

## 第五章 聯合營運案例展示

本章將設計不同案例來顯示，本地表地下聯合營運相較於單純地表水獨立營運或是傳統地表先供地下補不足之聯合營運，可大幅降低缺水情形。此外，本章亦比較兩種不同地下水資源供應條件之操作情形，由於本研究透過分層設計可有彈性地提供地下水資源供水策略，相較於傳統聯合營運方式，在較少量之地下水供應時，更能顯示本模式有效率調配之重要性。

### 5.1 模擬案例介紹

由表 5.1 所示，本研究以地下水最大抽水量、營運方式與地下水分層設計三個變因。以下將詳細說明：

#### 1. 地下水最大抽水量：

在各案例中，系統需求量各時刻均為 1500 萬噸/旬，地表水文條件亦相同。在地表水獨立營運案例中，不另行搭配地下水系統，亦即地下水系統供水能力為 0(cms)。在聯合營運案例中，其地下水系統之最大抽水量則分別設計為 129.6 萬噸/旬(0.3cms/井)與 216 萬噸/旬(0.5cms/井)，意為設計加入兩種不同大小之水資源看各種供水策略對於紓緩缺水情形之表現。

#### 2. 營運方式

在營運方式上，共分為「地表水獨立營運」、「地表地下非偶合聯合營運」與「地表地下偶合聯合營運」三種：

##### A. 地表水獨立營運

地表水獨立營運係以地表水庫儲存豐水期之河川水量，並在枯水期時使用這些水量，因此缺水與否與降雨不確定性有極大之關係，在本章所有案例之地表水庫入流量歷線圖 5.4 所示。本形式之營運系統

如圖 5.1 所示，在此為兩個不同容量之並聯水庫，兩水庫之操作規線如圖 5.5 與圖 5.6 所示。

#### B. 地表地下非偶和聯合營運

地表地下非偶和聯合營運即傳統之地表水先供應需求，當地表水系統已無法滿足需求時，再由地下水系統供給。演算上，由於已經訂出供水順序，因此可以先由地表水獨立營運模式計算後，再將缺水量帶入地下水營運模式，因此稱為非偶和形式之聯合營運。本形式之營運系統如圖 5.2 所示，除了兩個不同容量之並聯水庫，還額外加入一地下水系統(其系統如圖 3.6 所示)。

在本聯合營運模式中，各時刻之地表水供應量必與前述之獨立營運模式之結果一致，而在缺水情形方面，則因為地下水系統之加入，可以降低缺水情形，而降低幅度則視地下水系統之最大抽水量而定。

#### C. 地表地下偶和聯合營運

即為本研究所發展之聯合營運模式，在演算上本模式為同時考量地表水與地下水兩系統之儲水量，而同時決定最佳之調配方式，因此可稱為偶和形式之聯合營運。本形式之營運系統如圖 5.3 所示，除了兩個不同容量之並聯水庫，還額外加入一地下水系統(其系統如圖 3.6 所示)，配合以下兩種地下水含水層分層設計，以期能提供不同的地下水供水策略。

### 3. 地下水分層方式

本研究在此參考地表水之規線操作方式，透過分層概念與指標平衡，發展地表地下偶和聯合營運，在此設計不同的地下水分層，亦即不同的地下水規線，以提供不同的地下水供水策略，以下設計兩種不同之分層設計。「地表水獨立營運」與「非偶和聯合營運」則無地下水分層。

### A. 分層設計一

此分層設計概念為讓上幾層之分層較薄而下層較厚，相對於地表水水庫，高優先使用的分層較薄，亦即減少地下水使用的強度，實際地下水分層如圖 5.7 所示。

### B. 分層設計二

此分層設計概念為讓上層較厚下層較薄，相對於地表水水庫，高優先使用的分層較薄，亦即增加地下水使用的強度，實際地下水分層如圖 5.8 所示。

綜合上述三項控制變因，本章建立七個模擬案例，各案例均為旬操作，總擬擬期距為十年，以下將根據各個案例詳細說明：

#### 1. 案例 I

如表 5.1 所示，案例 I 為地表水獨立營運，其系統如圖 5.1 所示，案例中 A 水庫有效庫容為 7000 萬立方公尺，B 則為 5000 萬立方公尺，A、B 兩座水庫共同對一需求為 1500(萬噸/旬)的需求節點進行調配，各水庫庫容量及入流量設計原則乃參考「新型態多水庫聯合營運最佳規線之探討-92 李志鵬」論文，兩水庫的入流量如圖 5.4 所示，以下各案例之地表水參數與條件皆與案例 I 相同。

#### 2. 案例 II

如表 5.1 所示，案例 II 為地表地下非偶和聯合營運，其系統如圖 5.2 所示，供水順序為地表水先供應需求，若單靠地表水系統無法滿足需求時，再由地下水系統供給，將缺額平均分配至各抽水井群。地下水各時刻水位則由 MODFLOW 模式來模擬，其中各井群最大抽水量為 0.3cms，亦即地下水系統最大旬供應量為 129.6 萬噸。

#### 3. 案例 III

如表 5.1 所示，案例 III 為地表地下偶和聯合營運，其系統如圖 5.3 所示，在地下水系統方面，建立一類神經網路，步驟如第三章所述，其地下水參數與條件皆如第三章所述，惟各井群最大抽水量改為 0.3cms，亦即地下水系統最大旬供應量為 129.6 萬噸。其地下水分層設計如圖 5.7 所示。

#### 4. 案例 IV

如表 5.1 所示，案例 IV 為地表地下偶和聯合營運，其系統如圖 5.3 所示，在地下水系統方面，以案例 III 之類神經網路模擬水位，其中各井群最大抽水量為 0.3cms，亦即地下水系統最大旬供應量為 129.6 萬噸。其地下水分層設計如圖 5.8 所示。

#### 5. 案例 V

如表 5.1 所示，案例 V 為地表地下非偶和聯合營運，其系統如圖 5.2 所示，供水順序為地表水先供應需求，若單靠地表水系統無法滿足需求時，再由地下水系統供給，將缺額平均分配至各抽水井群。地下水各時刻水位則由 MODFLOW 模式來模擬，其中各井群最大抽水量為 0.5cms，亦即地下水系統最大旬供應量為 216 萬噸。

#### 6. 案例 VI

如表 5.1 所示，案例 VI 為地表地下偶和聯合營運，其系統如圖 5.3 所示，在地下水系統方面，以第三章中建立之類神經網路進行水位模擬，其中各井群最大抽水量為 0.5cms，亦即地下水系統最大旬供應量為 216 萬噸。其地下水分層設計如圖 5.7 所示。

#### 7. 案例 VII

如表 5.1 所示，案例 VII 為地表地下偶和聯合營運，其系統如圖 5.3 所示，在地下水系統方面，以第三章中建立之類神經網路進行水位模擬，其中各井群最大抽水量為 0.5cms，亦即地下水系統最大旬供應量

