

## 目錄

目錄	I
表目錄	II
圖目錄	III
第一章 前言	
1-1 專題製作動機	1
1-2 專題製作方法與目的	3
1-3 專題進度表	6
1-4 工作分配表	7
第二章 基本原理	
2-1 LED 基本原理	8
2-2 CFD-GEOM 建立 3D 模型及格點	10
2-3 CFD-ACE 模擬分析及參數設定	13
第三章 結果與討論	
3-1 格點測試	22
3-2 熱對流係數值計算	23
3-3 數值模擬結果與實驗比對驗證	24
3-4 不同鰭片尺寸設計對散熱性能影響	25
第四章 結論	29

表目錄

表 1 專題進度表 · · · · · 6  
表 2 工作分配表 · · · · · 7

## 圖目錄

圖 2-2-1	散熱鰭片示意圖	10
圖 2-2-2	實驗散熱鰭片尺寸圖	11
圖 2-2-3	散熱鰭片尺寸參數示意圖	11
圖 2-2-4	數值模擬散熱鰭片格點圖	12
圖 2-3-1	選取分析模式	13
圖 2-3-2	模流參考設定—重力與浮力設定	13
圖 2-3-3	體積條件設定	14
圖 2-3-4	體積固體材質設定	14
圖 2-3-5	體積流體性質設定	15
圖 2-3-6	邊界條件設定	15
圖 2-3-7	邊界條件設定—週期性邊界設定	16
圖 2-3-8	空氣接觸面條件設定—Farfield 條件設定	16
圖 2-3-9	熱源條件設定	17
圖 2-3-10	鰭片條件設定	17
圖 2-3-11	初使條件設定	18
圖 2-3-12	疊代與收斂條件設定	18
圖 2-3-13	數值參數設定	19
圖 2-3-14	數值疊代運算	19
圖 2-3-15	誤差收斂趨勢圖	20
圖 2-3-16	結果呈現—溫度分布圖	20
圖 2-3-17	結果呈現—速度流向圖	21
圖 3-3-1	數值模擬與實驗結果比對驗證圖	24
圖 3-4-1	溫度分布圖	25
圖 3-4-2	速度分布圖	25
圖 3-4-3	不同鰭片間距下，熱對流性能曲線圖	26
圖 3-4-4	不同鰭片厚度下，熱對流性能曲線圖	27
圖 3-4-5	不同鰭片高度下，熱對流性能	28

# 第一章 前 言

## 1-1 專題製作動機

近年來影響我們生活的兩個重大因素有二，一為石油價格持續攀升，讓經濟拮据的小市民為物價高漲所苦；二為全球暖化，大氣異常所引起的天災，屢屢奪去無辜人的性命。如何解決能源短缺問題及減少使用能源的過程中對環境的破壞，不疑是現在最值得研究的課題。

照明對現代人而言已不僅是生活必需品，工業及娛樂中隨處可見，也因此照明消耗了百分之20的電力能源。傳統的照明使用白熾燈(鎢絲燈)，但其發光效率低，使用壽命短。發光效率低，導致使用中的燈泡溫度過高，除了散熱不易外，亦對環境造成熱汙染。使用壽命短，除消耗製作材料外，廢棄物處理又造成另一個難題。因此，世界各國陸續制定停止生產的法令。

發光二極體 (Light Emitting Diode, LED) 自1962年發明以來，憑藉著高效率及安全的特性，已成照明主流。LED燈比照傳統白熾燈除了亮度高及省電等優點外，其壽命為一般燈泡的3至6倍，擁有如此優異性能的LED燈已是人類現在及未來的最佳選擇。但是要讓LED

燈全面普及使用，有些技術性的問題必須去克服，如LED燈接合點溫度的降低問題，因為LED的發光及壽命，會隨著晶片接合點的溫度升高而降低，改善晶片接合點散熱將可提高LED壽命並使LED燈無限制的應用於各項照明需求。

## 1-2 專題製作方法與目的

### 1-2.1 專題製作方向

在 LED 燈逐漸取代一般燈泡的趨勢下，許多電器用品或是交通工具也漸漸開始淘汰傳統燈泡使用 LED 燈泡，例如電腦，汽車，機車，或是路邊的路燈跟電子看板等等，而在 LED 燈的日漸改良下，效能與功能都比以前改良很多了，但相對的隨著效能提高散熱方式也越趨重要，例如車燈等等很多電器用品都是密閉空間，都無法讓燈泡使用外部工具散熱，只能用傳統鰭片來散熱，然而，如何透過數值模擬，設計最佳的尺寸使傳統鰭片的散熱效果達到最高是這次專題的主要方向。

## 1-2.2 專題製作的方法

LED 散熱鰭片效能問題。研究大致有數值模擬與實驗兩種方式。本專題以數值模擬方式，探討鰭片尺寸設計對散熱性能的影響。為求了解結果的準確性。以清華大學動力機械研究所李幸勇的實驗結果作為數值模擬結果驗證依據。

為了能順利完成專題製作，本組採用以下的程序和方法進行專題研究。

- (1)收集並探討 LED 散熱相關問題及改善方法。
- (2)研習熱力學、傳傳熱與流體力學的基本概念。
- (3)研習 CFD-GEOM 立體建模技巧。
- (4)研習 CFD-ESI 分析模式及參數設定。
- (5)數值模擬結果研判與分析。
- (6)數值模擬結果與實驗比對驗證。
- (7)不同鰭片尺寸設計對散熱性能影響。
- (8)以 Grapher 繪圖軟體繪製性能曲線。
- (9)結果討論並撰寫報告。

### 1-2.3 專題製作目的

透過本專題，希望達到以下目的。

- (1)了解 LED 燈原理及散問題改善。
- (2)補強熱流領域不足的學科常識。
- (3)學習並使用套裝軟體解決問題。

### 1-3 專題進度表

表 1. 專題進度表

月份 工作項目	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
小組成立	★											
專題題目討論	★	★										
相關科目研討		★	★	★								
收集資料				★								
ESI-CFD 繪圖				★	★	★						
ESI-CFD 分析						★	★	★	★			
分析資料彙整							★	★	★	★		
討論問題							★	★	★	★		
完成書面報告										★	★	★

## 1-4 工作分配表

表 2 工作分配表

組員 工作項目	張嘉宏	陳義文	謝丞凱	林敬哲	吳彥濤	林峻聖	王瑋華
資料收集	●	●	●	●	●	●	●
CFD-GEOM 繪圖	●	●	●		●		
CFD-ACE 分析	●	●	●	●	●	●	●
鰭片間距 D 尺寸的差別			●	●			
鰭片厚度 W 尺寸的差別		●			●		
鰭片高度 H 尺寸的差別						●	●
資料彙整	●			●		●	●
專題報告製作	●	●	●	●	●	●	●

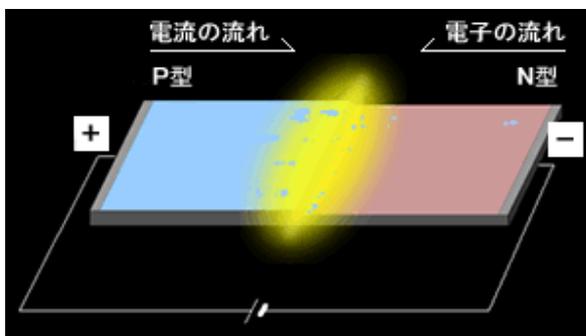
## 第二章 基本原理

### 2-1 LED基本原理

LED於1950年代發展出來，1968年開始商業量產，早期只有單調的暗紅色電子產品。1992年Nichia突破藍光LED技術障礙後，逐漸衍生出多重色彩。

LED是由化合物半導體材料製成的發光固態元件，經由電子－電洞的結合可把電能轉換成光的方法激發釋出，但是目前來說，LED燈發光輸出效率大概只有20~30%，也就是說發出去的光有七成都被轉換成熱能，而熱能是以熱導方式傳出。

LED是半導體材料製成的發光元件，主要發光原理是使用III-V族化學元素(例如磷化鎵、砷化鎵等)，對化合物半導體施加電流利用兩極體內分離的兩個載子，分別為帶負電的電子與帶正電的電洞相互結合而產生光子達成冷性發光效果，與傳統鎢絲燈泡發光原理不同。



(LED 在順向偏壓下，電子在接合面流動時，會在再結

合而消滅的過程中發光。)

LED燈比起一般燈泡具有省電、壽命長、顏色多樣、亮度衰減較緩慢等優點，要取代傳統照明市場發光效率至少要提升到60lm/W以上，不過要普及重點還是在發光成本上。LED燈已是台灣光電產業最具未來競爭力的產品之一，可望成為台灣下個兆元產業。

