

災害防救學報（民國九十七年九月）  
第九卷第一期 第 191~210 頁  
Journal of Disaster Mitigation and Rescue (Sep. 2008)  
Vol.9, No.1, pp.191~210

# 救災據點安全性能評估方法 之探析

## A Study on the Fire Safety Performance Verification Method of the Staging Area

陳威信\* 簡賢文\*\* 熊光華\*\*\*

Wei-hsin Chen Shen-wen Chien Kuang-hua Hsiung

### 目 次

壹、前言	肆、救災據點之安全性能評估
貳、建築物救災支援性能相關議題	一、日本救災據點安全性能檢證前提 條件
一、日本消防法之性能化	二、檢證基準設定及程序
二、我國現況	伍、結論與建議
參、救災據點之運用與考量	
一、救災據點空間之構成	
二、救災據點運用之概念	
三、設定火災規模考量	

關鍵詞：救災據點、性能檢證、加壓防煙系統

\*陳威信，中央警察大學消防科學研究所研究生。

\*\*簡賢文，中央警察大學消防科學研究所副教授。

\*\*\*熊光華，台北市消防局局長暨中央警察大學消防科學研究所副教授。



## 摘要

近年來由於高層建築物或是特殊空間的興建，為了維持原設計理念或設計特性，必須突破現有法令的規範，性能設計遂因應而生，但仍多止於法定硬體防火避難設施及假設消防設備之性能替代及驗證，而不考量消防力介入之影響。但依火災完整的發展模式，消防力的及時介入，對整體消防安全性能，確實扮演積極作為之關鍵角色。英美在保險及火災防阻之體系下，早就將消防力納入評估要項；日本近年來也在長期研究支持下，消防法終於修正，納入消防支援性能的概念與做法；我國台北市也出現既存空間，在無法施作硬體設備之現況下，透過消防支援性能之驗證，經能獲得營建署合法認證之案例。因此，若於建築設計階段便將消防支援性能納入考量，規劃救災據點配合救災，或對於既有建築評估煙熱環境對於救災活動之影響，確保消防人員救災安全，將能有效進行災害管理及損害控制。

### Abstract

As the constructing of high-rise building or special building in recent years, in order to keep original design of the idea or the characteristic, must break the norm of the existing decrees. That is result in performance-based design, but still only for the replacement and quest of hardware fire safety provisions and fire service installations, without the effect of firefighting activities. Moreover, according to the growing fire phase, fire usually been taken into control after expecting to firefighter work effectively suppressing a fire, which had included in the insurance and fire protection system of U.K and U.S.A. Recently, not only the Fire Service Law of Japan was revised for performance-based concept, but also a case had approved by Construction and Planning Agency with performance verification for firefighting activities. Thus, if performance of supporting firefighting and rescue activities were considered on early building design phase, such as providing “staging area” or by assessing the existing buildings for influences of heat and smoke environment for firefighting and rescue activities to guarantee fire fighter's security, that would make managing the incident and controlling damage more effectively.

**Keywords :** *Staging area, Performance verification, Pressurization smoke control system*



## 壹、前言

### 一、研究背景與目的

近年來，國內陸續出現了幾項極具代表性的建築物及交通建設，如：世界第一高樓「台北 101 金融大樓」、東亞最長公路隧道「雪山隧道」；以及帶動台灣一日生活圈的「台灣高速鐵路」，造就了台北及板橋等車站結合了高鐵、台鐵及捷運成為三鐵共構車站，使得交通轉乘更為便利。而這些建築為在有限土地利用追求最大效益，勢必進行深度開挖、高層化發展，亦使得建築物朝向大面積、大規模化；一旦發生災害勢必造成消防單位救援上的困難。以火災為例，從初期火災發生「火警自動警報」設備能夠偵知運動；「自動滅火設備」能夠動作發揮火勢抑制功能；到人員能夠「安全避難」；最後消防人員到達，藉由建築物「消防活動支援性能」，從而順利迅速進行救援救災行動，控制災情減少損失，便構成建築空間消防安全設計上不可或缺的四大關鍵對策。

日本消防法在 2003 年導入消防搶救設備性能化之概念，以客觀的檢證方法驗證評估相關設備於初期擴大抑制、避難安全支援及消防活動支援之性能。消防活動支援性能，係指在火災對象物內，可支援消防人員搶救活動進入及退出動線，及人身安全之相關設施設備及性能。現今建築物型態越益複雜化，如高層建築物或地下建築物倘若發生火災，為了更有效進行搶救、掌握災害現場，以及考量長時間救災後援補給，在消防戰術之應用上，勢必要在接近火場位置選擇適當救災據點，而這個據點必須設在接近安全梯及防火區劃出入口附近位置，以供消防人員安全進行裝備、器材、人員集結，強化消防戰力之用。

此外對於既有建築物要針對其已完成的建築結構、空間區劃等，進行救災據點之增設改善，有其執行之現實困難<sup>1</sup>，因此，本研究希藉由日本總務省消防廳『防火對象物之綜合防火評估基準檢討報告書』中之「消防活動支援性能」評估方法，針對其相關安全性能之要求，於既存空間尋求合理改善與有效利用，增進建築物消防支援之實際性能。

### 二、研究方法

#### (一) 文獻探討法

蒐集國內外救災據點相關規範及透過文獻分析據點內安全性能相關需求。蒐集各國對救災據點相關消防搶救上之必要設施及設置案例，透過日本「消防活動支援性能」評

<sup>1</sup> 簡賢文、陳火炎，「既有建築物消防安全設備改善之研究」，內政部消防署，2002 年 11 月。



估方法瞭解救災據點之基本安全性能需求。

## （二）實地勘查法

透過台北市消防局協助對於台北市部份高層建築物進行踏勘，實際走訪目前可供救災規劃使用空間之現況；參與台北 101 等高層複合用途建築物自衛消防編組演練，據以分析救援、支援性能需求。