為 216 萬噸。其地下水分層設計如圖 5.8 所示。

## 5.2 模擬案例成果展示

### 1. 案例 I

案例 I 模擬結果如表 5.2 所示，旬缺水指數為 2.93，年缺水指數為 1.20，缺水旬數為 135 旬，A、B 兩水庫合計旬平均供水量為 1355.24 萬噸，為缺水情形嚴重之案例，系統缺水情形如圖 5.9 所示。

### 2. 案例 II

案例 II 模擬結果如表 5.3 所示，旬缺水指數為 1.54，年缺水指數為 0.55，缺水旬數為 125 旬，系統缺水情形如圖 5.10 所示，地表水系統旬平均供水量為 1355.24 萬立方公尺，地下水系統在發生缺旱時啟動，旬平均供水量為 47.93 萬立方公尺，相較地表水獨立營運案例(案例 I)雖然降低了缺水指數，但由於地下水系統供水受到井管大小與馬達馬力之限制，因此有其瞬時最大供水極限，當缺旱時之需求量往往遠高於該其供應能力，因此缺水發生的情形仍十分頻繁，且缺水情形之改善有限。其地下水位如圖 5.20 至 5.22 所示，由於需求量平均分配各抽水井群，再加上井位與邊界條件彼此對稱，所以觀測井 1、4 水位變化一致，觀測井 2、5 水位變化情形一致。

### 3. 案例 III

案例 III 模擬結果如表 5.4 所示，旬缺水指數為 1.13，年缺水指數為 0.39，缺水旬數為 111 旬，系統缺水情形如圖 5.11 所示，地表水系統旬平均供水量為 1347.56 萬立方公尺，地下水系統旬平均供水量為 67.93 萬立方公尺。以此分層設計下，雖然地下水系統仍有相同之最大供水限制，地下水系統提供之平均供水量較案例 II 多，使得缺水

指數(SI)與旬數亦有更佳之表現。系統指標平衡操作如圖 5.16 所示，地下水指標反應較地表水指標和緩，這是因為地表水系統與地下水系統之反應敏感與否有關。從圖面看來，當地表水指標由下往上貫穿地下水指標時，地下水指標亦同時止跌回升，這顯示當地表水指標較低時，當時系統抽用地下水，而地表水指標較高時，則系統以地表水滿足需求；反之，亦有同樣特性。

此外，將聯合營運模式決定之各井群各時刻抽水量，以 MODFLOW 模式來模擬其水位變化，與類神經網路預測值相比較，發現類神經網路有不錯的預測成果，其模擬誤差如表 5.9 所示，地下水水位變化之比較如圖 5.23 至 5.27 所示。

#### 4. 案例IV

案例IV模擬結果如表 5.5 所示，旬缺水指數為 0.79，年缺水指數為 0.24，缺水旬數為 89 旬，系統缺水情形如圖 5.12 所示，地表水系統旬平均供水量為 1353.06 萬立方公尺，地下水系統旬平均供水量為 89.21 萬立方公尺。以此分層設計下，雖然地下水系統仍有相同之最大可供水限制，相較於案例III之不同分層設計，可以有效增加地下水系統平均供水量，使得缺水指數(SI)與旬數亦有更佳之表現。系統指標平衡操作如圖 5.17 所示。

此外，將聯合營運模式決定之各井群各時刻抽水量，以 MODFLOW 模式來模擬其水位變化，與類神經網路預測值相比較，發現類神經網路有不錯的預測成果，其模擬誤差如表 5.10 所示，地下水水位變化之比較如圖 5.28 至 5.32 所示。

由於分層設計二之設計造成抽取地下水較頻繁，水位變化幅度較大，因此在類神經預測表現上較案例III差，又以位於系統中間之觀測井 3 誤差最大。

## 5. 案例V

案例IV模擬結果如表 5.6 所示，旬缺水指數為 0.91，年缺水指數為 0.28，缺水旬數為 112 旬，系統缺水情形如圖 5.13 所示，地表水系統旬平均供水量為 1355.24 萬立方公尺，地下水系統在發生缺旱時啟動，旬平均供水量為 76.57 萬立方公尺，相較地表水獨立營運案例(案例 I)可以降低缺水指數，但由於地下水系統供水受到井管大小與馬達馬力之限制，有其瞬時最大供水極限，因此缺水發生之頻率仍頻繁，但與案例II相比因為地下水系統供水能力擴張了，所以缺水情形較為改善。其地下水位如圖 5.33 至 5.35 所示由於需求量平均分配各抽水井群，加上井位為相對稱，所以觀測井 1、4 水位變化一致、觀測井 2、5 水位變化情形一致。

## 6. 案例VI

案例VI模擬結果如表 5.7 所示，旬缺水指數為 0.51，年缺水指數為 0.15，缺水旬數為 83 旬，系統缺水情形如圖 5.14 所示，地表水系統旬平均供水量為 1354.48 萬立方公尺，地下水系統旬平均供水量為 100.66 萬立方公尺，在此分層設計一操作下，地下水系統支援的供水較案例V多，缺水改善之情形亦較案例V有較佳之表現，系統指標平衡操作如圖 5.18 所示。

此外將聯合營運模式決定之各井群各時刻抽水量，以 MODFLOW 模式來模擬其水位變化，與類神經網路預測值相比較，發現類神經網路有不錯的預測成果，如表 5.11 所示，其中以觀測井 3 表現較差，地下水位變化之比較如圖 5.36 至 5.40 所示。

## 7. 案例VII

案例VII模擬結果如表 5.8 所示，旬缺水指數為 0.50，年缺水指數為 0.14，缺水旬數為 62 旬，系統缺水情形如圖 5.15 所示，與案例 I

相比本案例不僅能大幅降低缺水指數，缺水旬數也由 135 旬降至 62 旬，缺水發生頻率大幅降低，地表水系統旬平均供水量為 1350.22 萬立方公尺，地下水系統旬平均供水量為 112.21 萬立方公尺，若與案例VI亦有較佳之表現，而系統指標平衡操作則如圖 5.19 所示，其中可看到在第 253 旬附近，地下水指標持平於 1，此亦可表示本模式之最低平均水位限制，確實有成效。

此外將聯合營運模式決定之各井群各時刻抽水量，以 MODFLOW 模式來模擬其水位變化，與類神經網路預測值相比較，發現類神經網路有不錯的預測成果，如表 5.12 所示，案例 III、IV、VI、VII 四個案例中以本案例之地下水供水量以本案例最大，地下水水位變化幅度劇烈，本案例類神經之預測成果也為最差，地下水位變化之比較如圖 5.41 至 5.45 所示。