## 2-2.CFD-GEOM 建立 3D 模型及格點

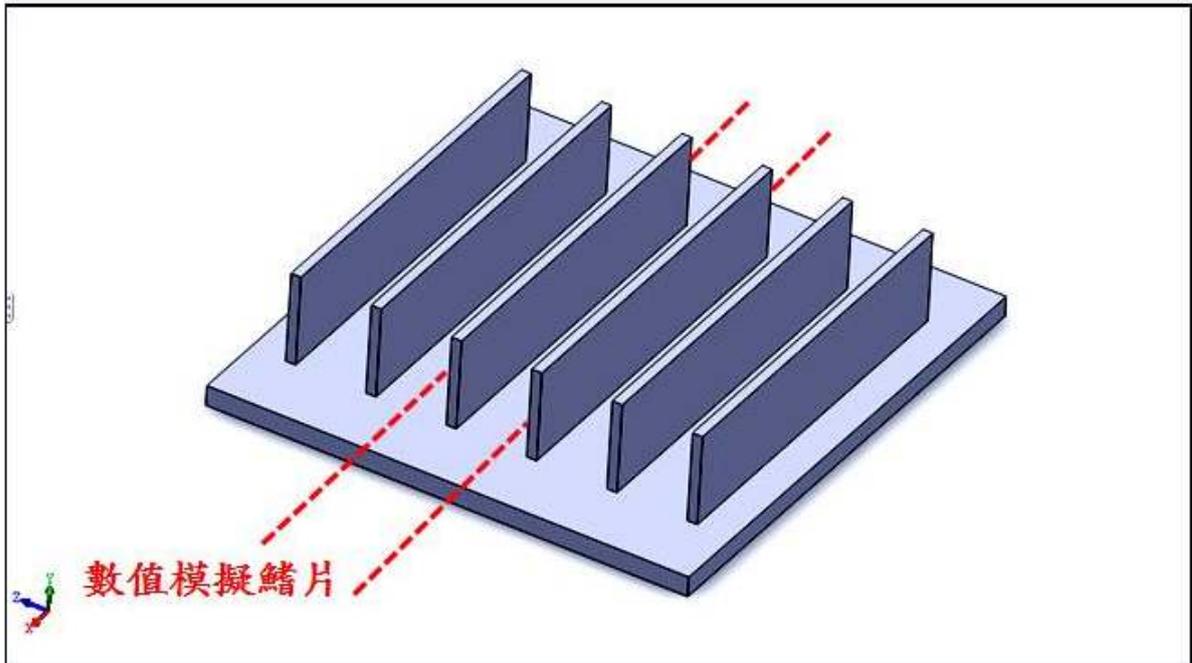


圖 2-2-1 散熱鰭片示意圖

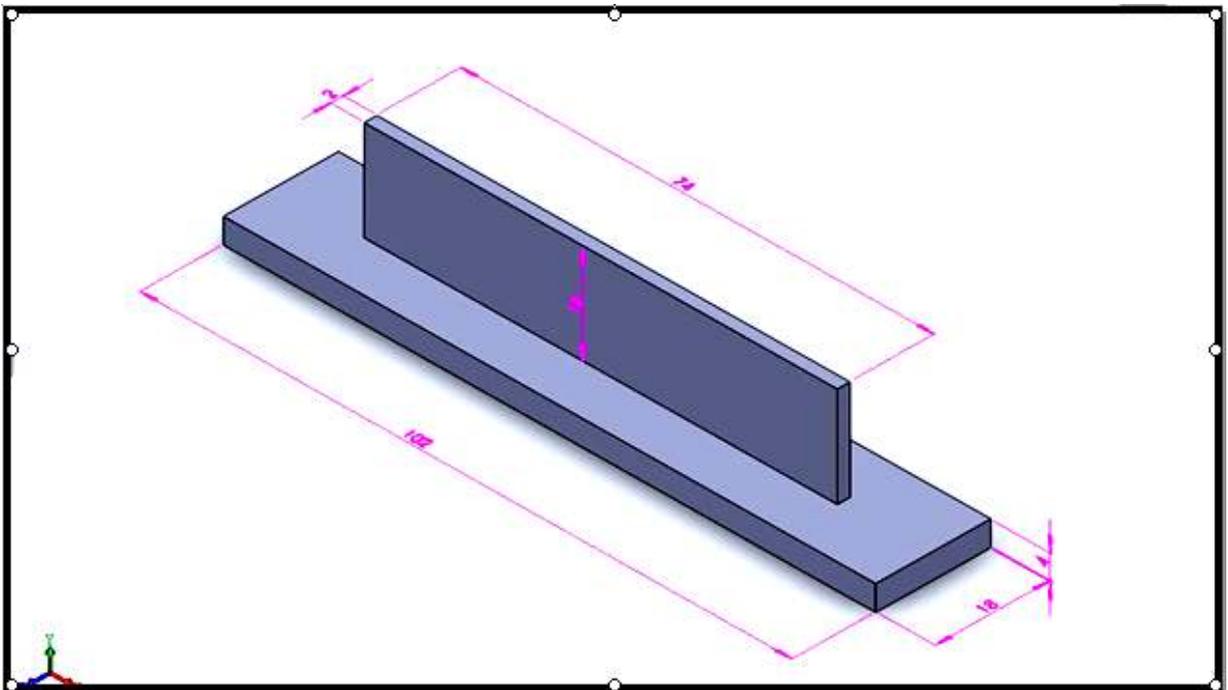


圖 2-2-2 實驗散熱鰭片尺寸圖

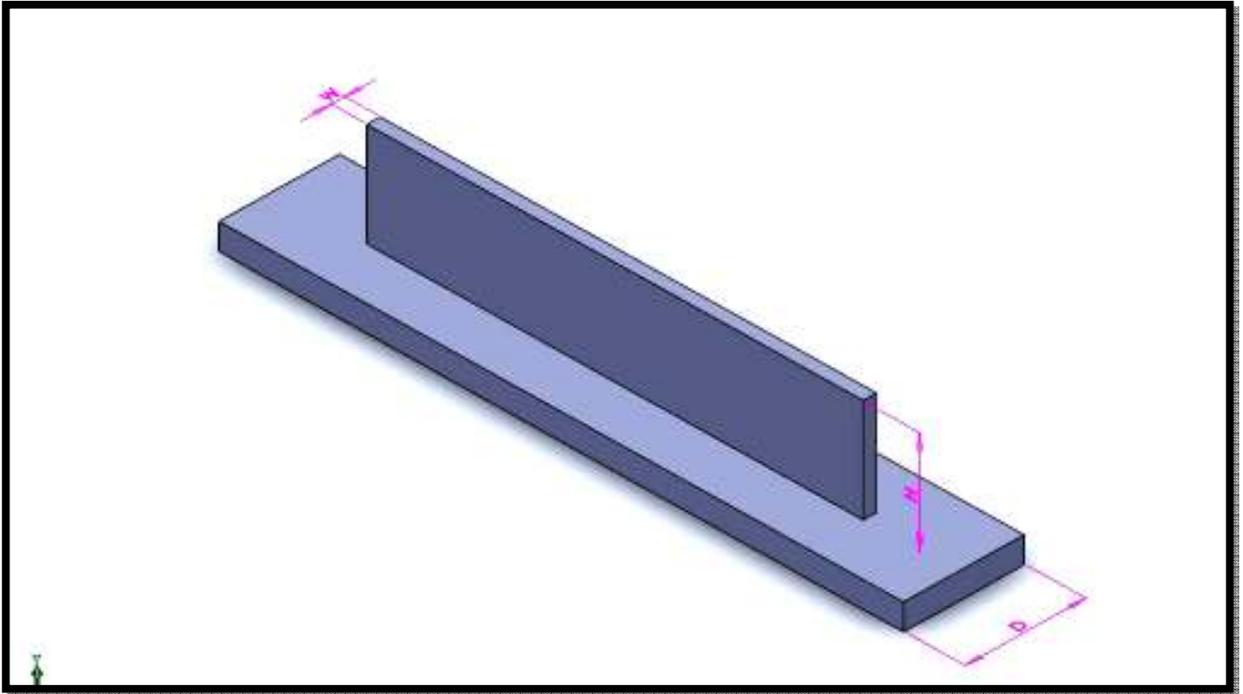


圖 2-2-3 散熱鰭片尺寸參數示意圖

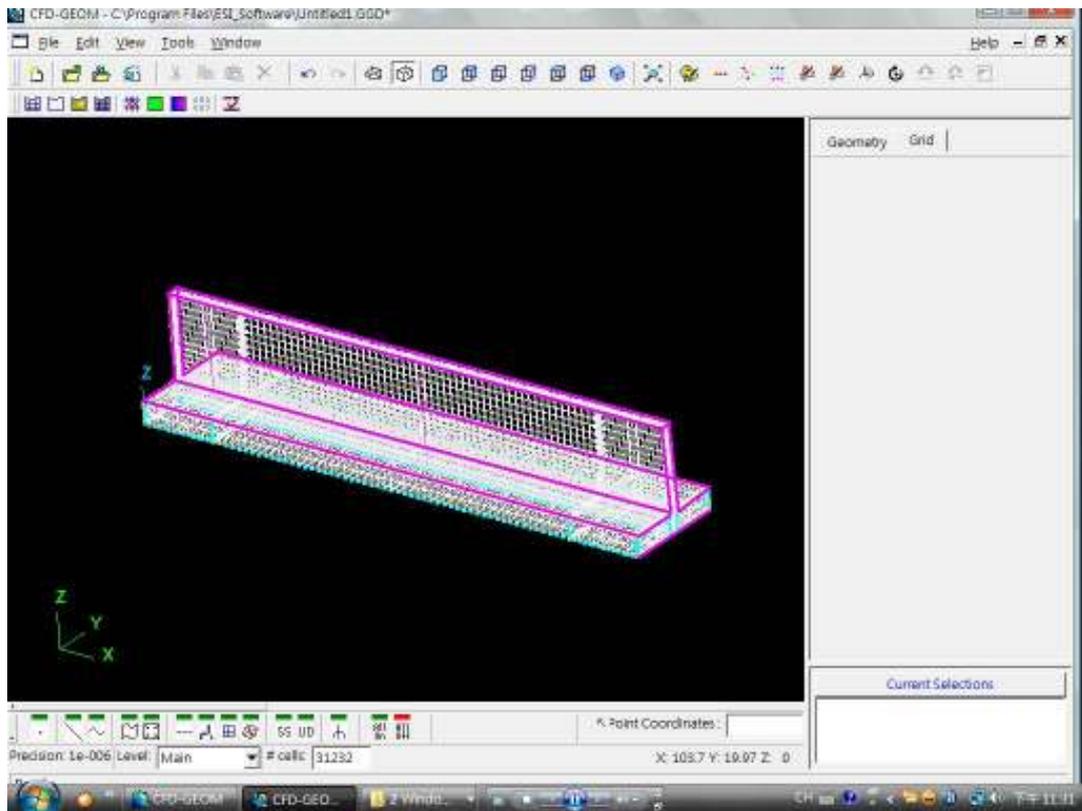


圖2-2-4 數值模擬散熱鰭片格點圖

## 2-3 CFD-ACE 模擬分析及參數設定

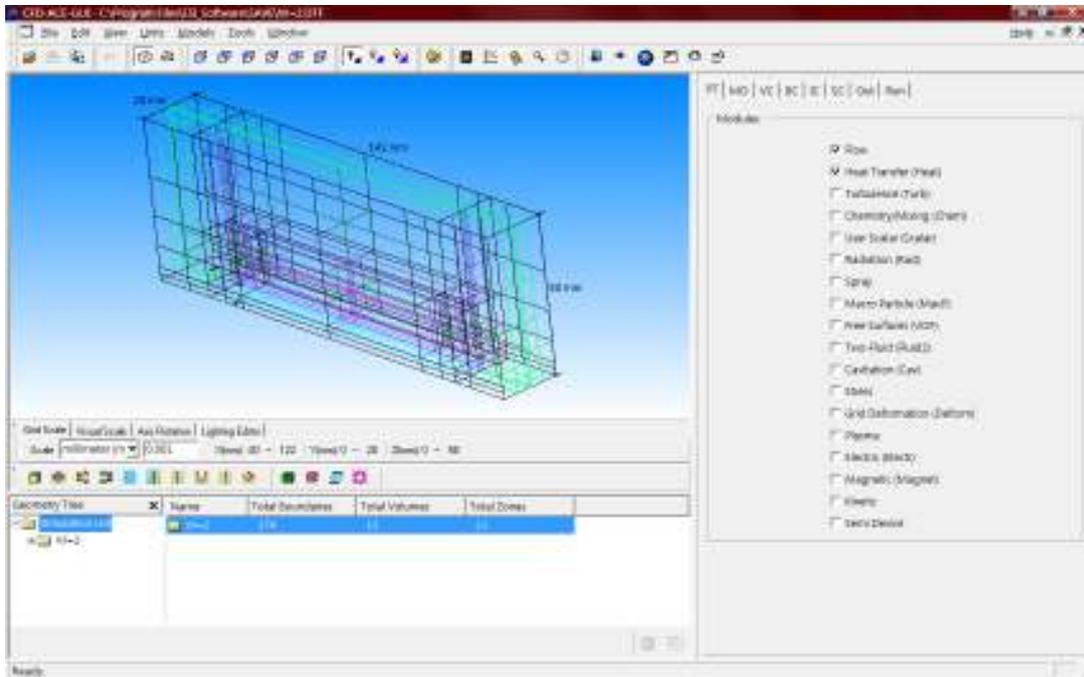


圖 2-3-1 選取分析模式