## 三、研究範圍與限制

參數數據援引自日本政府公告文件，本文探討目的在介紹此方法之需求性，數據合理性、適用性之檢討分析不在本文之範圍。

# 貳、建築物救災支援性能相關議題

## 一、日本消防法之性能化

### （一）背景

隨著各類場所用途的多元化使用，日本在引進超高層樓建築物、大型空間建築物及巨大複合建築物等大規模、特殊防火對象物所需之新技術或新設備方面，其建築基準法已率先於 2000 年導入性能設計<sup>2</sup>，對於避難及防火構造上增訂有性能式規定。基於上述情形，故在消防法令部分的技術基準也引起相當的討論<sup>3</sup>，認為除了現行的「條例式規定」外，亦應增加「性能式」的規範。日本對於消防設備已訂立許多技術性的規定及規格標準，說明設備設置使用之相關材質、大小，要求內容僅明確限於規格性、一般性，但是否符合場所實際需求則難以進行判定；故為了符合社會各領域需求，遂就消防安全目標之必要性能加以規定，並同時活用科技成果展現工程技術，自由選擇是否以性能規定方式進行設置。

### （二）消防法令之性能規定架構

日本在 1999 年至 2001 年間，消防廳為了使消防安全設備的技術基準導入性能規定而進行相關技術研討，以整體考量方式探討防火安全對策之作法、檢討防火對象物火災

<sup>2</sup> Akeno Fire Research Institute, 性能規定化とは, <http://www.afri.jp/infoafri/afri02.htm>, 2007 年 10 月。

<sup>3</sup> 日本總務省消防廳予防課, 「消防用設備等の性能規定化に係る取組状況」・消防の動き, No.383, 2003 年 2 月。



危險性之評估方式、一定條件下消防安全設備等之性能檢證<sup>4</sup>。後續並於 2002 年為了探討消防安全設備在導入性能規定時所需法令架構，而於 2003 年<sup>5</sup>修正消防法增訂了相關的性能式規定。

與建築基準法的作法一樣，日本消防法在性能規定方面，亦設置了三個模式：「條例式規定」(ROUTE A，修訂後之第 17 條第 1 項)、「客觀檢證法」(ROUTE B，修訂後之第 17 條第 1 項)、「大臣認定」(ROUTE C，修訂後之第 17 條第 3 項)。

「條例式規定」是針對技術基準具體規定材料、規格、構造等內容。以技術基準在制訂時或修訂時之一般性及基準性技術為前提，然後以共通技術為主，所以基準內容少有爭議，對於基準適用亦容易判斷。但因以制訂或修訂時之一般性及基準性技術為前提，缺乏彈性難以因應社會及全球化之變動，使得新技術難以被接受。故在母法修正後，對於日本消防法施行令<sup>6</sup>第 2 章第 3 節第 2 款到第 6 款所規定之滅火設備、警報設備、避難設備及消防搶救上必要設施等之技術基準，已多處設計為性能式規定。

「客觀檢證法」是對技術基準進行客觀、普遍且公正的評估方法，其評估方法必須確認該技術基準是否確實具有所要求的性能，且是否滿足所設置消防安全設備之同等性能。當使用適當之評估方法，在可滿足要求的性能範圍內自由選擇具體的設計方法。但因評估方法係根據過去之技術所得知識經驗而成，如評估對象超過設定之範圍時，便無法以這個方法來進行評估。

「大臣認定」與建築基準法所施行之方法一樣，係委由具高度技術知識的第三機構針對性能規定進行技術檢證，總務大臣再根據其性能評估結果進行認定，故可對「客觀檢證法」所無法評估之新技術設備進行性能評估之方法。

日本消防法第 17 條第 1 項之防火對象物在設置消防安全設備時，可以選擇下列其中一種方法來提出申請，如圖 1：根據傳統技術來設置與以前相同的設備時，以「條例式規定」提出申請；申請之設備具有客觀檢證法中各種不同技術時，以「客觀檢證法」提出申請；如開發出客觀檢證法所未曾提及之設備時，則以「大臣認定」來提出申請。

<sup>4</sup> 日本總務省消防廳予防課，「防火対象物の総合防火安全評価基準のあり方検討会中間報告書」，2002。

<sup>5</sup> 法庫，《消防法》，<http://www.houko.com/00/01/S23/186.HTM#top>，2007 年 10 月。

<sup>6</sup> 法庫，《消防法施行令》，<http://www.houko.com/00/02/S36/037.HTM#top>，2007 年 10 月。



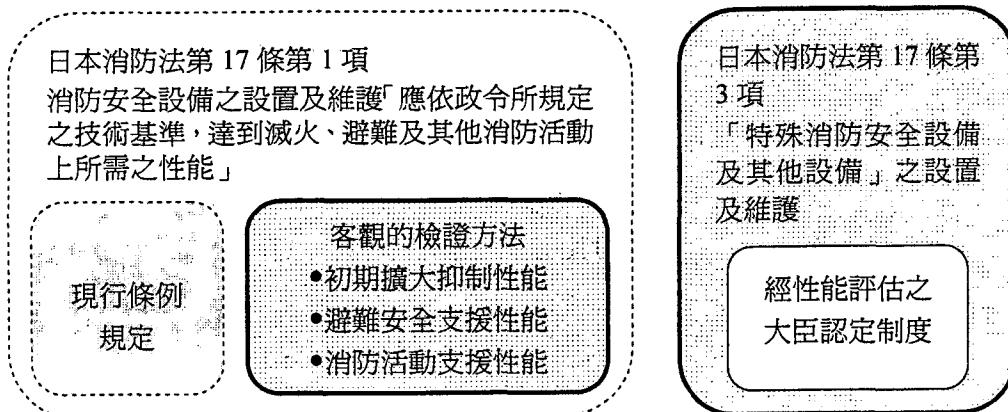


圖 1 設置消防安全設備或其他設備之規範選用<sup>7</sup>  
(實體線表示為修法後新增之內容)

