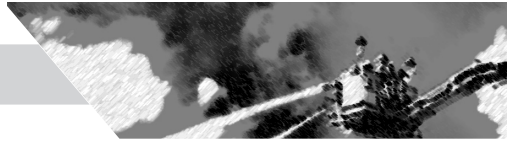


第六章



建築物火災

建築物因材質的不同，故發生火災時，特性及情形也有所差異。目前國內建築物皆朝高樓發展，故對高樓及地下建築物的特性及發生火災時搶救上之注意事項應加強研讀。本章節特別對相關名詞定義做深入了解，如閃燃、中性帶、燃燒速度、火載量及火載量密度等。

壹、木構造建築物火災

一、木構造建築物火災燃燒過程

(一)木構造建築物火災燃燒過程可分七個階段

起火原因→無焰著火→發焰著火→起火→最盛期→燃燼倒塌→滅火

(二)木構造建築物火災燃燒過程各階段影響因素

階段名稱	影響因素
起火原因 ↓ 無焰著火	影響本階段時間長短因素有二： 1. 火災發生原因種類：如油類引火或煙蒂著火。 2. 發生場所位置：如油類氧化引火可能要數週或煙蒂著火需數小時。
無焰著火 ↓ 發焰著火	影響本階段時間長短因素有三： 1. 火災原因之程度。 2. 發生場所。 3. 空氣供應條件。 (1)從無焰著火到發焰著火此時若不斷有自然通風者，必然立刻發焰。



階段名稱	影響因素
	(2)木造建築物若達到 260℃左右，將立即發展到發焰著火階段。
發焰著火 ↓ 起火	影響本階段時間之快慢因素有二： 1.發焰著火之位置：以日本式榻榻米為例。 (1)單是石油灑落而著火，欲延燒至天花板尚需一段時間。 (2)若是油爐打翻流至地板而著火，則只需 2.5 分鐘，天花板即燃燒。 2.住宅構造：如牆壁為石灰壁，則起火時間較長。 本階段之分界點，係以天花板燃燒為分界點，天花板開始燃燒即進入起火階段，而側壁上端或屋頂燒透時，即進入全盛期。
起火 ↓ 最盛期	影響本階段時間之長短因素有二： 1.風（空氣供應條件）： (1)起火初期燃燒規模小，空氣供給尚充分，可進行完全燃燒。 (2)若燃燒持續，而門窗緊閉，將因空氣不足，燃燒將逐漸轉弱，直至窗戶破裂陷落，或屋頂一部分陷落燃燒才轉為熾烈。 2.建築物之構造： (1)若為木構造則此階段時間較短，磚石或鋼筋混凝土則較長。 (2)若內部裝修為一般易燃建材則此階段時間較短，反之則長。
最盛期 ↓ 燃燼倒塌	側壁上端或屋頂燒透時，即進入全盛期，而建築物之屋頂、牆壁燒落只剩支柱挺立燃燒，即進入燃燼倒塌期。 影響本階段時間之長短因素有四： 1.開口部是否開啟：門窗開閉影響空氣供應，亦影響本階段時期長短。 2.牆壁性質：建材或裝修材料之燃燒難易性直接影響本階段時期長短。 3.建築物構造：木構造則此階段時間較短，磚石或鋼筋混凝土則較長。 4.風速大小：風速有助燃及加速空氣流動，提供燃燒所需氧氣。
燃燼倒塌 ↓ 滅火	1.建築物之屋頂、牆壁燒落只剩支柱挺立燃燒，即進入燃燼倒塌期。 2.此時火勢急速衰退，最後支柱倒塌，剩餘木材餘燼，則成煙燻狀態。

(二)木構造建築物火災燃燒過程火災溫度

實驗紀錄依據日本東京大學實驗火災室內溫度與時間變化紀錄表，如下表：共分八個階段

第一階段 0→A 火災初期出現白煙，慢慢轉變為黑煙

第二階段 A→B 火災室窗口冒出火焰

第三階段 B→C 火災室牆壁開始冒出火焰



- 第四階段 C→D 樓板及牆壁開始燃燒
 第五階段 D→E 此階段進入火災全盛期，火災溫度 1078°C 約持續 8 分鐘
 第六階段 E→F 此階段樓板、牆壁全部燒燬
 第七階段 F→G 僅剩殘餘木構架
 第八階段 G→H 火災室倒塌