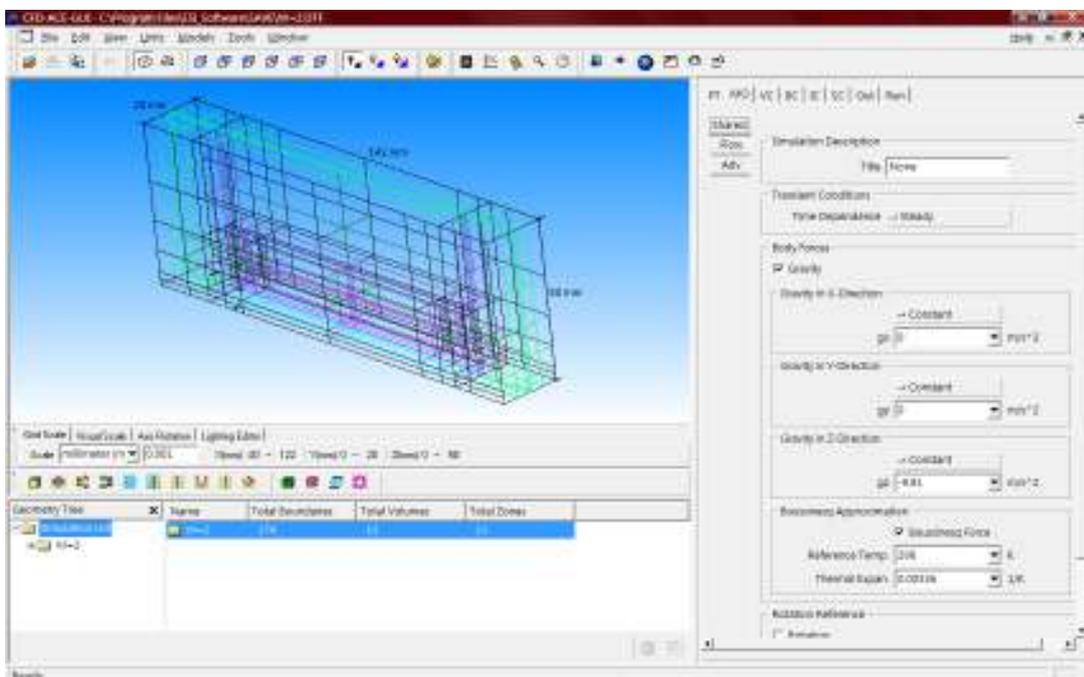


圖 2-3-2 模流參考設定—重力與浮力設定

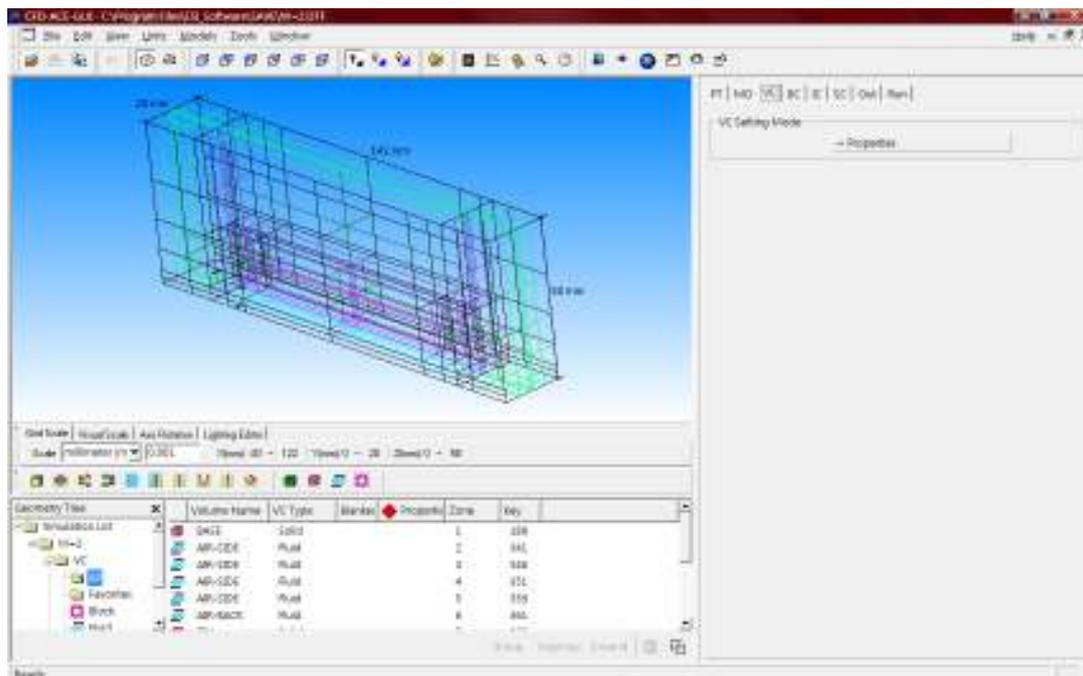


圖 2-3-3 體積條件設定

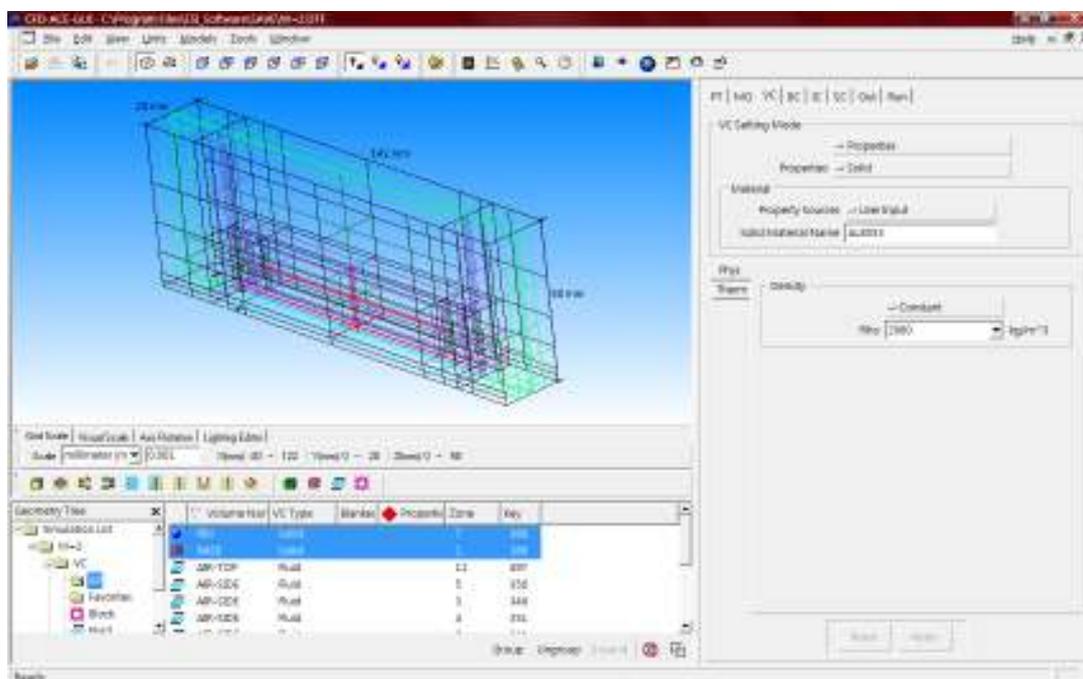


圖 2-3-4 體積固體材質設定

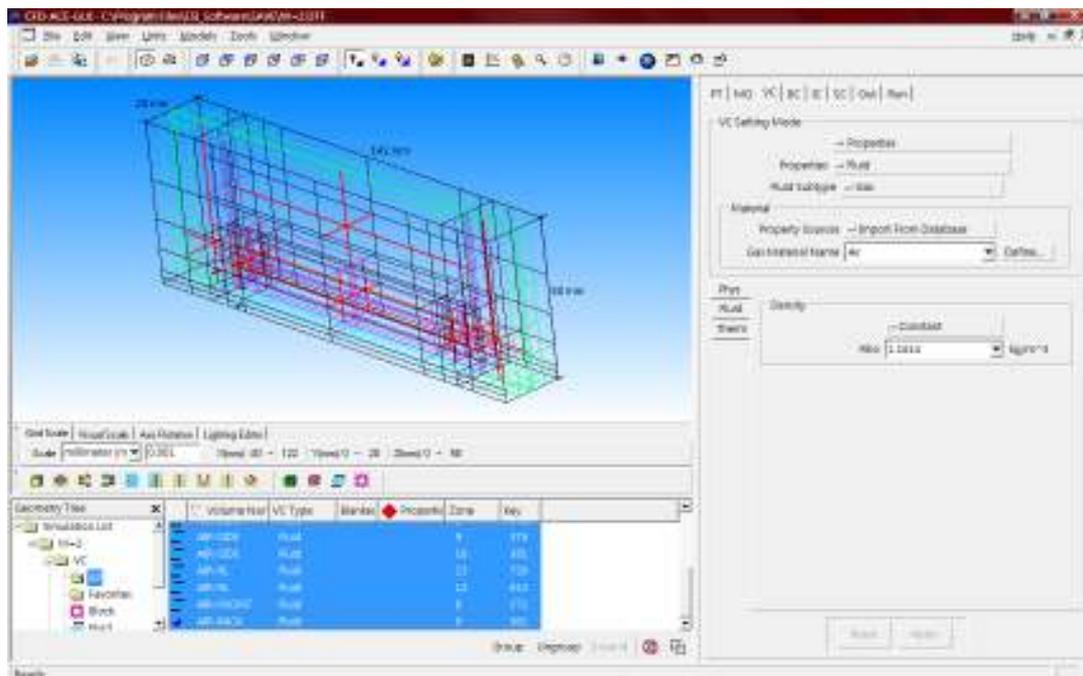


圖 2-3-5 體積流體性質設定

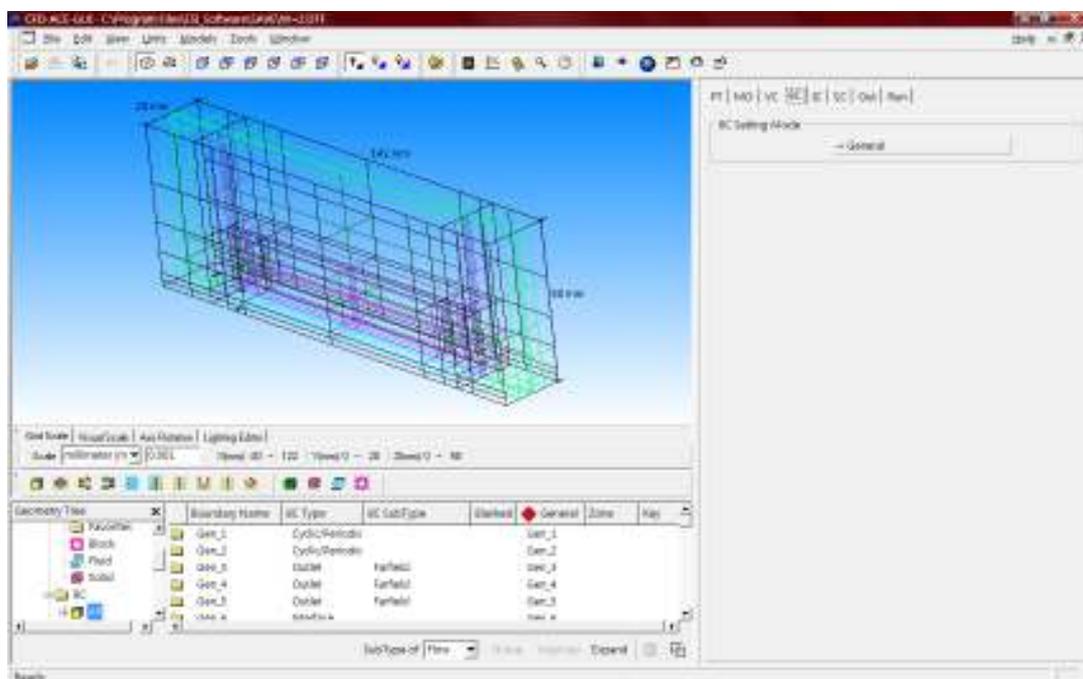


圖 2-3-6 邊界條件設定

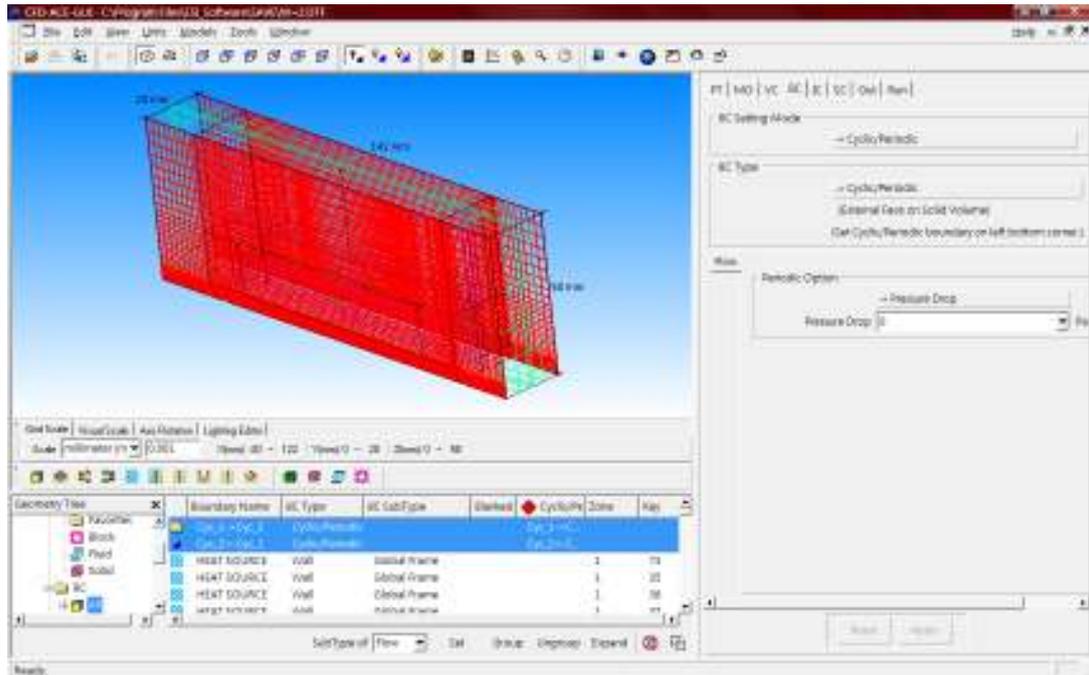


圖 2-3-7 邊界條件設定－週期性邊界設定

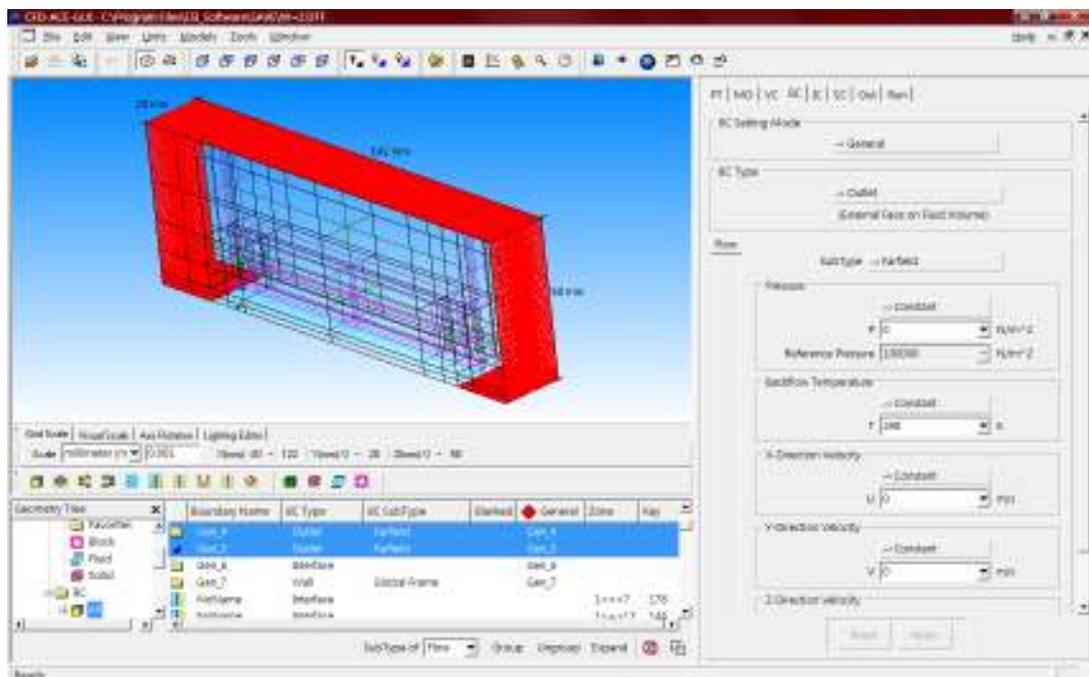


