

# 目 錄

中文摘要	.....	i
英文摘要	.....	ii
誌謝	.....	iii
目錄	.....	iv
表目錄	.....	vi
圖目錄	.....	viii
符號說明	.....	xi
一、	緒論	1
二、	物理模式及相關理論	5
2.1	模擬場所配置	5
2.1.1	面積設定	5
2.1.2	模擬分析佈置	5
2.2	熱釋放率	8
2.3	煙層下降危害因子的判定	8
2.4	避難分析	10
2.4.1	避難之安全性評估	10
2.4.2	避難所需時間之設定	11
2.4.3	避難所需時間評估之建立	12
2.4.4	避難所需時間計算的假設	15
2.4.5	避難時間的計算方法與檢視流程	15
三、	數值分析與實證	20
3.1	煙控模軟體	20
3.1.1	FDS 特性概要	20
3.1.2	FDS 限制	20
3.2	格點大小的建立	21
3.2.1	格點設計模式	21
3.2.2	格點佈置說明	22
3.2.3	監測點設置位置	24
3.2.4	測試結果比較與格點模式選定	25
3.3	嚴重度最高之模擬情境配置	31
3.3.1	開口設置與起火點位置的關係	31
3.3.2	嚴重度最高模擬分析情境的建立	33
3.3.3	嚴重度最高模擬分析結果	35
3.4	模擬情境規劃構想	41
四、	結果與討論	44
4.1	單一區劃面積 $A=200\text{ m}^2$ 對應有效開口寬度的避難探討	45
4.1.1	單一區劃面積 $A=200\text{ m}^2$ 對應有效開口寬度 $W=1\text{m}$	45

4.1.2	單一區劃面積 $A=200\text{ m}^2$ 對應有效開口寬度 $W=2\text{m}$ .....	63
4.1.3	單一區劃面積 $A=200\text{ m}^2$ 分析比較.....	81
4.2	單一區劃面積 $A=300\text{ m}^2$ 對應有效開口寬度的避難探討.....	83
4.2.1	單一區劃面積 $A=300\text{ m}^2$ 對應有效開口寬度 $W=1\text{m}$ .....	83
4.2.2	單一區劃面積 $A=300\text{ m}^2$ 對應有效開口寬度 $W=2\text{m}$ .....	91
4.2.3	單一區劃面積 $A=300\text{ m}^2$ 分析比較.....	99
4.3	單一區劃面積 $A=400\text{ m}^2$ 對應有效開口寬度的避難探討.....	101
4.3.1	單一區劃面積 $A=400\text{ m}^2$ 對應有效開口寬度 $W=1\text{m}$ .....	101
4.3.2	單一區劃面積 $A=400\text{ m}^2$ 對應有效開口寬度 $W=2\text{m}$ .....	109
4.3.3	單一區劃面積 $A=400\text{ m}^2$ 分析比較.....	117
4.4	單一區劃面積 $A=500\text{ m}^2$ 對應有效開口寬度的避難探討.....	119
4.4.1	單一區劃面積 $A=500\text{ m}^2$ 對應有效開口寬度 $W=1\text{m}$ .....	119
4.4.2	單一區劃面積 $A=500\text{ m}^2$ 對應有效開口寬度 $W=2\text{m}$ .....	127
4.4.3	單一區劃面積 $A=500\text{ m}^2$ 分析比較.....	135
4.5	綜合討論.....	137
五、	結論與建議.....	151
5.1	結論.....	151
5.2	建議.....	152
參考文獻	.....	153
附錄	舊有建築物防火避難設施及消防設備改善辦法.....	154
自傳	.....	160



