바닥面積當의 建物 및 收納物의 可燃物 合計量에 따라 다음의 標準에 依據한다.

바닥面積 1m ² 當 可燃物量 123(kg/m ²)	…型式A
" 88	…型式B
" 53	…型式C

마. 隣接火災의 輻射

隣接火災란 直線通路邊의 한쪽 편이 차례로 延燒 하는 火災를 말하며, 이러한 境遇에 道路前面에 서 있는 建物 外壁이 1點이 받는 輻射의 時間的 變化를 求한다.

隣接火災의 輻射는 各棟 1棟씩의 輻射를 累加하여 얻어진다. 計算의 便宜上 隣接家屋은 同種의 2層 집으로 1棟分으로 間幅을 4m로 하고, 延燒의 時間的 뾰치를 3, 5, 10分의 3種으로 하며, 各棟의 輻射熱의 消長은 前項 라 中の 아래 3種으로 한다.

A型, 主要 輻射繼續시간 24分의 家屋…記號A 24

B型, " 16 " -B 16

C型, " 12 " -C 12

通路幅은 6 및 10m, 火焰面積은 높이 10m, 幅 4m

時間的 뾰치 5分, 道路幅 10m인 境遇의 結果를 그림1-13 에 나타낸다.

橫幅: 受熱點의 正面家屋의 盛火時刻을 0 으로 하고, 그 前後의 時刻을 + 및 -로 나타낸다.

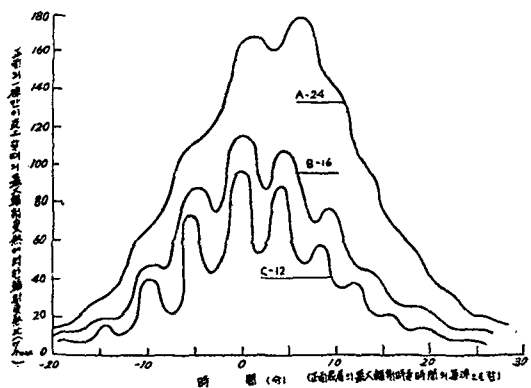


그림1-13 隣接火災輻射

終軸: 受熱量의 正面家屋 1棟 만이 燃燒할 때의 最高輻射受熱量에 對한 各 時刻의 輻射受熱量의 %

또한 結果를 總合的으로 나타내면 表1-20 과 같다.

表1-20. 隣接火災의 輻射受熱

延燒의 時間的 뒹 치 (分)	道路幅 (m)	個個火災의 輻射型式	受熱率(正面 1棟 火災의 境遇를 100% 로 합	主要 輻射 繼續時間 (分)
3	10	A 24	248	44
-		B 16	165	36
-		C 12	130	30
5	6	A 24	154	44
-		B 16	116	36
-		C 12	105	30
5	10	A 24	183	57
-		B 16	125	45
-		C 12	111	40
10	10	B 16	116	80

6. 屋內空氣成分의 變化

火災實驗에서 나타난 結果에 依하면 火災中의 屋內空氣成分의 變化는 다음과 같다.(이 外에 第2章 參照)

6-1. 酸素의 減少

가. 普通空氣中의 酸素

普通空氣中의 酸素는 容積으로 20.7% 이다. 空氣가 正格할 때는 酸素量 14라도 人體에 害가 없으며, 10 以下로 되며 呼吸이 困難하게 되고, 7이 되면 窒息하게 된다.

나. 火災燃燒가스中의 酸素

屋內에 煙氣가 차고, 아직 本格的 燃燒에 이르지 못한 동안은 19~16% 이다.

燃燒가 盛해짐에 따라서 더욱 減少된다. 室全體가 本格的으로 炎上하는 時期에는 極도로 減少하고 特히 室의 中部 以上에 있어서 더욱 減少하며, 上部 7.4%, 中部 6.6%, 下部 14.2% 이다.

即 室內의 一部가 燃燒하더라도 全體에 불길이 번지지 않는 동안은 室內空氣全體로서는 酸素量에 餘裕가 있으나, 一但 불이 室內로 번지면 酸素는 極도로 消費되어 매우 減量된다. 또 그 本格化되지 아니한 時期의 가스는 酸素量의 減少만으로 말하면, 大體로 人體에 害가 없으며, 本格的인 火勢에 이르러서 비로소 窒息하게 되는 程度로 減量이

되는 것이다.

