

第四章 結果與討論

本研究主要目的在利用 FDS 煙控模擬軟體，來探討單一區劃空間不設排煙設備，而以防煙垂壁來替代之適用性，進而決定防煙垂壁最適宜的長度以做為舊有建築物排煙設備改善時的參考。

本研究選取場所為單一區劃，面積分別為 200 m²、300 m²、400 m²、500 m²之寬度相同之長方形空間，以每 100m²為一防煙區劃，區隔為 2、3、4、5 個防煙區劃，並於區劃空間之天花板下緣設置 0、50、80cm 之防煙垂壁等條件，配置成嚴重度最高且符合實際情境之模擬場所，進行電腦分析探討其結果的可行性。

在探討分析前，最主要的需求是獲得煙層下降危害時間 (t_s) 以及避難所需時間 (T) 兩項的時間值；煙層下降危害時間 (t_s) 的求法，係經由 FDS 程式分析，場所內不同性質的監測點之數據，比較取最小值而得。而避難所需時間 (T) 的求法則係由檢視計算而得之；其計算步驟可分為 (1)、火災發生至屋內人員開始避難前所需的時間 t_1 ($2\sqrt{A}$)、(2)、步行所需時間 t_2 (L/v) 以及 (3)、人員通過出口所需時間 t_3 ($p \times A / N \times B$) 等三部份。其中前二項的時間較為固定，係根據場所面積及長度、寬度而定，而後者人員通過出口所需時間則與出口寬度有直接的關係，出口寬度愈大，人員流動性愈快，相對地所用的時間亦較短，所得到的避難所需時間亦較短。

茲分別針對不同面積之單一區劃場所對應不同有效開口寬度的情境模擬成果，詳細探討整體流場變化的情形，並擷取不同階段的時間點，分別觀察在有、無防煙垂壁時流場變化的過程，進而探討防煙垂壁防煙阻熱的效果。為此，針對 (1)、熱流接觸到第一道防煙垂壁前 (2)、熱流接觸到第一道防煙垂壁時 (3)、熱流接觸到第一道防煙垂壁後 (4)、熱流流動歷時 $2\sqrt{A}$ 秒 (t_1) 與 (5)、熱流流動歷時 $2\sqrt{A} + L/v$ 秒 (t_2) 以及 (6)、煙層下降至危害時間 (t_s) 與避難所需時間 ($T = t_1 + t_2 + t_3$) 比較等六種不同狀況，比較期間熱流流動的情形，以說明設置不同長度的防煙垂壁其防煙阻熱的效果有何差異性。

其中熱流接觸到第一道防煙垂壁前 (約歷時 12 秒) 與熱流接觸到第一道防煙垂壁時 (約歷時 13.5 秒) 以及熱流到接觸第一道防煙垂壁後 (約歷時 16 秒) 等三種狀況，僅在單一區劃面積 200 m² 場所中陳述，在 300 m² 以上的單一區劃面積就不再贅述。

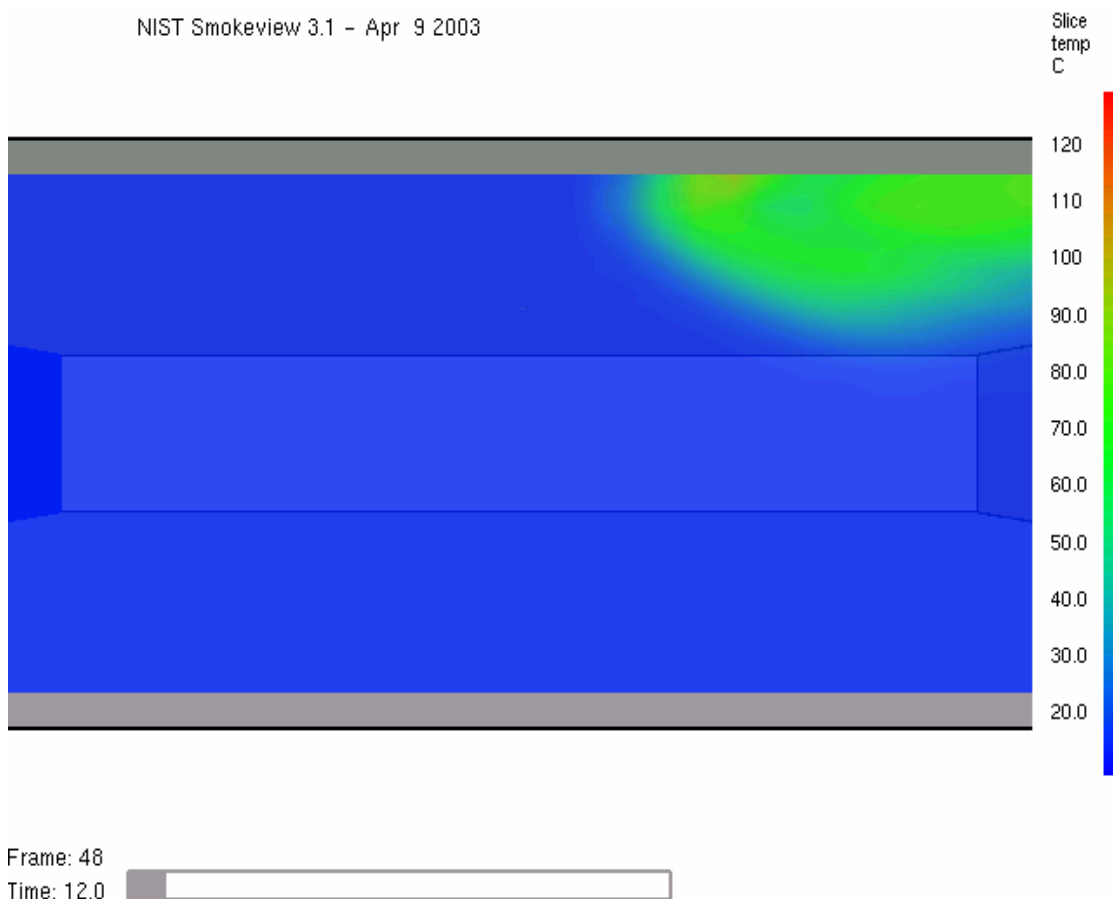
4.1 單一區劃面積 $A=200\text{ m}^2$ 對應有效開口寬度的避難探討

4.1.1 單一區劃面積 $A=200\text{ m}^2$ 對應有效開口寬度 $W=1\text{m}$

(1)、熱流接觸到第一道防煙垂壁前

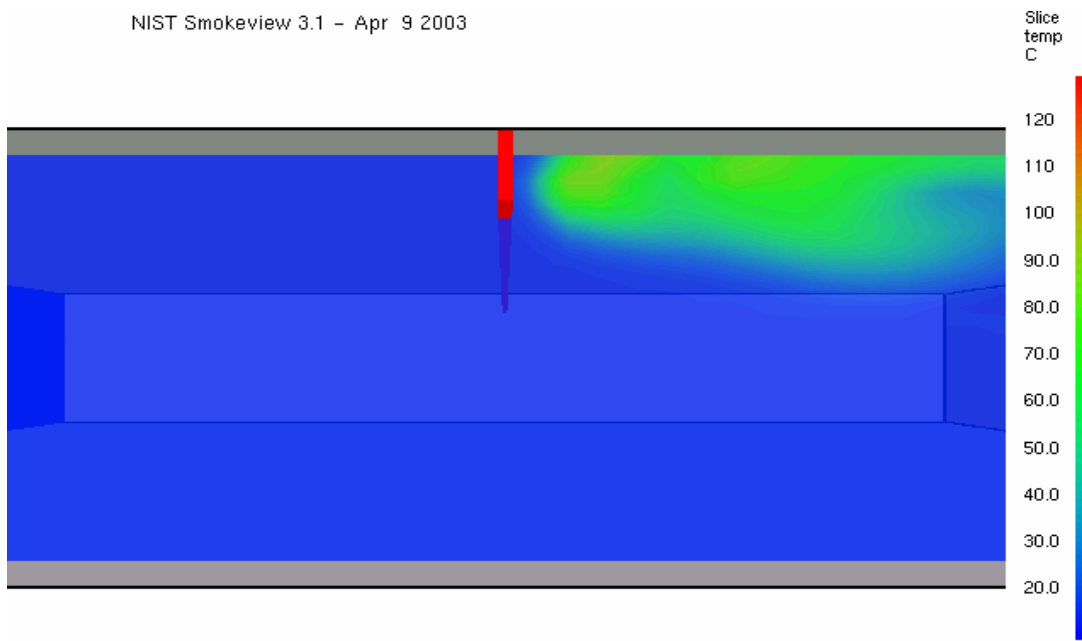
圖 4-1a 及圖 4-1b 為有、無防煙垂壁在熱流接觸前（歷時約 12 秒）的溫度分佈與流場比較圖。由圖 4-1a 可以觀察到，當起火源熱釋放後產生熱流，熱流前端以渦流的方式往前推進。此時不論有無設置防煙垂壁，溫度的分佈並無明顯的差異。但從圖 4-1b 流場的分佈情形，則可以看到設有防煙垂壁的前緣，熱流的分布已有明顯不同。

a、無防煙垂壁



b、50cm 防煙垂壁

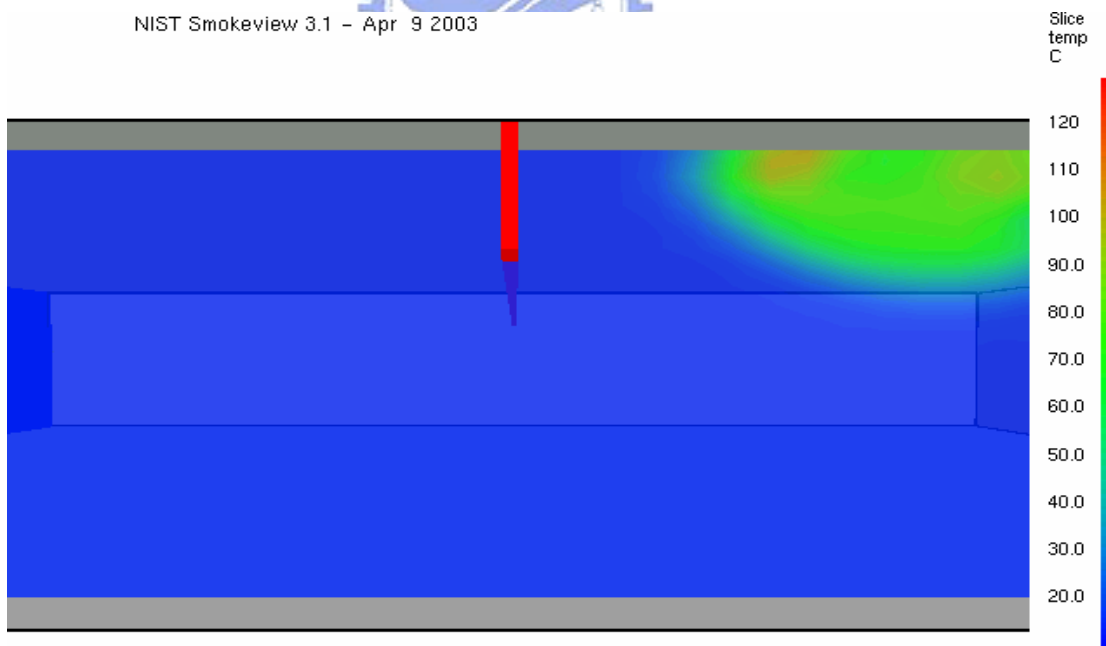
NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003



Frame: 48
Time: 12.0

c、80cm 防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003

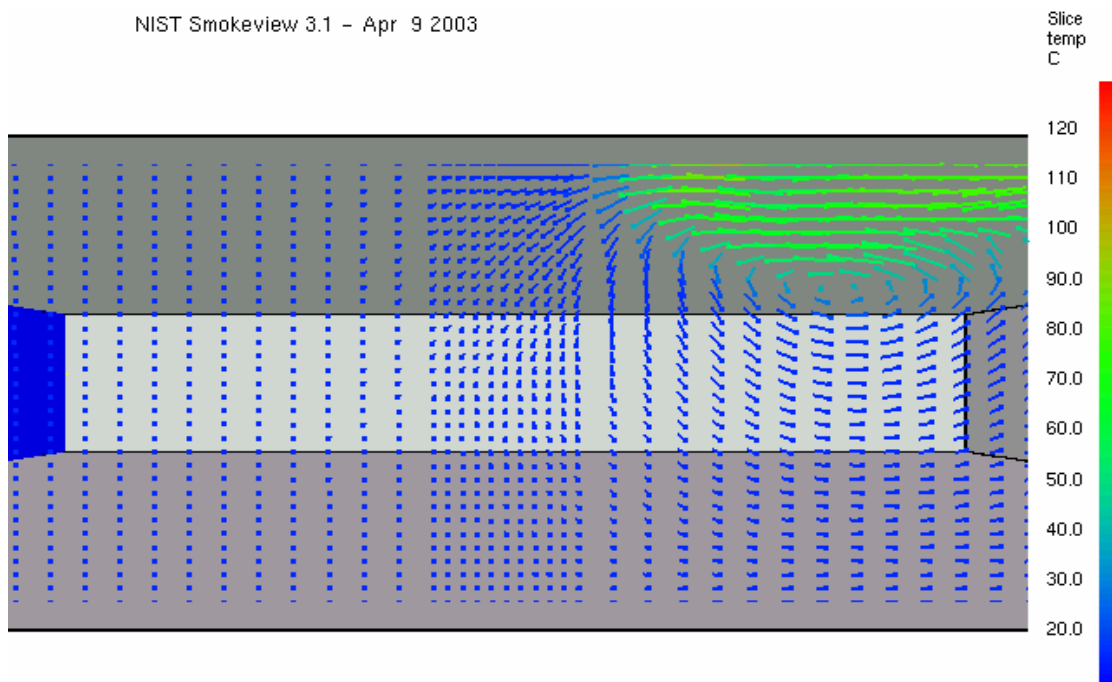


Frame: 47
Time: 11.8

圖 4-1a 單一區劃面積 200 m²溫度分布圖 (1)

a、無防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003

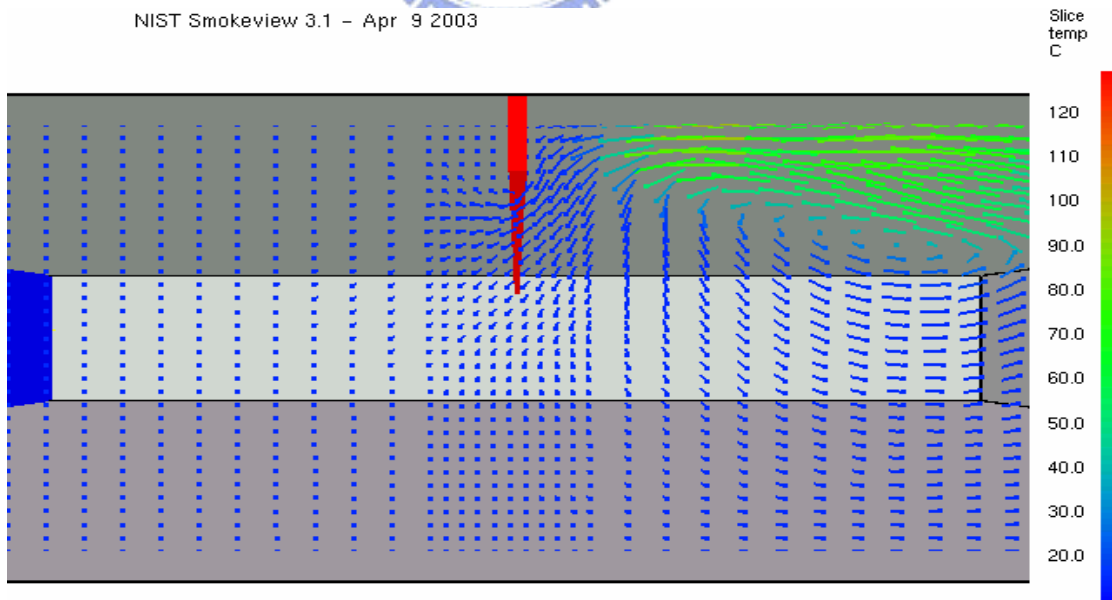


Frame: 48
Time: 12.0



b、50cm 防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003



Frame: 46
Time: 11.5

c、80cm 防煙垂壁

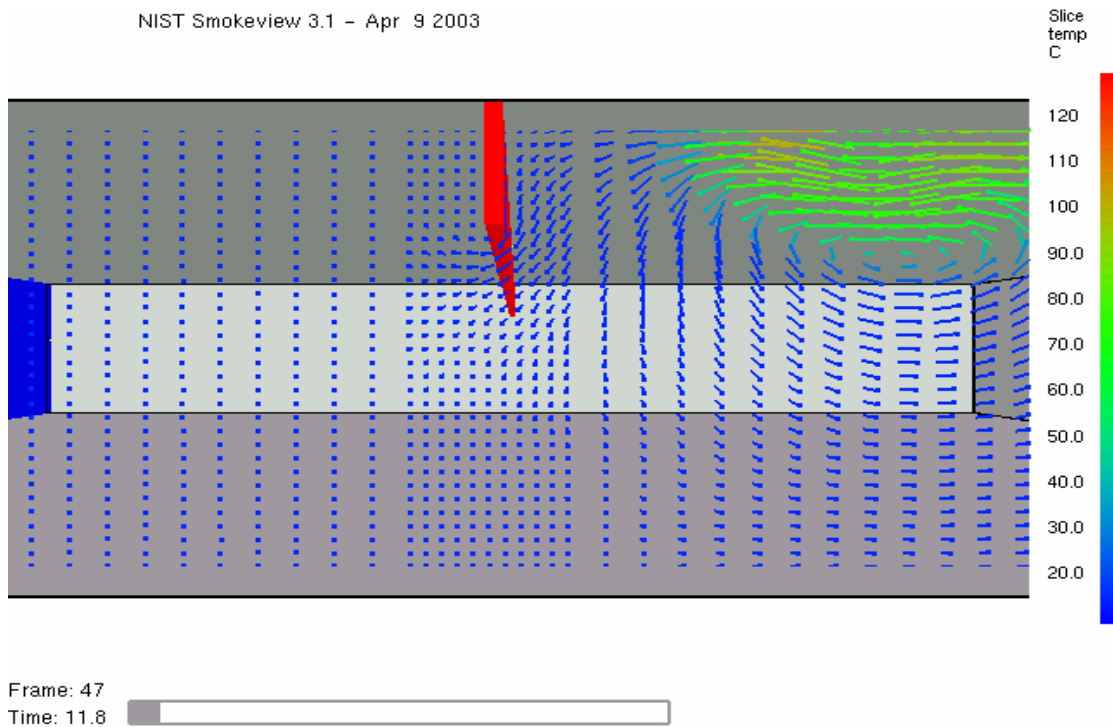
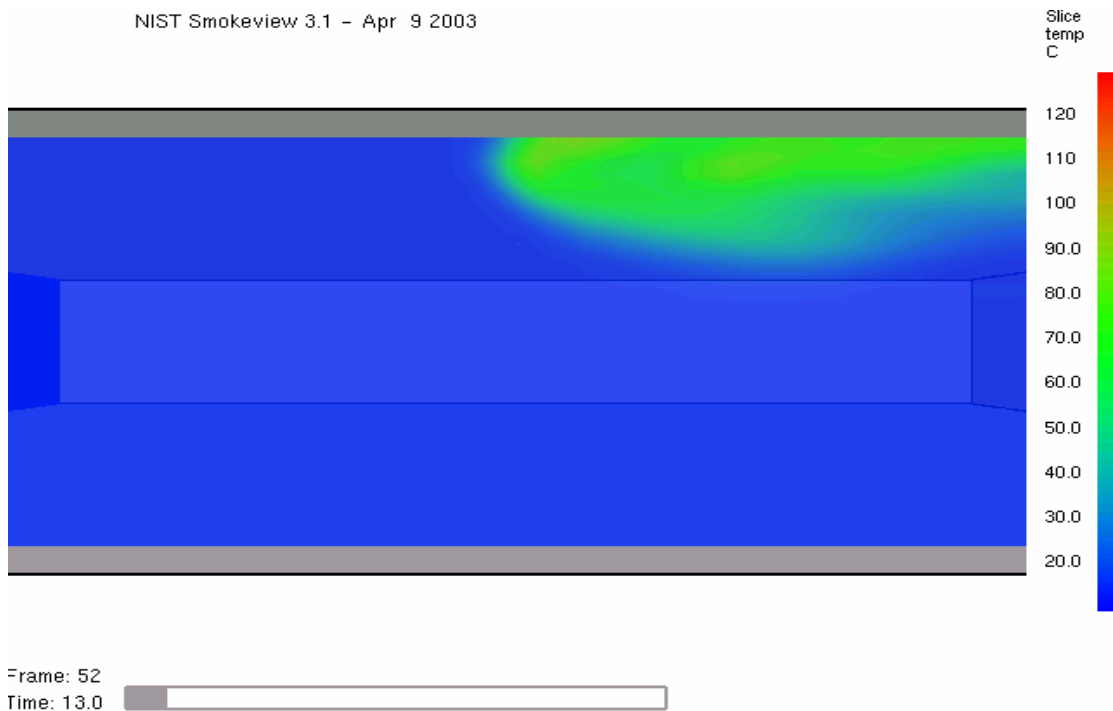