圖 2-3-8 空氣接觸面條件設定－Farfield 條件設定

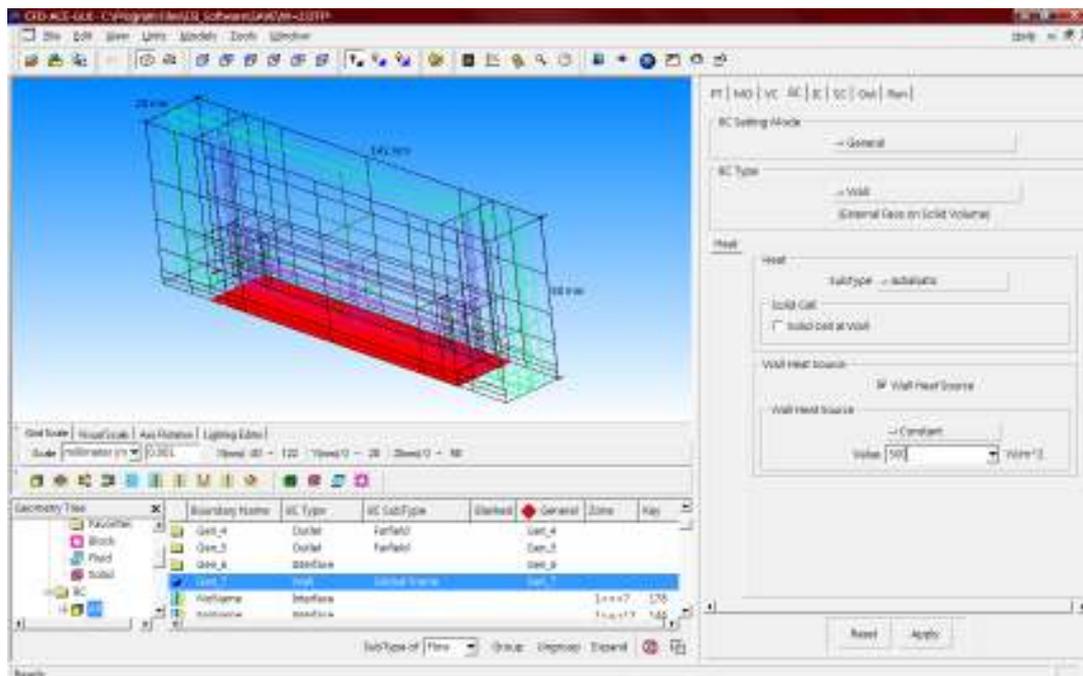


圖 2-3-9 熱源條件設定

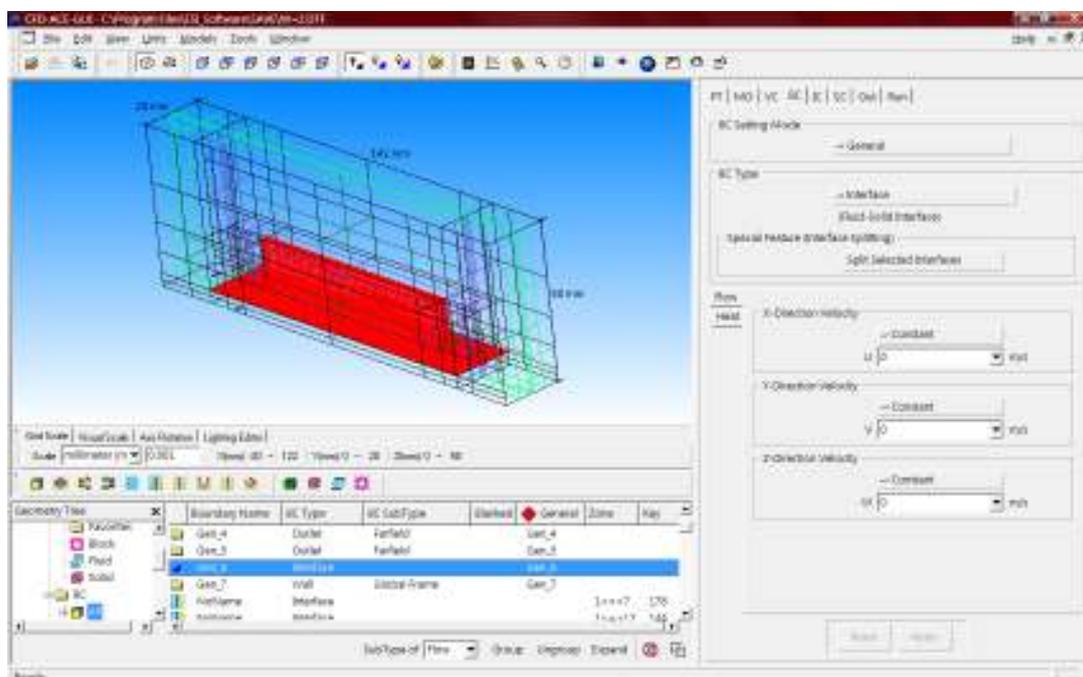


圖 2-3-10 鱗片條件設定

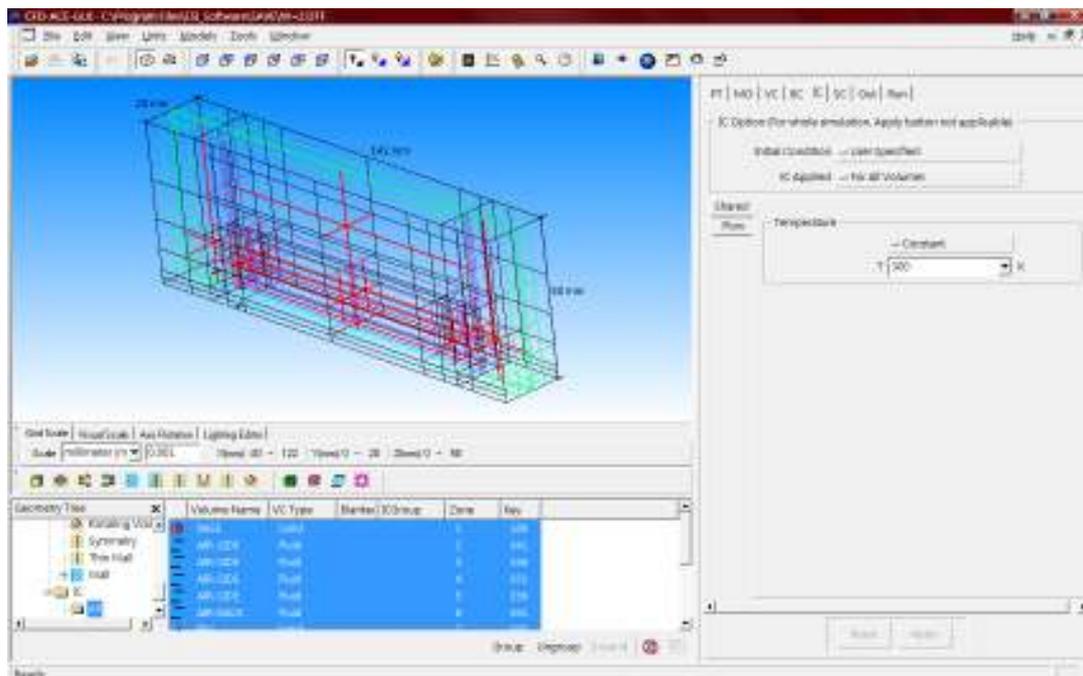


圖 2-3-11 初始條件設定

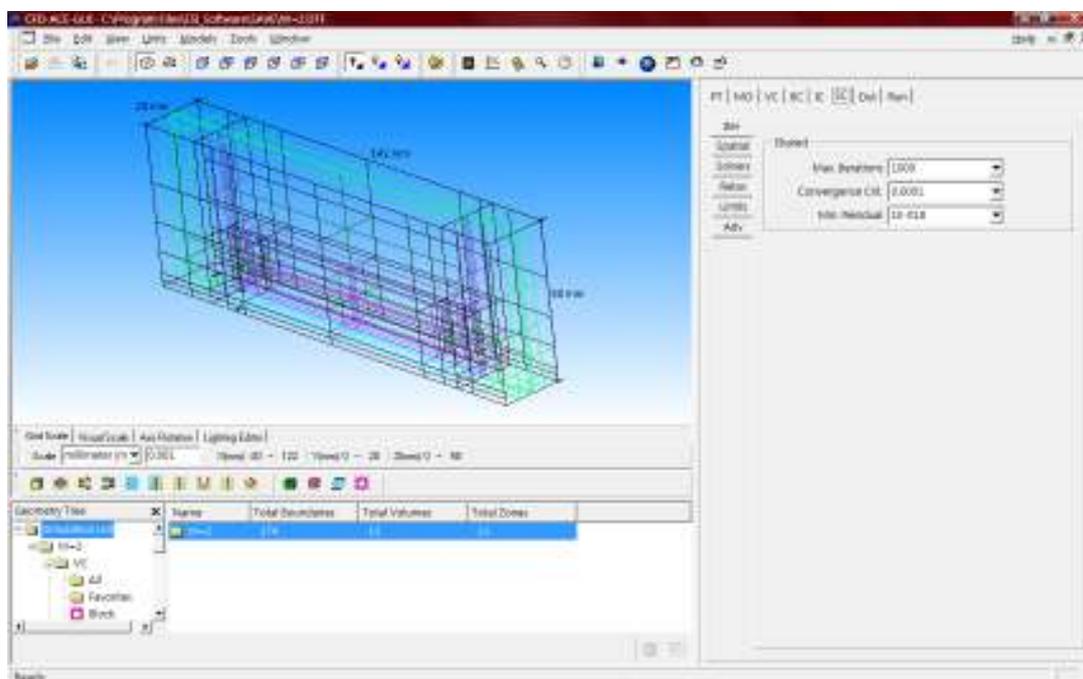


圖 2-3-12 疊代與收斂條件設定

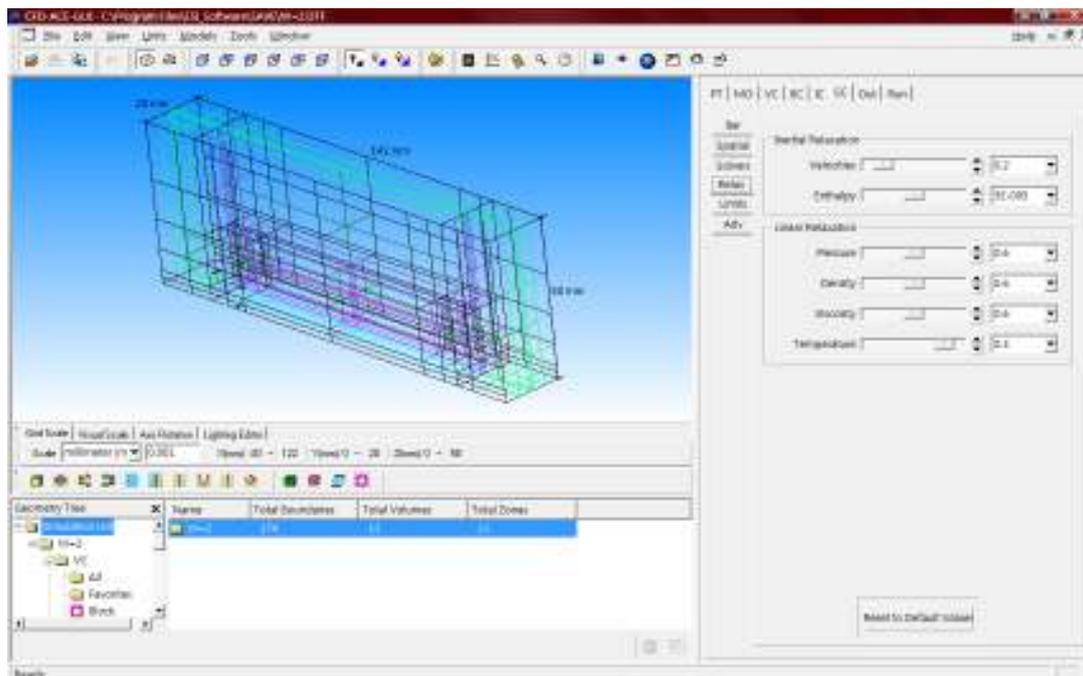


圖 2-3-13 數值參數設定

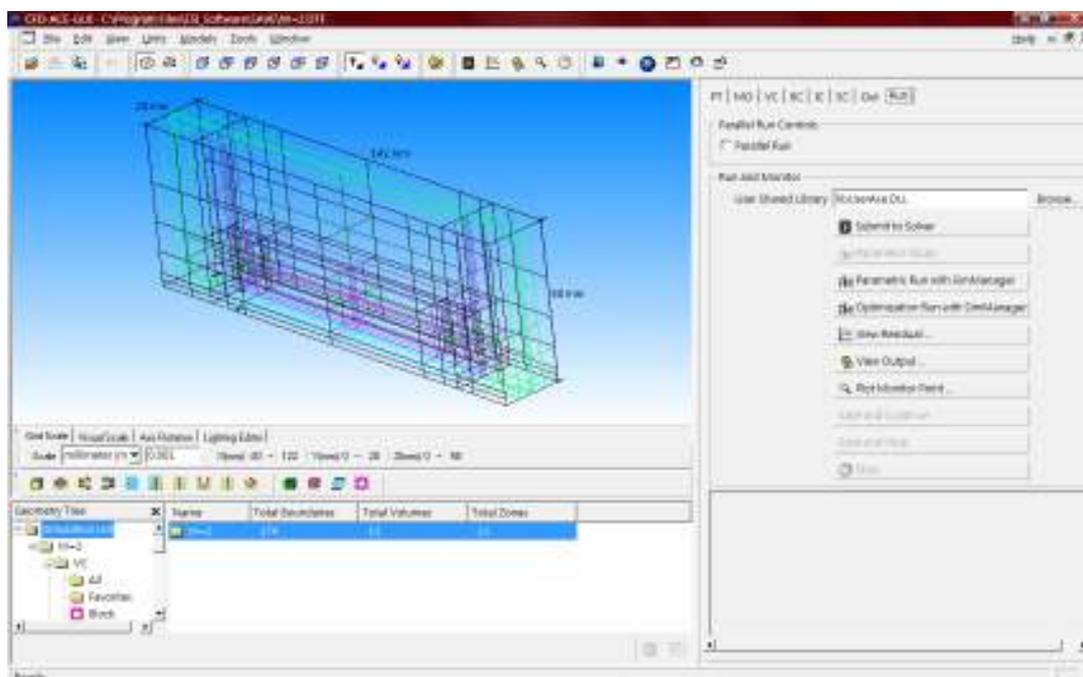