## 二、我國現況—以台北市南港軟體工業園區二期工程變更設計案為例

### (一) 背景<sup>8</sup>

南港軟體工業園區二期工程之規劃重心在以排列式分棟建築型態進行整合，為避免一期工程過多單棟建物及中庭所造成動線冗長及公共空間浪費，因此將主建築物集中至三棟，採取北、中、南三棟南北向錯開之長方形建物為主要架構，由北至南分別編號為 F、G、H 棟，共計為地下 4 層，F 棟為地上 21 層、G 棟為地上 18 層、H 棟為地上 14 層之鋼骨造建築物，其中地下四樓至地上二樓為三棟相互連通，地上二樓以梯廳和中央走廊串連三棟間的使用單元，三樓以上則獨立為三棟，其主要用途均為一般事務所。

該案由於二期工程（F 棟、G 棟及 H 棟）11 層以上部份，即使設有自動撒水設備，於建築技術規則<sup>9</sup>規定，其防火區劃仍不得超過  $1000\text{ m}^2$ 。因該案在設計初期未發現此狀況，加上承租戶大多已搬入二期園區內，鑑於加裝防火捲門等補救方式，將造成紛擾與困難，因此將採性能驗證方式，印證在此設計下，其空間仍是安全無虞。

主要針對「消防活動支援性能驗證」，藉調查園區工作人員操作室內消防栓，進行初期滅火能力與動員鄰近消防隊人力裝備進入火場射水的時間分佈，輔以延燒面積與滅火

<sup>7</sup> 日本總務省消防廳，《消防白書》，平成 15 年版，2002 年。

<sup>8</sup> 何潤興業股份有限公司，「南港軟體工業園區二期新建工程防火避難性能設計計畫書」，2007 年 3 月。

<sup>9</sup> 全國法規資料庫，《建築技術規則建築設計施工篇》，<http://law.moj.gov.tw/>，2007 年 10 月。

時間關係之分析，驗證其火災延燒防止之性能，以釐清該案在 11 層以上防火區劃雖超過  $1000\text{ m}^2$ ，但在避難安全與火災控制上，仍符合必需安全水平之目的。

## （二）驗證方法

參考日本東京消防廳火災預防審議會之評估方法<sup>10</sup>，依據建築物內部空間、設備動作狀態與自衛消防編組之應變能力等，進行建築物潛在火災危險性之評估，藉由火災發展各階段之臨界時間、自衛消防編組初期應變活動、防災設備動作及消防隊抵達現場開始射水等相互關係之有效機率值，進行探討建築物起火後，火災成長各階段之發生機率、燒損面積預測以及考量各安全對策（包含消防隊搶救效益）下，計算出平均燒損面積預測值。

火災以同心圓形狀延燒擴大之觀念來計算各階段之燒損面積，即燒損面積  $S (\text{m}^2)$  由時間  $t (\text{sec})$  與延燒擴大速度  $V (\text{m/sec})$  計算之，並以火災發展各階段可能動作發生機率及界限時間，計算各階段燒損面積進而計算下一階段燒損面積。

$$S = \pi(V * t)^2$$

消防隊抵達現場射水所需時間 ( $T_{total}$ ) 之計算概念：自火警動作後至消防隊抵達現場射水的時間，其中  $t_{not}$  為火警動作後經現場確認通報 119 所需時間，其中包括了火警動作後前往起火樓層、抵達起火層後確認起火室以及抵達起火室後通報 119 的時間； $t_{FF}$  為消防隊接獲報案至抵達現場射水的時間，其中並考量消防隊離發生火災之建築物最接近之距離及起火樓層與避難樓層的樓層差距。

$$T_{total} = t_{not} + t_{FF}$$

換言之，由平均燒損面積預測值來觀察延燒擴大控制效果，即可顯示出消防隊搶救活動的進行是否能成功將火勢侷限在防火區劃內，不再繼續延燒到其他區劃。

## （三）驗證結果

該案為驗證在樓層 11 樓以上之使用樓層，在防火區劃超過  $1000\text{ m}^2$  的條件下，利用消防設備的動作機率、操作時間、人員/防災中心之初期緊急應變活動及火災發展模式之界限時間，再配合消防隊抵達射水時間，評估其火災延燒面積之可能燒損範圍。

由初期滅火與火災延燒的性能驗證中顯示，消防隊抵達射水時間皆介於火勢發展中階段 3 到階段 4（火災最盛時期到突破起火居室）的界限時間內，就各評估區劃與樓層而

<sup>10</sup> 東京消防廳火災預防審議會，「建築物の防災特性に応じた防火安全性の評価—延焼拡大抑制の評価（火災予防審議會答申）」，1999 年 03 月。



言，依日本東京消防廳審議委員會評估方法之參數，驗證結果<sup>8</sup>顯示單一區劃之平均燒損面積為  $140.78\text{ m}^2 \sim 234.43\text{ m}^2$ ，佔該防火區劃面積之 10.56% ~ 15.5%。

此驗證結果對於防火區劃在  $1000\text{ m}^2$  以上的空間而言，火勢仍可被侷限於同一防火區域內，並未產生延燒至同一樓層之其他區劃；就人員避難安全觀點，該防火區劃之內部人員只需要避難至其他相對安全區域（其他鄰近防火區劃），就能確保第一階段之人員初期避難。

因此，為考量現況符合經濟合理的有限投資，依建築物實態，以評估建築物潛在火災擴大危險性為前提，計算出「平均燒損面積」之預測值，再加上消防活動支援能力控制火勢延燒，此一驗證方法更顯示了消防活動支援性能對於災害管理及損害控制之價值。以上方法及實例應用突顯—我國同日本一樣，亦有將消防支援納入性能評估之發展必要性，故日方才會在 1999 年東京消防廳火災預防審議會建立評估方法後，繼而產生 2003 年消防法性能化之推動與實施。