## 表 目 錄

表 2-1	穩定火源熱釋放率	8
表 2-2	煙霧濃度與能見距離	10
表 2-3	避難計算採用之人口密度	13
表 2-4	不同狀況避難步行能力分類表	14
表 2-5	居室避難容許時間檢視表	18
表 2-6	避難時間計算表	19
表 3-1	格點設計模式一覽表	22
表 3-2	監測點設於出口附近時危害因子誤差比較表	30
表 3-3	監測點設於場所中央時危害因子誤差比較表	31
表 3-4	情境模擬分析設計模式	35
表 3-5	模擬分析結果一覽表	37
表 3-6	情境設計構想	41
表 4-1	$A=200\text{ m}^2$ 、 $W=1\text{m}$ 之避難所需時間計算一覽表	61
表 4-2	$A=200\text{ m}^2$ 、 $W=1\text{m}$ 之煙層下降與避難所需時間比較表	61
表 4-3	$A=200\text{ m}^2$ 、 $W=2\text{m}$ 之避難所需時間計算一覽表	79
表 4-4	$A=200\text{ m}^2$ 、 $W=2\text{m}$ 之煙層下降與避難所需時間比較表	79
表 4-5	$A=200\text{ m}^2$ 煙層下降與避難所需時間比較表	81
表 4-6	$A=300\text{ m}^2$ 、 $W=1\text{m}$ 之避難時間計算一覽表	89
表 4-7	$A=300\text{ m}^2$ 、 $W=1\text{m}$ 之煙層下降與避難所需時間比較表	89
表 4-8	$A=300\text{ m}^2$ 、 $W=2\text{m}$ 之避難所需時間計算一覽表	97
表 4-9	$A=300\text{ m}^2$ 、 $W=2\text{m}$ 之煙層下降與避難所需時間比較表	97
表 4-10	$A=300\text{ m}^2$ 煙層下降與避難所需時間比較表	99
表 4-11	$A=400\text{ m}^2$ 、 $W=1\text{m}$ 之避難所需時間計算一覽表	107
表 4-12	$A=400\text{ m}^2$ 、 $W=1\text{m}$ 之煙層下降與避難所需時間比較表	107
表 4-13	$A=400\text{ m}^2$ 、 $W=2\text{m}$ 之避難所需時間計算一覽表	115
表 4-14	$A=400\text{ m}^2$ 、 $W=2\text{m}$ 之煙層下降與避難所需時間比較表	115
表 4-15	$A=400\text{ m}^2$ 煙層下降與避難所需時間比較表	117
表 4-16	$A=500\text{ m}^2$ 、 $W=1\text{m}$ 之避難所需時間計算一覽表	125
表 4-17	$A=500\text{ m}^2$ 、 $W=1\text{m}$ 之煙層下降與避難所需時間比較表	125
表 4-18	$A=500\text{ m}^2$ 、 $W=2\text{m}$ 之避難時間計算一覽表	133
表 4-19	$A=500\text{ m}^2$ 、 $W=2\text{m}$ 之煙層下降與避難所需時間比較表	133
表 4-20	$A=500\text{ m}^2$ 煙層下降與避難所需時間比較表	135
表 4-21	模擬情境之煙層下降與避難所需時間比較表	138
表 4-22	模擬情境之避難所需時間計算表	138
表 4-23	不同熱釋放量對不同面積與防煙垂壁模擬情境模式	140
表 4-24	$200\text{ m}^2$ 不同熱釋放量對應不同防煙垂壁之危害時間比較表	141

表 4-25	300 m <sup>2</sup> 不同熱釋放量對應不同防煙垂壁之危害時間比較表	142
表 4-26	400 m <sup>2</sup> 不同熱釋放量對應不同防煙垂壁之危害時間比較表	143
表 4-27	500 m <sup>2</sup> 不同熱釋放量對應不同防煙垂壁之危害時間比較表	144