### 5.3 模擬案例成果分析



本研究發展之地表地下聯合營運模式，透過上小節所述之案例，主要之成果可以歸納成以下兩點：

一、透過不同地下水分層設計可以展示不同之地下水供水策略：

以案例 III、IV 為例，透過不同之地下水分層設計，可使得地下水系統有不同之啟用時機，案例 IV 之分層設計理念是以上層較厚而下層較薄，因此相較於案例 III，相同水位往往其指標數值是較高，使得地下水指標有較高機會高於地表水指標(由圖 5.16 與圖 5.17 所示)，亦使得其會有較早之地下水啟用時機。

此外，若將地下水系統總供水量與系統缺水量正規化於 5 到 1 之間，透過圖 5.47 與圖 5.48 比較可發現分層設計二能提早啟動地下水系統供水，而分層設計一則與案例 II 等發生缺水在啟動地下水系統供

水之供水策略較為接近，但仍比案例Ⅱ較早幾個時刻啟動，因此改善缺水情形亦較案例Ⅱ佳，案例Ⅱ之地下水供水情形與缺水情形則如圖 5.46 所示，因此本模式可調動地下水分層去因應地表地下聯合營運時各種之地下水供水策略。

## 二、有效管理、積極運作：

若以不同地下水系統最大供水量與系統需求量來看，當最大供水量為 129.6(萬噸/旬)時，相對於 1500(萬噸/旬)之需求量，地下水系統最多僅能供應 8.64%之水量，在此最大供水量之條件下，三種聯合營運模式之旬缺水指數(SI)分別為 1.54、1.13 與 0.79，與地表水獨立營運旬缺水指數 2.93 相比，其改善幅度為 47.44%、61.43%與 73.04%，顯示相較於傳統非偶和聯合營運，本模式在營運上為相對有效率的；若最大供水量提升為 216(萬噸/旬)時，地下水系統可供應至 14.40%之水量在此一最大供水量之條件下，三種聯合營運模式之旬缺水指數(SI)分別為 0.91、0.51 與 0.50，與地表水獨立營運旬缺水指數 2.93 相比，其改善幅度為 68.94%、82.59%與 82.94%。

比較不同地下水最大供水條件下，以傳統非偶合聯合營運之改善幅度為基準，在較小供水條件下，兩種分層設計可以分別提升 29.5%與 54.0%；在較大供水條件下，兩種分層設計僅可提升 19.8%與 20.3%。由此顯示，當系統可利用資源少時，營運效率好壞將會大幅影響系統表現；反之，當系統可利用資源多時，營運效率對系統表現影響較小。

兩種地下水供水情形條件下，皆以提早啟動地下水之供水策略(分層設計二)對缺水的情形改善為最佳，意味著在符合相同最低水位限制情況下，經由本模式有效率之管理，能使用最大之地下水潛能量。

## 5.4 計算效益之評估

本研究以 AMD Athlon 1.54 GHz, 1.00GB 的 RAM 之電腦進行計算。第三章之案例中，在模擬 3650 個時距下，MODFLOW 模式所運用的有限差分法需要 1110.0313 秒來完成模擬，也就是平均每個時刻花費約 0.3041 秒求解，而類神經網路僅需要 20.8300 秒便能完成總模擬期距之連續預測，也就是平均每個時刻約花費 0.0057 秒，因此在此案例中平均每一個時刻 MODFLOW 所花費的計算時間約為類神經網路的 53 倍，因此透過類神經網路可大幅降低計算量。

若考量與最佳化模式結合時之計算量，由於遺傳演算法是以大量族群進行繁衍，如以前一小節之地表地下聯合營運案例為例，收斂條件設定為連續 20 代後找不到更好的解則視為收斂，也就是每一時刻至少模擬 20 代以上，而每一代以 50 條染色體去搜尋最佳解，因此地下水模擬模式每一個時刻至少要模擬 1000 次以上，由於前述 MODFLOW 與類神經網路單一時刻之計算差值為 0.2984 秒，所以單一時刻會多出 298.4 秒之計算時間，而總模擬時刻為 360 個時刻，因此整體計算時間差距為 107424 秒，即 29.84 小時。因此與最佳化模式進行結合時，運用類神經網路相較於傳統之地下水數值模式將可大幅降低計算量。

表 5.1 案例介紹表

地下水 最大抽水量	營運方式	地下水系統 分層設計	案例 編號
0(萬噸/旬) /0(cms/井)	地表水獨立營運	無	I
129.6(萬噸/旬) /0.3(cms/井)	非耦合 聯合營運	無	II
	耦合 聯合營運	分層設計一(低強度供給)	III
		分層設計二(高強度供給)	IV
216(萬噸/旬) /0.5(cms/井)	非耦合 聯合營運	無	V
	耦合 聯合營運	分層設計一(低強度供給)	VI
		分層設計二(高強度供給)	VII

表 5.2 案例 I 之模擬結果

旬計劃缺水指數		2.93	
年計劃缺水指數		1.20	
缺水旬數		135	
需求節點年計畫需求量 (萬立方公尺)		54000 【1500/旬】	
供水量(萬立方公尺)	A 水庫	年平均供水量	30627.47
		旬平均供水量	850.76
	B 水庫	年平均供水量	18161.13
		旬平均供水量	504.48

表 5.3 案例 II 之模擬結果

旬計劃缺水指數			1.54
年計劃缺水指數			0.55
缺水旬數			125
需求節點年計畫需求量 (萬立方公尺)			54000 【1500/旬】
供水量(萬立方公尺)	地表水系統	年平均供水量	48788.60
		旬平均供水量	1355.24
	地下水系統	年平均供水量	1725.36
		旬平均供水量	47.93

表 5.4 案例 III 之模擬結果

旬計劃缺水指數			1.13
年計劃缺水指數			0.39
缺水旬數			111
需求節點年計畫需求量 (萬立方公尺)			54000 【1500/旬】
供水量(萬立方公尺)	地表水系統	年平均供水量	48512.24
		旬平均供水量	1347.56
	地下水系統	年平均供水量	2434.08
		旬平均供水量	67.61

表 5.5 案例IV之模擬結果

旬計劃缺水指數			0.79
年計劃缺水指數			0.24
缺水旬數			89
需求節點年計畫需求量 (萬立方公尺)			54000 【1500/旬】
供水量(萬立方公尺)	地表水系統	年平均供水量	48710.20
		旬平均供水量	1353.06
	地下水系統	年平均供水量	3211.72
		旬平均供水量	89.21

表 5.6 案例V之模擬結果

旬計劃缺水指數			0.91
年計劃缺水指數			0.28
缺水旬數			112
需求節點年計畫需求量 (萬立方公尺)			54000 【1500/旬】
供水量(萬立方公尺)	地表水系統	年平均供水量	48788.60
		旬平均供水量	1355.24
	地下水系統	年平均供水量	2756.40
		旬平均供水量	76.57