圖 4-1b 單一區劃面積 200 m²溫度流場分布圖 (1)

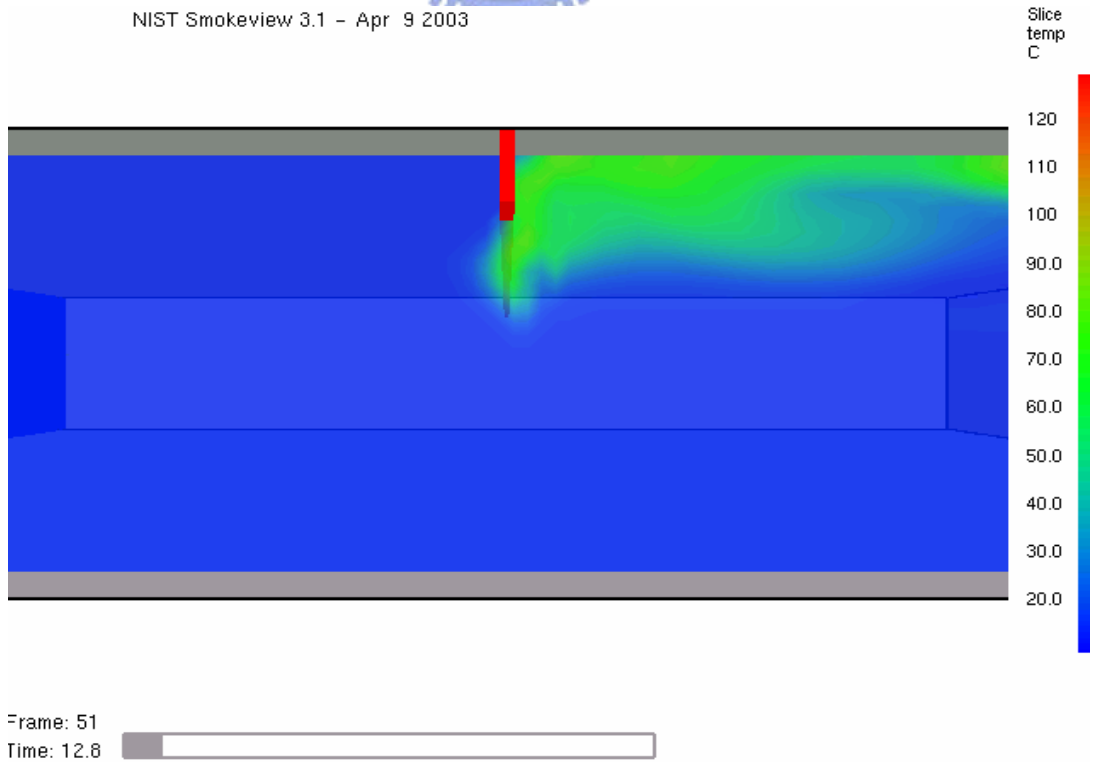
(2)、熱流接觸到第一道防煙垂壁時

圖 4-2a 及圖 4-2b 為有、無防煙垂壁在熱流接觸時（歷時約 13 秒）的溫度分佈與流場比較圖。由圖 4-2a 可知，當熱流在接觸到防煙垂壁的瞬間，因有、無設置防煙垂壁的區別，流場即形成兩種迥然不同的形式。在無防煙垂壁時，熱流流動因沒有受到干擾，非常順暢的通過。但在設有防煙垂壁時，流動受到防煙垂壁的阻隔，熱流有沿著防煙垂壁邊緣流動的跡象，同時亦可以很清楚看到，垂壁的存在有抑制熱流往前擴散的功用。另從圖 4-2b 流場的分佈情形，可以觀察到在相同時間點，設置 50cm 的防煙垂壁其下緣的熱流明顯有往另一區劃擴散的跡象，而在 80cm 的防煙垂壁其下緣的熱流流動方向尚未明顯形成。由此可見，80cm 的防煙垂壁其阻擋熱流的效果較 50cm 的防煙垂壁為佳。

a、無防煙垂壁



b、50cm 防煙垂壁



c、80cm 防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003

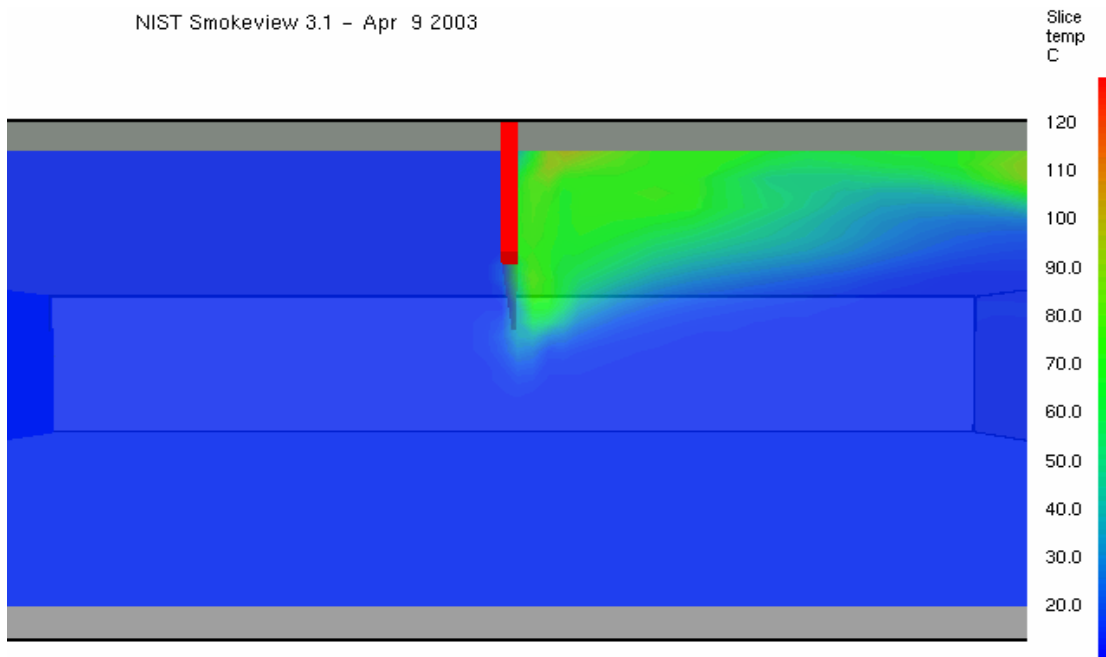
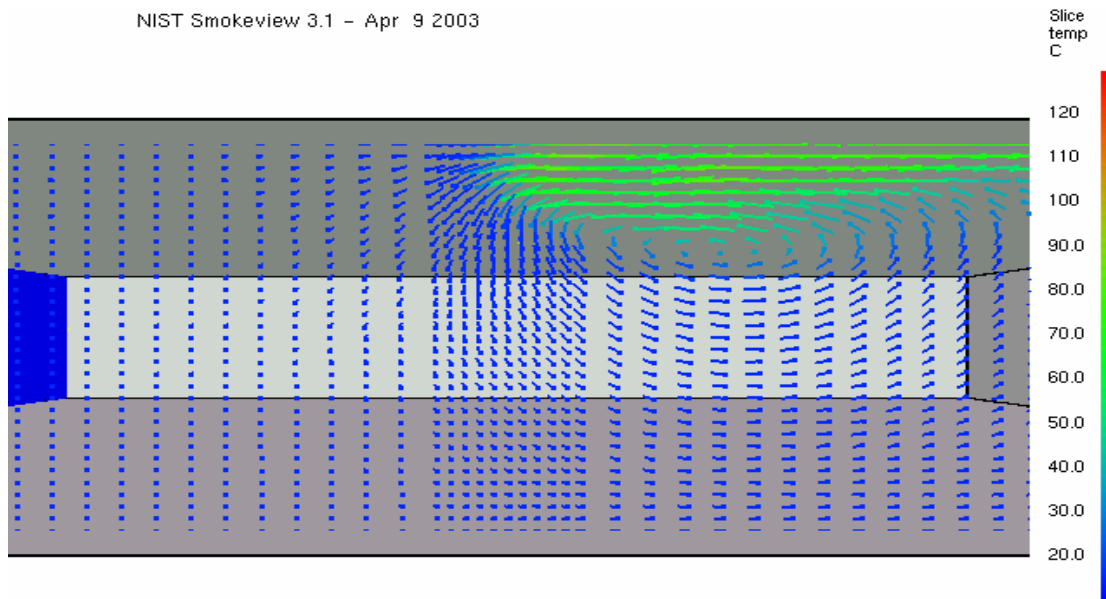


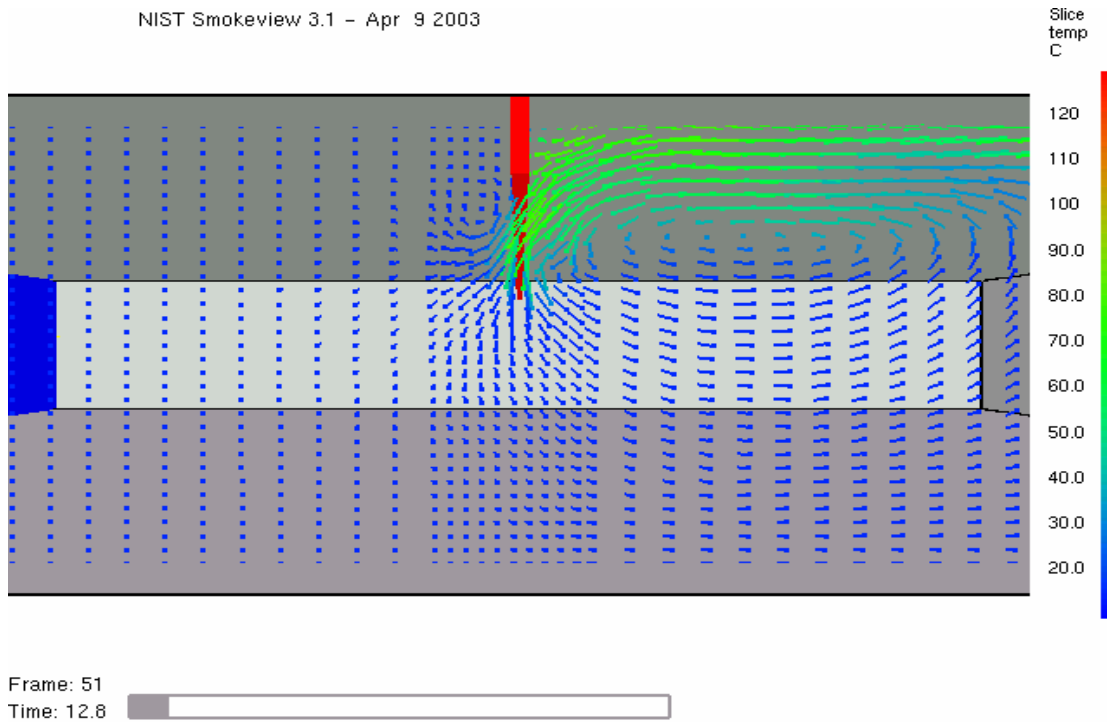
圖 4-2a 單一區劃面積 200 m²溫度分布圖 (2)

a、無防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003



b、50cm 防煙垂壁



c、80cm 防煙垂壁

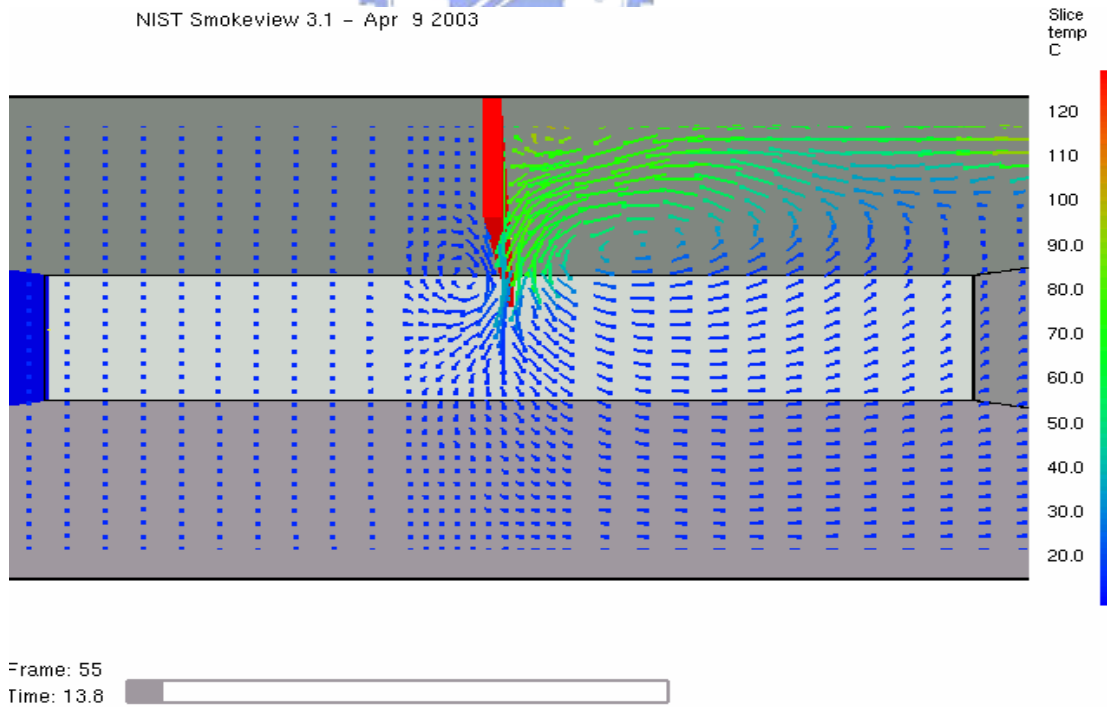
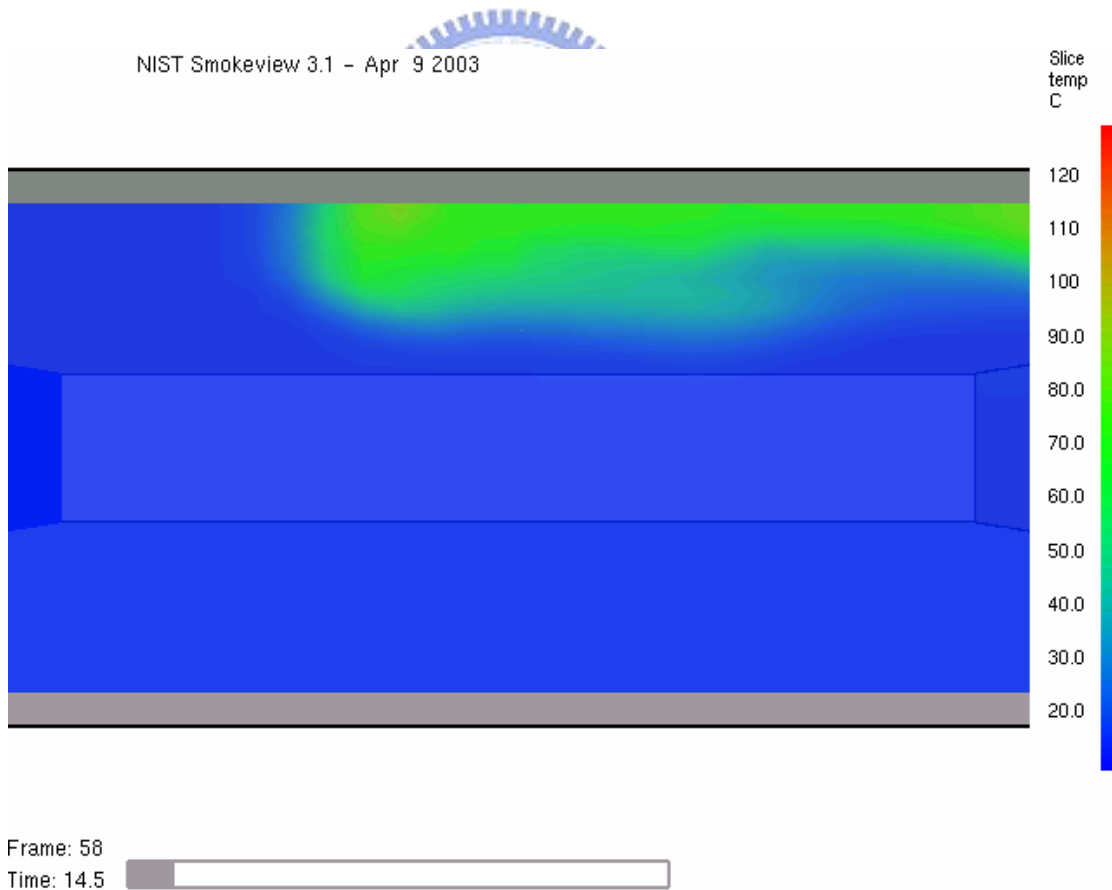


圖 4-2b 單一區劃面積 200 m²溫度流場分布圖 (2)