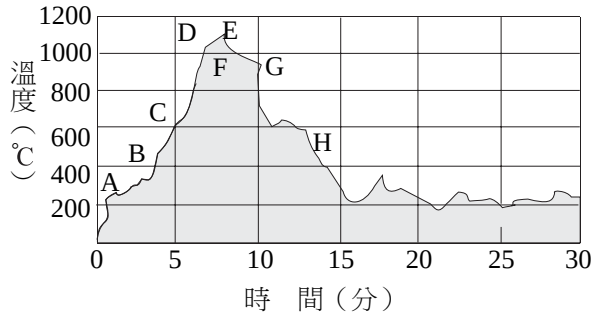


圖 6-1 火災實驗例

依實驗紀錄得以下結論：一般木構造建築物火災最高溫度約在 1100°C~1200°C。

註：陳弘毅，《火災學》，85 年二版，P.134~135。

(四)火災溫度曲線

1. 火災溫度隨時間經過而生變化，此種溫度與時間之關係圖稱為火災溫度曲線。
2. 自起火燃燒後，記錄時間與溫度之變化所連成之曲線，稱為火災溫度曲線。
3. 木構造建築物火災溫度標準曲線係以時間為橫座標、溫度為縱座標。

(ㄅ)木構造建築物火災溫度標準曲線

1. 定義：

- (1) 係指實體火災實驗自起火後，紀錄時間與溫度之變化所連成之曲線稱為火災溫度曲線，而經多次實體紀錄而定出一標準曲線稱之。
- (2) 木構造建築物火災溫度標準曲線係以時間為橫座標、溫度為縱座標。請參閱圖 6-2。
- (3) 此曲線係經記錄多次實驗之結果，經整理後，所定出之曲線。



