

## 第二章 穩態(Steady State)運轉模擬

### 2.1 前言

在完成 Input File 及 Parameter File 的準備、開始模擬事故序列之前，我們先進行穩態(Steady State)的模擬，藉以瞭解程式是否能模擬穩態下的運轉、並且熟悉程式運作，同時亦可藉由模擬結果獲知輸入檔案內是否有重大錯誤。

### 2.2 輸入檔案設定

由於所進行的是穩態運轉，因此不需設定任何 Initiators，如此 MAAP 開始執行時，便是模擬穩態運轉。唯一一點需要在 Input File 中特別設定之處是，由於未在 MAAP4.0.4 中找到可供設定穩態運轉時的圍阻體熱移除裝置(Containment Heat Removal)之參數，因此必須更動參數 JNPS(i) 之值。JNPS(i) 用以指定主系統(Primary System)之熱沈(Heat Sink)表面所接觸的圍阻體區間，也就是自主系統散失的熱量（不包含被冷卻水帶走的熱量）將流向哪一個圍阻體區間，此處主系統共計分為 8 個節點(node)，包含了蒸汽乾燥器、爐心、反應爐壓力槽容器等各部組件，其熱沈表面所接觸的圍阻體區間包括了上乾井及下乾井。但由於前面提及，MAAP4.0.4 沒有參數可供設定穩態運轉時的圍阻體熱移除裝置，因此這些自主系統散失的熱量，會使得圍阻體內壓力升高，最後超過安全裝置的設定值，而引發跳機，啟動特設安全裝置

(Engineered Safety Feature, ESF)。為了避免這個問題，所以此處將所有 JNPS(i)之值全部設定為 5，也就是將這些散失的熱量全部指向外界環境，解決無法設定圍阻體熱移除裝置的問題。在模擬的時間方面，由於要和龍門電廠初期安全分析報告中的結果進行比較，因此本論文後面的四個案例皆為模擬事故發生後七十二小時的狀況，此處穩態分析亦比照處理。

### 2.3 模擬結果

圖 2-1 是主系統壓力，參數檔內設定的初始值是 7.17MPa，實際模擬之後的結果發現，在時間為零時，主系統壓力為 7.187MPa，然後壓力快速下降，然後很快便穩定在 7.169MPa，未再有任何變動。圖 2-2 是主系統水溫，初始設定值為 560.5K，結果顯示在模擬開始時，水溫為 560.7K，隨後快速下降，穩定於 560.56K。圖 2-3 是主系統水位，初始值是 13.26m，程式開始時的值亦為 13.26m，最終亦穩定於 13.26m，整個模擬過程中最高水位與最低水位的差別僅 0.0039m。圖 2-4 是爐心第 33 號節點處的燃料溫度，此溫度之初始值無法設定，而是由程式自行計算，計算結果之起始值為 1068.88K，然後快速下降並穩定於 1039.96K。圖 2-5 為圍阻體內各區間壓力，依照各區間之編號順序，分別代表下乾井、上乾井、乾井連接管、濕井壓力，其初始設定值均為 0.1069MPa，模擬開始時程式計算之起始值則分別為 0.1070、0.1068、0.1070、0.1070MPa，模擬開始後除濕井壓力緩

慢上升外，其餘皆為緩慢下降，最終分別穩定於 0.1066、0.1064、0.1066、0.1073MPa，模擬結果中最高壓力與最低壓力之差均不超過 0.0005MPa。圖 2-6 為圍阻體內各區間溫度，區間編號與圖五相同，其設定之初始值分別為 330.1K、330.1K、308.1K、308.1K，程式計算所得之初始值與設定值相同，其模擬結果中，上乾井及濕井溫度變化較小，最初與最終溫度之差僅分別為 0.67K、1.05K，下乾井及乾井連接管之溫度變化較大，分別為 5.36K、16.32K。