圖 2-3-14 數值疊代運算



圖 2-3-15 誤差收斂趨勢圖

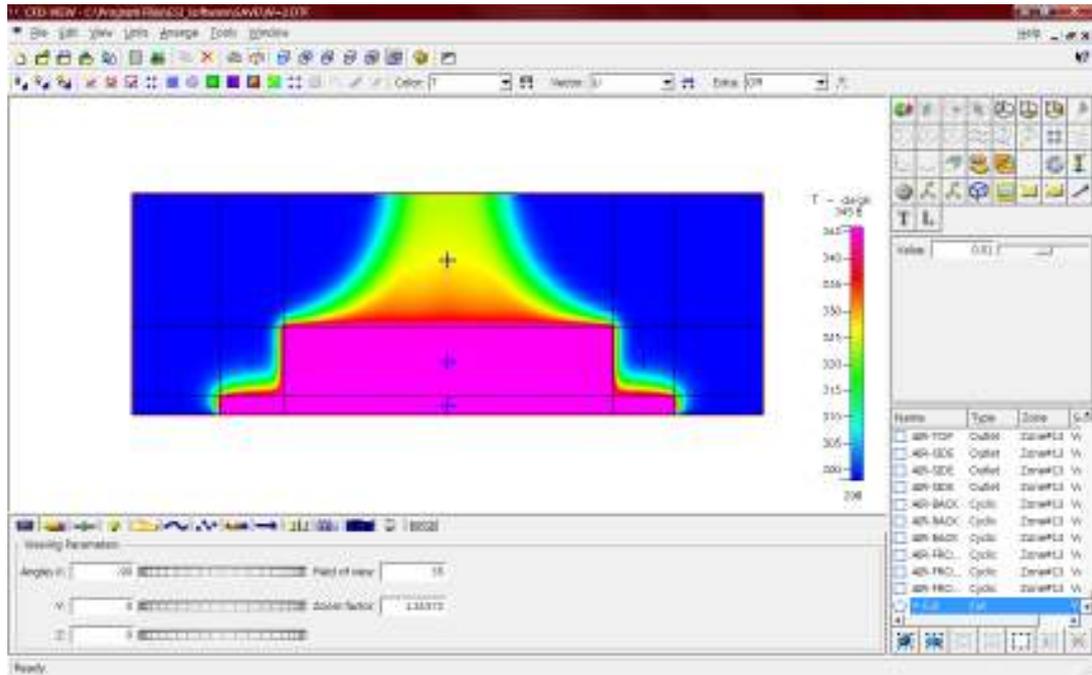


圖 2-3-16 結果呈現－溫度分布圖

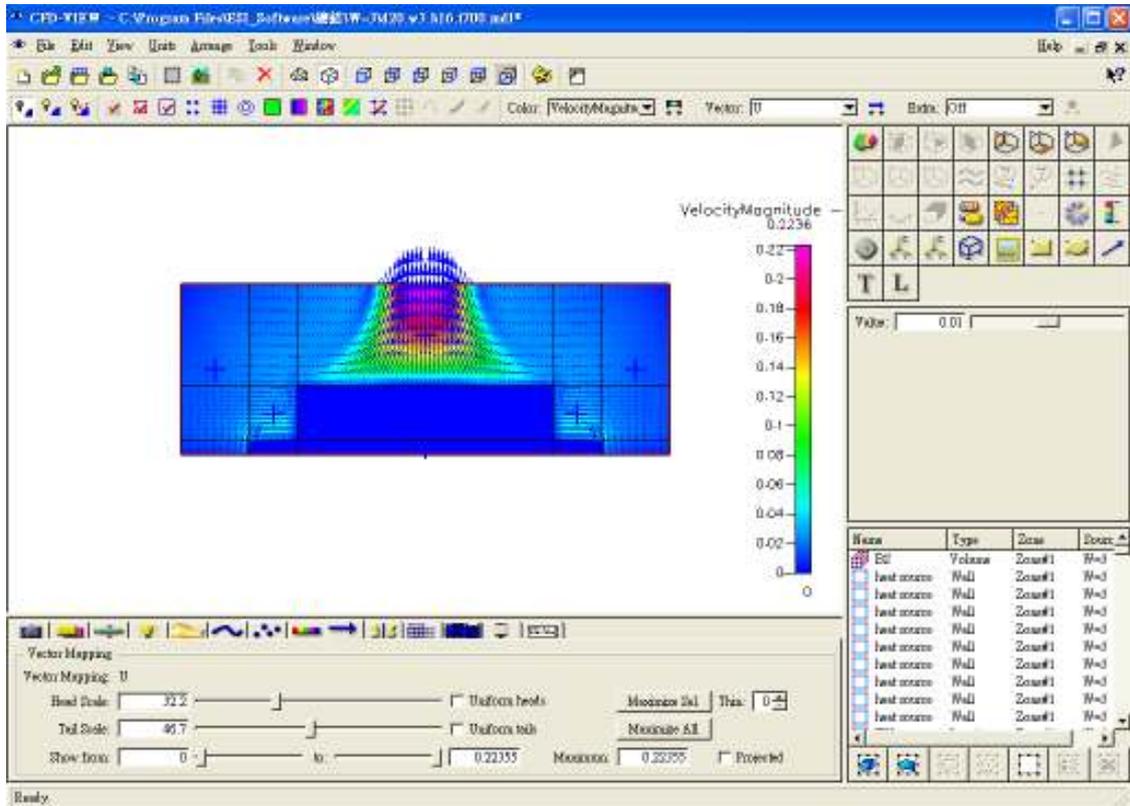


圖 2-3-17 結果呈現速度流向圖

## 第三章 結果與討論

### 3-1 格點測試

以 CFD-GEOM 建立三維模型，總格點數測試了 2.3、4.5、7.5、11、16 和 22 萬等共六種情形，經 CFD-ACE 疊代計算結果，總格點數 11、16 和 22 萬三種情形其結果相當一致，因此，本報告採用總格點數為 11 萬的三維模型進行熱傳性能分析。

### 3-2 熱對流係數值計算

熱對流係數值計算公式如下：

$$\dot{Q} = hA\Delta T$$

其中：

$\dot{Q}$ 是熱傳量，h是熱對流係數值，A是熱傳面積， $\Delta T$ 是溫度差。

以鰭片間距  $D=18$  mm，鰭片寬度  $w=2$  mm，鰭片高度  $H=16$  mm 為例：

熱傳面積

$$\begin{aligned} A &= 102 \times 18 + 16 \times 2 \times 2 + 74 \times 16 \times 2 + 18 \times 4 \times 2 \\ &= 4412 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$= 4412 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