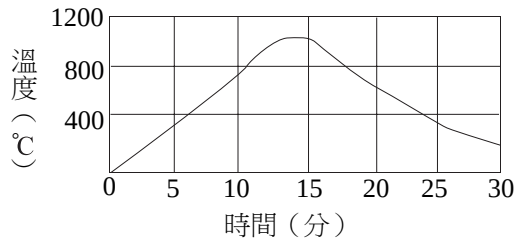


圖 6-2 火災溫度標準曲線（經由實驗記錄定出之曲線）

2. 木構造建築物火災溫度標準曲線功用：

- (1)可作為木材加熱試驗之資料。
- (2)可作為防火構造之基礎。

(六)火災等溫線

1. 定義：係以火災建物外壁最下緣 A 點為基準點（見圖 6-3）。測定鄰棟建築物壁面之溫度，將同一溫度之各點所連成之曲線，稱為火災等溫線。

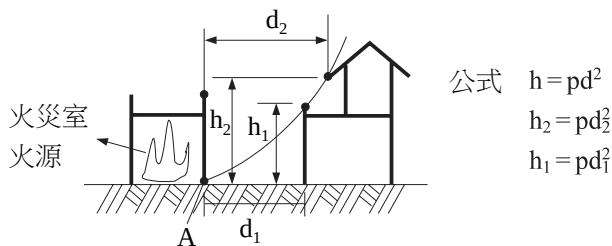


圖 6-3 火源建築物燃燒時之等溫面

2. 其曲線亦可以下列公式表示之：

$$h = pd^2$$

d：距火源之距離（單位為 m）

h：鄰接建築物之高度（單位為 m）

p：燃燒係數

(七)木構造建築物延燒原因

1. 木構造建築物延燒原因有三：

- (1)接焰：直接與火焰接觸而引燃。
- (2)輻射熱：建物表面受輻射熱量之大小、受火災面、時間長短、輻射



距離遠近而異。

(3)飛火：係由火場氣流或風將星火引至他處。

註：①建築物受熱面所受之輻射熱，其單位面積所受之輻射熱與燃燒建築物之間的距離平方成反比。

②高溫物體所釋放出來的能量與其物之絕對溫度之四次方成正比。

2. 影響木構造建築物延燒原因有五：

(1)延燒時間：鄰接建築物會被延燒，多在建築物處於火災最盛期。

(2)受風速影響：

①當風速較小（每秒 3m 左右），對鄰接建築物之延燒，通常僅限於下風側 2~3m 之範圍。

②風有助燃、幫助火災之延燒與擴展之效果：

A. 因風帶動輻射熱引燃周圍建築物。

B. 下風處引火舌侵襲，直接引燃。

C. 火粉飛濺造成飛火，使延燒範圍擴大。

(3)受材質影響：

①新建材較舊建材不易燃燒。

②建材表面光滑較表面粗糙不易燃燒。

(4)溼度和延燒速度：空氣濕度低，則可燃物含水量相對減少，而含水量低之可燃物較易燃燒，反之則較不易。

註：實效濕度低時，發生火災危險大，燃燒速度也更快。故日本法令規定當實效濕度低於 60% 以下時，需發布火災警報。

(5)溫度：木構造建築物若表面受熱在 250℃，即有延燒的危險。

(ㄅ)延燒危險界限溫度：當可燃物表面之溫度超過某一界限之溫度，即有延燒之危險，此一界限溫度稱為延燒危險界限溫度。如木構造建築物若表面受熱在 250℃，即有延燒之危險，故 250℃即稱為木構造之延燒危險界限溫度。

(ㄅ)木構造下風處之延燒界限距離、延燒時間及延燒速度

以下公式係由日本濱田博士建立之預估模式計算公式：

1. 下風處第一棟預估模式計算公式：

D：延燒界限距離 (m) = $5 + 0.5 V_w$ (風速)

$$t：延燒時間 (min) = \frac{3 + \frac{3}{8}L + 8 \times \frac{d}{D}}{1 + 0.1V_w}$$



$$V_d: \text{延燒速度 (m/min)} = \frac{\text{起火點至鄰棟建築物距離}}{\text{延燒時間}} = \frac{\frac{L}{2} + d}{t}$$

L : 木構造建築物一邊之長度 (m)

d : 兩棟建築物之間距 (m)

V_w : 風速 (m/sec)

D : 延燒界限距離 (m)

t : 延燒時間 (min)

V_d : 延燒速度 (m/min)

2. 下風處第二棟預估模式計算公式：

D : 延燒界限距離 (m) = $5 + 0.5V_w$ (風速)

$$t : \text{延燒時間 (min)} = \frac{3 + \frac{3}{8}L + 8 \times \frac{d}{D}}{1 + 0.1V_w + 0.007V_w^2}$$

$$V_d: \text{延燒速度 (m/min)} = \frac{\text{起火點至鄰棟建築物距離}}{\text{延燒時間}} = \frac{\frac{L}{2} + d}{t}$$

(ㄒ)木構造上風處之延燒界限距離、延燒時間及延燒速度

以下公式係由日本濱田博士建立之預估模式計算公式：

D : 延燒界限距離 (m) = $5 + 0.2V_w$ (風速)

$$t : \text{延燒時間 (min)} = \frac{3 + \frac{3}{8}L + 8 \times \frac{d}{D}}{1 + 0.002V_w^2}$$

$$V_d: \text{延燒速度 (m/min)} = \frac{\text{起火點至鄰棟建築物距離}}{\text{延燒時間}} = \frac{\frac{L}{2} + d}{t}$$

(ㄒ)木構造側風處之延燒界限距離、延燒時間及延燒速度

以下公式係由日本濱田博士建立之預估模式計算公式：

D : 延燒界限距離 (m) = $5 + 0.25V_w$ (風速)

$$t : \text{延燒時間 (min)} = \frac{3 + \frac{3}{8}L + 8 \times \frac{d}{D}}{1 + 0.005V_w^2}$$

$$V_d: \text{延燒速度 (m/min)} = \frac{\text{起火點至鄰棟建築物距離}}{\text{延燒時間}} = \frac{\frac{L}{2} + d}{t}$$