表 5.7 案例VI之模擬結果

旬計劃缺水指數			0.51
年計劃缺水指數			0.15
缺水旬數			83
需求節點年計畫需求量 (萬立方公尺)			54000 【1500/旬】
供水量(萬立方公尺)	地表水系統	年平均供水量	48761.17
		旬平均供水量	1354.48
	地下水系統	年平均供水量	3623.82
		旬平均供水量	100.66

表 5.8 案例VII之模擬結果

旬計劃缺水指數			0.50
年計劃缺水指數			0.14
缺水旬數			62
需求節點年計畫需求量 (萬立方公尺)			54000 【1500/旬】
供水量(萬立方公尺)	地表水系統	年平均供水量	48608.04
		旬平均供水量	1350.22
	地下水系統	年平均供水量	4037.28
		旬平均供水量	112.15

表 5.9 案例III類神經網路模擬誤差統計列表

	均方誤差(m) (MSE)	均方根誤差(m) (RMSE)	絕對平均誤差(m) (AME)	最大誤差值(m) (Max error )
觀測井 1	1.37	1.17	0.94	2.65
觀測井 2	0.98	0.99	0.76	2.40
觀測井 3	1.56	1.25	1.00	<b>3.17</b>
觀測井 4	1.33	1.15	0.95	2.53
觀測井 5	1.13	1.06	0.84	2.48



表 5.10 案例IV類神經網路模擬誤差統計列表

	均方誤差(m) (MSE)	均方根誤差(m) (RMSE)	絕對平均誤差(m) (AME)	最大誤差值(m) (Max error )
觀測井 1	2.66	1.63	1.47	2.83
觀測井 2	2.67	1.64	1.47	2.89
觀測井 3	<b>5.75</b>	<b>2.40</b>	<b>2.26</b>	<b>3.93</b>
觀測井 4	2.03	1.43	1.26	2.62
觀測井 5	2.87	1.69	1.53	2.91

表 5.11 案例VI類神經網路模擬誤差統計列表

	均方誤差(m) (MSE)	均方根誤差(m) (RMSE)	絕對平均誤差(m) (AME)	最大誤差值(m) (Max error )
觀測井 1	0.42	0.65	0.51	1.68
觀測井 2	0.45	0.67	0.53	1.72
觀測井 3	<b>1.04</b>	<b>1.02</b>	<b>0.82</b>	<b>2.69</b>
觀測井 4	0.43	0.65	0.52	1.63
觀測井 5	0.47	0.69	0.54	1.75

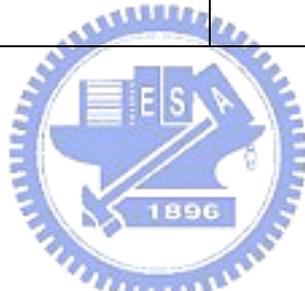


表 5.12 案例VII類神經網路模擬誤差統計列表

	均方誤差(m) (MSE)	均方根誤差(m) (RMSE)	絕對平均誤差(m) (AME)	最大誤差值(m) (Max error )
觀測井 1	4.05	2.01	1.73	3.48
觀測井 2	4.99	2.23	1.93	3.75
觀測井 3	<b>9.22</b>	<b>3.04</b>	<b>2.78</b>	<b>5.00</b>
觀測井 4	4.57	2.14	1.85	3.68
觀測井 5	4.99	2.23	1.94	3.75