6-2. 炭酸가스의 增量

室內空氣의 炭酸가스는 普通 0.06% (容積) 程度이며, 그것이 1% 가 되어도 害는 認定 안되나, 2% 가 되면 呼吸困難·眩氣症·귀울림症이 생기고 6~7% 가 되면 견딜 수 없게 된다.

火災에 있어서 室內에 煙氣가 차고 아직 本格的 燃燒에 이르지 아니한 時期에는, 炭酸가스의 量은 最大 4% 程度이나, 煙氣가 盛해짐에 따라 13% 가 되는 수도 있다.

그러므로 炭酸가스에 關해서만 말하면 煙氣는 火災가 本格化되지 아니한 時期에 있어서도 이미 生理的 障害를 준다는 것을 알 수 있다.

6-3. 一酸化炭素의 增量

一酸化炭素는 0.2~0.3% 에 있어서 이미 사람에 게 中毒을 준다. 火災中의 一酸化炭素는 火災가 本格化하기 以前에도 이미 1% 가 가까이 되는 수가 있고, 本格的으로 燃燒할 時期에는 2% 를 넘는 수도 있다. 또 測定中에는 室內의 燃燒가 本格化 하려는 時期에 4% 를 나타낸 例도 있다.

元來 一酸化炭素는 不完全燃燒로 因하여 생기는 것이라고 생각되고 있는데, 火勢가 本格化할 때에 도리어 增加하는 것은 전혀 燃燒物量의 增加에 基因하는 것이다.

그리하여 火災時의 煙氣에는 그 初期에 있어서도 人體中毒을 일으킬 수 있는 一酸化炭素가 있어 本格的인 炎上時期가 되면 即時 中毒을 일으킬 程度로 惡化하는 것이다.

또한 室內下部에 있어서는 一酸化炭素量이 若干 적으나, 中毒量을 超過함에는 差異가 없다.

6-4. 動物實驗

動物實驗의 結果에 依하면 火災時의 가스는, 그 가스와 一酸化炭素의 含量이 같은 人工空氣보다도 약간 毒性이 強하나, 火災 等의 가스의 毒性은 主로 一酸化炭素에 의한 것으로 생각하여도 無妨하다는 것이 밝혀졌다.

6-5. 其 他

煙氣中에는 콧물·눈물을 흘리게 하는 成分이 있다.

一般的으로 密閉한 室內에서는 上·下의 煙氣는 確然히 區別되며, 下部는 空氣狀態가 좋으므로 避難은 되도록 낮은 姿勢로 하는 것이 좋다.

7. 熱氣流

7-1. 木材 燃燒가스

木材의 燃燒에 對해서는 基礎知識編에서 記述한 바이나, 여기에 必要한 事項을 記述하면, 空氣中の 酸素가 모두 木材에 燃燒에 쓰인다고 할 때의 完全 燃燒에 要하는 最小空氣量은 $3.98N m^3/木材 1kg$

上記의 α 배의 空氣가 들어온다고 하면, 燃燒가스의 容積은

$$0.72 + 3.97\alpha N m^3/木材 1kg$$

예를 들어 延坪 25坪(82.5m²)의 平家가 平均 $\alpha=5$ 로서 燃燒되면 可燃物을 10t 으로 하여 $20.6 \times 10^4 N m^3$ 인 多量의 가스를 發生하고, 萬一 이것을 그 집의 建築面積上에 새우면 2500m 에 達한다.

木材의 發熱量은 全部 燃燒가스의 溫度上昇에 쓰이고 別로 冷却이 없다고 하면, 가스의 溫度는 다음과 같다. 但 木材發熱量을 $3558kcal/木材 1kg$ 으로 하고, 燃燒는 完全한 것으로 看做한다.

이 關係는 近似的으로 $\alpha=2900/\theta-0.54$ 로 表示된다.