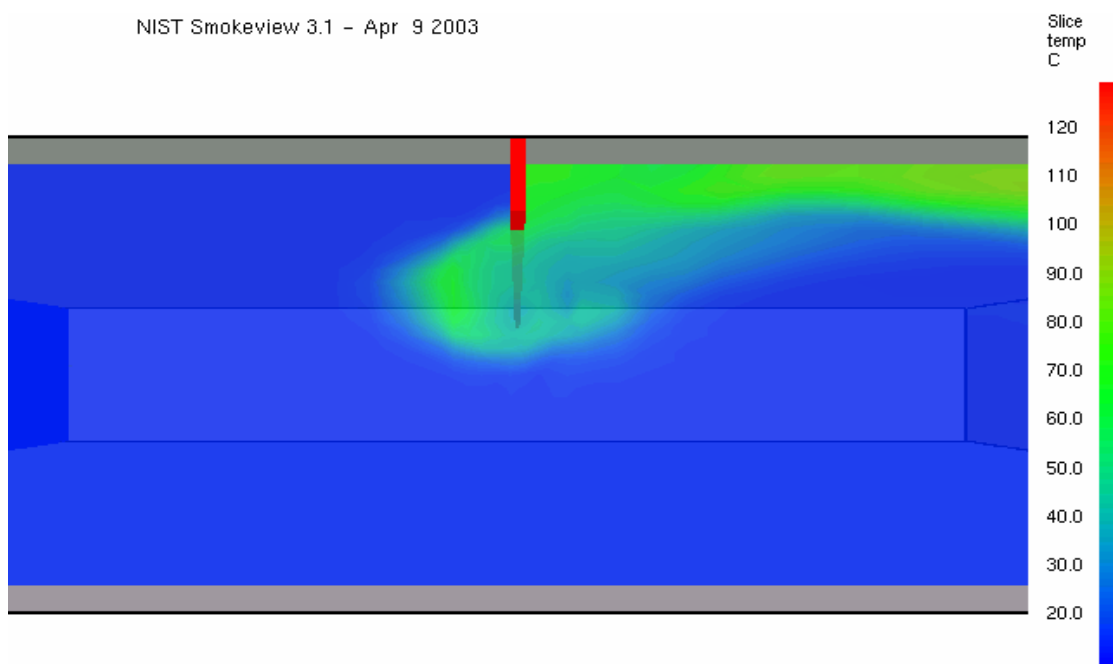
(3)、熱流接觸到第一道防煙垂壁後

圖 4-3a 及圖 4-3b 為有、無防煙垂壁在熱流接觸後（歷時約 14.5 秒）的溫度分佈與流場比較圖。由圖 4-3a 可知，在無防煙垂壁時，熱流因沒有受到干擾，非常順暢的繼續往前方擴散。而在有防煙垂壁時，熱流因為受到防煙垂壁的阻隔，一部分熱流越過防煙垂壁下緣往前擴散，一部分則往後流動，蓄積於原有區劃內。再由圖 4-3b 可以很清楚看到熱流在防煙垂壁的下緣產生非常激烈的擾動，且在歷時 14.8 秒時 50cm 防煙垂壁的下方前緣有明顯的渦流產生。同一時間點，在 80cm 防煙垂壁的下方前緣則尚未有明顯的渦流形成，直到歷時 15.8 秒時，80cm 防煙垂壁的下方前緣才有明顯的渦流產生。由此現象可說明，在相同的時間點較長的防煙垂壁具有較佳阻擋高溫濃煙往前擴散的能力。

a、無防煙垂壁



b、50cm 防煙垂壁



c、80cm 防煙垂壁

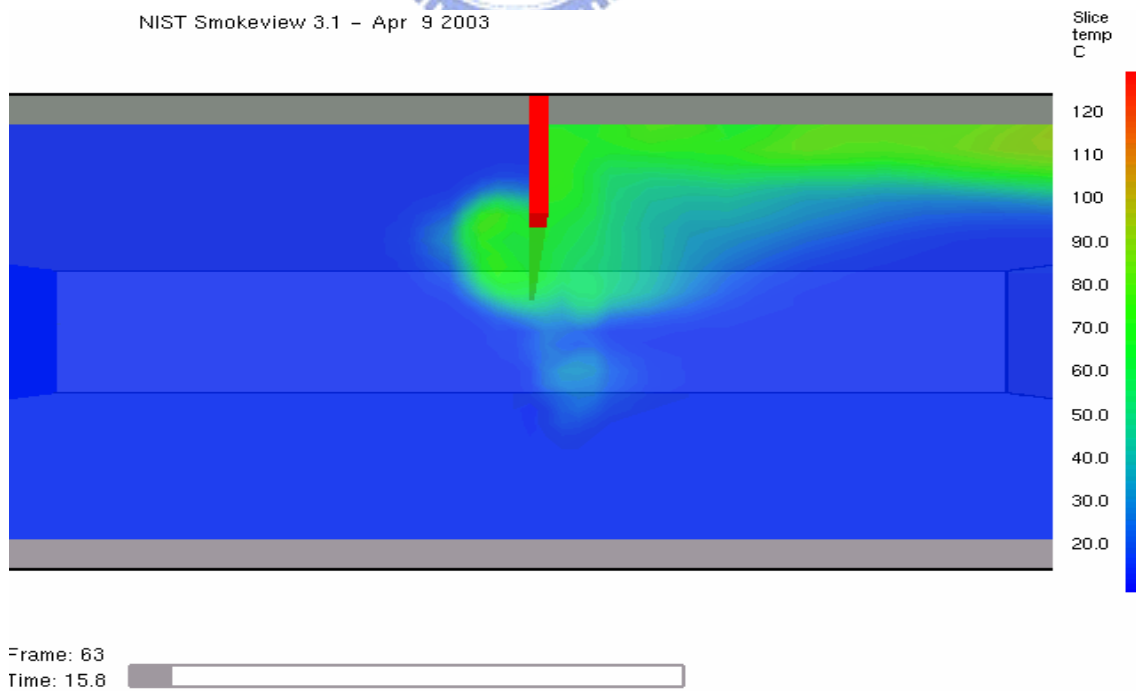
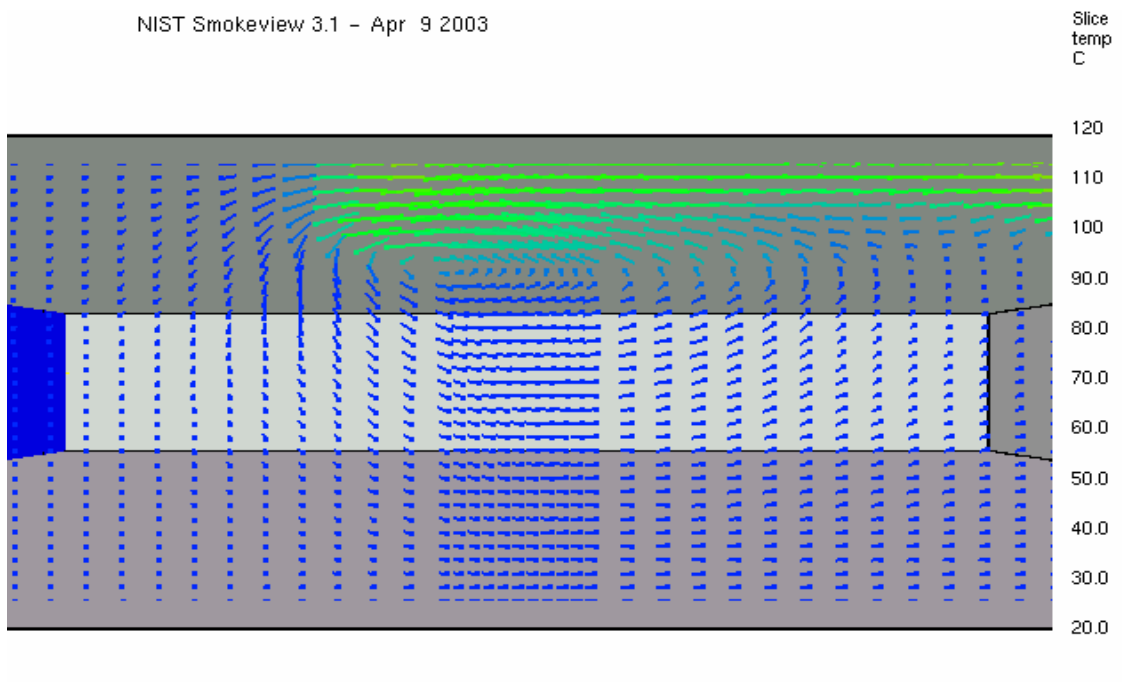


圖 4-3a 單一區劃面積 200 m²溫度分布圖 (3)

a、無防煙垂壁

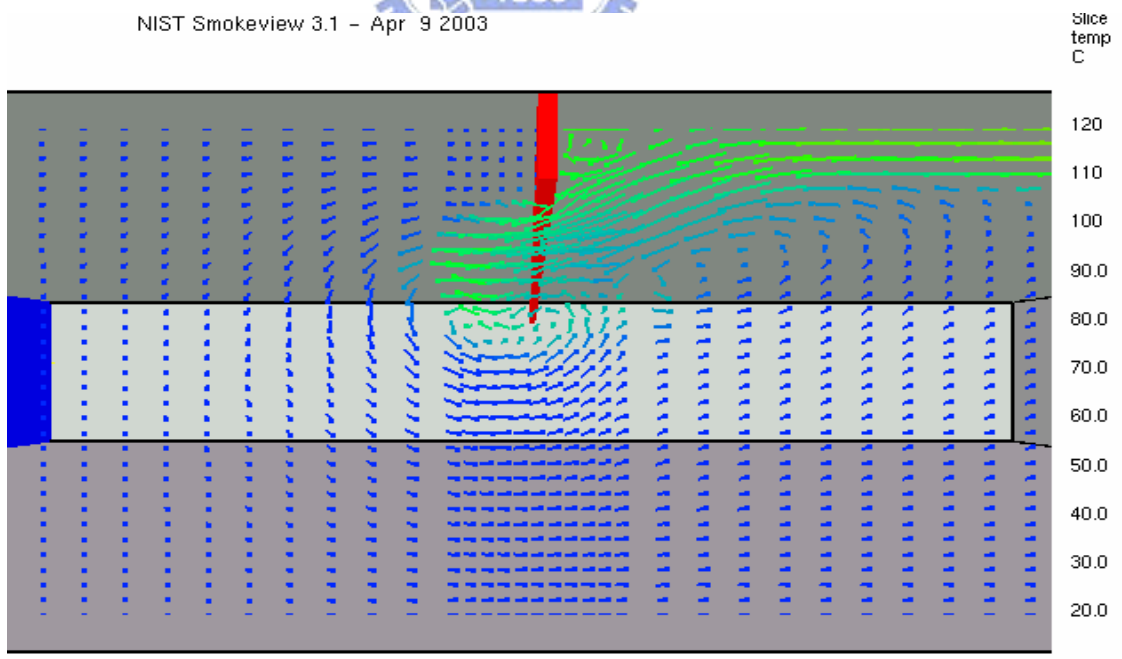
NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003



Frame: 58
Time: 14.5

b、50cm 防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003



Frame: 59
Time: 14.8

c、80cm 防煙垂壁

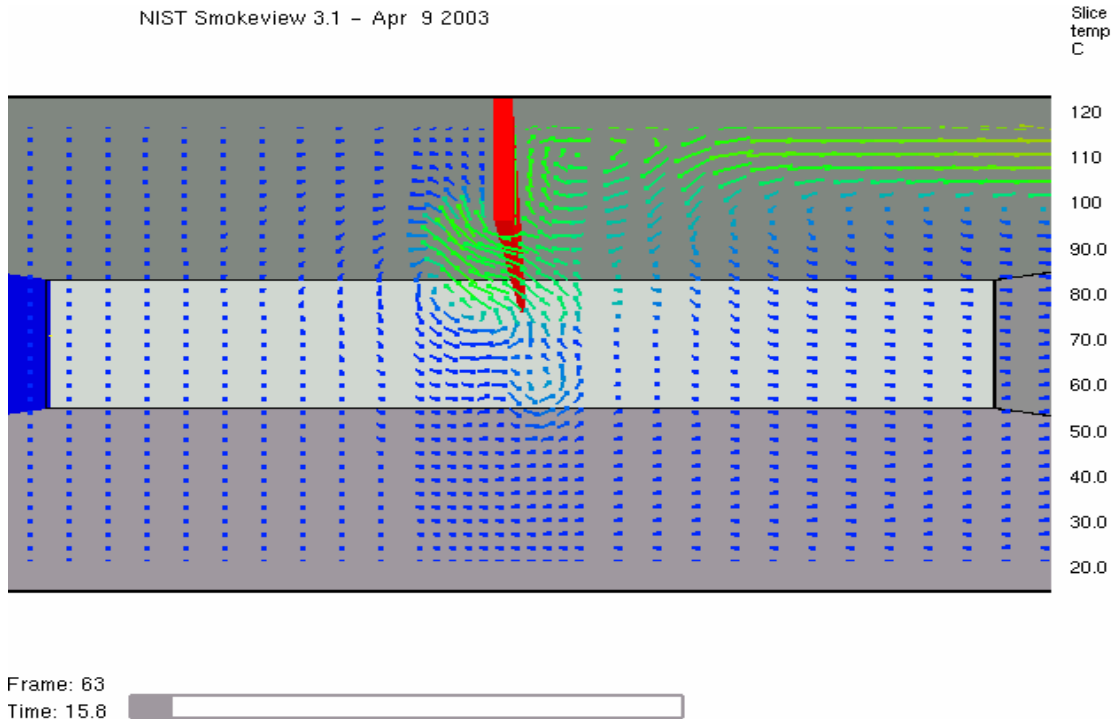


圖 4-3b 單一區劃面積 200 m²溫度流場分布圖 (3)

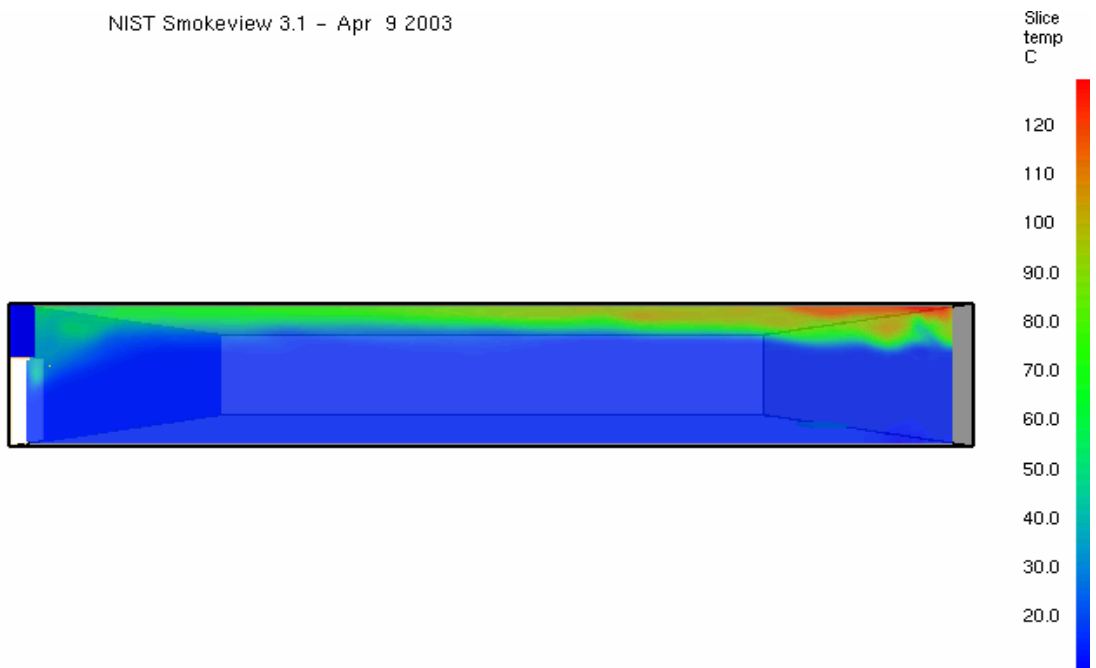
(4)、熱流流動歷時 $2\sqrt{A}$ 秒

以 200 m²單一區劃面積而言，察知火災發生至屋內人員開始避難前所需的時間為 $2\sqrt{A}$ (t_1)，需時 28.28 秒。圖 4-4a 及圖 4-4b 為有、無防煙垂壁在歷時 28.28 秒的溫度分佈與流場比較圖。

由圖 4-4a 可以清楚看到無防煙垂壁的場所，溫度分佈很均勻，高溫由起火點逐漸往前擴散。但在設有防煙垂壁的前後兩側，則呈現不同厚度的溫度分佈。再從圖 4-4b 可以觀察到，50cm 防煙垂壁的場所，在第一道區劃（發生起火區劃）內，熱流蓄積到足夠的厚度後，防煙垂壁的下緣會形成邊界層，且有往第二道區劃流動的現象。但在同一時間，80cm 防煙垂壁的場所，熱流在第一道區劃尚未累積到足夠的厚度，更未有越過防煙垂壁的跡象。因此，可說明在同一時間點，較長防煙垂壁具有足夠能力阻擋高溫濃煙的功能。此亦說明設置防煙垂壁的目的是希望能將熱流蓄積於起火源的燃燒區劃空間內，使高溫濃煙不致於快速越過防煙垂壁進入另一區劃，提供更寬裕的避難逃生時間，以保障人員安全。

a、無防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003



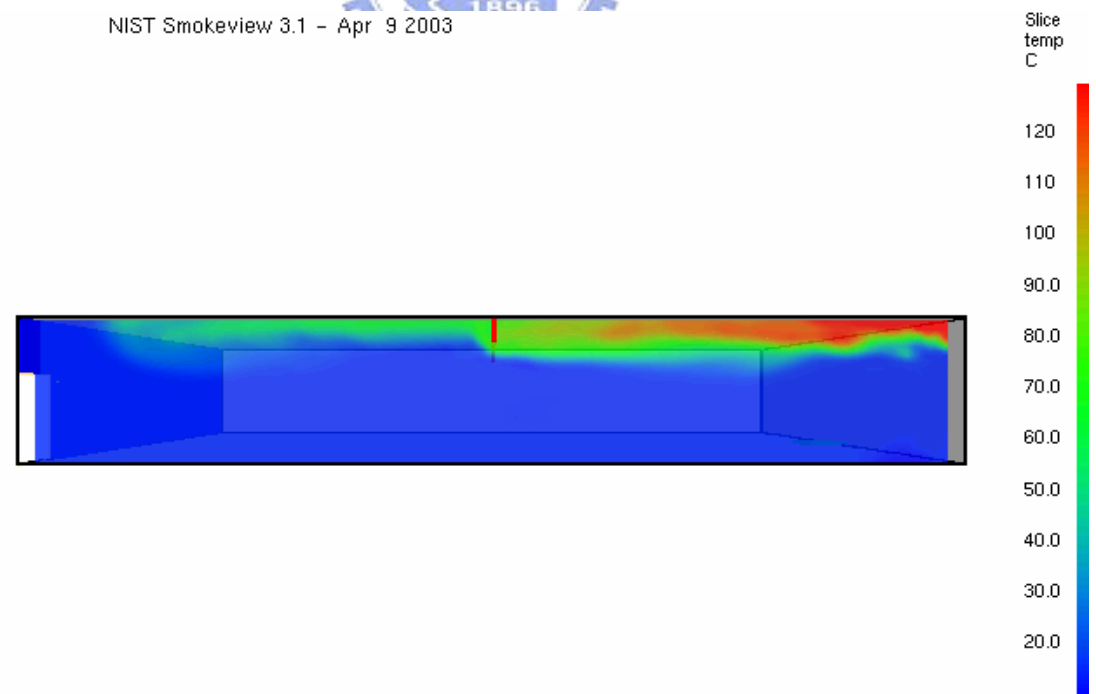
Frame: 113

Time: 28.3



b、50cm 防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003



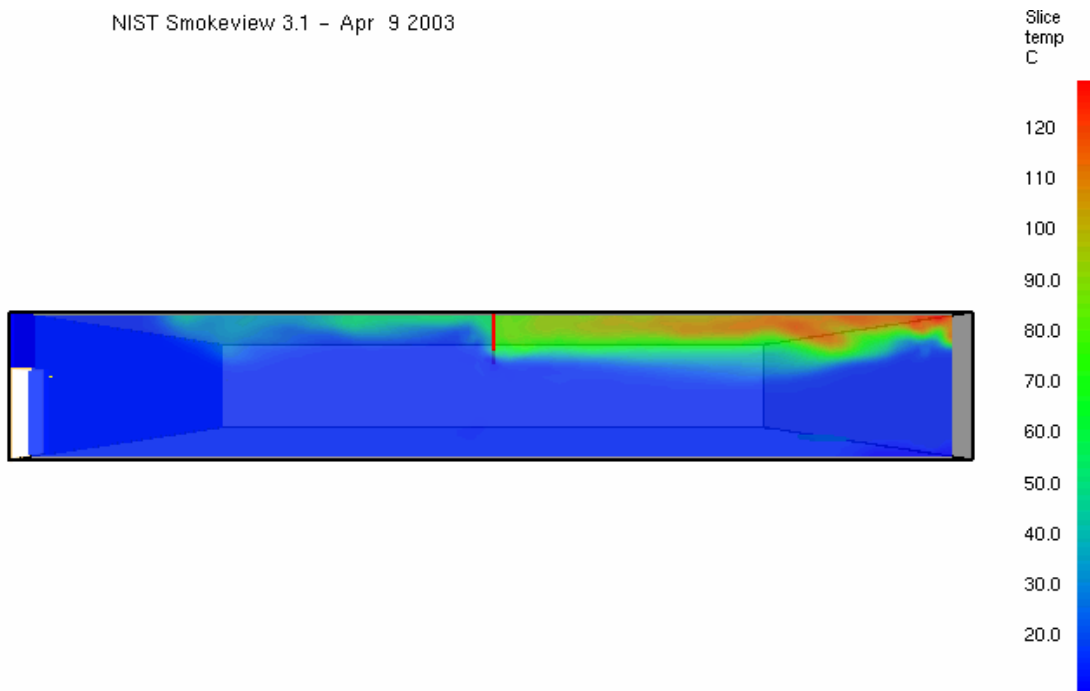
Frame: 114

Time: 28.5



c、80cm 防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003



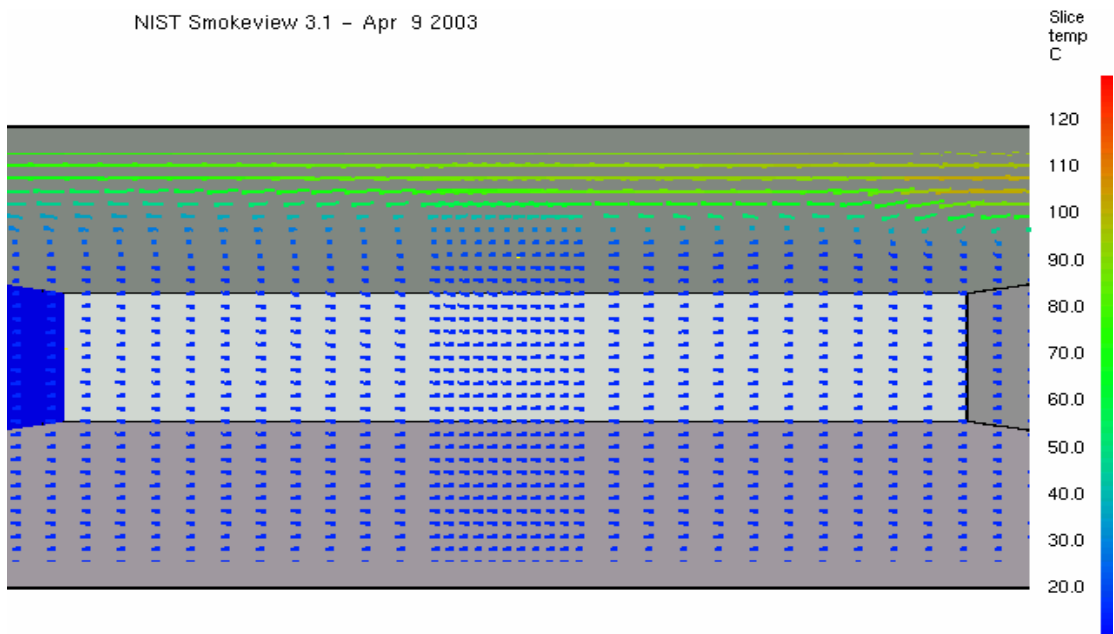
Frame: 113

Time: 28.3

圖 4-4a 單一區劃面積 200 m²溫度分布圖 (4)