表 5.13 地下水最大供水量為 129.6(萬噸/旬)之缺水指數比較表

缺水指數	旬 SI	年 SI
案例 I	2.93	1.20
案例 II	1.54	0.55
案例 III	1.13	0.39
案例 IV	0.79	0.24

表 5.14 地下水最大供水量為 216(萬噸/旬)之缺水指數比較表

缺水指數	旬 SI	年 SI
案例 I	2.93	1.20
案例 V	0.91	0.28
案例 VI	0.51	0.15
案例 VII	0.50	0.14

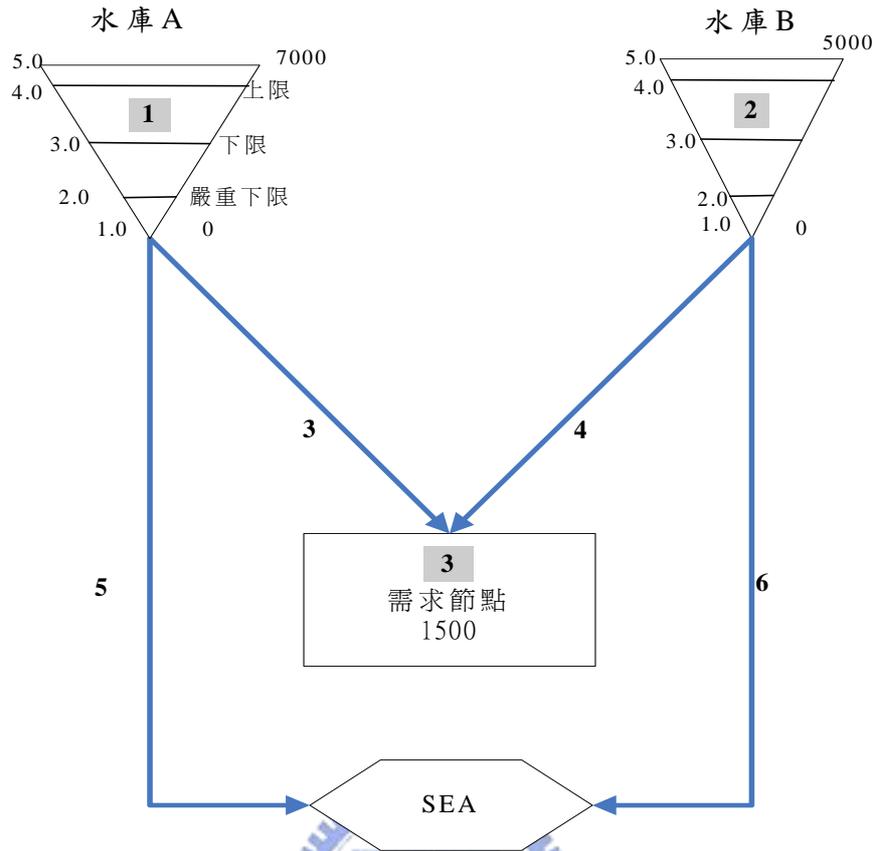


圖 5.1 地表水管運系統圖

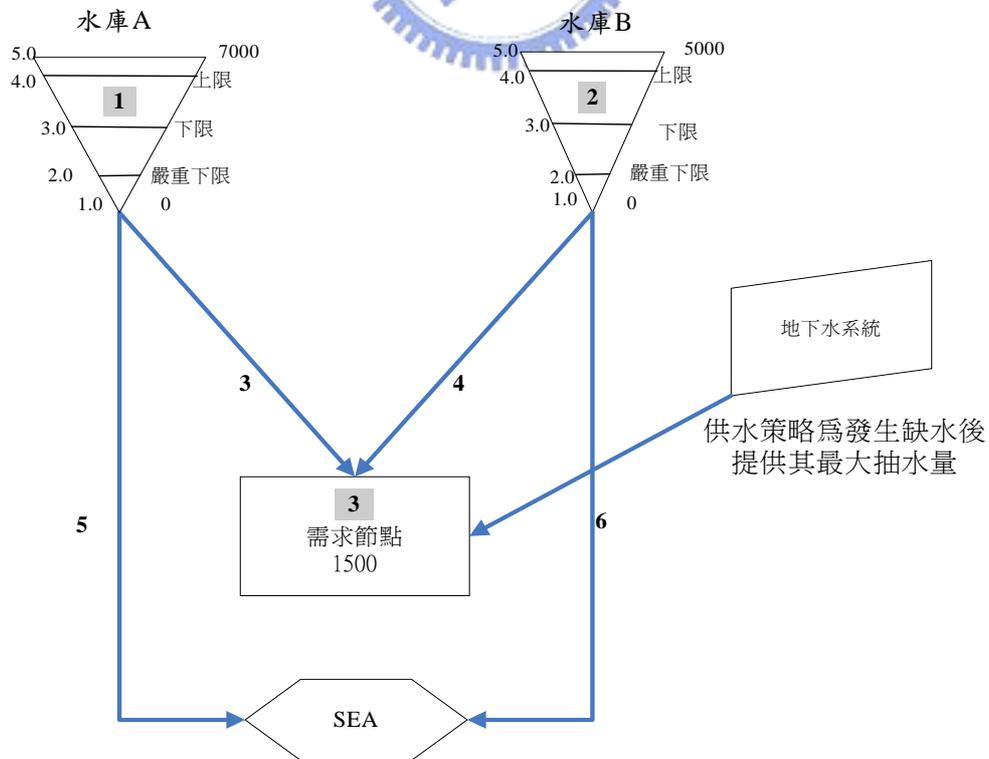


圖 5.2 地表地下聯合營運系統圖(1)(地表水先供)

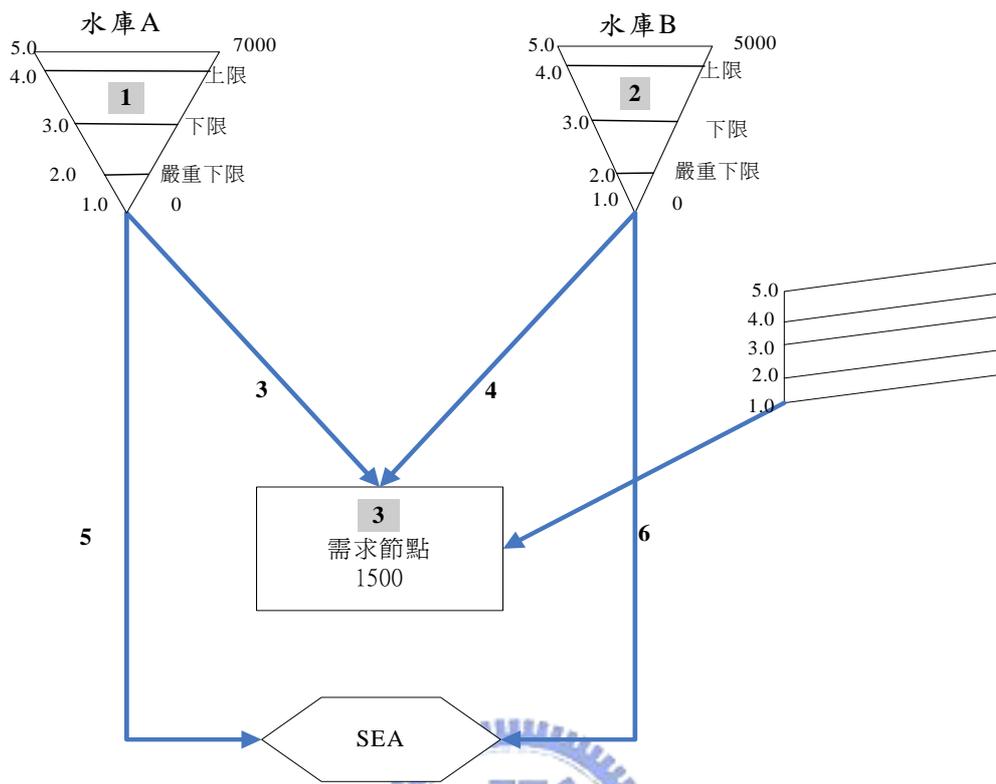


圖 5.3 地表地下聯合營運系統圖(2)