火災에 있어서의 單位時間의 燃燒量 및 吹入하는 空氣量이 判明되면, 上記 各 理論에 依하여 火焰의 溫度·가스量 등이 判明되는데, 이것은 現在로는 未知이다. 거꾸로 溫度를 實測하여 吹入되는 空氣率 α 를 推定하는 것 등은 可能하다. 가령 火災最盛時의 溫度를 約 1150℃ 라 하면 表1-21 로써 空氣率은 約 2임을 안다.

表1-21. 空氣率과 木材燃燒가스 溫度

空氣率 α	1	2	3	5	10
가스溫度 0℃	1980	1148	820	520	274

7-2. 熱氣流

가. 無風時

無風時의 火災火焰의 전형에 關해서는 2~3 에 說明하였다.

이 火焰의 上昇速度는 火焰이 좁혀진 部分에서 最大이고, 그 附近에서 大略 다음 값이 된다.

火焰의 速度는 그 中心에서 最大이고, 周邊에서는 0 까지 내려갈 것이다. 이 中心의 最大値는 12~14 m/sec 란 實測例가 있다.

火焰을 가령 600℃ 以上の 氣流部分으로 하고, 燃燒熱量이 輻射熱로 600℃ 까지 내리는데 要하는 길이 가 焰長이라고 하면,

$$i = \frac{18.7 W_o - (DB + BH + HD)}{B + D}$$

여기서, i =焰長(m), 擔高上의 높이,

B 및 D =各各 建物의 邊長(m), H =擔高(m)

W_o =1抄의 燃燒量(kg)···最盛時 中規模住宅에 對해서는 0.2 BD

나. 有風時

바람이 있으면 火焰이 風下로 흐르고, 風速이 一定하면, 溫度도 一定하다고 看做되는 火焰의 主體部는 그림1-3 과 같이 直線狀으로 기울어진다. 이 水平傾角 θ 를 求하는데 다음 式이 있다.

$$\tan = 4D/v^2$$

여기서, D ···燃燒中인 家屋의 風方向의 길이(m)

v ···風速(m/sec)

表1-22. 火焰 水平傾角의 tan

D (m) v (m/sec)	5	10	20	40
5	0.80	1.60	3.20	6.40
10	0.20	0.40	0.80	1.60
15	0.089	0.178	0.356	0.712
20	0.050	0.100	0.200	0.40
25	0.032	0.064	0.128	0.256
30	0.022	0.044	0.089	0.178

22) 燃烧家屋의 風方向의 長이가 클 수록
1) 쉽고, 風速의 增加에 따라 기울기 쉽다.

-3. 火災周圍의 氣象變化

大火災時에 있어서의 異狀氣象變化는 別途로 하고, 1棟火災程度인 時의 火災周圍(火焰圈外)의 氣象變化를 記述한다.

가. 氣溫

火災에서 直接받는 輻射熱의 影響을 別途로 하면, 火災周圍의 氣溫上昇은 極히 僅少하다. 即 溫度上昇은,

小火災에 있어서 距離 20m 에서 2℃

相當한 規模의 火災에 있어서 距離 22m 에서 8℃, 50m 에서 1℃

이들의 溫度上昇은 火災輻射로 인한 周圍地面이 加熱되는데 따르는 2次的인 影響이다.

나. 溫度

實驗結果로는 建物の 側便 22m에서 溫度가 始發 75%로 부터 最低 50%까지 내렸다.

다. 바람

火災가 일어나면, 바람은 얼마간 強하게 되며 盛火時는 極히 가까운 곳의 空氣는 燃燒하는 家屋 쪽으로 끌린다. 風上 10~20m 에서는 風速은 1~2m/sec 增加된다. 渦卷(vortex)이 發生한다.

8. 裸木造建物の 延燒限界距離

8-1. 概說

火災의 燃燒를 火焰·輻射·飛火(火粉을 包含)로 하고, 飛火를 別途로 하면 裸木造에서는 出火家屋으로부터 다음 隣家로 延燒되지 않는 隣棟間隔이 있다. 表1-14의 IV級曲線에 該當하는 位置가 바로 그것이다.