## 圖目錄

圖 2-1	模擬分析配置示意圖	5
圖 2-2	200 m <sup>2</sup> 模擬分析配置示意圖	6
圖 2-3	300 m <sup>2</sup> 模擬分析配置示意圖	6
圖 2-4	400 m <sup>2</sup> 模擬分析配置示意圖	7
圖 2-5	500 m <sup>2</sup> 模擬分析配置示意圖	7
圖 2-6	避難過程歷時示意圖	11
圖 2-7	避難行動疏散路線示意圖	11
圖 2-8	避難行動步行距離計算示意圖	16
圖 2-9	起火居室避難安全檢證流程圖	17
圖 3-1	格點間距均為 0.1m 均勻分布示意圖	22
圖 3-2	格點間距為 0.2×0.1×0.2m 非均勻分布示意圖	23
圖 3-3	格點間距為 0.2×0.1×0.2m 均勻分布示意圖	23
圖 3-4	格點間距為 0.2×0.2×0.2m 非均勻分布示意圖	24
圖 3-5	場所資料監測點位置示意圖	25
圖 3-6	不同格點模式監測點（出口側）溫度-時間曲線比較圖	26
圖 3-7	不同格點模式監測點（中央側）溫度-時間曲線比較圖	26
圖 3-8	不同格點模式監測點（出口側）消光係數-時間曲線比較圖	27
圖 3-9	不同格點模式監測點（中央側）消光係數-時間曲線比較圖	27
圖 3-10	不同格點模式監測點（出口側）一氧化碳-時間曲線比較圖	28
圖 3-11	不同格點模式監測點（出口側）煙濃度-時間曲線比較圖	28
圖 3-12	開口佈置示意圖(開口在兩側的一端)	32
圖 3-13	開口佈置示意圖(開口在牆面的中央)	32
圖 3-14	起火點佈置示意圖(起火點發生在中間)	32
圖 3-15	起火點佈置示意圖(起火點發生於角落)	32
圖 3-16	起火點設於中央而有效出口設於中央之佈置圖	33
圖 3-17	起火點設於中央而有效出口設於角落之佈置圖	33
圖 3-18	起火點設於角落而有效出口設於中央之佈置圖	34
圖 3-19	起火點設於中央而有效出口設於角落之佈置圖	34
圖 3-20	不同配置下開口面積與時間關係圖	38
圖 3-21	嚴重度最高之模擬情境配置理想正面示意圖	39
圖 3-22	嚴重度最高之模擬情境配置理想側面示意圖	39
圖 3-23	格點佈置分布圖	40
圖 3-24	煙層下降危害時間計算流程圖	42
圖 3-25	煙控設計與避難分析計算流程圖	43
圖 4-1a	單一區劃面積 200 m <sup>2</sup> 溫度分布圖(1)	46
圖 4-1b	單一區劃面積 200 m <sup>2</sup> 溫度流場分布圖(1)	48

圖 4-2a	單一區劃面積 200 m <sup>2</sup> 溫度分布圖(2)	50
圖 4-2b	單一區劃面積 200 m <sup>2</sup> 溫度流場分布圖(2)	51
圖 4-3a	單一區劃面積 200 m <sup>2</sup> 溫度分布圖(3)	53
圖 4-3b	單一區劃面積 200 m <sup>2</sup> 溫度流場分布圖(3)	55
圖 4-4a	單一區劃面積 200 m <sup>2</sup> 溫度分布圖(4)	57
圖 4-4b	單一區劃面積 200 m <sup>2</sup> 溫度流場分布圖(4)	58
圖 4-5	單一區劃面積 200 m <sup>2</sup> 溫度分布圖(5)	60
圖 4-6	A=200 m <sup>2</sup> 、W=1m 之時間比較圖	62
圖 4-7a	單一區劃面積 200 m <sup>2</sup> 溫度分布圖(6)	64
圖 4-7b	單一區劃面積 200 m <sup>2</sup> 溫度流場分布圖(6)	66
圖 4-8a	單一區劃面積 200 m <sup>2</sup> 溫度分布圖(7)	68
圖 4-8b	單一區劃面積 200 m <sup>2</sup> 溫度流場分布圖(7)	69
圖 4-9a	單一區劃面積 200 m <sup>2</sup> 溫度分布圖(8)	71
圖 4-9b	單一區劃面積 200 m <sup>2</sup> 溫度流場分布圖(8)	73
圖 4-10a	單一區劃面積 200 m <sup>2</sup> 溫度分布圖(9)	75
圖 4-10b	單一區劃面積 200 m <sup>2</sup> 溫度流場分布圖(9)	76
圖 4-11	單一區劃面積 200 m <sup>2</sup> 溫度分布圖(10)	78
圖 4-12	A=200 m <sup>2</sup> 、W=2m 之時間比較圖	80
圖 4-13	單一區劃面積 200 m <sup>2</sup> 煙層下降與避難時間比較圖	82
圖 4-14	單一區劃面積 300 m <sup>2</sup> 溫度分布圖(1)	84
圖 4-15	單一區劃面積 300 m <sup>2</sup> 溫度分布圖(2)	86
圖 4-16	單一區劃面積 300 m <sup>2</sup> 消光係數分布圖(1)	88
圖 4-17	A=300 m <sup>2</sup> 、W=1m 之時間比較圖	90
圖 4-18	單一區劃面積 300 m <sup>2</sup> 溫度分布圖(3)	92
圖 4-19	單一區劃面積 300 m <sup>2</sup> 溫度分布圖(4)	94
圖 4-20	單一區劃面積 300 m <sup>2</sup> 消光係數分布圖(2)	96
圖 4-21	A=300 m <sup>2</sup> 、W=2m 之時間比較圖	98
圖 4-22	單一區劃面積 300 m <sup>2</sup> 煙層下降與避難時間比較圖	100
圖 4-23	單一區劃面積 400 m <sup>2</sup> 溫度分布圖(1)	102
圖 4-24	單一區劃面積 400 m <sup>2</sup> 溫度分布圖(2)	104
圖 4-25	單一區劃面積 400 m <sup>2</sup> 消光係數分布圖(1)	106
圖 4-26	A=400 m <sup>2</sup> 、W=1m 之時間比較圖	108
圖 4-27	單一區劃面積 400 m <sup>2</sup> 溫度分布圖(3)	110
圖 4-28	單一區劃面積 400 m <sup>2</sup> 溫度分布圖(4)	112
圖 4-29	單一區劃面積 400 m <sup>2</sup> 消光係數分布圖(2)	114
圖 4-30	A=400 m <sup>2</sup> 、W=2m 之時間比較圖	116
圖 4-31	單一區劃面積 400 m <sup>2</sup> 煙層下降與避難時間比較圖	118
圖 4-32	單一區劃面積 500 m <sup>2</sup> 溫度分布圖(1)	120
圖 4-33	單一區劃面積 500 m <sup>2</sup> 溫度分布圖(2)	122