## 2.4 結果分析

由前段陳述之模擬結果得知，由於各參數值皆在短時間後即達到穩定狀態，因此我們大致可以認定，我們所使用之參數檔內容已可順利模擬穩態運轉。結果中唯一出入較大的部分為下乾井與乾井連接管之溫度，但由圖 2-6 中可看出，此兩溫度起始值相差達 22K，但變化走向一致，且溫差始終保持固定，同時由此兩個區間彼此相鄰、且有大口徑之水平管路相通判斷，造成此現象之原因應是由於此兩區間之能量交換所致，而乾井連接管之區間容積遠小於下乾井之區間容積，僅有其八分之一，因此其溫度變化幅度較大，達 16.32K。

至於結果中出現程式計算所得之起始值與參數檔內設定之起始值不一致之情況，本論文亦做了些許測試，將參數檔內設定值更改為程式計算所得之起始值或最終穩定之數值，但皆出現相

同狀況，無法使其計算結果自始至終皆為相同數值而沒有變動，經測試 MAAP4.0.4 內所附之 Mark III、ABWR 範例檔、以及國聖電廠之參數檔[2]，亦有相同情況，因此判斷此應為 MAAP 程式本身之特性，而非參數檔內容之問題。

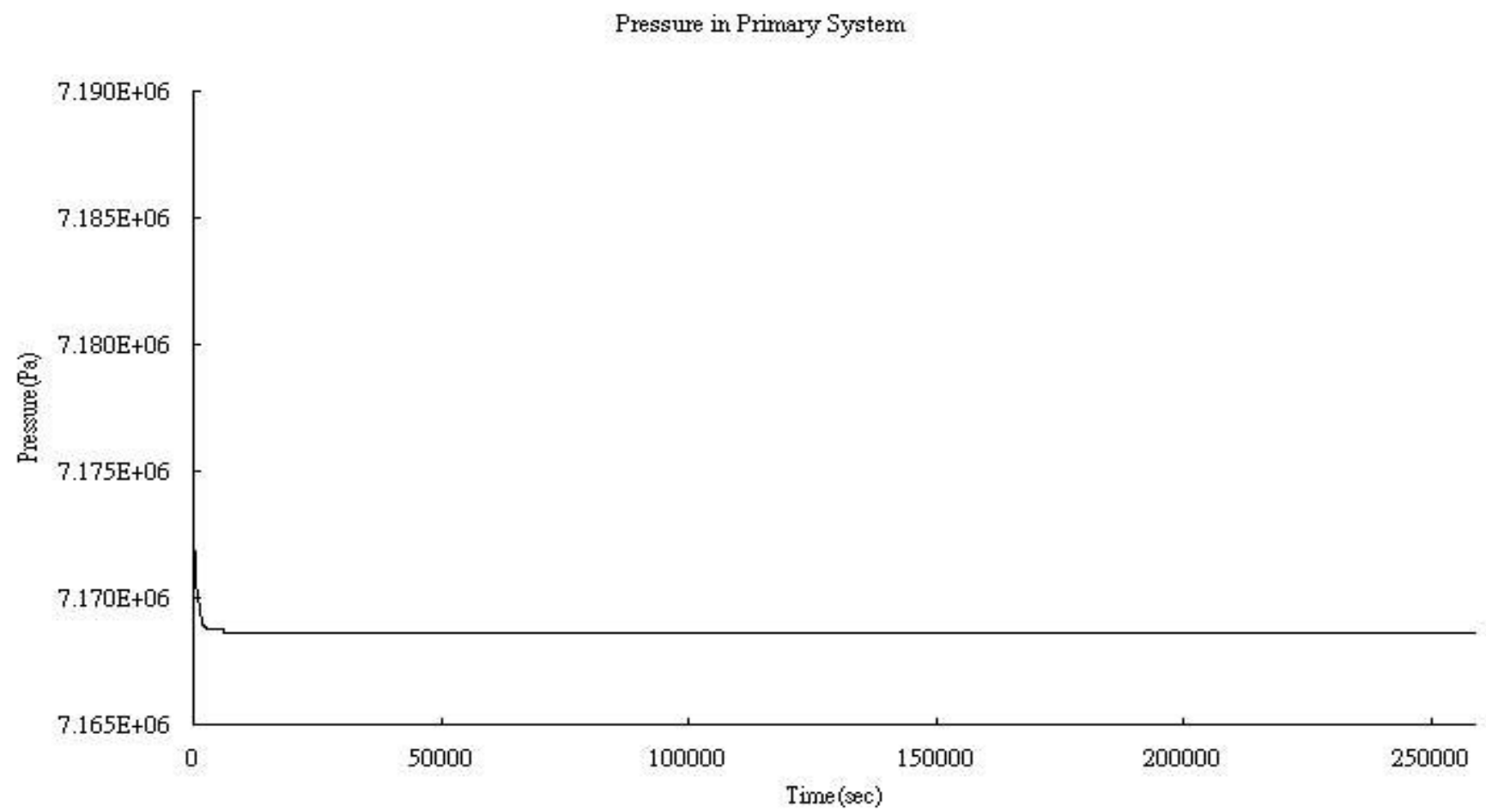


圖 2-1 Steady State 冷卻水系統壓力

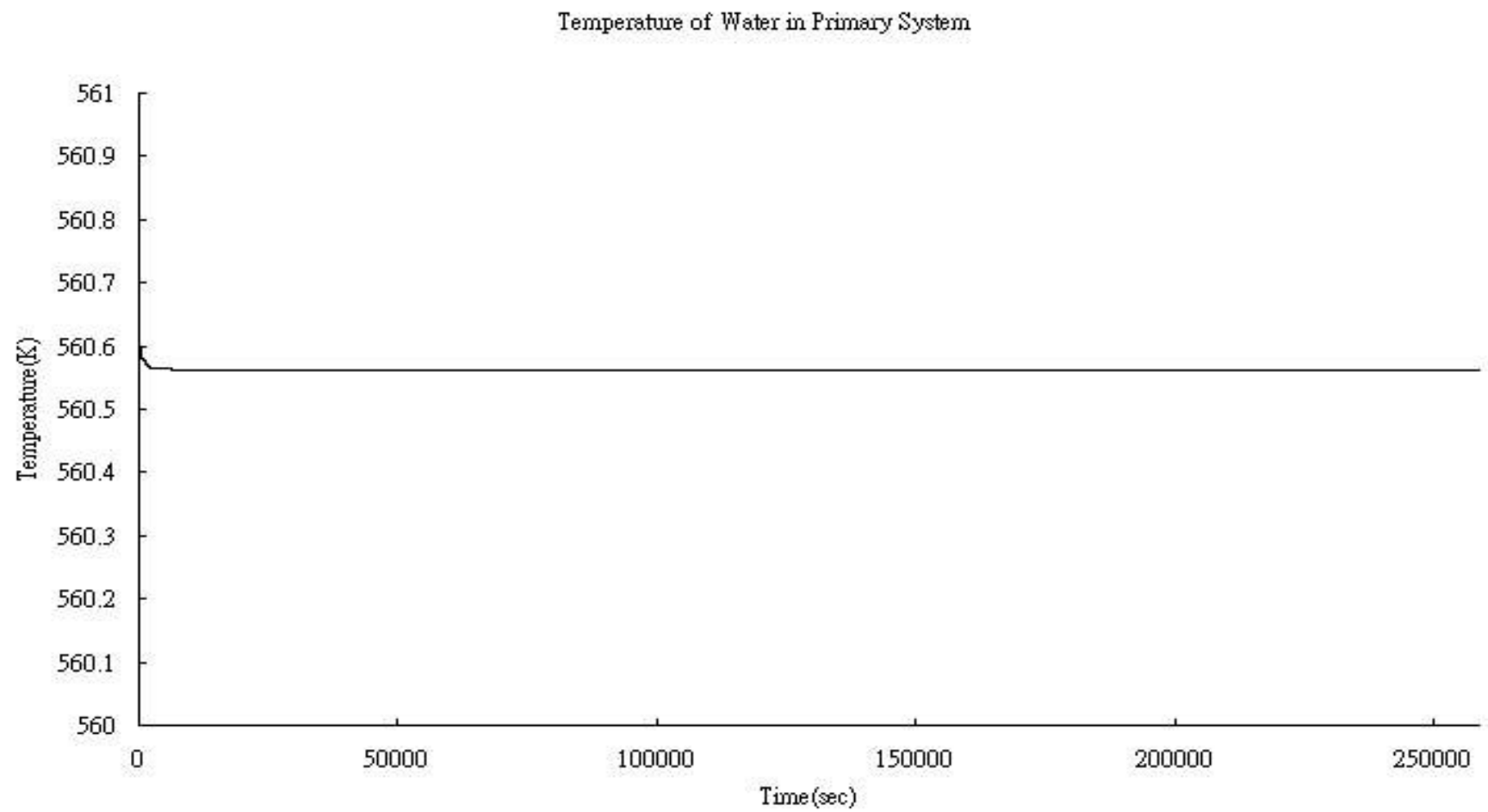


圖 2-2 Steady State 冷卻水系統水溫