即 燃燒家屋이 裸木造일 때 $h=0.03d^2$

燃燒家屋이 防火造일 때 $h=0.015d^2$

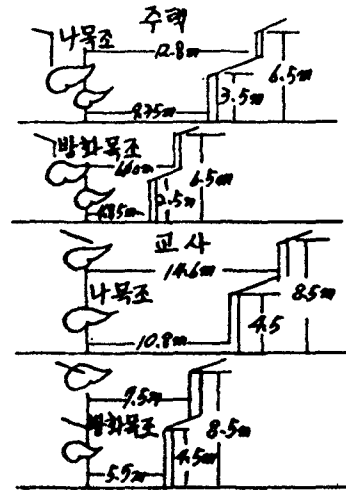


그림 1-14. 延燒限界距離

여기서 d 는 對隣壁距離(m), h =壁高(m)

또한 이것은 燃燒家屋의 火面正面 10m 가 基準으로 되어 있으며, 風速에 對해서는 여러가지 境遇가 考慮되고 있다. 代表的인 高擔家屋에 對해서 서로 延燒하지 않는 間隔을 上式에서 求하면 그림 1-14 와 같다. 校舍와 같이 同時에 炎上하는 建物の 長이가 10m를 넘는 일이 있는 境遇는 上式으로 是危險하나, 그림1-14 는 이 式의 그대로를 表示하였다. 가령 防火壁 間隔을 45m로 하고, 이것이 同時에 燃燒하는 일이 있다고 하면, 延燒防止에 必要한 間隔은 그림1-14 의 4.5倍로 된다.

各種 風速에 있어서의 延燒限界距離는 9~1 나. 參照.

8-2. 建築法 規定

建築法(第2條 8項)에는 下記와 같은 定義가 있다.

延燒의 憂慮가 있는 部分: 隣接境界線·道路中心線 또는 同一한 垆地 안에 있는 二棟 以上の 建築物 相互의 外壁間의 中心線으로부터 1層에 있어서는 3m 以內, 2層에 있어서는 5m 以內의 距離에 있는 建築部分.

이 規定에 依하면 隣棟間隔의 最少限은 그림 1-15 와 같이 된다. 이것을 그림1-14 와 比較하면 相當히 좁아서 危險하다는 것을 안다. 即 이法規로

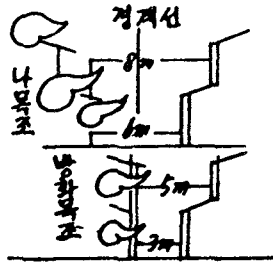


그림1-15. 延焼限界距離(法規)

는 延焼를 防止할 수 없는 境遇가 있다.

8-3. 延焼火災의 延焼限界距離

9-1. 參照.

9. 延焼速度

本節에서는 出火家屋으로부터 逐次로 延焼되어 大火에 이르기까지의 延焼速度를 取扱한다. 元來가 不明確하기 쉬운 事項이나, 過去의 諸 研究를 綜合하여, 應用에 便한 形式으로 간추린 것이다. 應用이란 都市火災의 延焼速度算定, 都市火災危險度算定 등이다.

9-1. 基本事項

本節의 結果는 應用을 主로 한 가답에 基本事項은 相當히 簡明하게 假定하였다.

가. 建物の 層數와 着火時間

普通의 木造市街地를 對象으로 한 關係上, 1層 및 2層에의 延焼時間만을 問題로 하면 아래의 같다. 그리고 木造는 裸木造로 한다.

우선 燃焼家屋의 層數가 延焼에 미치는 影響은 無視한다. 燃焼家屋周邊의 等溫面은 4-2 나에 의하여 拋物線面으로 생각한다. 그림1-16은 燃焼家屋의 直面한 2層家屋이며, 各層의 上端이 같은 等溫面上에 있고, 따라서 着火時間이 같은 境遇를 表示한다. 等溫面은 $h=pd^2$ 으로 表示되므로, 1層과 2層과의 擔高 h_1, h_2 및 各各의 燃焼 家屋과의 間隔

d_1, d_2 의 關係는

$$d_2/d_1=(h_2/h_1)^{1/2}$$

이 式의 h_2/h_1 을 1.7 이라고 보면,

$$d_2=1.3d_1$$

그림1-16 層數에 따른 着火의 比較

即 어떤 때에 1層이 着火하면, 1.3倍의 間隔을 갖는 2層은 同時에 着火된다. 그러므로 이 關係에 의하여, 1層 着火의 境遇가 解明된다면 2層 着火의 境遇는 容易하게 알 수 있다.