a、無防煙垂壁

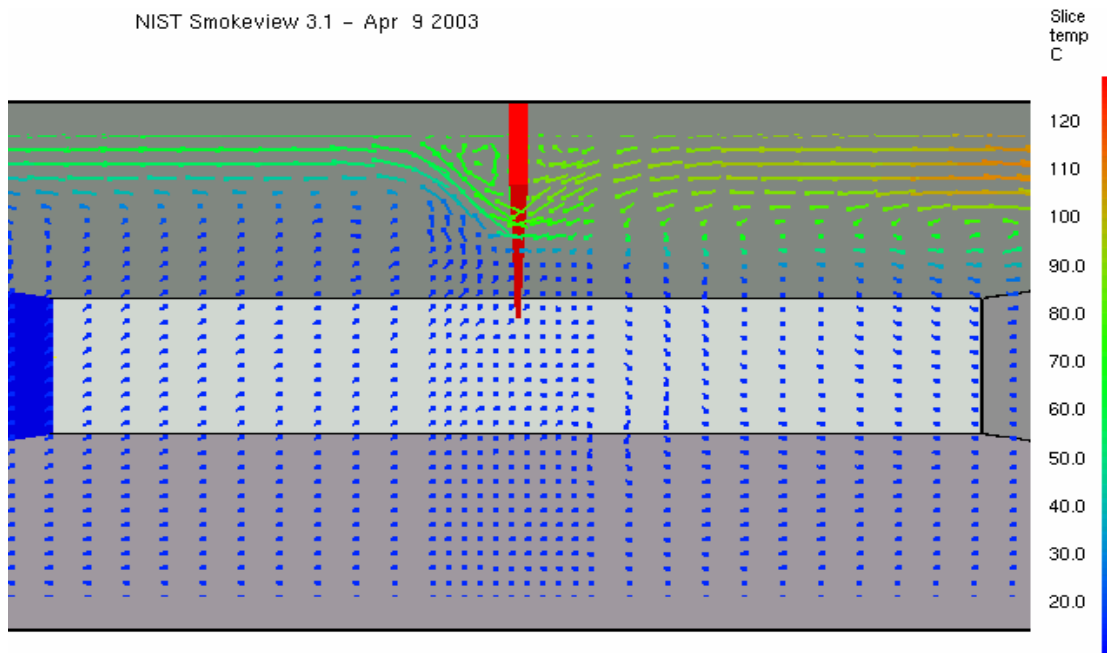
NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003



Frame: 113

Time: 28.3

b、50cm 防煙垂壁



c、80cm 防煙垂壁

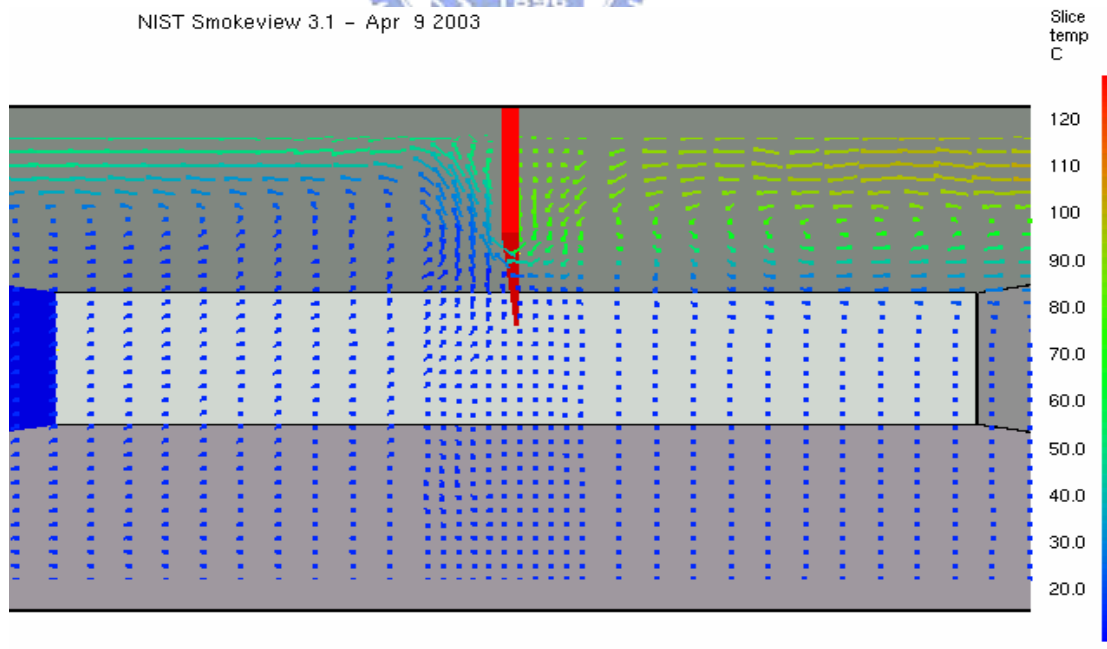


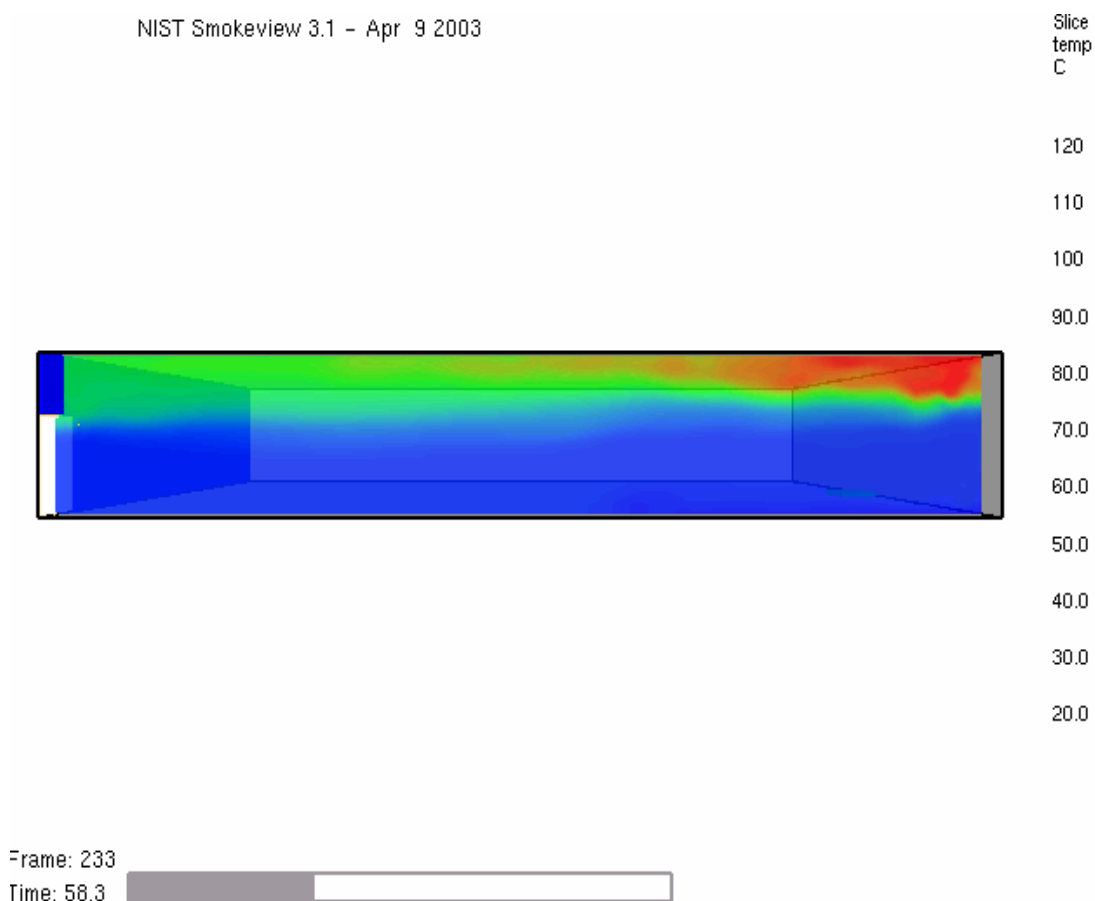
圖 4-4b 單一區劃面積 200 m²溫度流場分布圖 (4)

(5)、熱流流動歷時在 $2\sqrt{A} + L / v$ 秒

其次將火災發生至屋內人員開始避難前所需的時間 t_1 ($2\sqrt{A}$)再加上步行所需時間 t_2 (L / v 等於步行距離 L 除人員步行速度 $v=1\text{m/秒}$)為30秒，則在歷時58.28秒時，再比較不同防煙垂壁的溫度流動分布情形。

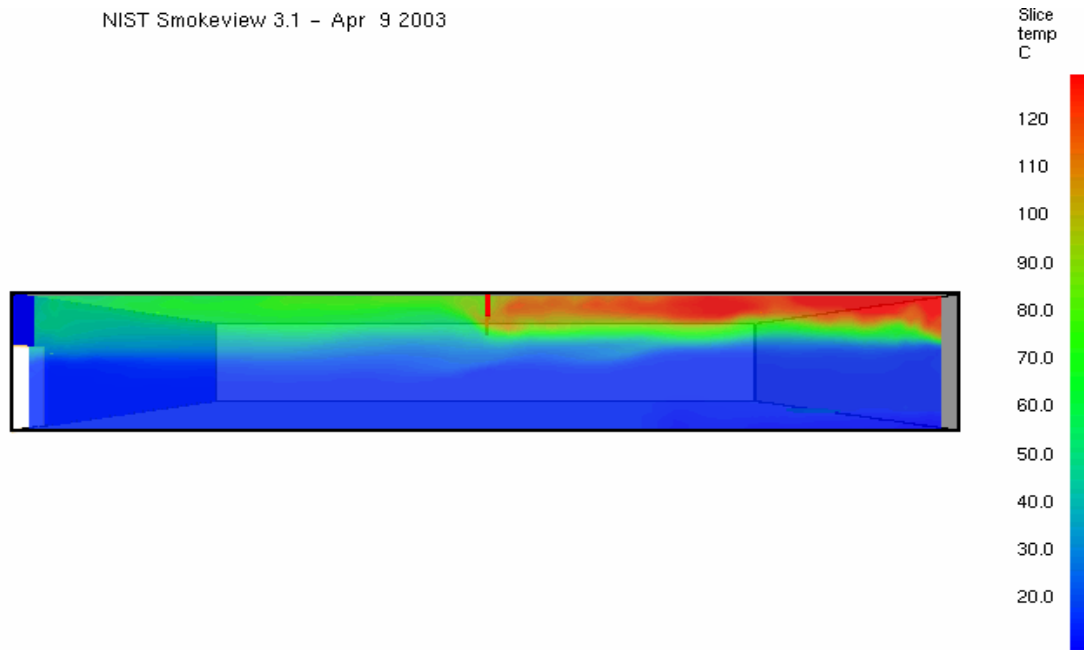
由圖 4-5 更可觀察到當設置防煙垂壁時，熱流受到防煙垂壁的阻擋而減緩向前擴散分佈，高溫有持續蓄積於第一區劃（發生起火區劃）的現象。由此可知，愈長的防煙垂壁其防煙阻熱的效果愈佳。

a、無防煙垂壁



b、50cm 防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003

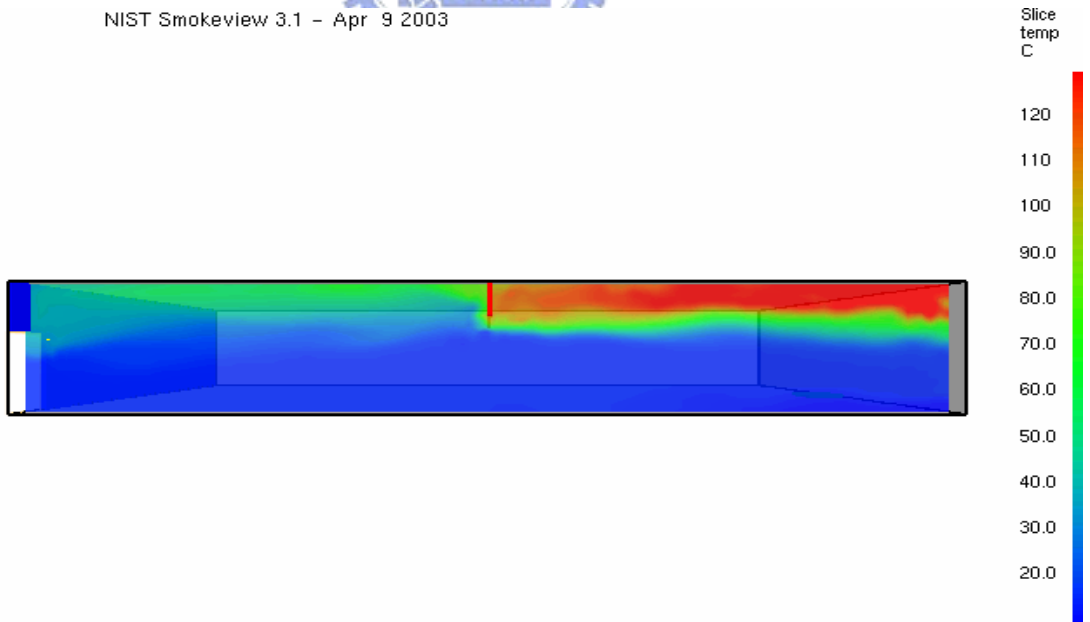


Frame: 234
Time: 58.5



c、80cm 防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003



Frame: 232
Time: 58.0



圖 4-5 單一區劃面積 200 m²溫度分布圖 (5)

(6)、煙層下降至危害時間與避難所需時間比較

以上所述僅說明防煙垂壁對防煙阻熱的功能，但尚無法確認避難活動是否安全。因此，需將以上所得的時間 (t_1+t_2) 再加上人員通過出口所需的時間 (t_3) 即為避難所需時間 (T)，然後再與煙層下降危害時間 (t_s) 做比較，以判斷避難活動是否安全。

人員通過出口所需要的時間的求法為場所內總人員除以出口寬度以及出口流率。當有效出口寬度為 1m 時，出口流率為 1.5 人/m/秒，所得到人員通過出口所需時間 (t_3) 為 $200 \div 1.5 \div 1 = 133.33$ 秒。因此，在單一區劃面積 200 m^2 之避難所需時間 (T) 合計為 191.61 秒。其個別之避難時間檢視計算彙整如表 4-1 所示。

表 4-1 A=200 m²、W=1m 之避難所需時間計算一覽表

編號	居室	寬長	實際	實際	人口	避難	有效	出口	步行	出口	步行	開始	步行	通過	避難
	高度	比	長寬	面積	密度	人員	出口	寬度	速度	流率	距離	時間	時間	出口	所需
	m	約	m×m	M ²	人/m ²	人	個	m	m/秒	人/m/s	m	秒	秒	秒	秒
1	3.2	1:2	20×10	200	1.0	200	1	1.0	1.0	1.5	30	28.28	30	133.33	191.61

而單一區劃面積 200 m^2 之煙層下降危害時間是經由 FDS 電腦分析所得的結果，如表 4-2 所列。由各項資料可以得知，煙層下降危害時間的控制因子，在無防煙垂壁時危害因子為溫度控制，其危害時間為 110 秒。而在設置 50cm 防煙垂壁時同樣亦為溫度控制，其危害時間為 143 秒（以上兩者情境其消光係數危害值均小於 0.3）。但當設置 80cm 防煙垂壁時，危害因子則由溫度控制轉變為消光係數控制，溫度在歷時 199 秒才達到 80°C 的危害值，可是消光係數卻在歷時 161 秒即達到 0.3 危害值，因此其煙層下降危害時間為 161 秒。

表 4-2 A=200 m²、W=1m 之煙層下降與避難所需時間比較表

有效出口面積 (m ²)	開口寬度 (m)	煙層下降時間(秒) 避難所需時間(秒)	防煙垂壁長度(cm)		
			0	50	80
2	1	191.62	(110, 149)	(143, 154)	(199, 161)

註：(溫度達危害值時間，消光係數達危害值時間)

由以上所述可以發覺，避難所需時間的關鍵在於出口寬度的大小，出口寬度愈大，人員流動性愈快，相對地所用的時間亦較短。而能否延長煙層下降危害時間的關鍵則在於設置防煙垂壁的長度，即【12】實驗結果有論及垂壁愈長，防煙阻熱的效果愈佳。因此，若以無防煙垂壁的煙層下降危害時間做為基準值，在設置 50cm 防煙垂壁的場所可相對延長 30%的時間，設置 80cm 防煙垂壁的場所則可相對延長 50%的時間。

綜上可知，彙整如圖 27 所示，在單一區劃面積 200 m^2 ，若有效出口寬度為 1m 時，其避難所需時間為 191.61 秒。故不論有無設置防煙垂壁，避難所需時間均大於煙層下降危害時間。因此，此種配置將無法讓場所內全部人員，順利通過出口到達安全區域，亦即場所之有效開口若為 1m 時，對人員避難安全有虞。