貳、耐火建築物火災

一、耐火建築物定義

我國法令中並無耐火建築物或耐火構造之定義。唯我國建築技術規則建築設計施工篇規定有防火建築物及防火構造。

註：所謂防火建築物係指建築物主要構造及外牆為防火構造。柱、樑、牆、樓板防火構造之詳細規定，請參閱建築技術規則建築設計施工篇第 70 條～78 條之規定。

所謂耐火建築物則係指具抗火性能構造之建築物。

二、耐火建築物火災過程

註：陳弘毅，《火災學》，85 年二版，P.140～144。

(一)耐火建築物火災過程：初期→成長期→最盛期→衰退期。

(二)耐火建築物火災過程中各階段特徵及影響因素

影響各階段因素說明如：

1. 初期

(1)本階段特徵：

- ①因耐火建築物氣密良好，若門窗等開口緊密，故室內雖有發焰著火，氧氣將銳減。
- ②火焰短時間熄滅，而形成煙燻悶燒狀態。
- ③多量的煙，充滿室內。
- ④玻璃、開口部因高溫破裂，形成空氣流通，因裂孔不大，火勢不熾烈。
- ⑤室內充滿可燃性氣體，消防隊若貿然打開開口部，因多量空氣湧入火舌迅速從開口噴出，造成危險，此現象稱為複燃。

註：於煙燻悶燒狀態，又突然一舉燃燒稱為複然（backdraft）。

(2)影響本階段因素有二：

- ①可燃物之有無。
- ②可燃物之乾溼程度。

2. 成長期

本階段特徵：

- (1)本階段因空氣形成通路，燃燒轉為激烈，室內溫度急遽上升。
- (2)室內起火點附近可燃物開始燃燒，並移向天花板。



(3)且熱經由火源使四周可燃物溫度提升至燃點，而達閃燃（flash over）。

(4)此時又可分二種狀況：

- ①天花板為可燃性者：此時燃燒的天花板會向地面放射大量輻射熱，促進可燃物燃燒之速度，此現象即是密閉空間特有之「輻射能回饋效果」。
- ②天花板為不可燃性者：此時火舌達天花板時，為了取氧關係，火舌伸長，而向下輻射熱量，但因天花板為不可燃性，故輻射能遠不如可燃性者。

3. 最盛期

- (1)本時期判斷基準：係以閃燃發生與否為判斷基準，此時燃燒速度增加，釋放出大量熱量，溫度持續升高，火勢達於鼎盛。
- (2)本階段特徵：建築物受到重大壓力，此時石灰、石膏乃至混凝土可能發生爆裂而剝離。
- (3)影響本階段時間長短因素有三：
 - ①可燃物數量（火載量）。
 - ②可燃物與空氣接觸面積大小。
 - ③密閉空間開口部大小。

4. 衰退期

本階段特徵：

- (1)可燃物燃燒殆盡，火勢逐漸轉弱。
- (2)室內已可一覽無遺。
- (3)此時開口部尚有火焰噴出，但顏色已淡，煙亦淡薄。
- (4)此時室溫仍高，但不久即呈垂直下降，可燃物已成餘燼。

(三)耐火建築物火災之通風控制燃燒與燃料控制燃燒

耐火建築物火災於進入最盛期時，其持續時間之長短與密閉空間開口部大小、可燃物量、可燃物與空氣接觸面積大小有密切關係，而在此時期之燃燒又可分兩類：

1. 通風控制燃燒（Ventilation controlled）：

- (1)火場初期通風口流入空氣量不足使所有可燃物同時燃燒，故此階段燃燒速度受流入之空氣量決定，而與可燃物表面積無關。
- (2)在可燃物數量大而通風差的地方，如地下室、戲院、密閉室玻璃帷幕，其燃燒速度與時間之長短均受通風狀況所控制。（見圖 6-4）