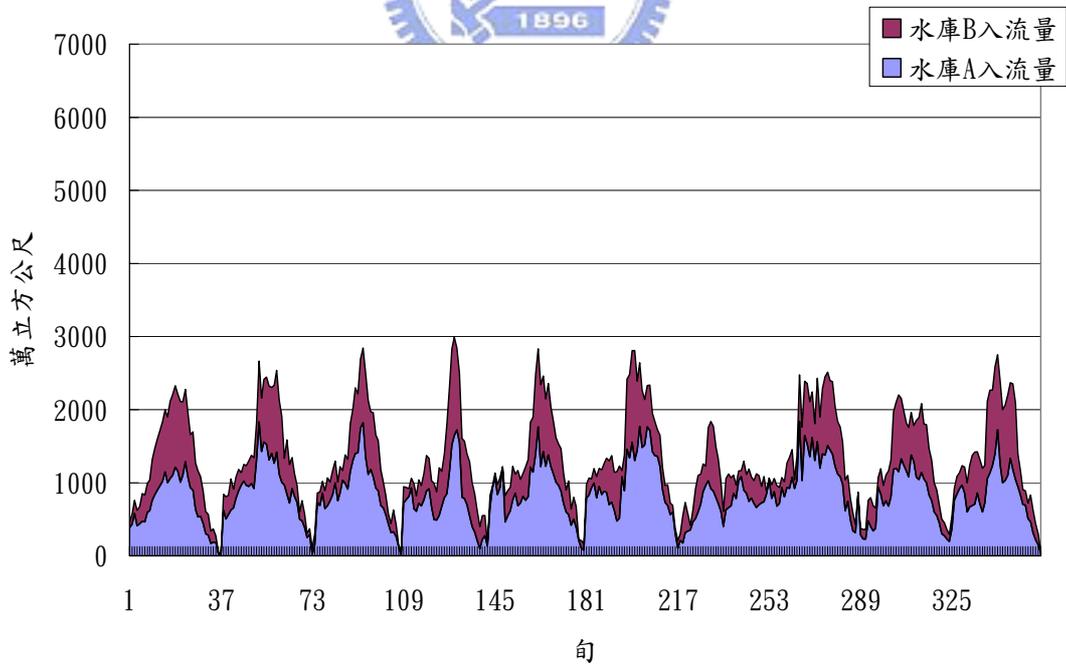


圖 5.4 水庫入流量圖

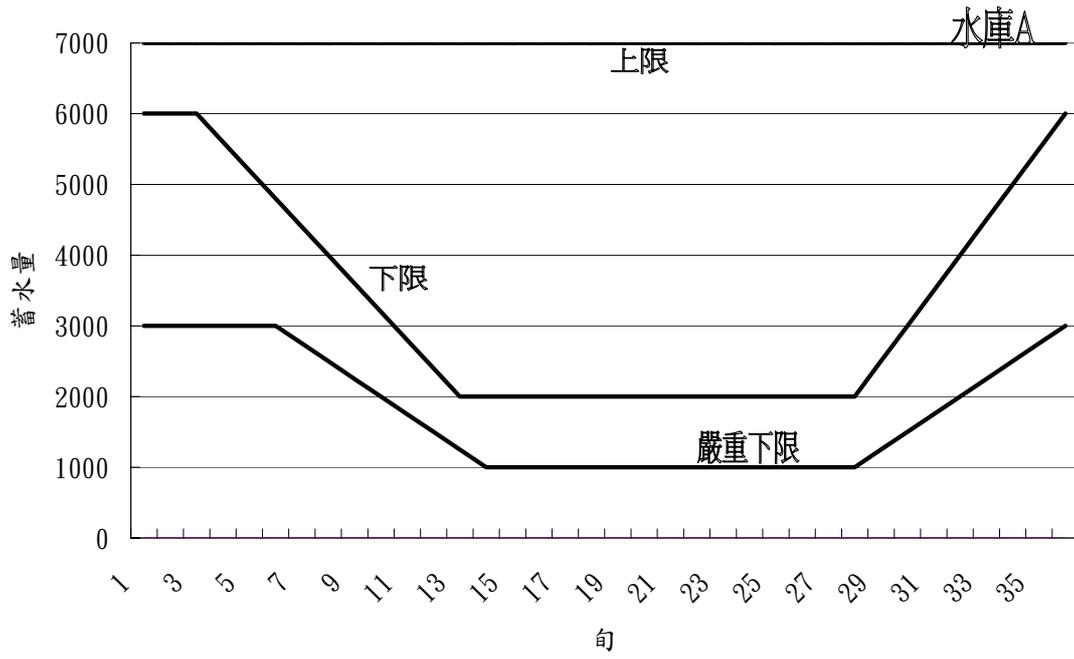


圖 5.5 水庫 A 操作規線圖

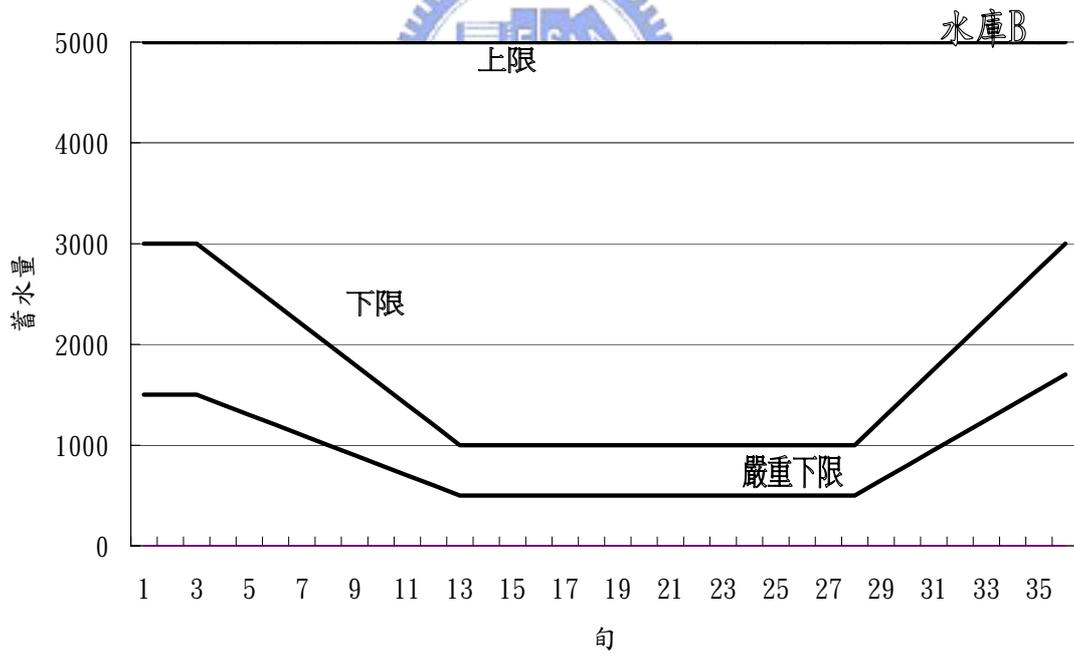


圖 5.6 水庫 B 操作規線圖

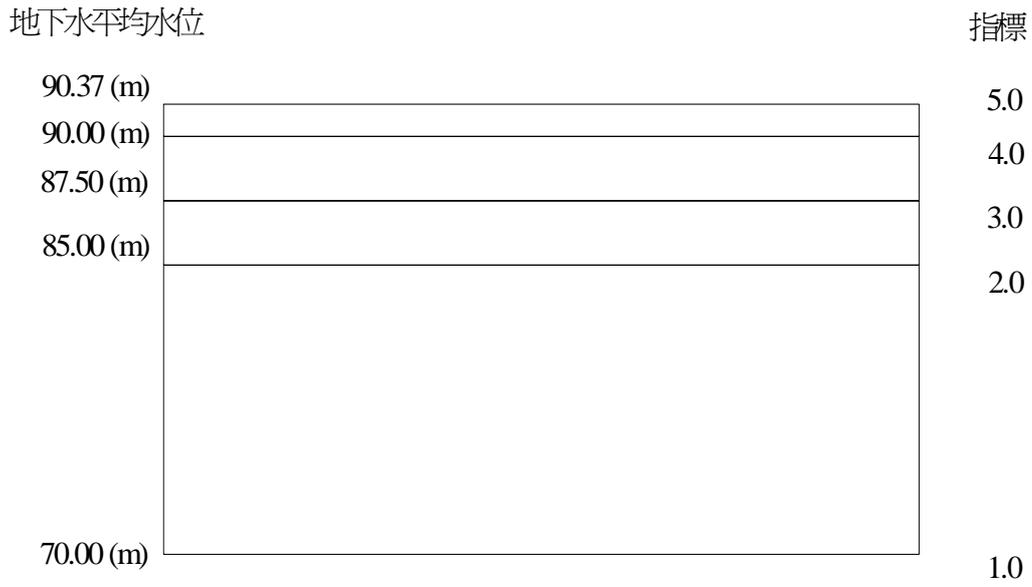


圖 5.7 地下水系統分層設計圖(分層設計一)