熱傳量

$$\dot{Q} = 600 \times 0.102 \times 0.018 = 0.55 \text{ w}$$

溫度差

$$\Delta T = 339.3 - 298 = 41.3 \text{ K}$$

熱對流係數值

$$h = \frac{0.55}{0.004412 \times 41.3} = 6.04 \text{ w/m}^2 \text{ K}$$

### 3-3 數值模擬結果與實驗比對驗證

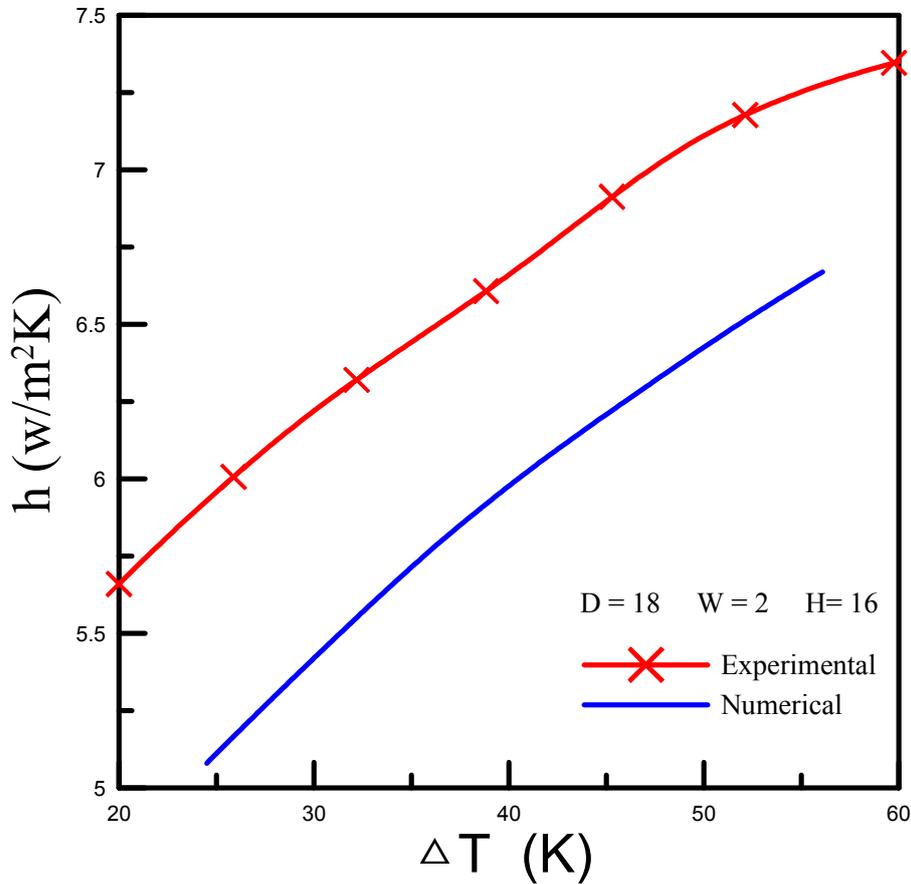


圖3-3-1 數值模擬與實驗結果比對驗證圖

由圖3-3-1可知，數值模擬與實驗結果趨勢相當一致，平均誤差約為8%，此比對結果證明數值模擬的可靠度。

### 3-4 不同鰭片尺寸設計對散熱性能影響。

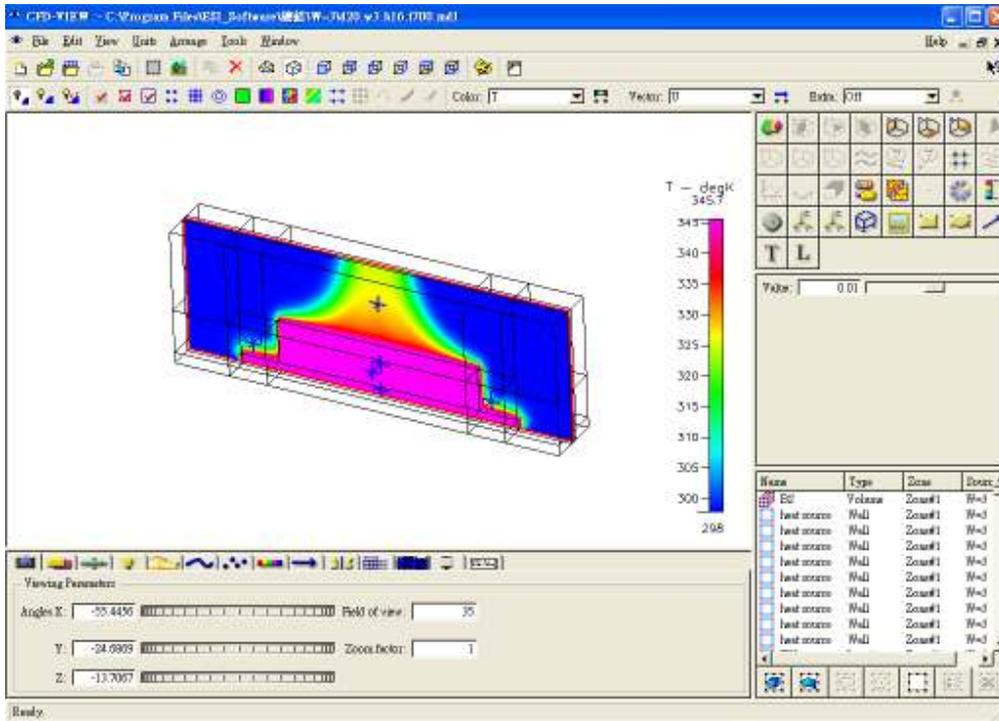


圖 3-4-1 溫度分布圖

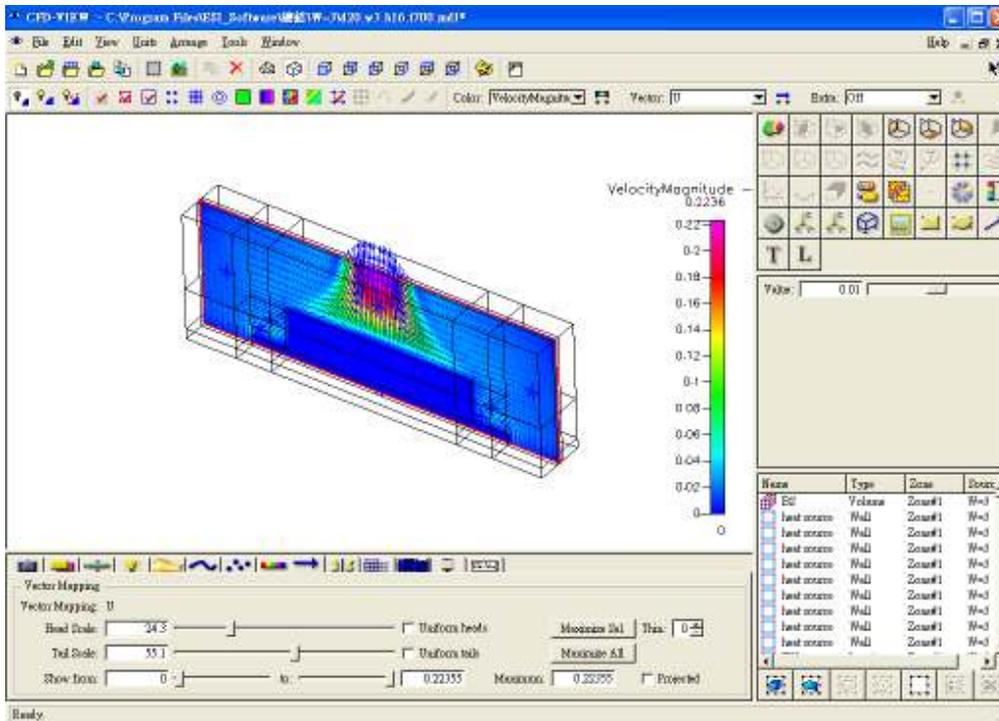


圖 3-4-2 速度分布圖

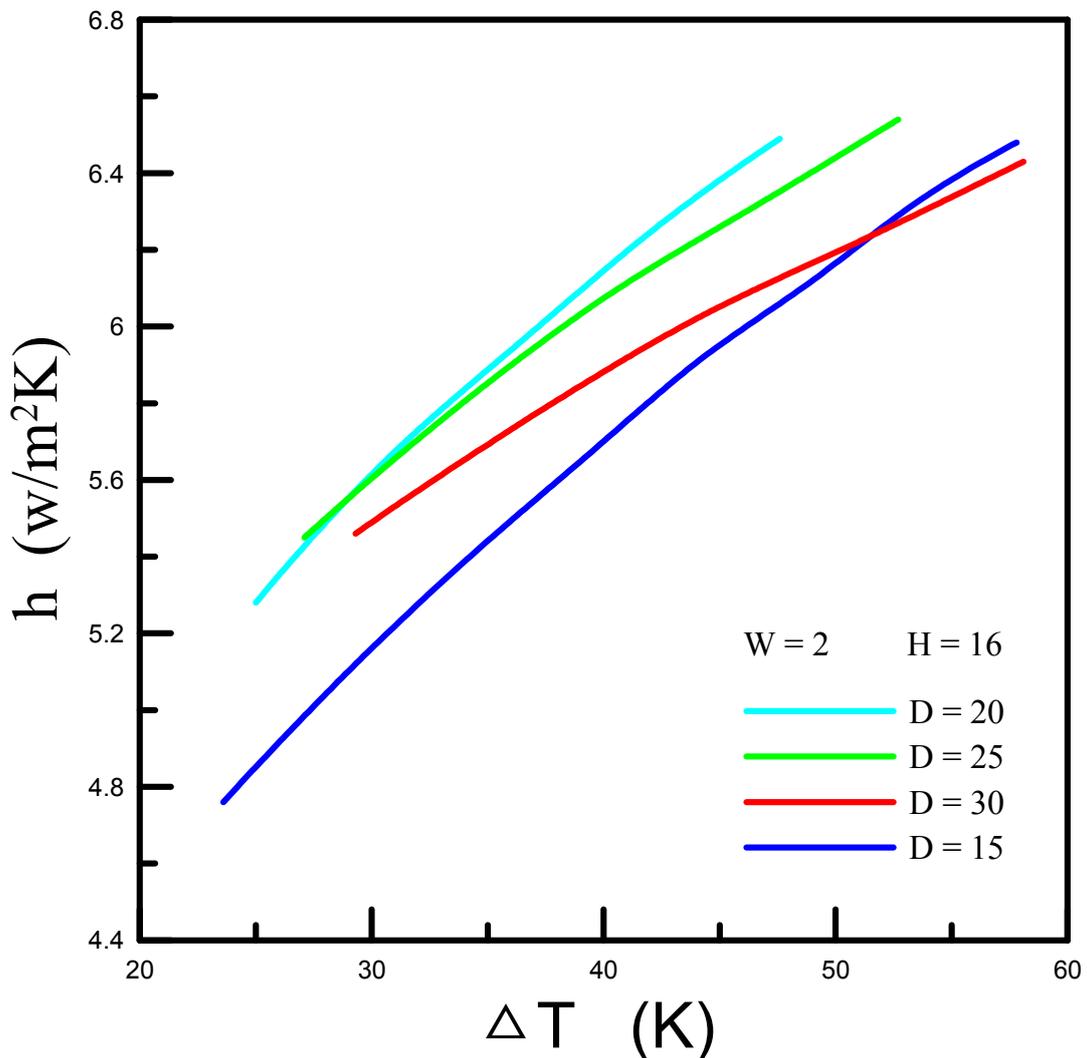


圖 3-4-3 不同鰭片間距下，熱對流性能曲線圖

圖 3-4-3 為固定鰭片寬度 2mm、鰭片高度 16mm 下，改變鰭片間距  $D$ (15~30mm)時，熱對流係數值( $h$ )隨溫度差( $\Delta T$ )的變化情形。由圖(一)知對所有鰭片間距( $D$ )，熱對流係數值( $h$ )隨溫度差( $\Delta T$ )增加而變大。在相同的溫度差( $\Delta T$ )， $D$  值=20mm 熱對流係數值( $h$ )最大， $D$  值=15mm 熱對流係數值( $h$ )最小，熱源( $Q$ )越高，溫度差( $\Delta T$ )相對越大，熱對流係數值( $h$ )相對越大。