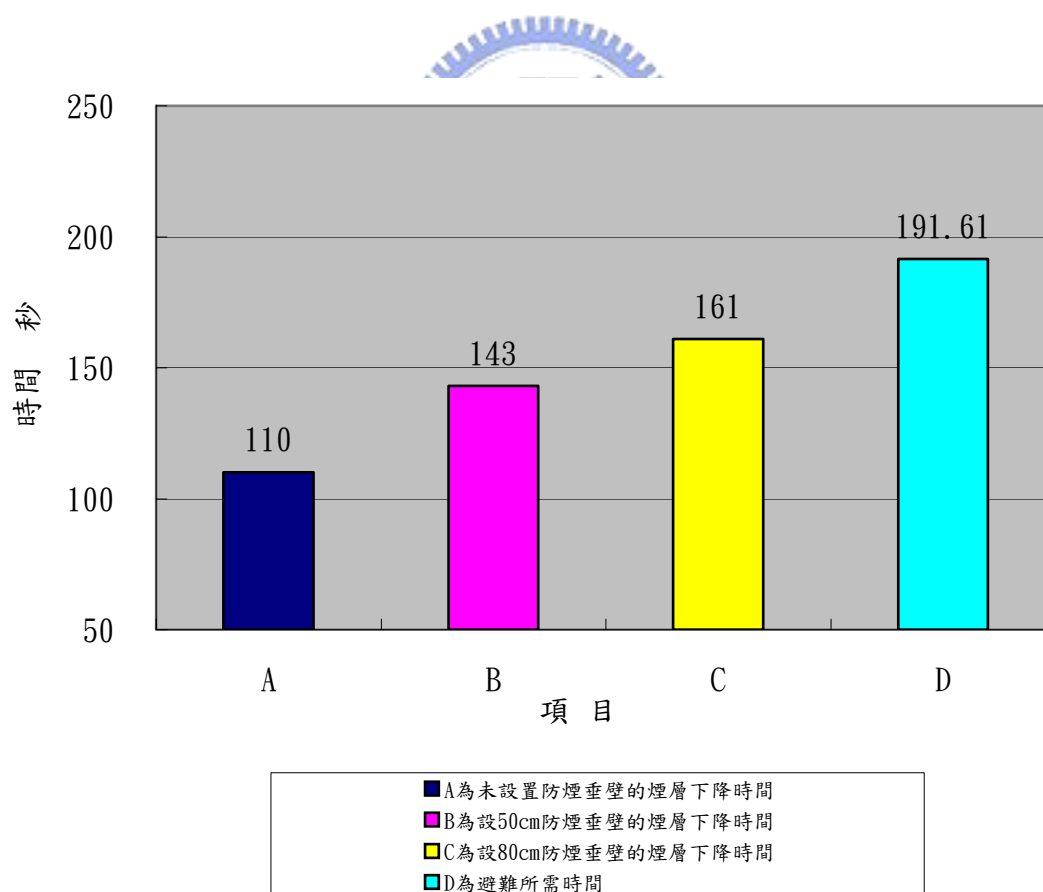


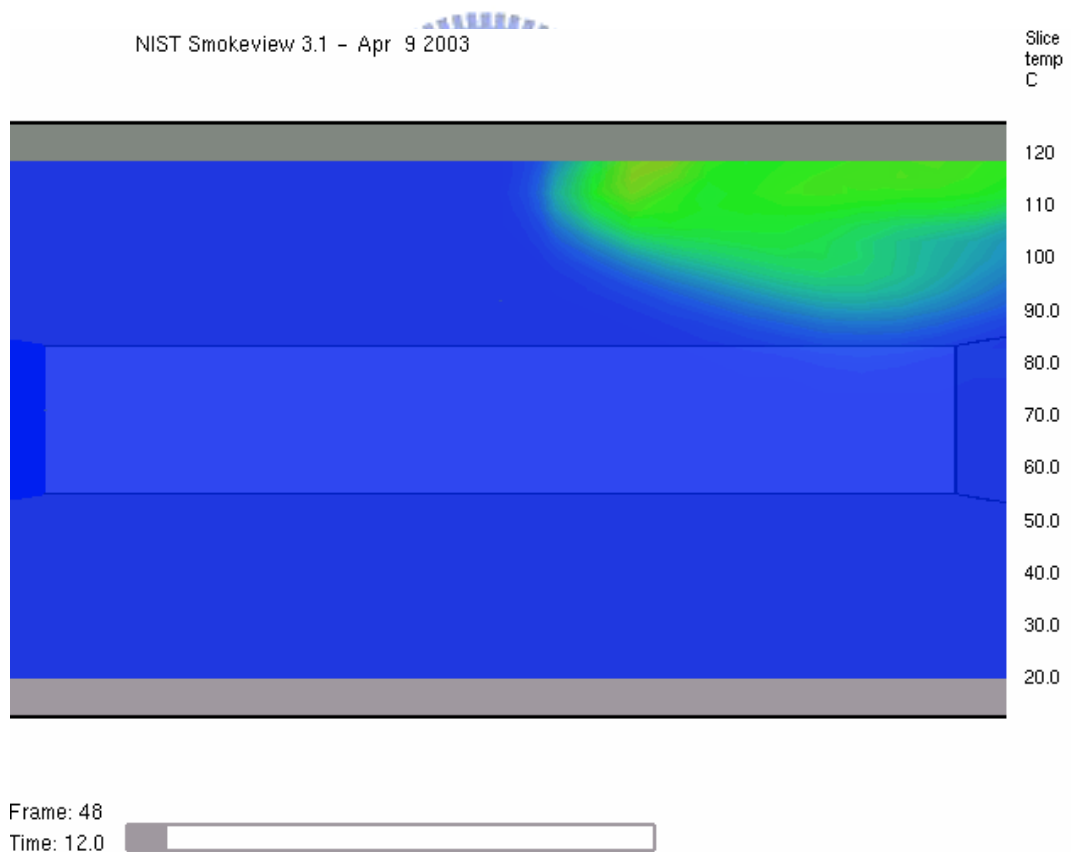
圖 4-6 $A=200\text{ m}^2$ 、 $W=1\text{m}$ 之時間比較圖

4.1.2 單一區劃面積 $A=200\text{ m}^2$ 對應有效開口寬度 $W=2\text{m}$

(1)、熱流接觸到第一道防煙垂壁前

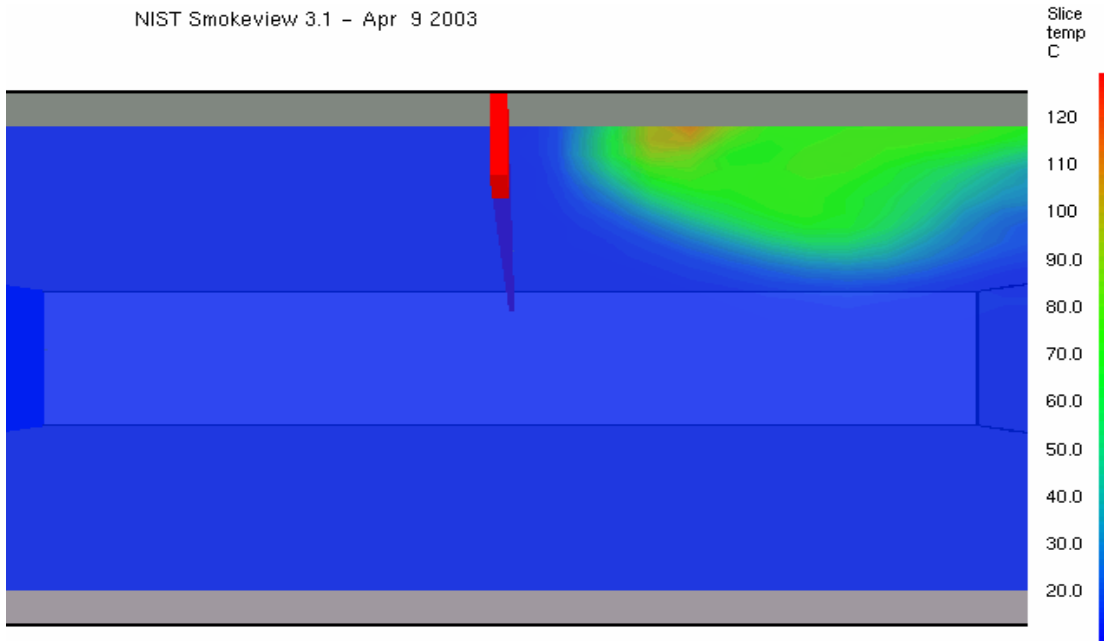
圖 4-7a 及圖 4-7b 為有、無防煙垂壁在熱流接觸前（歷時約 12 秒）的溫度分佈與流場比較圖。由圖 4-7a 可以觀察到，當起火源熱釋放時產生熱流，熱流前端以渦流的方式往前推進，此時不論有無設置防煙垂壁，溫度的分佈並無明顯的差異。但從圖 4-7b 流場的分佈情形可以看到設有防煙垂壁的前緣，熱流的分布已有明顯不同。

a、無防煙垂壁



b、50cm 防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003



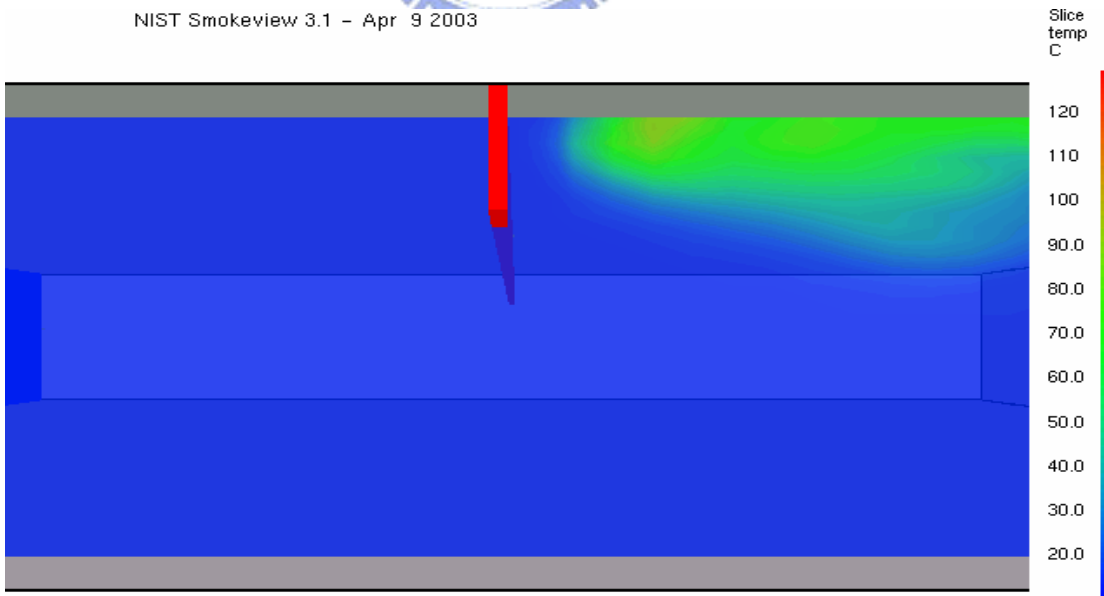
Frame: 61

Time: 12.2



c、80cm 防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003



Frame: 60

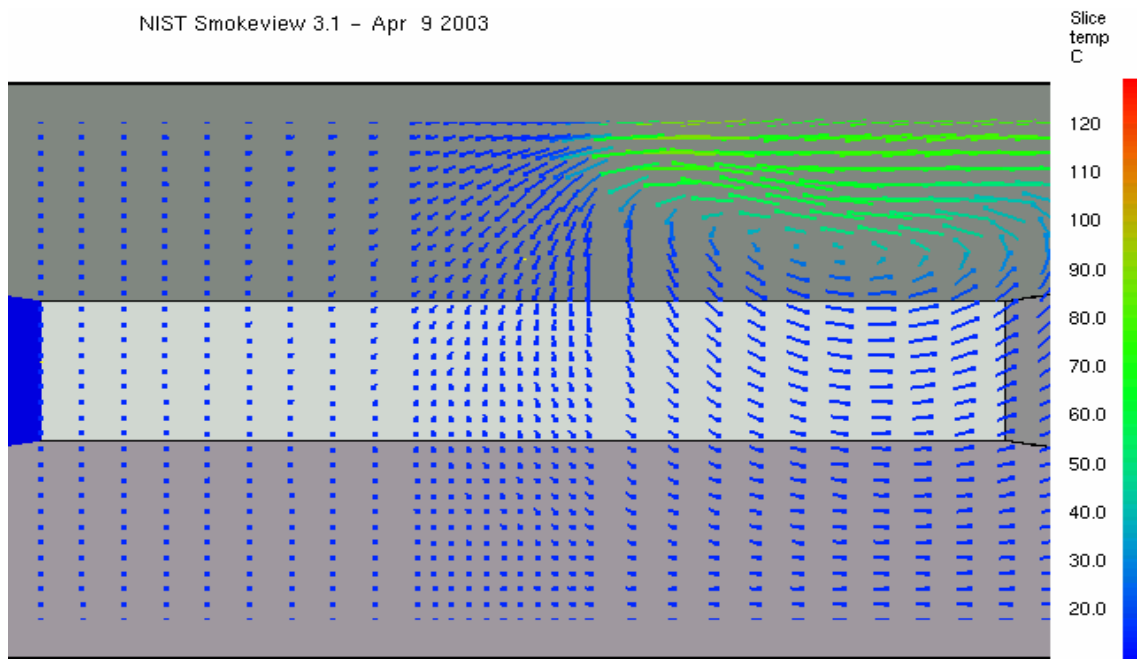
Time: 12.0



圖 4-7a 單一區劃面積 200 m²溫度分佈圖(6)

a、無防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003

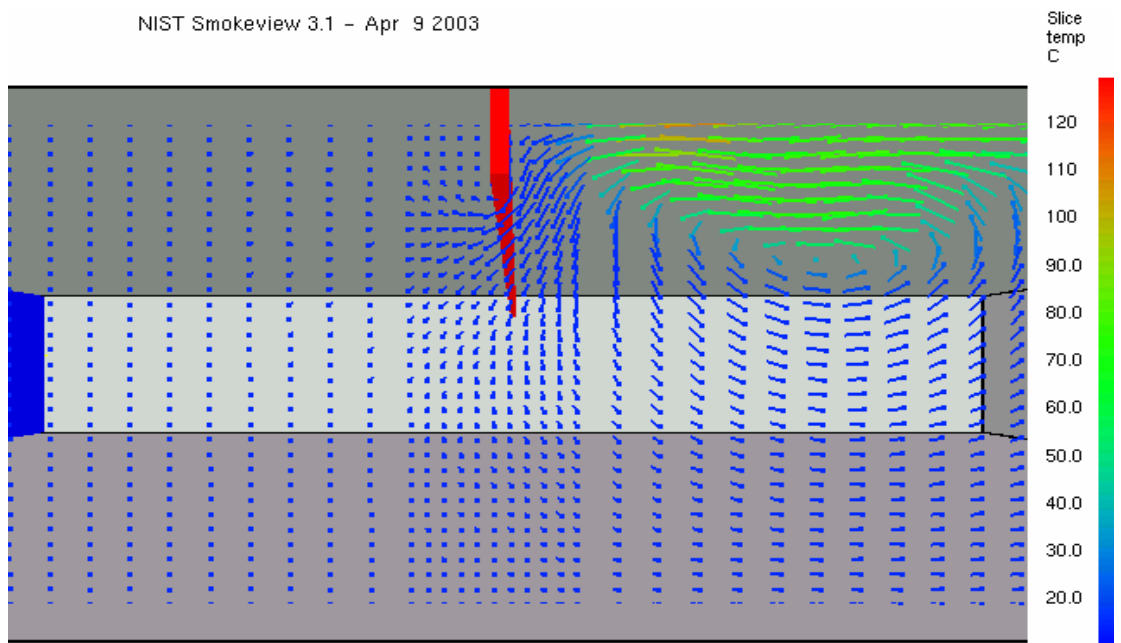


Frame: 48
Time: 12.0



b、50cm 防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003



Frame: 61
Time: 12.2

c、80cm 防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003

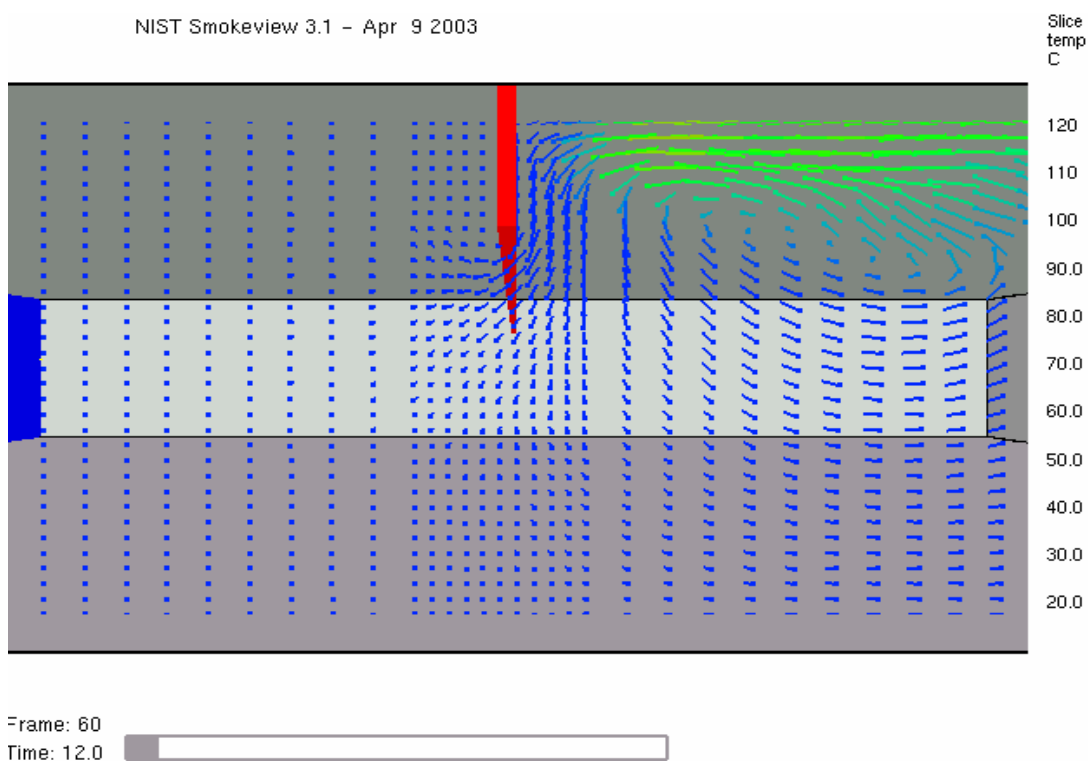


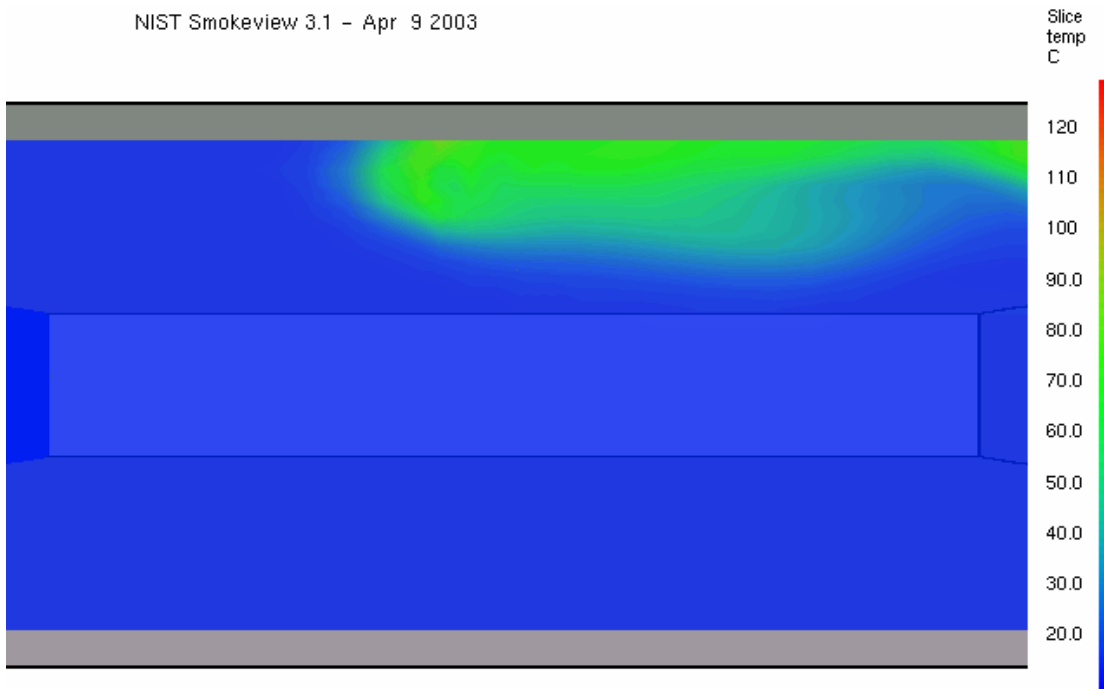
圖 4-7b 單一區劃面積 200 m²溫度流場圖(6)