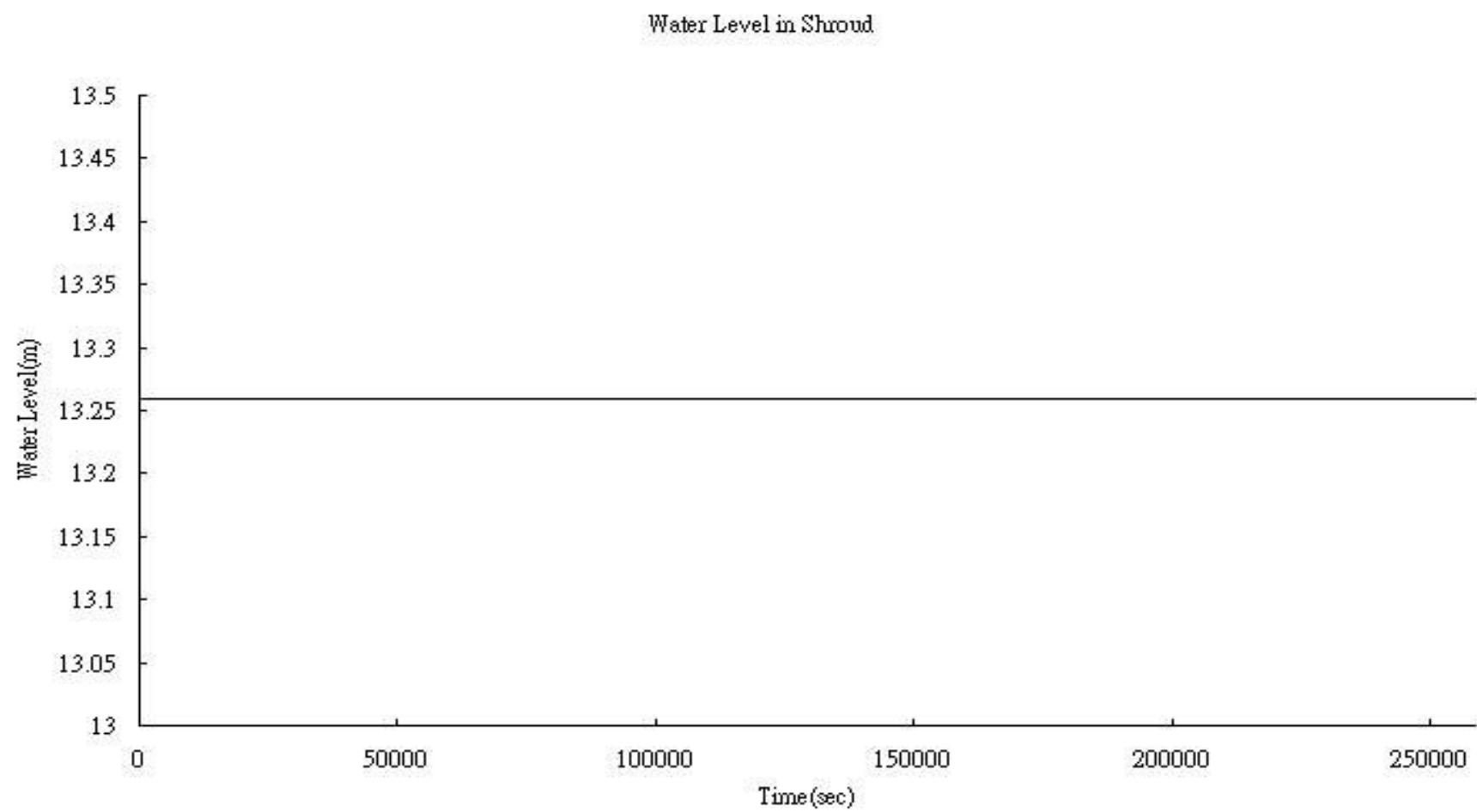


圖 2-3 Steady State 爐心水位

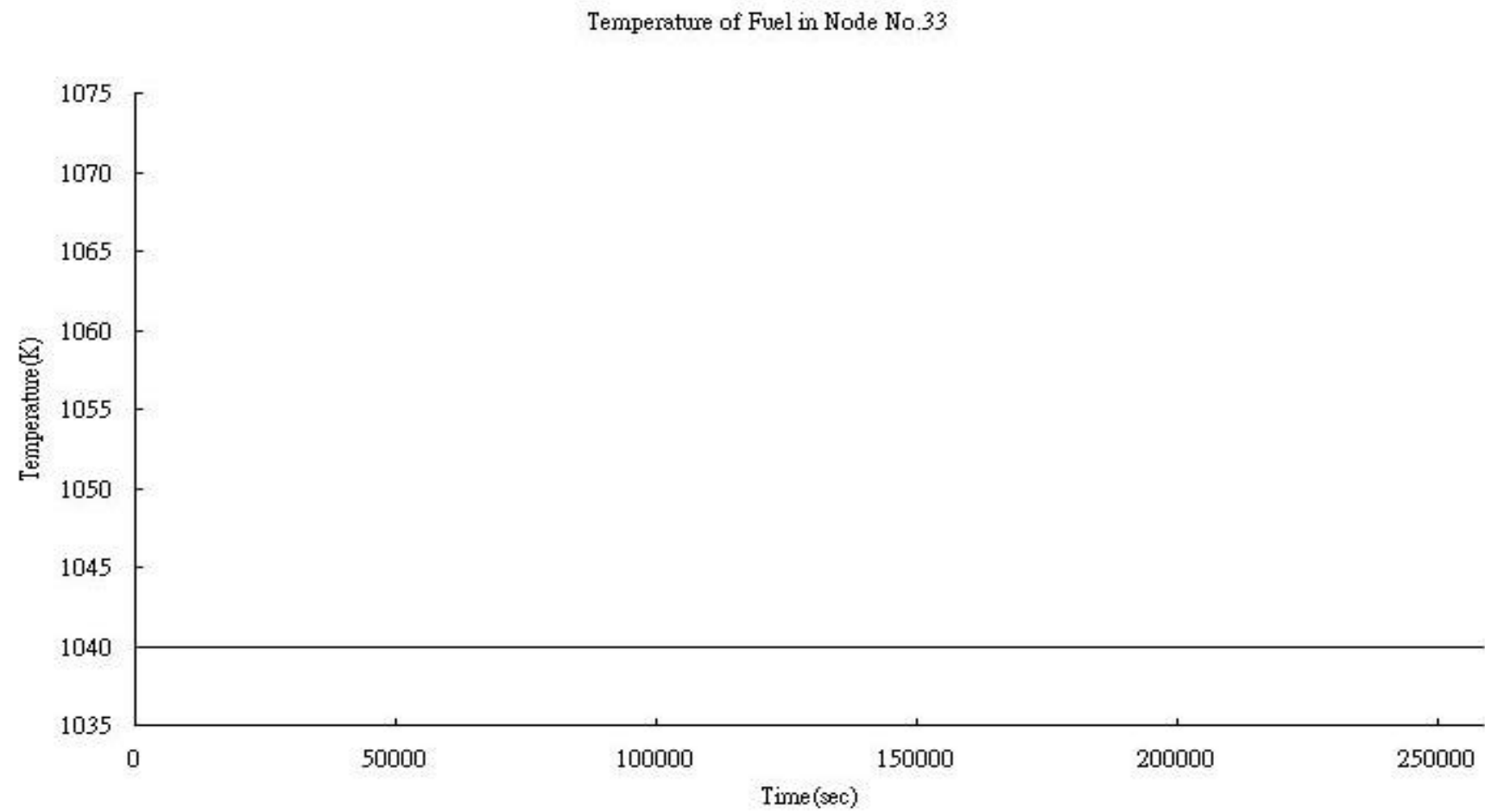


圖 2-4 Steady State 第 33 號節點燃料溫度