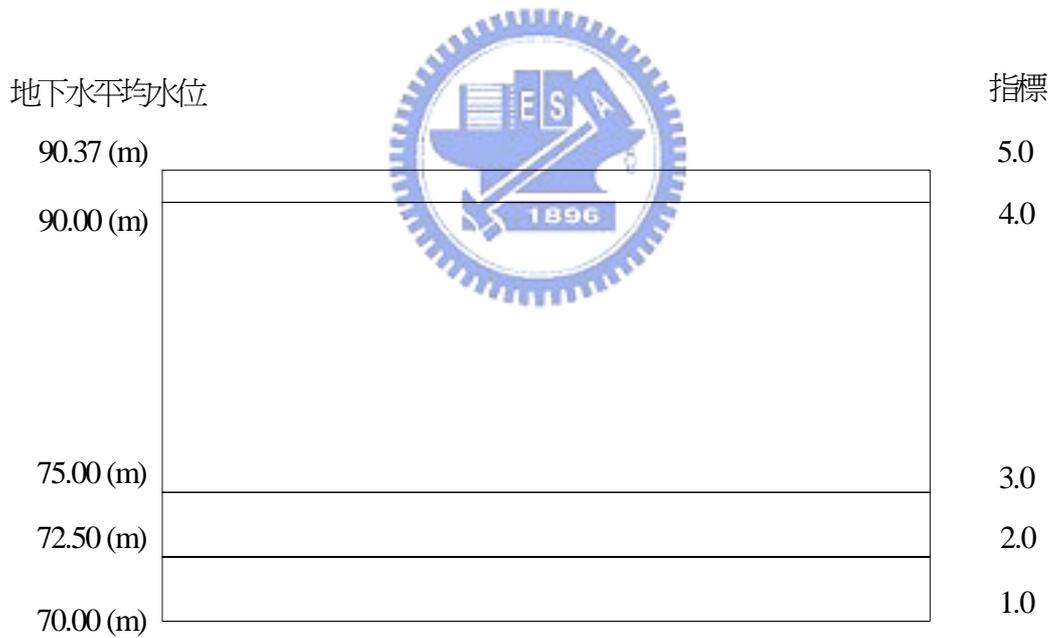


圖 5.8 地下水系統分層設計圖(分層設計二)