## 參、救災據點之運用與考量

火災因意外而隨時間成長之特性發展，一般建築物可藉依法設置硬體設備與軟體對策來進行滅火、避難逃生與救援；然而面對超高層建築、地下場站、大面積用途……等特殊空間<sup>11</sup>時，人員無法在第一時間即安全逃生，勢必有二次避難及等待救援之境況需求，此時抵達的救災人員須擁有更精良的裝備器材與人力訓練，才能在擴大的火勢環境中，進行有效的人命搜索救援。再者，都會區及重要設施一旦遭遇恐怖攻擊，其瞬間強大的災害規模，也非依法設置的消防設備及自衛消防編組所能面對。除需要精良的消防專業隊伍外，縱使依法設置了消防搶救上之必要設備，但若是因火煙波及設置地點而無法接近使用，空有輔助機具卻不具使用空間，又如何發揮消防支援性能之實際價值。

因此，災害中亦必須確保消防搶救上必要之必要空間，新加坡消防法<sup>12</sup>即規定此空間面積不得小於  $6\text{ m}^2$ ，其救災據點之規劃提供配合輔助器材能夠操作使用，美國 NFPA 101<sup>13</sup>規定以 NFPA 92A 進行煙控系統性能驗證，在煙層厚度小於  $1525\text{ mm}$  時，據點煙層溫度至少在  $93^\circ\text{C}$  以下；煙層厚度超過  $1525\text{ mm}$  時，煙層溫度至少小於  $49^\circ\text{C}$ ，並保持氧氣濃度在 16% 以上且一氧化碳濃度在  $30,000\text{ ppm/min}$  以下。為消防人員建立一個相對有利的空間環境，使得支援救災活動之構想得以實現在險惡的災害環境中，及時進行有效

<sup>11</sup> Shen-Wen Chien, "A Research of Evacuation and Rescue Operation on Mass Transit System", Earthquake Engineering and Engineering Seismology, Volume 3, Number 1, March 2001, pp. 79–82.

<sup>12</sup> Singapore Civil Defence Force, Fire Code, 2002.

<sup>13</sup> National Fire Protection Association, Life Safety Code, NFPA 101, 2003.



的災害管理及損害控制。

## 一、救災據點空間性能之構成

至於救災據點之構成，救災據點為前線消防人員救災安全之確保地點，以特別安全梯間為例，如圖 2 所示：消防人員由特別安全梯進入起火樓層，並選擇特別安全梯排煙室作為救災據點；利用防火區割送入新鮮空氣加壓使排煙室成為一個正壓環境，而對起火居室進行排煙，形成防煙屏障控制煙流，再加上考量模擬救災實況，計入消防人員打開安全門進行搶救對設計壓力環境造成之影響，防止煙流竄入排煙室進而流入特別安全梯間，形成避難安全之危險因子。

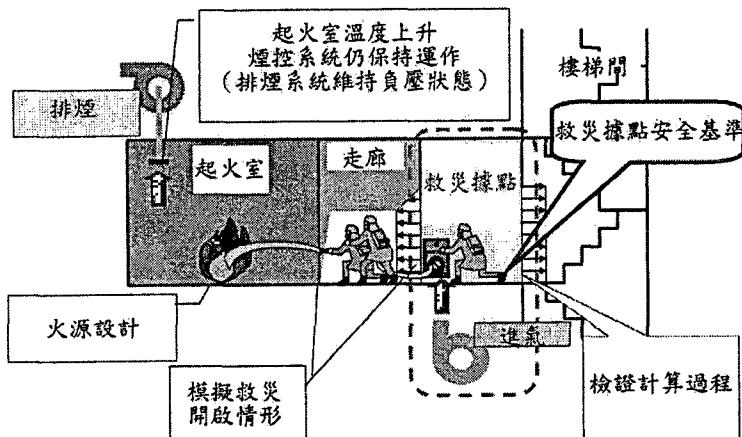


圖 2 使用加壓排煙系統之救災據點性能構想

(資料來源：NOTAKE, H., 2006. )<sup>14</sup>

雖目前認為特別安全梯之排煙室及緊急昇降機間似較適合供作救災據點，但其操作空間區劃、面積大小及作業時防火門無法關閉等條件下性能如何？因此必須建立一套性能檢證方法加以評估；而此檢證方法亦可評估其他具有與上述空間同等性能之樓梯間排煙室等類似空間當作救災據點使用。

<sup>14</sup> NOTAKE, H., "Performance Verification Method of Pressurization Smoke Control Systems For Staging Areas of Firefighting and Rescue Activity", Proceedings of 6<sup>th</sup> International Conference on Performance-Based Codes and Fire Safety Design Methods, June 2006.



## 二、救災據點運用之概念

為了能夠在消防戰術上實際運用，以及能夠顧及救災人員相關安全，救災據點必須要能夠滿足以下需求<sup>15</sup>：

- 於建築物內選定適當地點設置救災據點，並具備安全之路徑，可供搶救計畫設定搶救路線並規劃如何到達，遇到緊急事故時亦能安全退避。
- 模擬成長期之火災，在火災層進行消防活動時，能夠提供一個安全環境空間供消防人員能夠停留及使用。
- 模擬全盛期之火災，防火區劃能夠有效阻絕火勢，將火勢控制在一定區域範圍減少損失，保持救災據點結構之完整性及基本環境，伺火勢衰退後再行進入火災層作業。

### (一) 主搜索 (Primary Search)<sup>16</sup>

一般建築物火災規模隨著時間發展如 圖 3 所示，建築物安全設計理念為火災初期由探測器偵知火災發生，連動受信總機發信告知管理人員發生火災，防火管理人隨即啟動自衛消防作業機制，通報班負責通知消防隊消防單位前來救援，滅火班進行初期滅火，避難引導班則引導人員進行避難。而建築物防火避難安全性能驗證即是對此一階段人員避難情形進行評估驗證；隨著火勢擴大，自動滅火設備隨即作動抑制火勢，如果滅火設備能有效安裝，並能確實動作，火勢通常能夠在此獲得控制，隨即進行善後工作；否則便得期待消防人員及時到達展開救災行動進一步撲滅火勢，此時即為主搜索。

<sup>15</sup> 日本総務省消防庁予防課，防火対象物の総合防火安全評価基準のあり方検討報告書（平成 16 年度），2005 年 3 月。

<sup>16</sup> Cook County Board, "Report of the Cook County Commission Investigating the 69 West Washington Building Fire of October 17, 2003", July 2004.