(2)、熱流接觸到第一道防煙垂壁時

圖 4-8a 及圖 4-8b 為有、無防煙垂壁在熱流接觸時（歷時約 13.5 秒）的溫度分佈與流場比較圖。由圖 4-8a 可知當熱流在接觸到防煙垂壁的瞬間，因有、無設置防煙垂壁的區別，流場即形成兩種迥然不同的形式，在無防煙垂壁時，熱流流動因沒有受到干擾，非常順暢的通過。但在設有防煙垂壁時，則因流動受到阻隔，熱流有沿著防煙垂壁邊緣流動的跡象，同時亦可以很清楚看到，垂壁的存在有抑制熱流往前擴散的功用。另從圖 4-8b 流場的分佈情形，可以觀察到在相同時間點，設置 50cm 的防煙垂壁其下緣的熱流明顯有往另一區劃擴散的跡象，而在 80cm 的防煙垂壁其下緣的熱流流動方向尚未明顯形成。由此可見 80cm 的防煙垂壁其阻擋熱流的效果較 50cm 的防煙垂壁佳。

a、無防煙垂壁

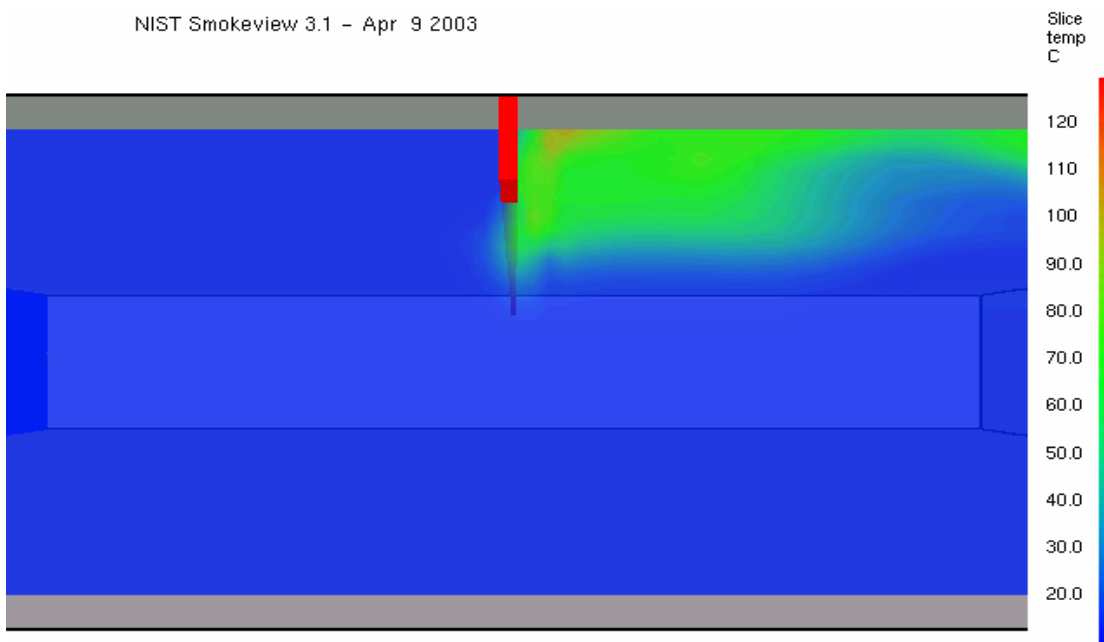
NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003



Frame: 54
Time: 13.5

b、50cm 防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003



Frame: 66
Time: 13.2

c、80cm 防煙垂壁

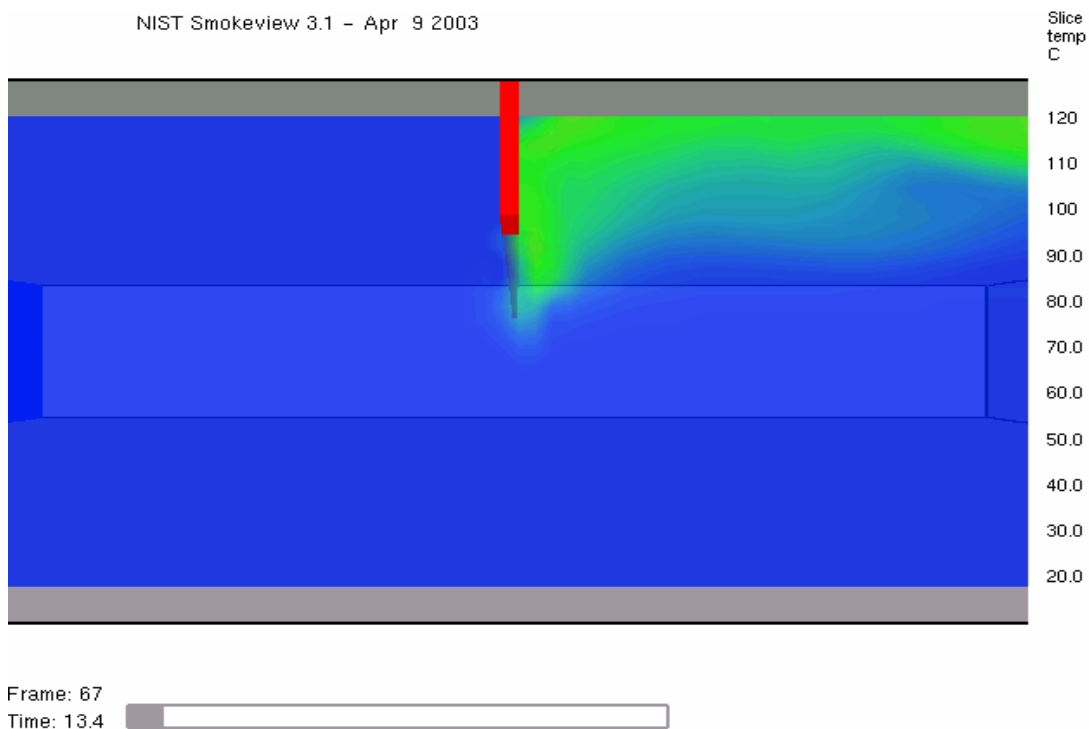
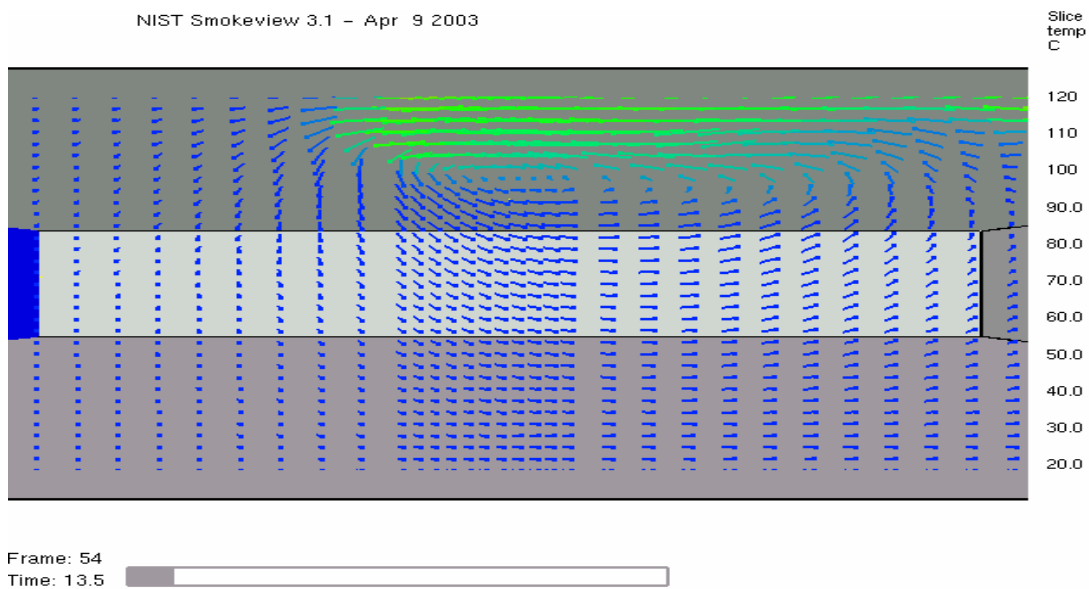
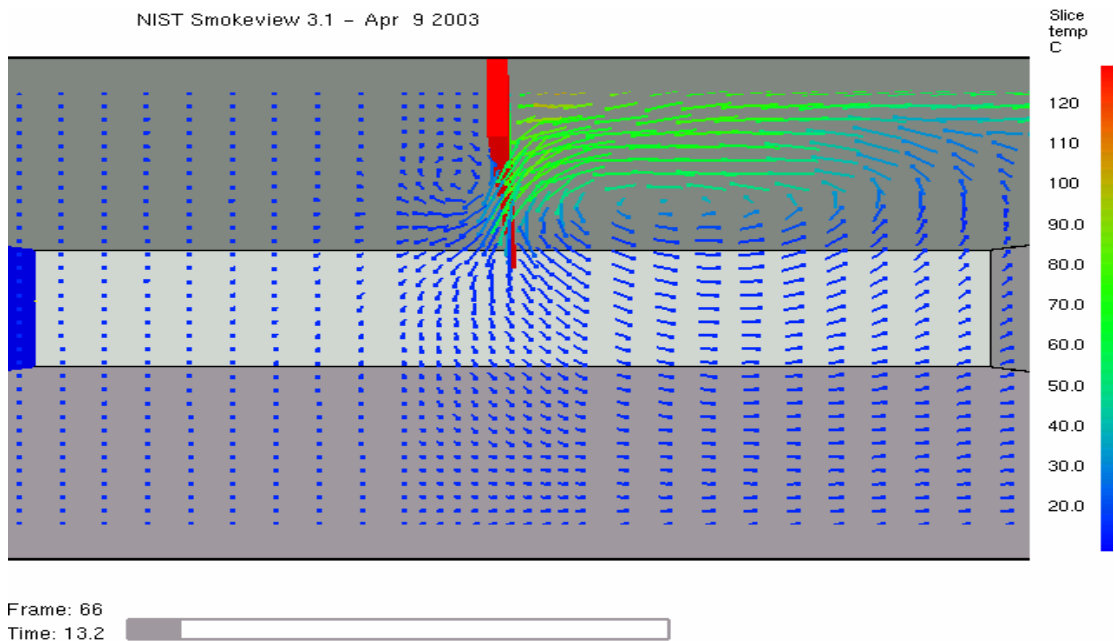


圖 4-8a 單一區劃面積 200 m²溫度分佈圖(7)

a、無防煙垂壁



b、50cm 防煙垂壁



c、80cm 防煙垂壁

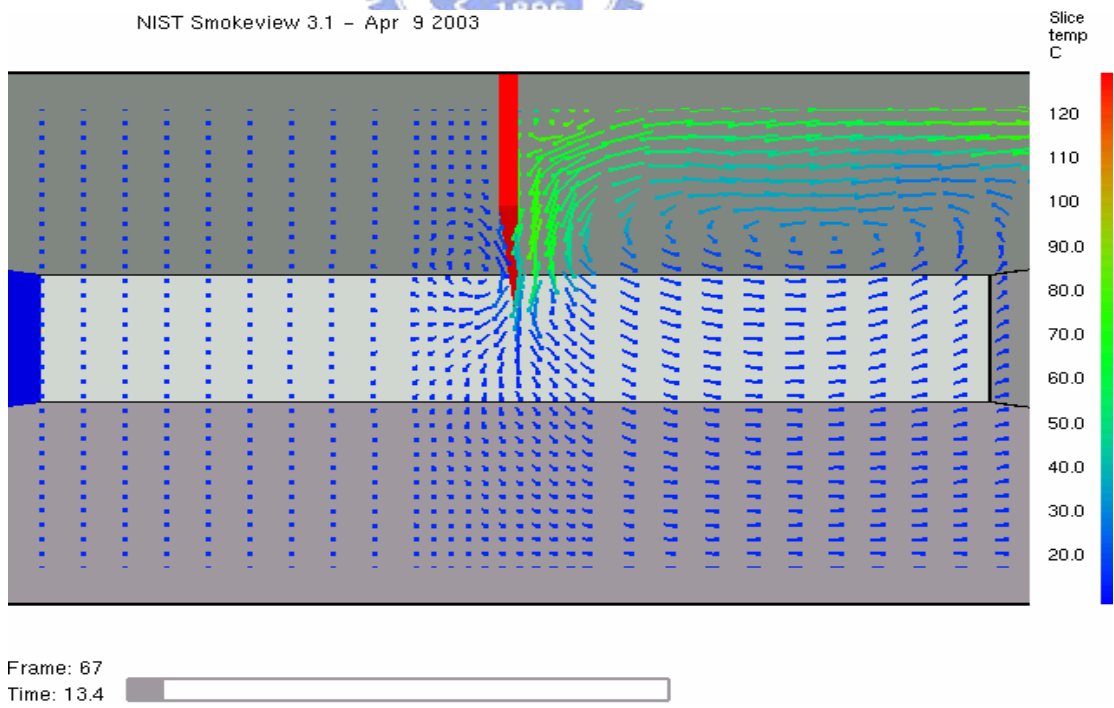
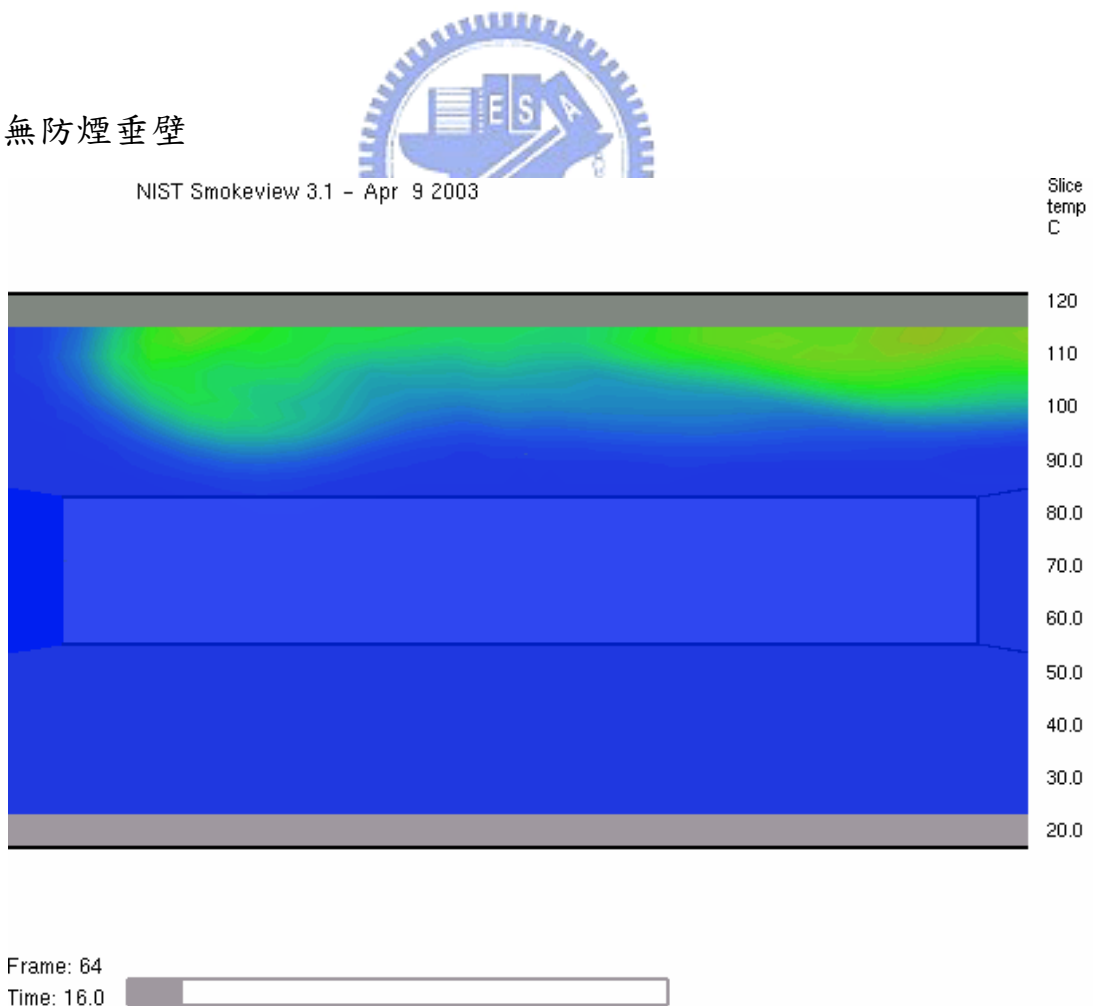


圖 4-8b 單一區劃面積 200 m²溫度流場圖(7)

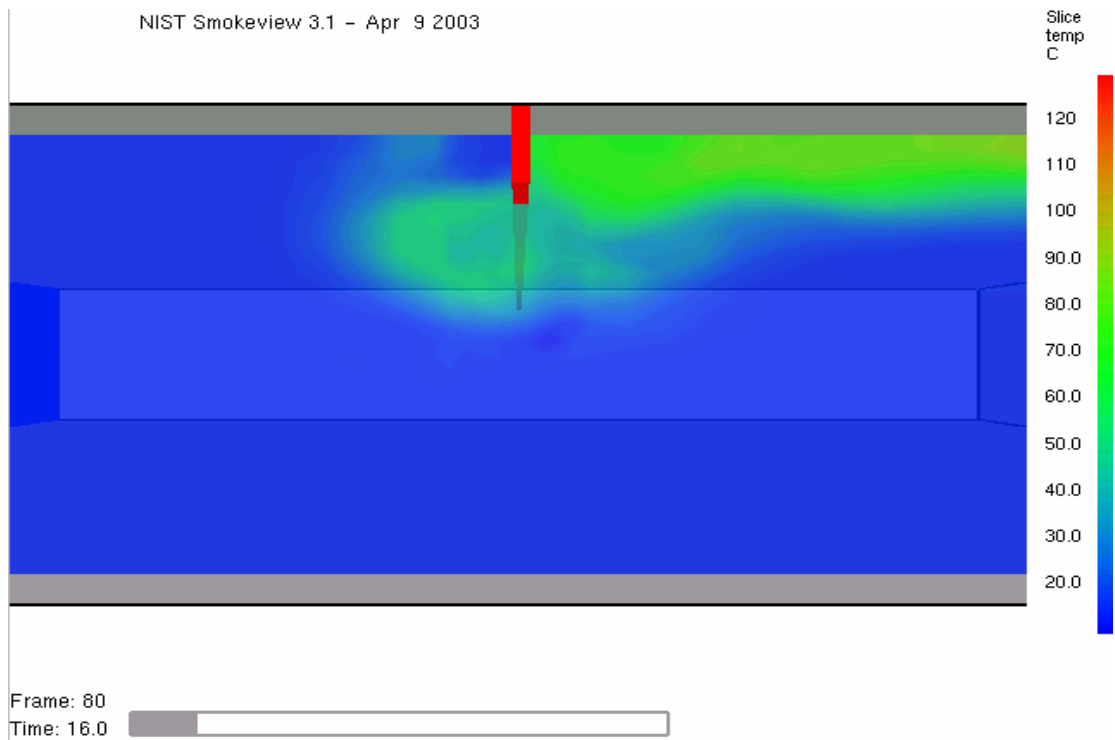
(3)、熱流接觸第一道防煙垂壁後

圖 4-9a 及圖 4-9b 為有、無防煙垂壁在熱流接觸後（歷時約 16 秒）的溫度分佈與流場比較圖。由圖 4-9a 可知在無防煙垂壁時，熱流沒有受到干擾，非常順暢的繼續往前方擴散。而在有防煙垂壁時，熱流因受到防煙垂壁的阻隔，一部分越過防煙垂壁下緣繼續向前擴散，一部分蓄積於原有區劃內。由圖 4-9b 可以很清楚看到，熱流在防煙垂壁的下緣產生非常激烈的擾動，且在歷時 16 秒時 50cm 防煙垂壁的下方前緣有明顯的渦流產生。而在 80cm 防煙垂壁的下方前緣則尚未有明顯的渦流形成。由此現象說明，在相同時間點，較長的防煙垂壁具有較佳阻擋高溫濃煙往前擴散的能力。

a、無防煙垂壁



b、50cm 防煙垂壁



c、80cm 防煙垂壁

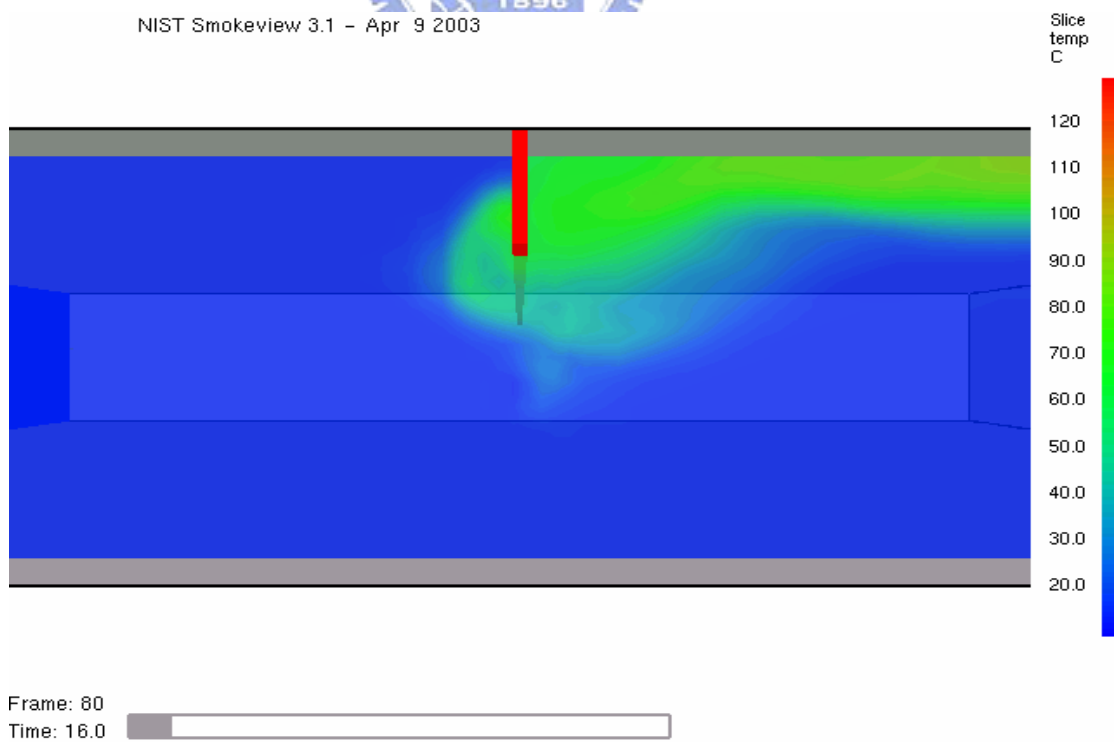
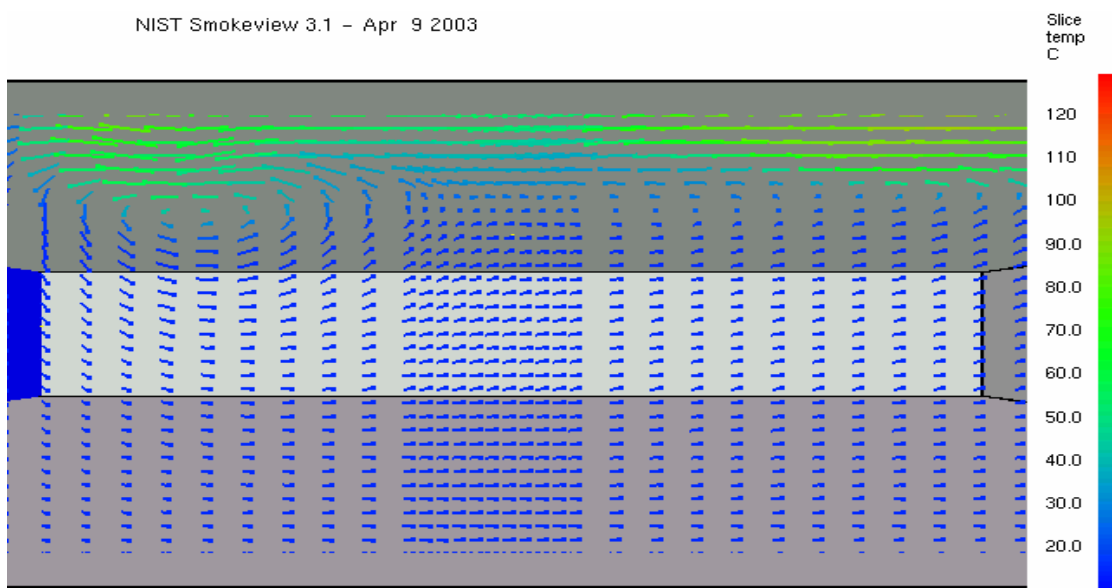