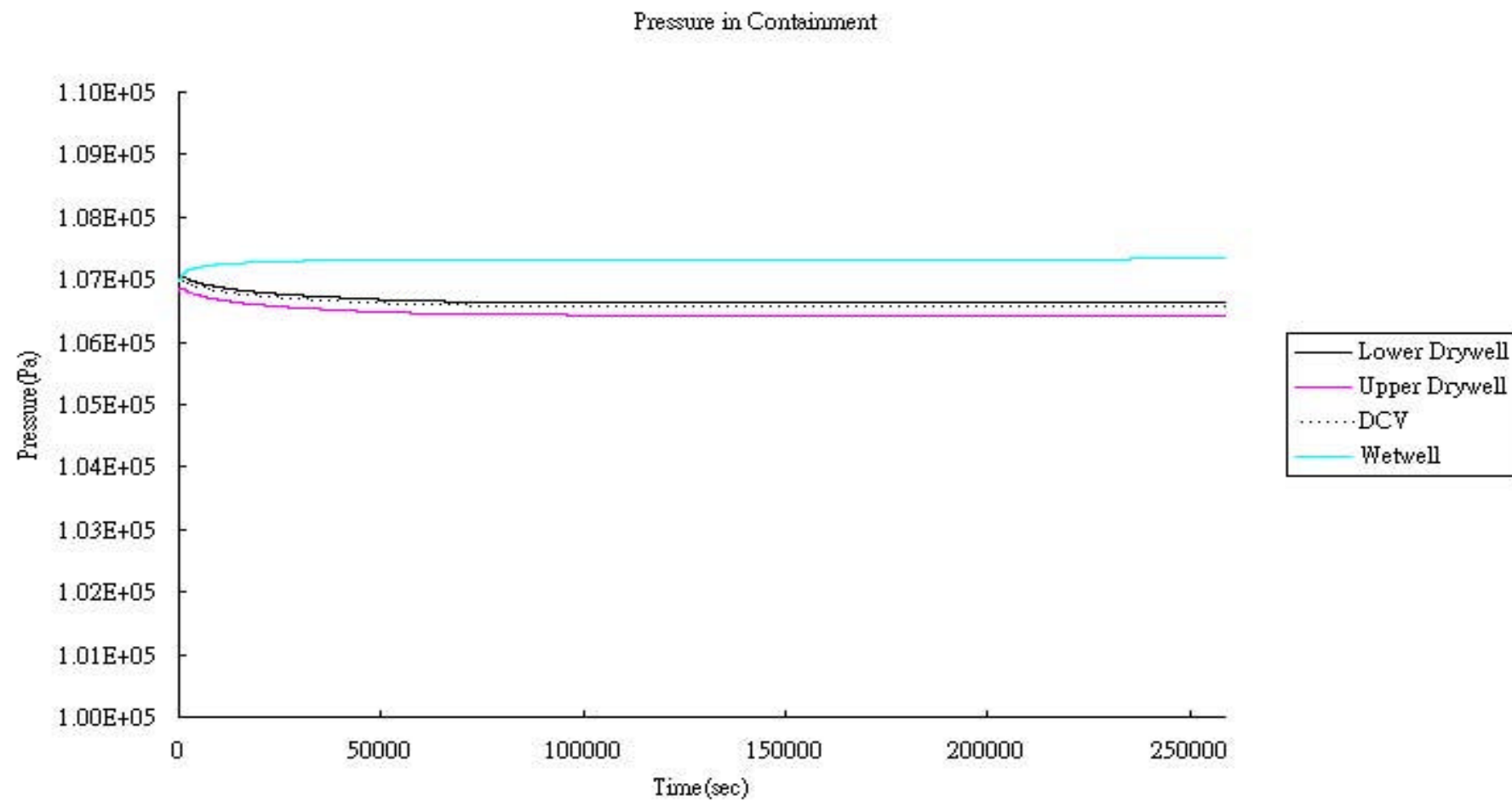


圖 2-5 Steady State 圍阻體內各區間壓力

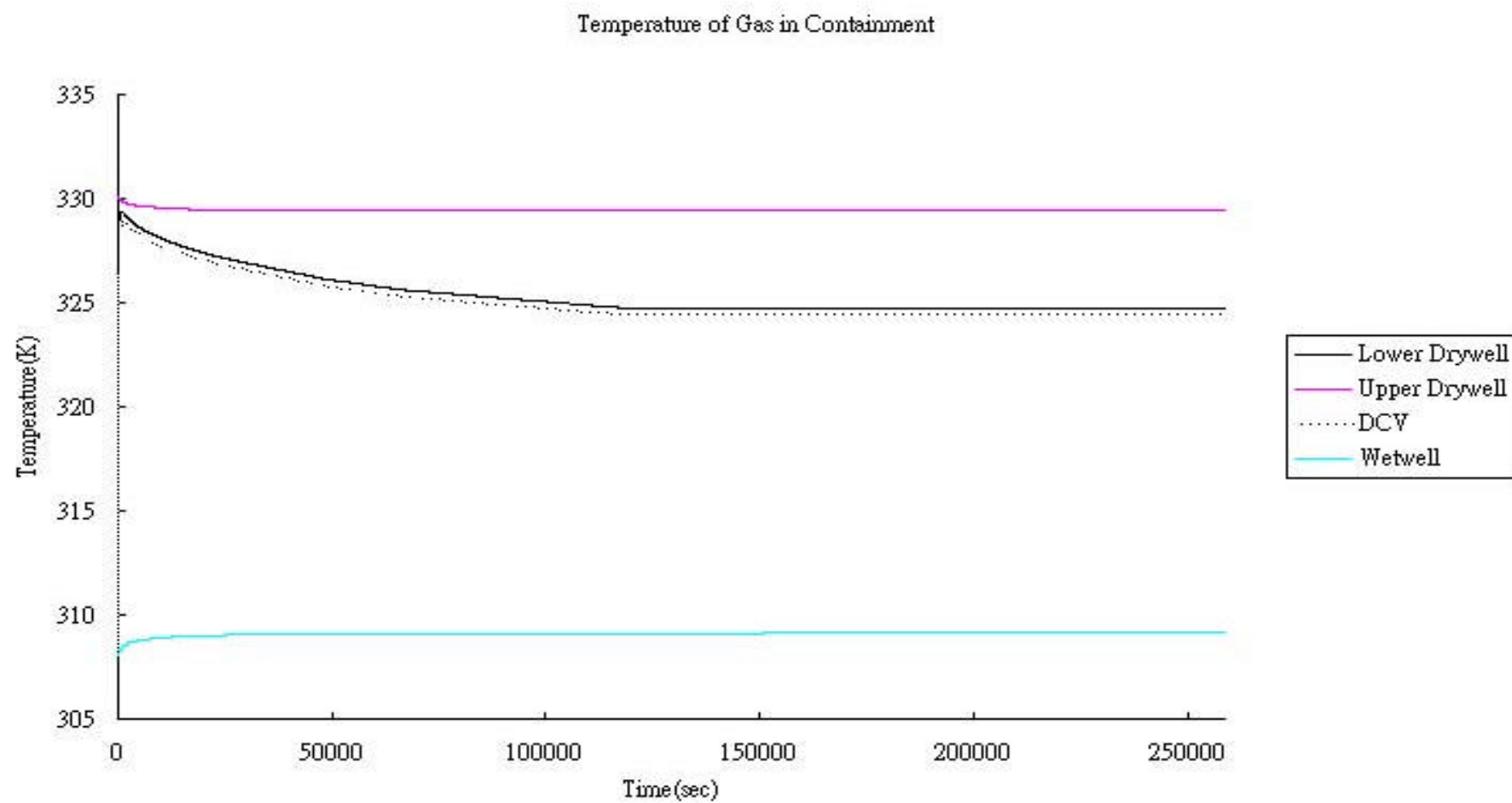


圖 2-6 Steady State 圍阻體內各區間氣體溫度