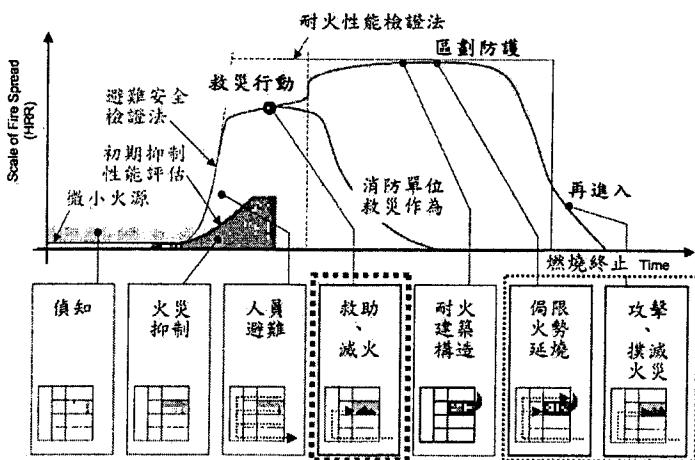


圖 3 火災發展過程與救災行動之關係

(資料來源：NOTAKE, H., 2006. )<sup>14</sup>

在火災初期火勢尚未全面擴大時，建築物中能夠自力避難之人員都已經進行撤離，部份避難弱者以及受到火煙波及來不及逃出的人員，則必須由消防員到達後，快速進入對象物，主要針對起火樓層劃定區域範圍內受火煙威脅區域，快速、有系統地進行搜索救助將受困人員救出火場，並確認起火點進行火勢壓制。為了使消防人員能夠有效的進行救助以及探查火場情況，則要減低火煙影響消防人員的程度，須利用救災據點進行佈署救助滅火等相關作業事宜。

## (二) 次搜索 (Secondary Search)

但如果當消防單位救災作為仍無法撲滅控制火勢，在考量救災人員安全情況下，則採防守作戰方式將火勢延燒範圍侷限於防火區割中，避免損失擴大，伺機而動當消防力足夠或是起火室可燃物燒失殆盡，再以主動攻擊撲滅火災，即為次搜索。

當現場消防力不足時，或其他因子可能造成火勢發展難以一時撲滅，此時消防人員無法進入起火居室進行火勢壓制，僅能利用有限資源及建築物原有的防火區割侷限火災範圍，避免火勢擴大延燒，造成更多損失，在此被動作為的情況之下，利用救災據點規劃路徑持續進行搜索救援，同時對於火勢尚未波及的鄰近區域以及煙的流動路徑可能擴及區域進行全面的系統性搜索，例如：持續對起火居室以上樓層進行人員救助、搜索，因為火災中煙的流動擴散通常才是火場中致死的最大主因；或者當火勢因未知因素而擴大延燒時，消防人員亦能夠利用救災據點逐步進行撤離。

### 三、設定火災規模考量

模擬消防救災行動上面臨之兩種境況（圖 4），火災從初期發展至最盛期之前稱為成長期，此時燃燒規模還不致太大，消防人員得以進入防火區劃內進行搜救滅火；當火災發展至最盛期時，消防人員僅就防火區劃外區域進行搜索，研判火勢延燒路徑進行防護。

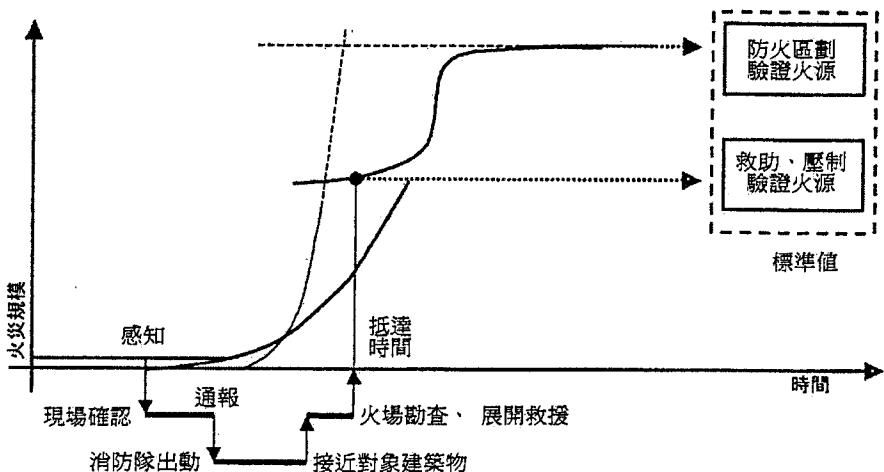


圖 4 消防單位抵達火源假設<sup>15</sup>

#### （一）救助、鎮壓檢討用火源（成長期火災）

救助、鎮壓檢討用火源為考慮消防隊接獲報案通知，到達現場進入救災據點後，所可能遭遇到的燃燒規模，就原則來說是較容易到達起火地點，以適當的消防設備就可以獲得控制，但可能因為區劃內的可燃物種類、擺放及空間特性不同，燃燒擴大的速度亦有不同，如表 1：建築物的規模、是否裝設火警自動警報裝置以及連絡消防機關的通報裝置等，都可能影響了火災察覺及通報所耗費的時間以及消防人員到達鄰近火點救災據點之時間；居室中之火載量及是否裝設消防安全設備、是否作動，都會影響火災發展模式，因此當消防人員抵達起火居室時，現場火災規模因上述因素影響而不同。

另外，為保護消防人員在救災上的生命安全外，確保救援據點、路徑的安全，確保消防救援的有效性，除對於消防救援的據點確保外，對於救援路徑（自救災據點至最遠搜索目標）、煙、熱釋率等條件皆有一定的限制條件，也須配合消防人員救援整備時間的限制。