圖 4-34	單一區劃面積 500 m <sup>2</sup> 消光係數分布圖(1)	124
圖 4-35	A=500 m <sup>2</sup> 、W=1m 之時間比較圖	126
圖 4-36	單一區劃面積 500 m <sup>2</sup> 溫度分布圖(3)	128
圖 4-37	單一區劃面積 500 m <sup>2</sup> 溫度分布圖(4)	130
圖 4-38	單一區劃面積 500 m <sup>2</sup> 消光係數分布圖(2)	132
圖 4-39	A=500 m <sup>2</sup> 、W=2m 之時間比較圖	134
圖 4-40	單一區劃面積 500 m <sup>2</sup> 煙層下降與避難時間比較圖	136
圖 4-41	W=1m 煙層下降危害時間與避難所需時間關係圖	147
圖 4-42	W=2m 煙層下降危害時間與避難所需時間關係圖	148
圖 4-43	200 m <sup>2</sup> 之不同熱釋放量與防煙垂壁的時間比較圖	149
圖 4-44	300 m <sup>2</sup> 之不同熱釋放量與防煙垂壁的時間比較圖	149
圖 4-45	400 m <sup>2</sup> 之不同熱釋放量與防煙垂壁的時間比較圖	150
圖 4-46	500 m <sup>2</sup> 之不同熱釋放量與防煙垂壁的時間比較圖	150



## 符 號 說 明

- T : 居室避難所需時間 (秒)
- $2\sqrt{A}$  : 火災發生後至屋內人員開始避難前所需要的時間 (秒)
- $t_1$  : 火災發生後至屋內人員開始避難前所需要的時間 (秒)
- $t_2$  : 到達起火室出口之步行時間 (秒)
- $t_3$  : 通過起火室出口之時間 (秒)
- $t_s$  : 起火室煙層下降危害時間 (秒)
- p : 居室人口密度 (人/ $m^2$ )
- P : 居室避難人員 (人)
- $A_{area}$  : 該居室部分之樓地板面積 ( $m^2$ )
- A : 單一區劃居室面積 ( $m^2$ )
- L : 從該居室到達該居室任一出口之步行距離 (m)
- V : 步行速度 (m/秒)
- $N_{eff}$  : 有效出口流率 (人/秒/m)
- N : 出口流率 (人/秒/m)
- $B_{eff}$  : 有效出口寬度 (m)
- B : 出口寬度 (m)
- $B_r$  : 居室總出口寬度 (m)
- SD : 煙濃度 ( $mg / m^3$ )
- CO : 一氧化碳濃度 (ppm)
- EX : 消光係數 (L / m)
- K : 消光係數 (L / m)
- Temp : 溫度 ( $^{\circ}C$ )
- D : 光學密度
- DL : 單位長度之光學密度
- $I_0$  : 無煙時的光線強度
- I : 有煙時的光線強度
- L : 煙層厚度 (m)
- H : 防煙垂壁長度 (cm)