圖 4-9a 單一區劃面積 200 m²溫度分佈圖(8)

a、無防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003

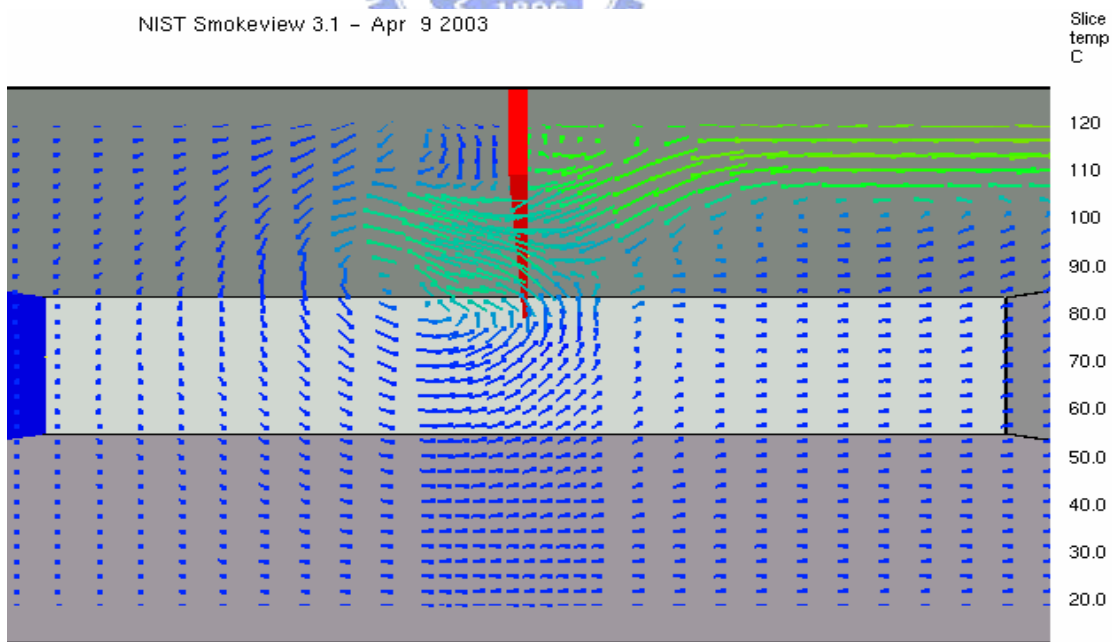


Frame: 64
Time: 16.0



b、50cm 防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003



Frame: 80
Time: 16.0



c、80cm 防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003

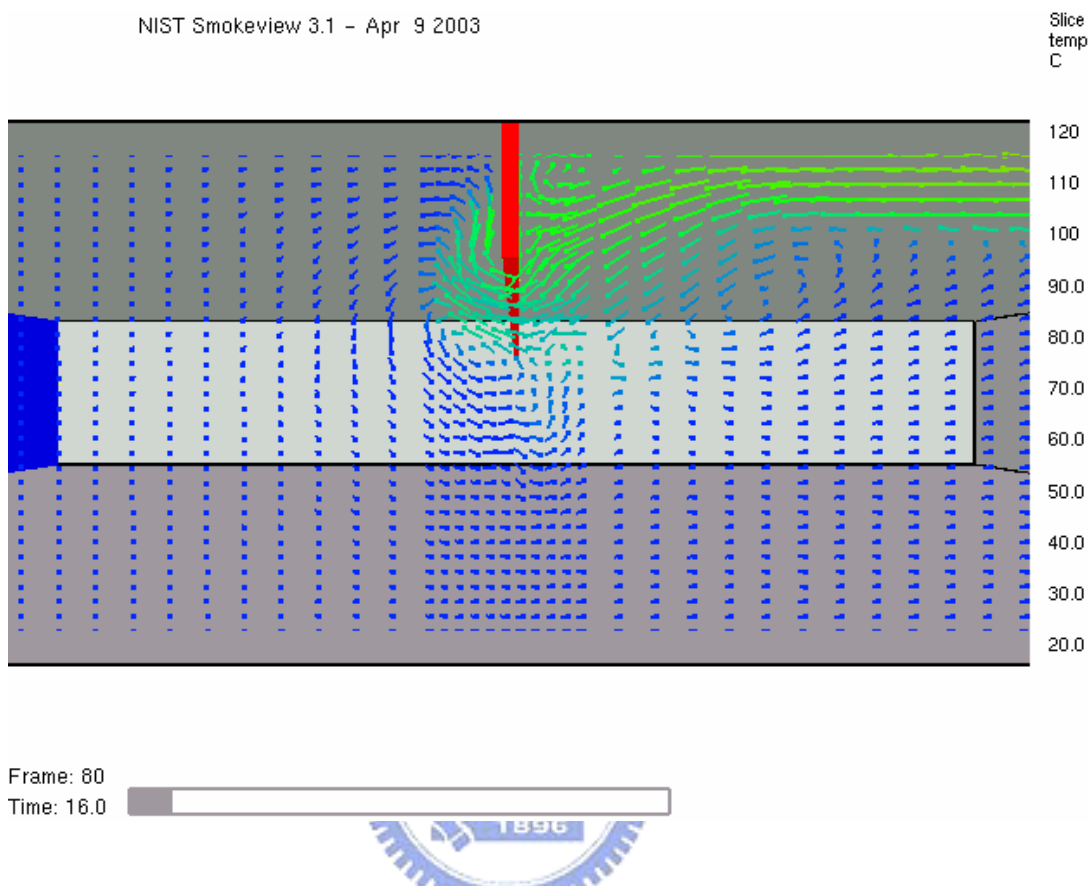


圖 4-9b 單一區劃面積 200 m²溫度流場圖(8)

(4)、熱流流動歷時在 $2\sqrt{A}$ 秒

以 200 m²單一區劃面積而言，察知火災發生至屋內人員開始避難前所需的時間為 $2\sqrt{A}$ (t_1)，需時 28.28 秒。圖 4-10a及圖 4-10b為有、無防煙垂壁在歷時 28.28 秒的溫度分佈與流場比較圖。

由圖 31-a 可以清楚看到，無防煙垂壁的場所溫度呈現均勻，高溫由起火點逐漸往前擴散，可是在設有防煙垂壁的前後兩側，溫度則高低不一呈現不均勻分布。再從圖 4-10b 可以觀察到，50cm 防煙垂壁的場所，在第一道區劃（發生起火區劃）內，熱流蓄積到足夠的厚度後，防煙垂壁的下緣會形成邊界層，同時熱流有往第二道區劃流動的現象。但在同一時間，80cm 防煙垂壁的場所，熱流在第一道區劃尚未累積到足夠的厚度，亦未有越過防煙垂壁往前流動的跡象。因此可知，在同一時間點較長防煙垂壁具有足夠能力阻擋高溫濃煙的功能。

a、 無防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003



Slice temp
C



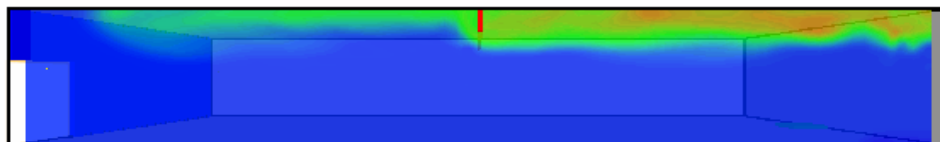
Frame: 112

Time: 28.0

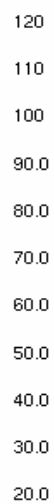


b、 50cm 防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003



Slice temp
C



Frame: 142

Time: 28.4



c、80cm 防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003

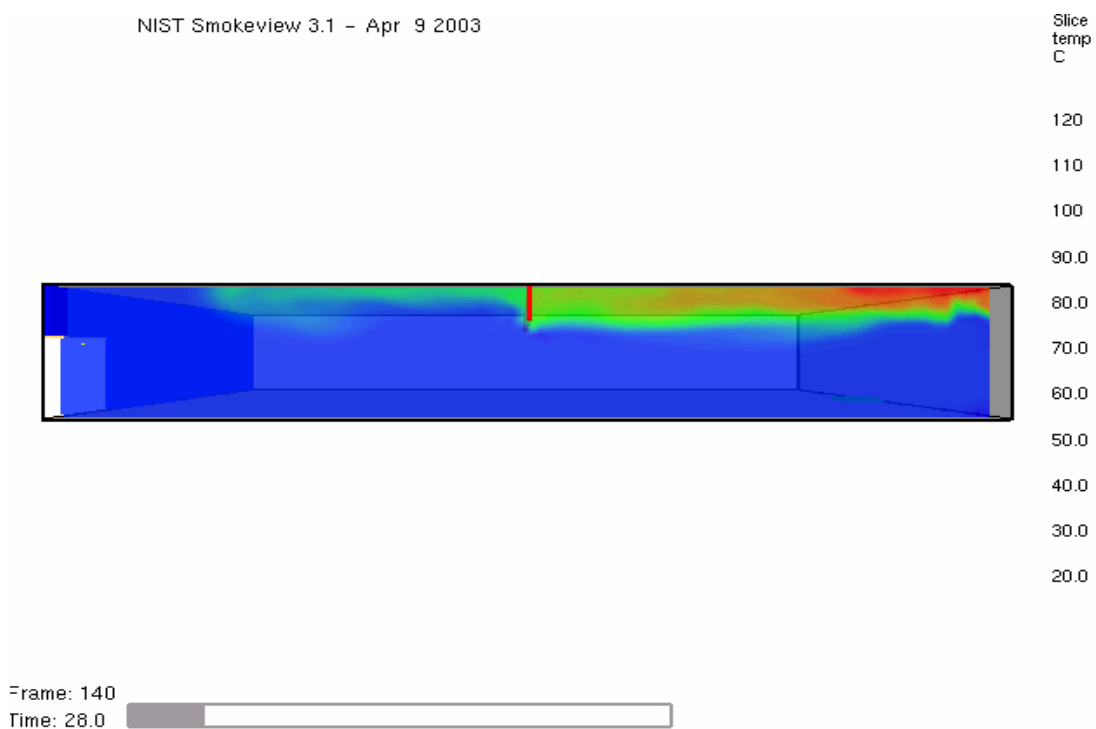
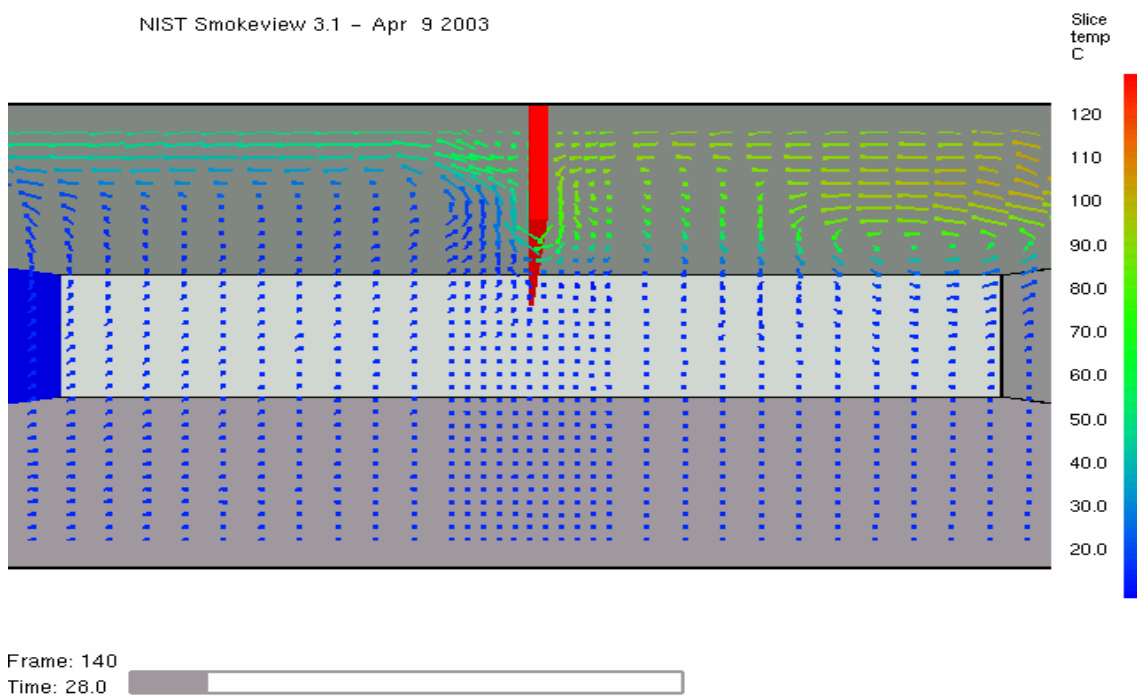


圖 4-10a 單一區劃面積 200 m²溫度分佈圖(9)

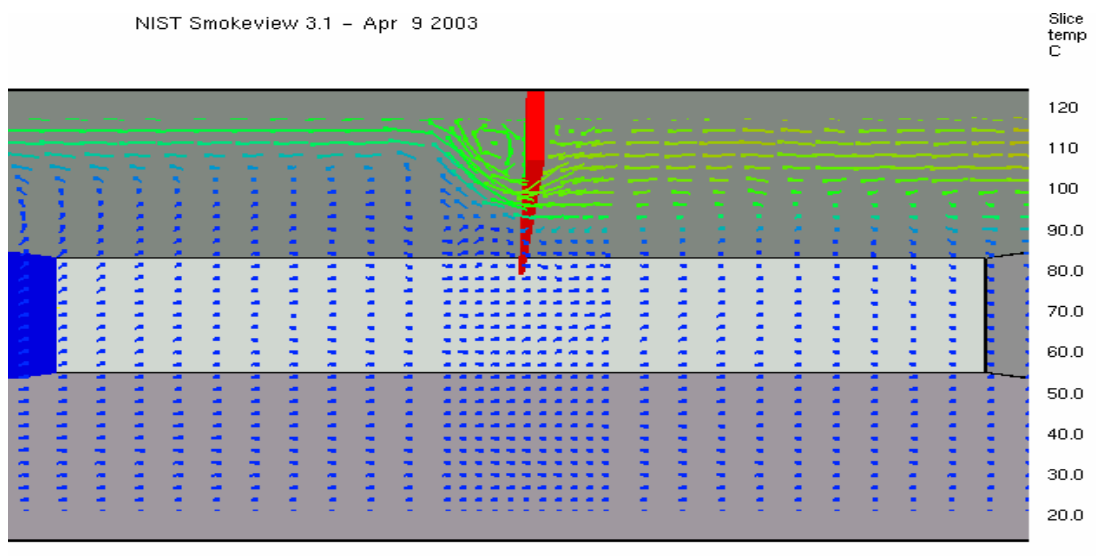
a、無防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003



b、50cm 防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003

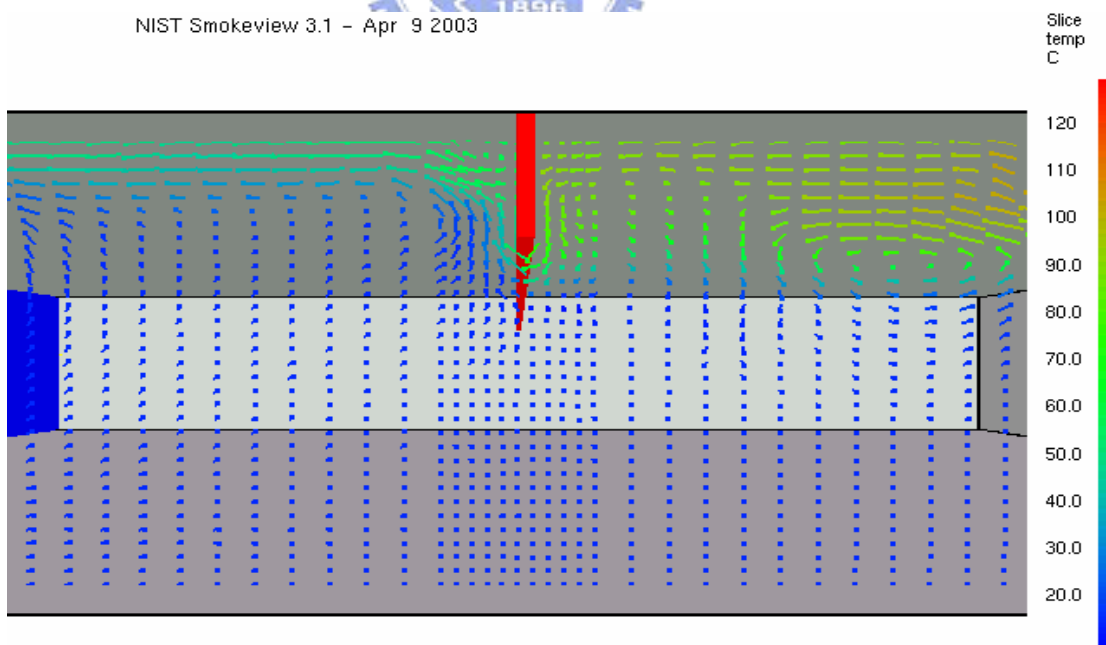


Frame: 142
Time: 28.4



c、80cm 防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003



Frame: 140
Time: 28.0

圖 4-10b 單一區劃面積 200 m²溫度流場圖(9)