表 1 救助、鎮壓檢討用火源燃燒規模影響因素<sup>17</sup>

到達鄰近火點之救災據點時間	察覺、通報時間	建物規模
		火警自動警報設備
		消防機關通報裝置
	消防單位到達時間	消防單位車行時間
		建物所在位置
可燃物的擴大速度	找尋起火點	受信總機顯示
	進行救援	建築規模（樓地板面積、樓層數）
		緊急升降機
初期擴大抑制設備	可燃物種類	材質、密度、間隔距離
	空間特性	體積、區割耐火時效
	初期擴大抑制設備	撒水設備等

## （二）防火區割性能用火勢規模設定

主要為檢討火災發生時，建築物其防火區割之設置是否能夠有效侷限火勢擴大延燒，減少週邊區割以外包括起火層以上，尚未逃出人員之危險，可依耐火性能檢證法（平成 12 年國土交通省告示 1433 號）中的檢定方法為基礎。

## （三）靠近據點之火源選定

而最嚴格的檢證方式，則是考慮火勢延燒擴大至鄰近救災據點之居室空間，對救災據點側門的溫度進行評估，模擬救災據點外圍空間開始起火之火災情境。

# 肆、救災據點之安全性能評估

## 一、日本救災據點安全性能檢證前提條件

為利於我國日後推動救災據點性能評估與規劃，特援引日本新設建築物之設計及評估例供參考，並探討分析如下：

### （一）救災據點使用空間

該檢證法適用於耐火建築物中，考量可供作救災據點使用之空間，如：特別安全梯、

<sup>17</sup> Japanese Fire Prevention Division, Fire and Disaster Management Agency, "Report of Technical Study Committee of Integrated Fire Prevention Safety Criteria to Fire Prevention Objects", July 2004.

緊急昇降機間之排煙室或其他具有同等性能之梯間前室等。

以日本「Center-KITA 購物中心<sup>18</sup>」最初設計採利用緊急昇降機梯廳作為消防活動據點之設置，與一般設計相同，但是該計畫有 3 處所採與梯廳共用，與居室之間係利用鐵捲門進行區割，然而此部分可能產生的閉鎖問題及表面溫升問題，對於作為據點的性能可能會產生部分的堪慮問題。因此，對於使用鐵捲門的部份，則考慮利用自動撒水設備之冷卻效果檢討之，讓其接續的樓梯附室可作為消防活動據點之設置。

## （二）防排煙系統

其中以進風機械方式進行加壓防煙（圖 2），進氣口以設置於下方為原則，使據點內部壓力大於鄰近居室空間達到防煙效果；而據點以外居室空間同時以機械排煙或自然排煙設備進行排煙，確保據點加壓進氣後，維持一定路徑進行排氣，而使用自然排煙方式造成的壓力損失可能較小。上述利用壓力來將煙排出的煙控模式可稱為第 2 種排煙方式，其排煙與一般的機械排煙（第 1 種排煙方式）之煙控模式不同<sup>19</sup>，係指起火區割的消防活動據點在進氣的同時也對非起火居室的消防活動據點進行進氣，即利用送風機來製造出居室間的壓力，防止起火室所產生的煙流竄進來，使煙侷限於起火室而被排出屋外，此時的非起火區割的排煙口為閉鎖狀態，其壓力就高於起火居室，即可防止煙擴散到非起火居室，如此消防隊就可利用鄰近的非起火區割來進入起火點。

然而，要如何將起火室的溫度維持在一定的程度，讓排煙系統能夠不因管內溫度達 280 °C 而關閉不動作，則是消防活動支援需要考量的因素，一般防火閘門超過 280 °C 已經運動閉鎖，如果其閉鎖位置於風管前端，則造成整個風管關閉無法使用，排煙系統形同虛設，居室內的火煙溫度情況將持續擴大升高，待消防人員到達可能無法接近起火處進行滅火，同時亦增加搶救之危險，因此，本驗證法所裝設的閘門必須考量其閉鎖機制，在進風機及排煙機持續運轉時保持閘門開啓狀態，並加強排煙之防火區割設計<sup>20</sup>，以免因風管本體之高溫引燃可燃物，造成火勢波及其他區域。

## （三）據點範圍設定

考量救災之可及性及可退避性，以救災據點半徑 50 m 範圍為該據點之搜救範圍，但對象區域若以防煙區割進行設計規劃，則要評估啟動救災據點之防排煙系統可能造成鄰近防煙區割之影響。

<sup>18</sup> 山田 茂，「消防活動拠点に加圧防煙システムを設置した物販店舗(その2)ー(仮称)港北 NT センター-北 SC-」，日本火災學會誌，Vol.56，No.4，283，2006。

<sup>19</sup> 簡賢文、林孟蓉，「消防活動據點之加壓防煙系統設置以日本大阪市 JUSCO Kireuriwari Shopping Center 為例」，消防與防災科技雜誌，民國 95 年 11、12 月。

<sup>20</sup> 普漢登實業有限公司，<http://www.27634068.com.tw/promat/promat2.htm>，2007 年 11 月。



「Center-KITA 購物中心<sup>15</sup>」該計畫之據點設置的基準，係根據日本總務省消防廳及性能驗證委員會對於整個建築物之據點起算半徑 50 m 範圍內設置之指導原則；對於部分不在範圍內的區域，則要確認其沒有消防活動障礙。所謂 50 m 係根據消防隊所使用之水帶、搜救繩之長度及可接近搶救地點距離等而取決的數值。

#### (四) 檢證火源設定

鄰近救災據點 50 m 範圍內，有發生火災之虞之各居室空間，均應納入考量，假設火災持續時間為 1 小時並無進行初期滅火，撒水頭亦未動作，而居室之不燃材料構造體不因火災而塌落破壞區劃空間。依據日本消防廳預防課針對店舖賣場進行可燃物燃燒模擬試驗為例，檢討設計火源大小<sup>21</sup>各分為：大火源 24 MW、中火源 12 MW、小火源 6 MW，依照販賣類別可燃物品大小及密集度進行設計檢討，如表 2。