나. 延焼限界距離

延焼限界距離 $D(m)$ 에 對해서는 出火家屋으로부터 隣家에로 延焼하는 境遇는 第8節에 記述하였다. 그 內容은 飛火 或은 불티(火粉)에 依한 延焼는 包含하지 않았으며, 또 設計에 데이터로서 參考가 되도록 風速은 一律的으로 定했다.

그러나 延焼限界距離는 實際로는 風速에 따라 다르며, 또 飛火나 불티에 依한 延焼도 考慮하지 않으면 안 된다. 그 結果 延焼限界距離는 表1-23 이 된다.

表1-23. 延焼限界距離(1層에서 2層에로의 延焼)

風向	延焼 時間	延焼限界距離 m
風下	出火로부터 10分 以內	$D_1=5+v/2v$ 는 風速(m/sec)
	出火로부터 10~30分	$D_2=1.5 D_1$
	出火로부터 30~60分	$D_3=3 D_1$
	出火로부터 60分을 넘을 경우	$D_4=5 D_1$
風上	時間에 關係 없음	$D'=5+v/5$
風側	時間에 關係 없음	$D''=5+v/4$

1層에서 2層에로의 延焼限界距離는 前項에 依해서 表1-23의 D 의 1.3倍로 한다.

9-2. 燃焼速度 및 延焼速度

가. 風下延焼

(1) 出火家屋의 出火로부터 隣接家에로의 着火時間……出發點은 그림1-17에 있어서, 家屋幅 a (m)의 中央으로 한다. 불은 家屋內를 $a/2$ 距離만큼 번져나가, 다시 隣接間隔 $d(m)$ 를 지나서 隣棟에 着火한다. 出火로부터 이 着火時까지의 時間을 t_0 (分)라 하면,

$$t_0 = \frac{3+3/8a+8d/D_1}{1+1.0 v}$$

여기에 v ...風速(m/sec), D_1 ...延燒限界距離(m)
이 式의 形은 a 및 d 의 影響이 서로 無關係로 하였다. 이것은 應用上의 便宜에서다. d 의 影響은 d/D_1 를 變數로 使用했으나, 이것은 類燒의 性質을 比較的 簡單히 나타내는데 便利하다.

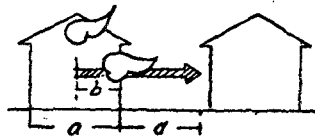


그림 1-17. 出火로부터 隣棟着火까지

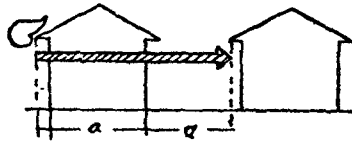


그림 1-18. 延燒着火로부터 다음의 隣家에로의 着火

또한 上式의 D_1 은 1層에서 1層으로의 延燒에 對해서는 表1-23에 依하고, 1層에서 2層으로의 延燒에 對해서는 D_1 代身에 $1.3 D_1$ 을 代入한다.

또 出火位置가 家屋內의 中央이 아닌 境遇는, 그림1-17에 있어서 出火點에서 風下側의 外壁까지의 距離를 b 로 하면, 上式의 a 를 $2b$ 로 換置한다.

(2) 延燒着火로부터 隣家에의 着火時間(그림1-18).....이 時間은, 火災延燒의 初期로부터 火災가 逐次 擴大함에 따라 縮아진다. 이 延燒의 擴大를 出火로부터 時間으로 區分하면, 延燒着火로부터 다음의 隣家로 着火時間은 表1-24가 된다.

이 時間에는 顯著한 飛火는 除外하고 있다. $a=8$ m 라 하고 t_0 및 t_1 에서, 出火後 10分까지의 延燒距離를 算出하여 이것을 6倍해서 時速을 내면 그림1-19 a 曲線으로 된다. 第3章 第3節에는 過去의 實例에 依한 火災初期 10分間의 平均 延燒速度가, 그림9~1에 表示되어 있으나 그것을 本節의 그림1-19 a 와 比較하면 잘 一致되고 있다.

다음에 이와 같은 方式으로 t_4 로 부터 大火時의 延燒速度를 計算하면 그림1-19 b 曲線이 된다. 이것도 第3章 第3節의 實例에 依한 그림9-1과 잘 一致되고 있다.