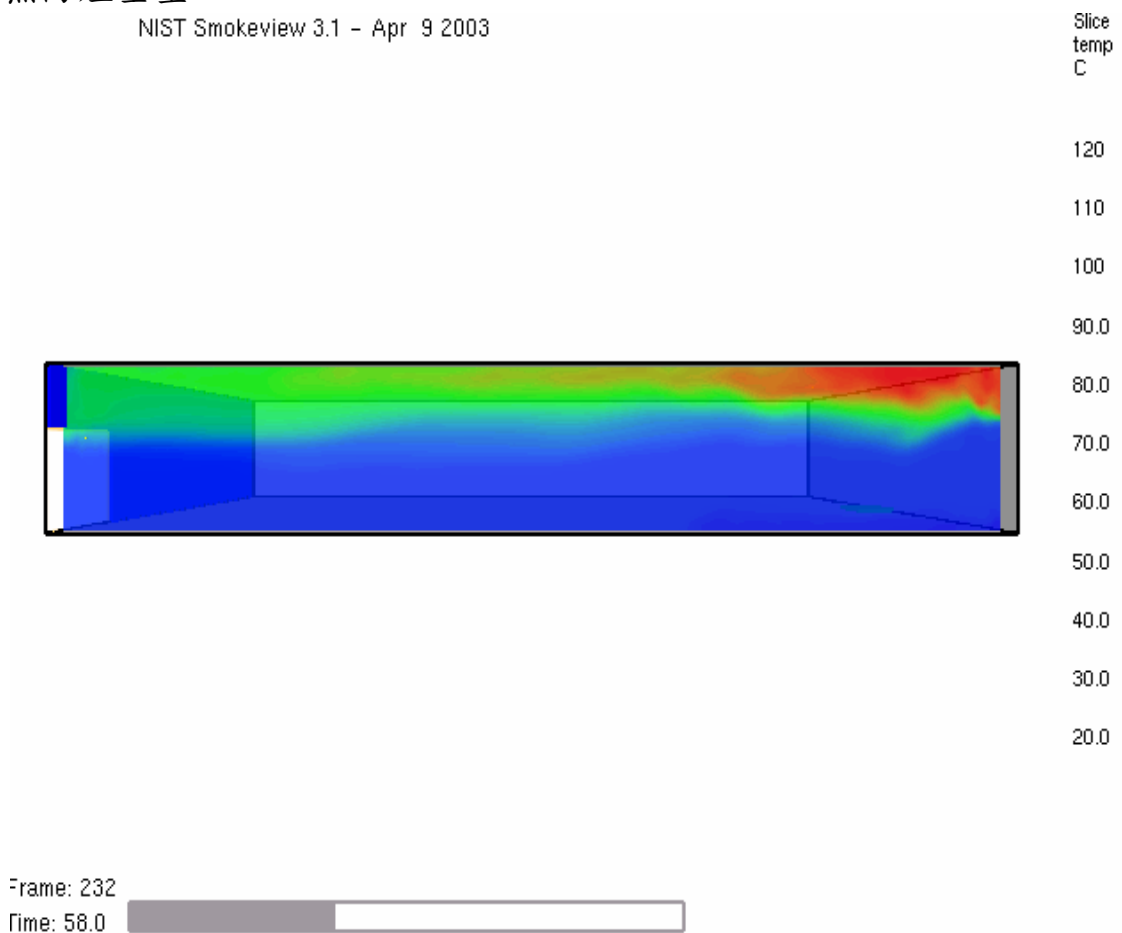
(5)、熱流流動歷時在 $2\sqrt{A} + L / v$ 秒

其次將火災發生至屋內人員開始避難前所需的時間 t_1 ($2\sqrt{A}$)再加上步行所需時間 t_2 (L / v 等於步行距離 L 除人員步行速度 $v=1\text{m/秒}$)為 30 秒，則在歷時 58.28 秒時，再比較不同防煙垂壁的溫度流動分布情形。

由圖 4-11 更可觀察到當設置防煙垂壁時，熱流受到防煙垂壁的阻擋減緩向前擴散分佈，高溫有持續蓄積於第一區劃（發生火區劃）的現象。由此可知，防煙垂壁愈長其防煙阻熱的效果更加佳。

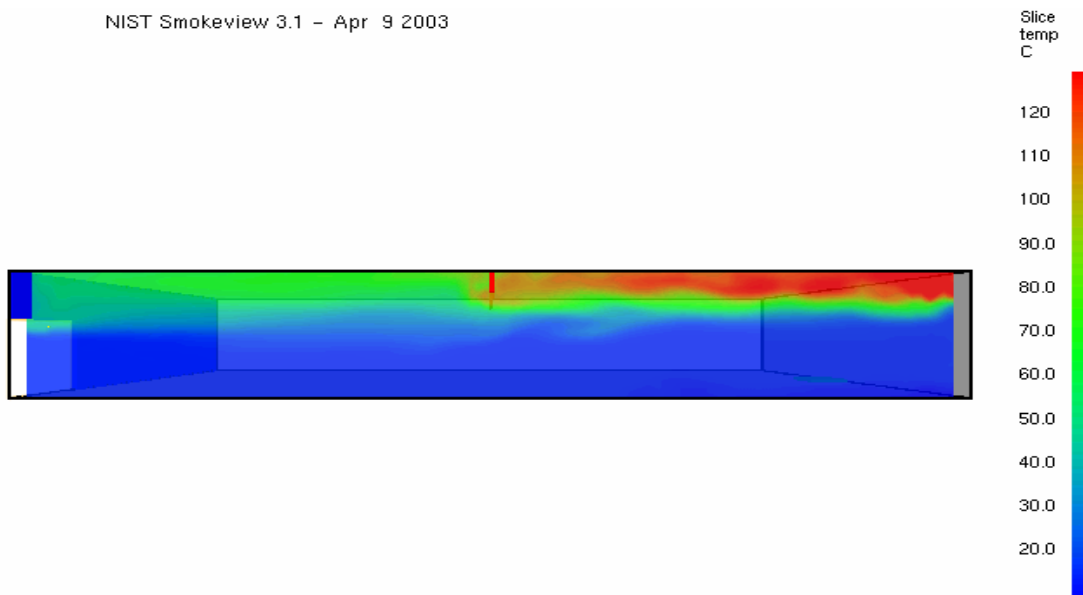
a、無防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003



b、50cm 防煙垂壁

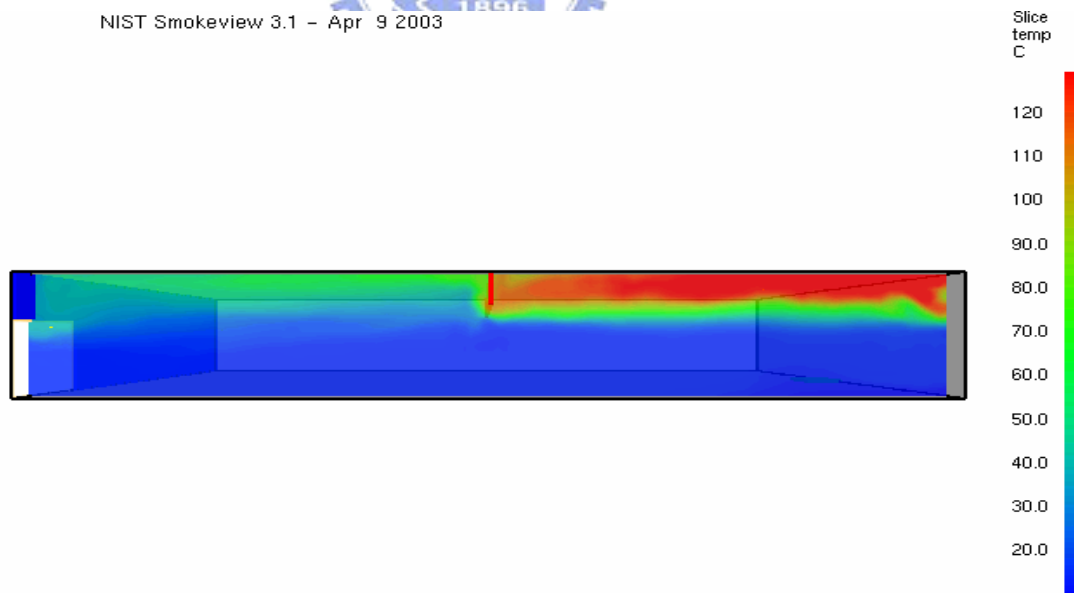
NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003



Frame: 291
Time: 58.2

c、80cm 防煙垂壁

NIST Smokeview 3.1 - Apr 9 2003



Frame: 291
Time: 58.2

圖 4-11 單一區劃面積 200 m²溫度分布圖 (10)

(6)、煙層下降至危害時間與避難所需時間比較

以上所述僅說明防煙垂壁對防煙阻熱的功能，但尚無法確認避難活動是否安全。因此，需將以上所得的時間 (t_1+t_2) 再加上人員通過出口所需的時間 (t_3) 即為避難所需時間 (T)，然後再與煙層下降危害時間 (t_s) 做比較，以判斷避難活動是否安全。

在人員通過出口所需要的時間其求法，為場所內總人員除以出口寬度以及出口流率。當有效出口寬度為 2m 時，出口流率為 1.5 人/m/秒，所得到人員通過出口所需時間 (t_3) 為 $200 \div 1.5 \div 2 = 66.67$ 秒。因此，在單一區劃面積 200 m^2 之避難所需時間 (T) 合計為 124.95 秒。其個別之避難檢視計算經彙整如表 4-3 所示。

表 4-3 $A=200 \text{ m}^2$ 、 $W=2\text{m}$ 之避難所需時間計算一覽表

編號	居室	寬長	實際	實際	人口	避難	有效	出口	步行	流動	步行	開始	步行	通過	避難
	高度	比	長寬	面積	密度	人員	出口	寬度	速度	係數	距離	時間	時間	出口	所需
	m	約	m×m	M ²	人/m ²	人	個	m	m/秒	人/ m/s	m	秒	秒	秒	秒
2	3.2	1:2	20×10	200	1.0	200	1	2.0	1.0	1.5	30	28.28	30	66.67	124.95

而單一區劃面積 200 m^2 之煙層下降危害時間是經由 FDS 電腦分析所得的結果，如表 4-4 所列。由各項資料可以得知，在不設置防煙垂壁時危害因子為溫度控制，其危害時間為 122 秒。同樣在設置 50cm 防煙垂壁時亦為溫度控制，其危害時間為 146 秒（兩者的消光係數危害值均小於 0.3）。但當設置 80cm 防煙垂壁時，危害因子則由溫度控制轉變為消光係數控制，溫度在歷時 187 秒才達到 80°C 的危害值，可是消光係數卻在歷時 170 秒即達到 0.3 危害值，因此其煙層下降危害時間為 170 秒。

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

有效出口面積 (m ²)	開口寬度 (m)	煙層下降時間(秒)	防煙垂壁長度(cm)		
		避難所需時間(秒)	0	50	80
4	2	124.95	(122, 146)	(146, 150)	(187, 170)

註：(溫度達危害值時間，消光係數達危害值時間)

由以上所述可以發覺，避難所需時間的關鍵在於出口寬度的大小，出口寬度愈大，人員流動性愈快，相對地所用的時間亦較短，反之亦然。而能否延長煙層下降危害時間的關鍵則在於設置防煙垂壁的長度。即【12】實驗結果有論及垂壁愈長，防煙阻熱的效果愈佳。因此，若以無防煙垂壁的煙層下降危害時間值當做基準值，在設置 50cm 防煙垂壁的場所可相對延長 19%的時間，設置 80cm 防煙垂壁的場所則可相對延長 39%的時間。

綜上可知，彙整如圖 4-12 所示，在單一區劃面積 200 m^2 ，若有效出口寬度為 2m 時，其避難所需時間為 124.95 秒。由資料可知，除未設防煙垂壁的場所無法讓全部人員順利通過出口，避難逃生有虞外，設有防煙垂壁的場所，人員避難均無困難，其中又以設置 80cm 的防煙垂壁安全性較高。

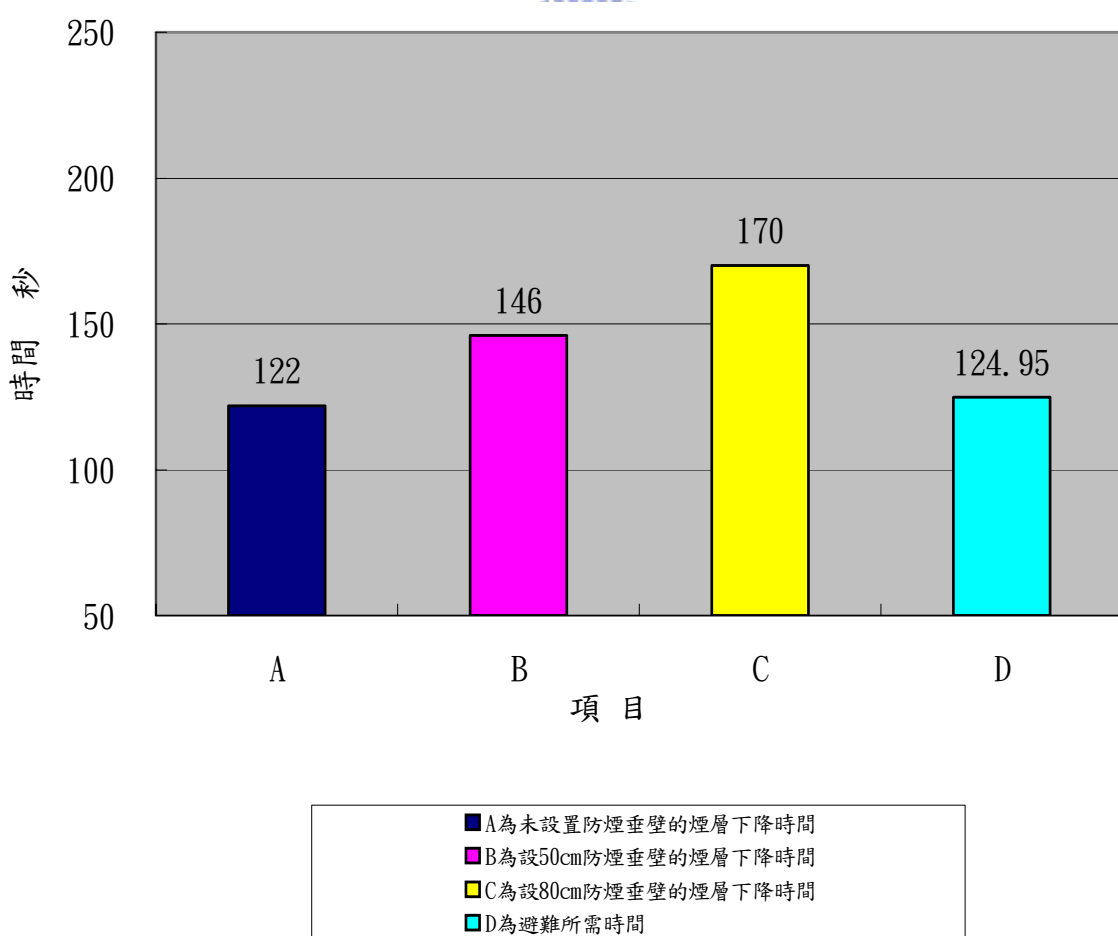


圖 4-12 A= 200 m^2 、W=2m 之時間比較圖

4.1.3 單一區劃面積 200 m²比較分析

綜合以上電腦分析的結果，彙整如表 4-5 所示，在單一區劃面積 200 m²對應不同出口寬度其避難的效果比較，說明如下：

(1)、未設防煙垂壁的場所，在對應有效開口寬度 2m 時，煙層下降危害時間為 122 秒，較對應有效開口寬度 1m 時為 110 秒，增加 12 秒之多。

(2)、在設有 50cm 防煙垂壁的場所，在對應有效開口寬度 2m 時，煙層下降危害時間為 146 秒，較對應有效開口寬度 1m 時為 143 秒，僅增加 3 秒。

(3)、在設有 80cm 防煙垂壁的場所，在對應有效開口寬度 2m 時，煙層下降危害時間為 170 秒，較對應有效開口寬度 1m 時為 161 秒，增加 9 秒。

因此，對於相同面積、相同防煙垂壁的配置，開口的大小對於煙層下降危害時間增加有限，但對於相同面積、不同防煙垂壁的配置，防煙垂壁愈長，相對延長煙層下降危害時間就愈顯著。

再從避難活動方面來討論，若有效出口寬度為 1m 時，不論有無設置防煙垂壁，煙層下降危害時間均小於避難所需時間 191.61 秒。此種配置，無法讓人員全部通過出口逃生，因此避難安全有虞。但若有效出口寬度為 2m 時，則因寬度增大，加快人員通過出口，相對縮短避難逃生的時間，此時避難所需時間僅為 124.95 秒。因此，可由圖 4-13 得知，除未設防煙垂壁無法滿足人員避難要求外，設置有防煙垂壁的場所，人員避難安全無困難。

同樣在設置 80cm 的防煙垂壁的場所，因煙層下降危害時間較長，且又屬於消光係數控制，而非為立即造成傷害的溫度控制，安全性較高。因此，針對單一區劃面積 200 m²的配置，應以有效出口寬度 2m，設置 80cm 的防煙垂壁為宜。

表 4-5 A=200 m²煙層下降與避難所需時間比較表

有效出口面積 (m ²)	開口寬度 (m)	煙層下降時間(秒) 避難所需時間(秒)	防煙垂壁長度(cm)		
			0	50	80
2	1	191.62	(110, 149)	(143, 154)	(199, 161)
4	2	124.95	(122, 146)	(146, 150)	(187, 170)

註：(溫度達危害值時間，消光係數達危害值時間)

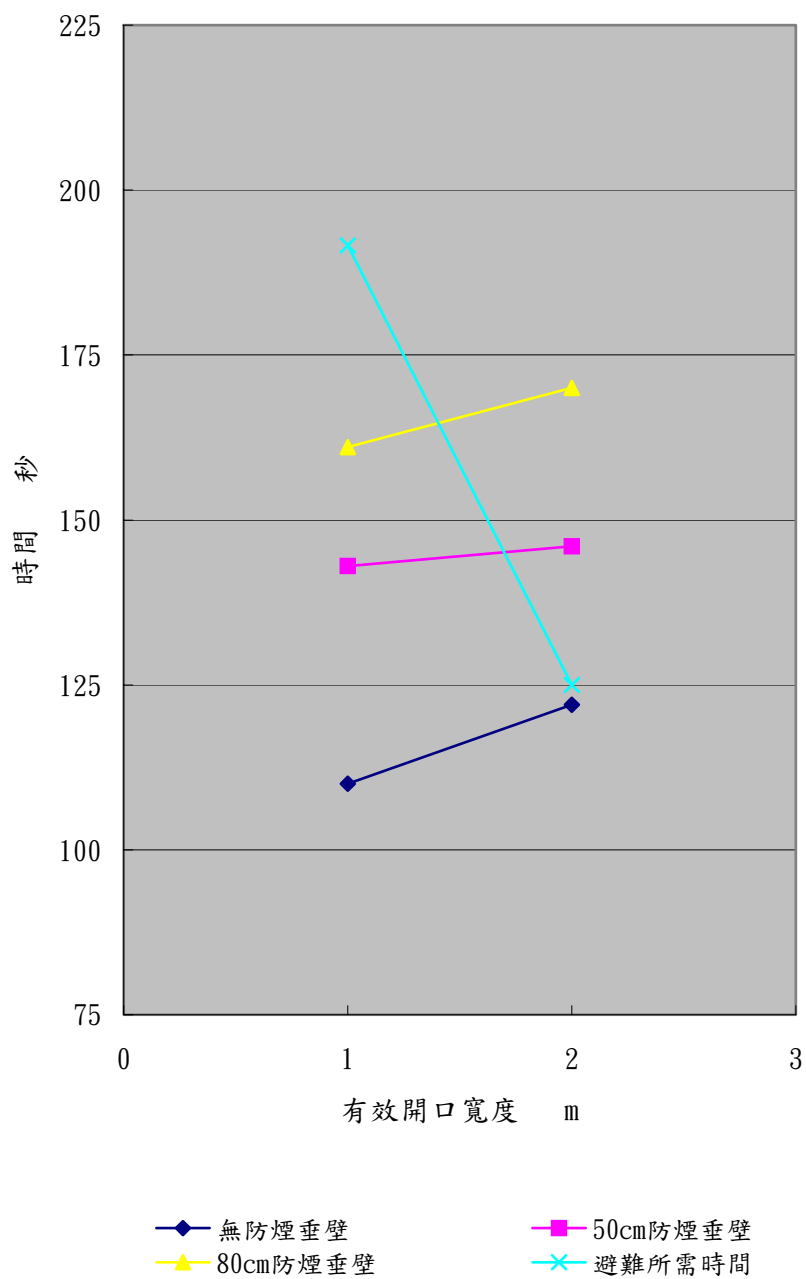


圖 4-13 單一區劃面積 200 m²煙層下降與避難時間比較圖