表 2 火源設計對照表<sup>22</sup>

		物品材質		
		高可燃性	易燃性	低可燃性
陳列物品 大小、可燃 物密度	大、高	衣服、玩具、一 般貨品等	藥品、文具、樂 器、燈具等	冷凍食品、酒類、飲 料、餐具、花卉蔬菜 等
	中	家電、收納用 品、小型家具等	鞋子、皮包、禮品店 等	麵包店、咖啡館等
	小、低	理髮店、沙龍、 小孩遊樂場等	舞蹈教室、市場、算 命店等	珠寶、化妝品、 鐘錶等
		高可燃性及高密度	易燃性或高密度	其他
		大火源設計	中火源設計	小火源設計

## 二、檢證基準設定及程序

驗證方法係根據日本總務省消防廳『防火對象物之綜合防火評估基準檢討報告書』中的「消防活動支援性能」評估方法進行驗證，檢討進行救災活動時，救災據點性能以

<sup>21</sup> 日本總務省消防廳預防課，「消防活動支援性能のあり方検討会報告書（平成 18 年度）」，2007 年 2 月。



維持救災人員安全為考量，繼而能維持基本環境以供進行救災。因此要求救災據點室溫上升小於 10 K，據點與走廊間防火門之平均溫度小於 100 °C，並保持正壓狀態，但防火門仍可正常開啓，以便人員避難逃生或進行消防活動，日本對於防火門開啓之力規定小於 120 N，而新加坡則是較嚴格規定小於 110 N，其中有關救災據點的上升溫度、門的表面溫度、牆的表面溫度、據點門的壓差、據點門的開啓力等，其評估基準整理如表 3 所示。

表 3 消防活動據點的評估基準 15

因火災而造成據點的溫升	10 K 以下
據點門非加熱側的表面溫度	100 °C 以下
據點牆壁非加熱側的表面溫度	100 °C 以下
據點防火門緊閉與開啓 60 cm 狀態下之壓差	具備必要的遮煙壓力以上
據點門的開啓力	120 N 以下

救災據點之檢證評估流程程序如圖 5，根據用途設定火源，計算起火室的溫度，根據熱傳導計算<sup>22</sup>牆壁與門的表面溫度數據，根據由牆壁與門侵入的熱來計算據點的上升溫度。此外，有關據點門的遮煙條件，則要確認其據點防火門門緊閉與開啓 60 cm 狀態下兩者的壓差要大於遮煙性能必要的壓差；並且計算假設除壓差閘門外據點所有開口部為閉鎖狀態下之據點壓力，並確認據點門的開啓力為 120 N 以下。

<sup>22</sup> B. J. McCaffrey, J. G. Quintiere, and M. F. Harkleroad : Estimation Room Temperatures and the Likelihood of Flashover Using Fire Test Data Correlations, Fire Technology, Vol.17, No.2, 1981, pp. 98 - 119.