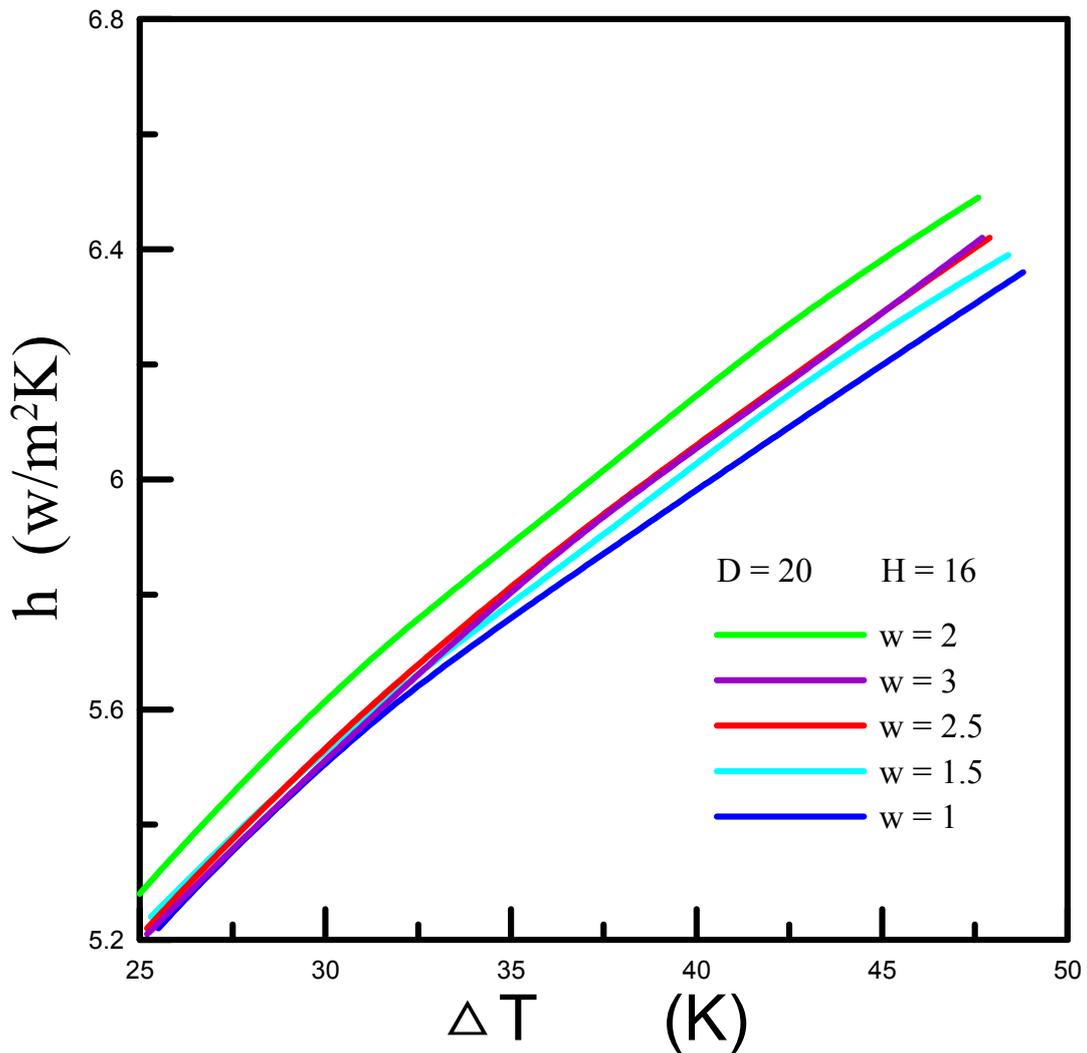


圖 3-4-4 不同鰭片厚度下，熱對流性能曲線圖

圖 3-4-4 為固定鰭片間距 20mm、鰭片高度 16mm 下，改變鰭片厚度  $W$ (1~3mm)時，熱對流係數值( $h$ )隨溫度差( $\Delta T$ )的變化情形。由圖可知對所有鰭片厚度，熱對流係數值( $h$ )隨溫度差( $\Delta T$ )增加而變大。在相同的溫度差( $\Delta T$ )， $W$  值增加，熱對流係數值( $h$ )先增後減， $W$  值=2mm 熱對流係數值( $h$ )最大， $W$  值=1mm 熱對流係數值( $h$ )最小，熱源( $Q$ )越高，溫度差( $\Delta T$ )相對越大，熱對流係數值( $h$ )相對越大。

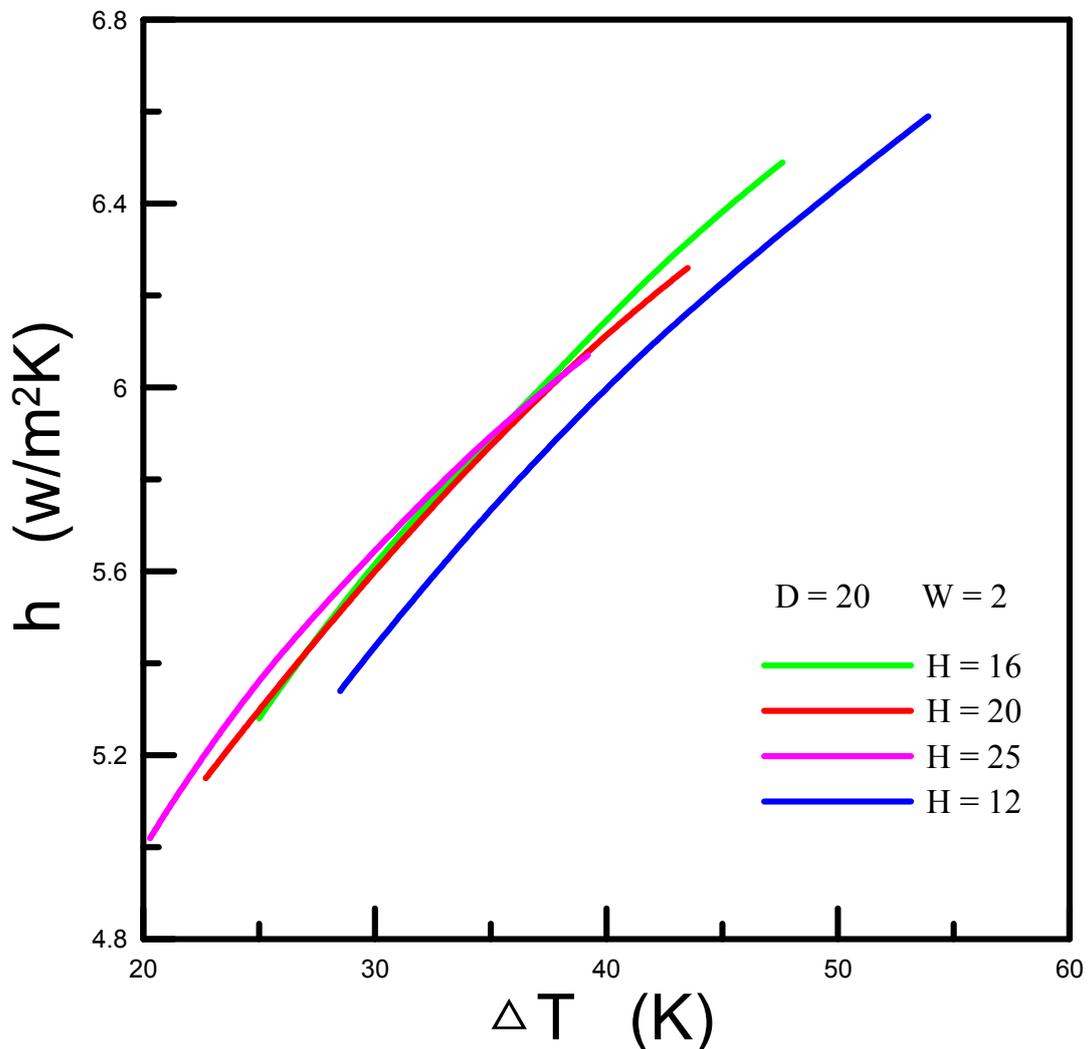


圖 3-4-5 不同鰭片高度下，熱對流性能曲線圖

圖 3-4-5 為固定鰭片間距 20mm、鰭片高度 16mm 下，改變鰭片高度  $H$  (12~25mm) 時，熱對流係數值 ( $h$ ) 隨溫度差 ( $\Delta T$ ) 的變化情形。由圖可知對當溫度差增加時，對所有的鰭片高度，熱對流係數值都隨著變大，這表示熱源增加時，散熱鰭片的熱傳效率提昇。對相同的溫度差時，當溫度差大於 35 度時，以鰭片高度  $H=16\text{mm}$  的熱對流係數值最高。熱源 ( $Q$ ) 越高，溫度差 ( $\Delta T$ ) 相對越大，熱對流係數值 ( $h$ ) 相對越大。

## 第四章 結 論

經過一學年的學習，終於完成本組的專題製作；製作的過程中，大家一起嘗試錯誤、討論問題，在組長及老師的帶領下，分工合作、解決問題。

以 CFD-RC 模擬分析鰭片散熱性能，我們得到以下結論：

- (1) 以 CFD-RC 模擬分析鰭片散熱性能，準確性高。
- (2) 鰭片間距  $D$  為 20 mm 時，熱對流係數值  $h$  較高。
- (3) 鰭片厚度  $W$  為 2 mm 時，熱對流係數值  $h$  較高。
- (4) 鰭片高度  $H$  為 16 mm 時，熱對流係數值  $h$  較高。

未來可研究方向：

- (1) 主動式熱傳增強方式，如電力或磁力
- (2) 利用 CFD-RC 做尺寸最佳化設計