나. 風上延燒

風上延燒는 時間的으로 無關係인 式에 依한다. 即 1層着火로부터 隣家 1層에의 着火時間을 t' (分)로 하면 다음 式이 된다. 1層으로부터 2層으로 延燒되는 境遇는 다음 式의 D' 를 $1.3D'$ 로 換置한다.

표1-24. 延燒着火로부터 다음의 隣家에로의 着火時間 (1層에서 2層으로의 延燒)

出火로부터의 時間	延燒着火로부터 다음이 隣家에로 着火된 때까지의 時間 t' (分)
出火에서 10分 以內	$t_1 = \frac{3+3/8a+8d/D_1}{1+0.1 v+0.007 v^2}$
出火에서 10~30分	$t_2 = t_1/1.2$
出火에서 30~60分	$t_3 = t_2/1.4$
出火에서 60分을 넘을 境遇	$t_4 = t_1/1.2$

註: v 는 風速(m/sec), D_1 은 10分까지의 延燒限界距離(m) (表1-23)

$$t' = \frac{3+3/8 \cdot a+8 \cdot d/D'}{1+0.002 v^2}$$

여기에 D' ...延燒限界距離(m), (表1-23에 依함)

a ...出火家屋인 때는 出火點에서 風土外壁까지의 距離의 2倍 延燒家屋에 對해서는 家屋幅(m)

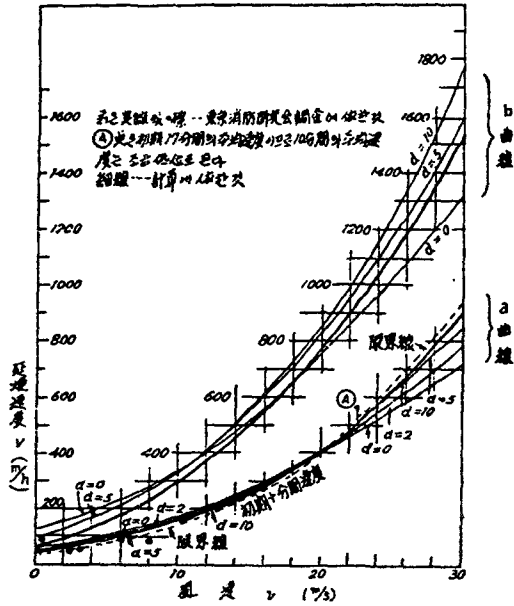
d ...隣棟間隔, v ...風速(m/sec)

$a=8$ m로 하고, 延燒速度를 計算하면 그림1-20 a. 그림中の 點은 過去의 實例로서, 大略 合致되고 있다.

다. 風側延燒

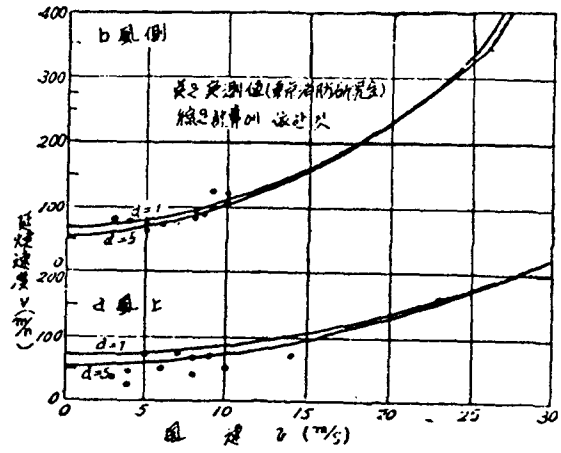
上記 風土延燒의 境遇와 같은 記號에 依하여, 風側延燒의 境遇를 表示하면,

$$t'' = \frac{3+3/8a+8d/D''}{1+0.005 v^2}$$



a. 曲線 初期 10分까지의 速度
b. 曲線 大火로 成長後의 速度

그림 1~19 火災延焼速度



a. 風上延焼 b. 風側速度

그림 1~20

a=8m로 하여, 延焼速度를 計算하면 그림1-20 b. 그림中の 點은 過去의 實例로서, 大略 合致 되고 있다.