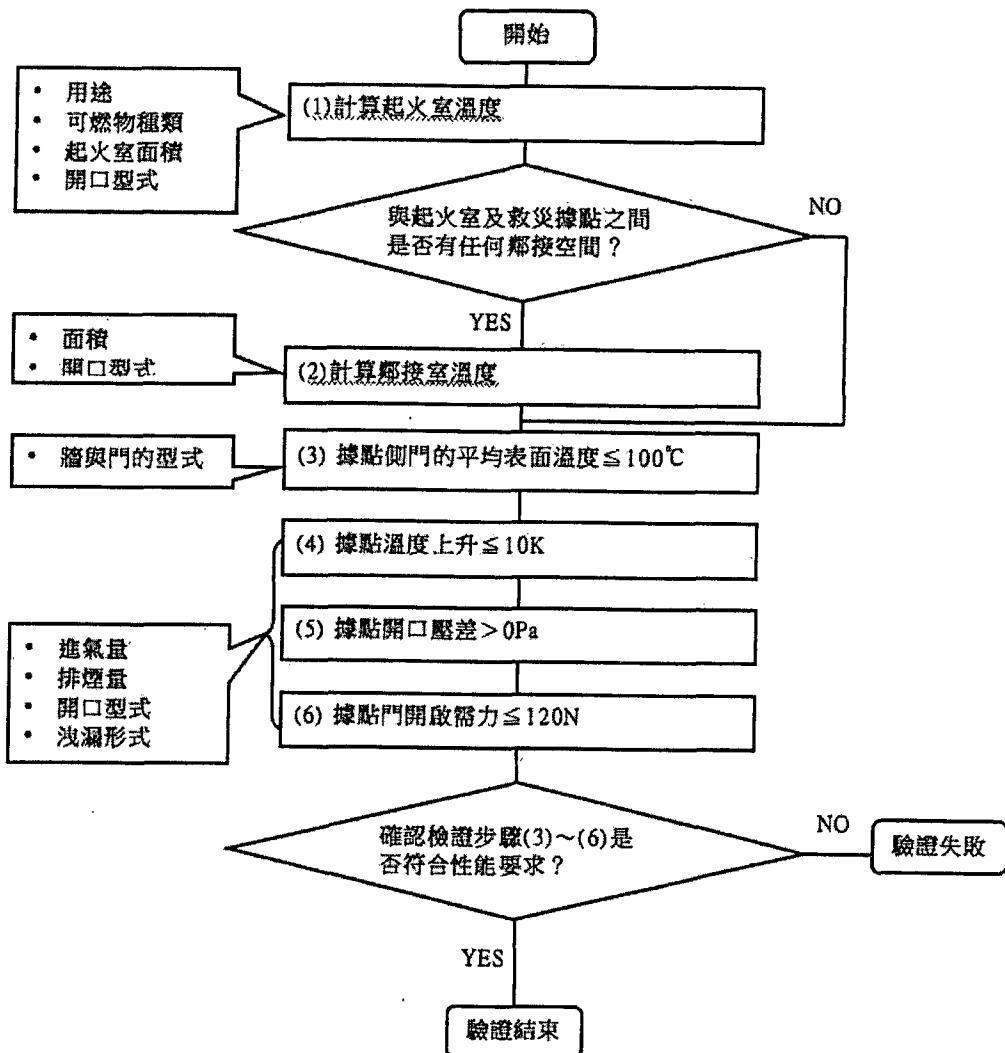


圖 5 救災據點檢證流程圖 14

## 伍、結論

日本救災據點安全性能檢證法檢證過程中其重要安全性能考量要求為：

- 救災據點室溫上升小於 10 K。
- 據點與走廊間防火門之平均溫度小於 100 °C。
- 保持正壓狀態，但防火門開啟之力小於 120 N。

為達此一目標其重要關鍵為進風量 ( $Q_{sup}$ ) 和防火門之阻熱性 (R)，在相關計算案



例<sup>15</sup>使用具遮煙及熱阻抗係數 250 之  $3.36\text{ m}^2$  防火門，在進風量以  $10,500\text{ m}^3/h$  之情況下，能有效防止煙之侵入以及據點內部和防火門溫度上升在可容許範圍內；反觀國內相關法規要求進風量為至少  $4\text{ m}^3/s$  ( $14,400\text{ m}^3/h$ )，在其建議值以上；因此，考量排煙室同時以排煙設備進行排煙不會造成負壓環境，防火門因避難或搶救開啓仍能保持正壓避免煙流侵入<sup>23</sup>；甚至僅以起火居室之防煙區劃內上方之排煙口進行排煙，排煙室下方進風口進行進氣，且進風量足夠減緩排煙室溫度上升，此氣密性良好且區劃完全之排煙室即具備救災據點之安全性能。

救災據點除了上述考量人員救災安全性能之外，進一步便要檢討其所具備之救災應用能力，除據點內應設置消防搶救上輔助設備之外，還要考慮其救災動線是否簡單流暢，為此，救災動線上必需考量其安全性，包括了其結構安定性以及是否會受到火煙波及，確保在動線上不會有坍塌、掉落物等危害，救災據點間距在合理範圍之內，使人員在推進、撤退過程中受到火災溫度影響在一定範圍之下，能確保人員安全。

而考慮建築物內部空間救災動線之設計外，救災車輛接近對象物路線、車輛停放佈署位置以及後續現場指揮中心之設立位置，亦應納入考量其動線是否簡單流暢，並且容易到達，將可減少消防單位到達佈署時間，並配合平時演習及自衛消防編組運作引導消防人員進入，更能有效進行救援減少災情。

## 參考文獻

1. 簡賢文、林孟蓉，「消防活動據點之加壓防煙系統設置以日本大阪市 JUSCO Kireuriwari Shopping Center 為例」，消防與防災科技雜誌，2006 年 11、12 月。
2. 簡賢文、陳火炎，「既有建築物消防安全設備改善之研究」，內政部消防署，2002 年 11 月。
3. 蕭世弘、簡賢文，「醫療院所之避難引導初探」，中央警察大學災害防救學報，第 7 期，2006 年 11 月。
4. 何潤興業股份有限公司，「南港軟體工業園區二期新建工程防火避難性能設計計畫書」，2007 年 3 月。
5. 台北市消防局，「防火門水帶孔設置規範」，2007 年 1 月。
6. B. J. McCaffrey, J. G. Quintiere, and M. F. Harkleroad : Estimation Room Temperatures and the Likelihood of Flashover Using Fire Test Data Correlations, Fire Technology, Vol.17, No.2, 1981, pp. 98 - 119.

<sup>23</sup> 台北市消防局，「防火門水帶孔設置規範」，2007 年 1 月。



7. Cook County Board, "Report of the Cook County Commission Investigating the 69 West Washington Building Fire of October 17, 2003", July 2004.
8. NOTAKE, H., "Performance Verification Method of Pressurization Smoke Control Systems For Staging Areas of Firefighting and Rescue Activity", Proceedings of 6<sup>th</sup> International Conference on Performance-Based Codes and Fire Safety Design Methods, June 2006.
9. Shen-Wen Chien, "A Research of Evacuation and Rescue Operation on Mass Transit System", Earthquake Engineering and Engineering Seismology, Volume 3, Number 1, March 2001, pp. 79–82.
10. Japanese, Fire Prevention Division, Fire and Disaster Management Agency, "Report of Technical Study Committee of Integrated Fire Prevention Safety Criteria to Fire Prevention Objects", July 2004.
11. National Fire Protection Association, Life Safety Code, NFPA 101, 2003.
12. Office of the State Fire Marshal, "Initial Statement of Reasons 2006 International Building Code", California, August 2006.
13. Singapore Civil Defence Force, Fire Code, 2002.
14. 山田 茂, 「消防活動拠点に加圧防煙システムを設置した物販店舗(その2)ー(仮称)港北NTセンター-北SC-」, 日本火災學會誌, Vol.56, No.4, 283, 2006。
15. 日本総務省消防庁予防課, 「防火対象物の総合防火安全評価基準のあり方検討会中間報告書」, 2002。
16. 日本総務省消防庁予防課, 「消防用設備等の性能規定化に係る取組状況」, 消防の動き, No.383, 2003年2月。
17. 日本総務省消防庁予防課, 「防火対象物の総合防火安全評価基準のあり方検討報告書(平成16年度)」, 2005年3月。
18. 日本総務省消防庁予防課, 「防火対象物の総合防火安全評価基準のあり方検討報告書(平成16年度)(資料編)」, 2005年3月。
19. 日本総務省消防庁予防課, 「消防活動支援性能のあり方検討会報告書(平成18年度)」, 2007年2月。
20. 東京消防庁火災予防審議会, 「建築物の防災特性に応じた防火安全性の評価ー延焼拡大抑制の評価(火災予防審議会答申)」, 1999年03月。
21. 財団法人東京防災指導協会, 「超高層建物の火災研究ー消防活動と防火対策」, 平成元年12月。



22. 全國法規資料庫，<http://law.moj.gov.tw/>，2007 年 5 月。
23. 普渼登實業有限公司，<http://www.27634068.com.tw/promat/promat2.htm>，2007 年 11 月。
24. Akeno Fire Research Institute，性能規定化とは，<http://www.afri.jp/infoafri/afri02.htm>，2007 年 10 月。
25. 法庫，<http://www.houko.com/index.shtml>，2007 年 10 月。