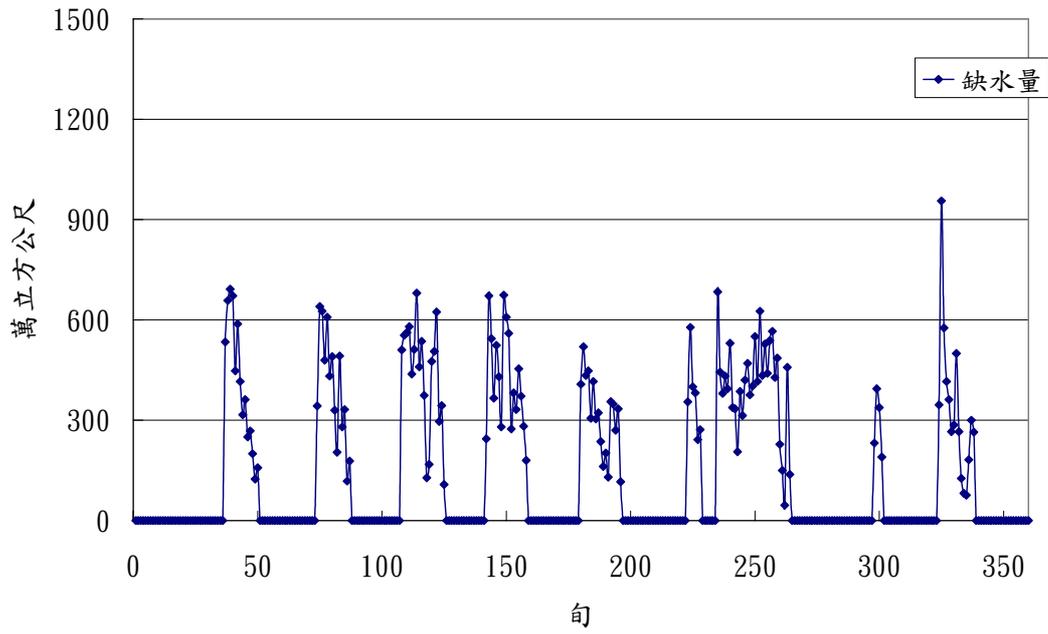


圖 5.9 案例 I 需求缺水量

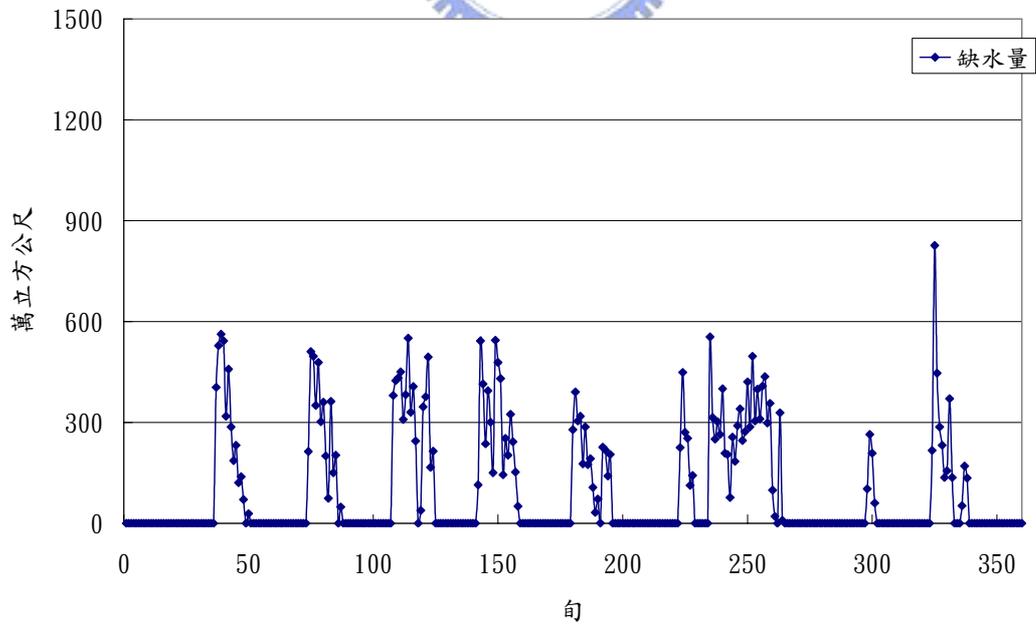


圖 5.10 案例 II 需求缺水量

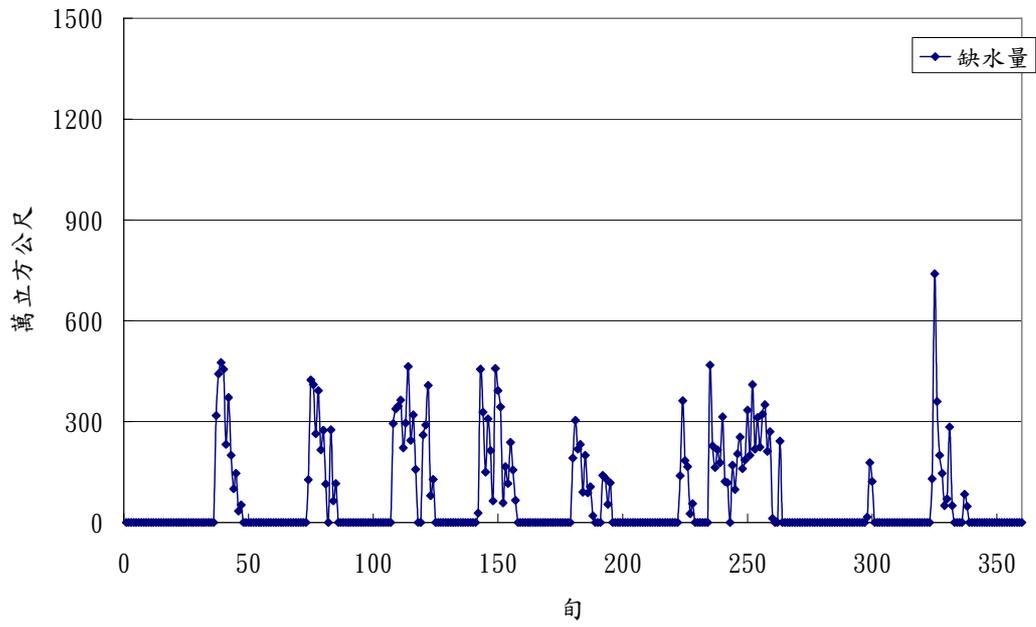


圖 5.11 案例III需求缺水量

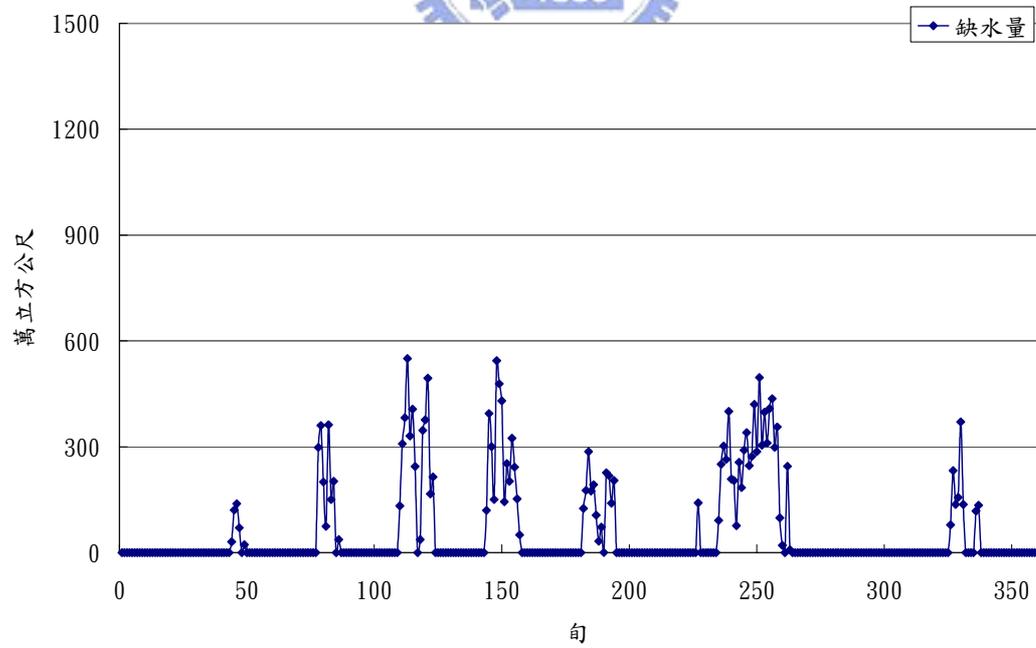


圖 5.12 案例IV需求缺水量

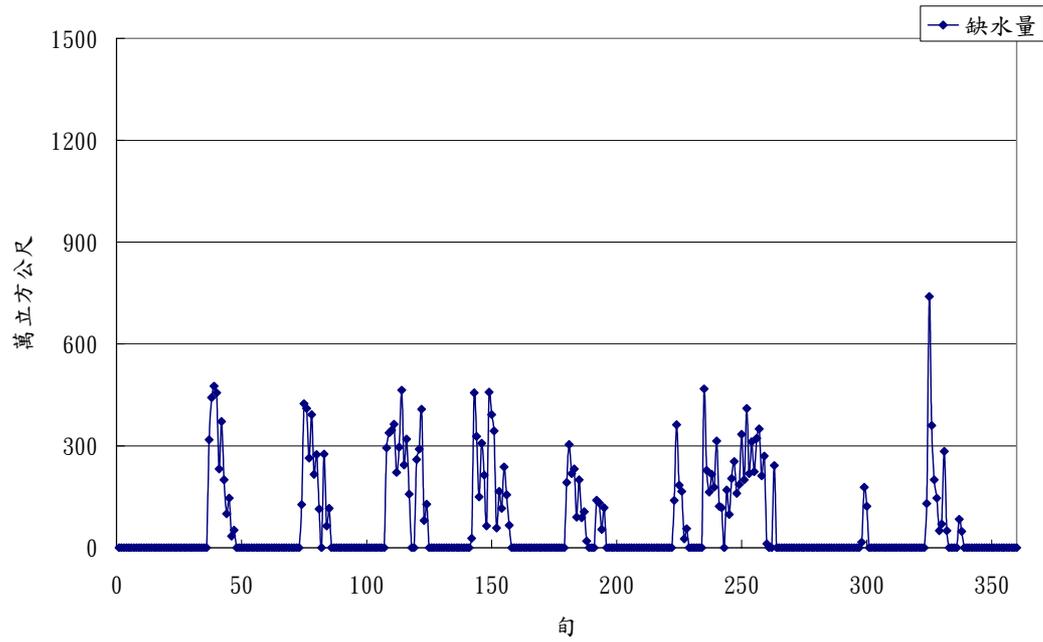


圖 5.13 案例V需求缺水量

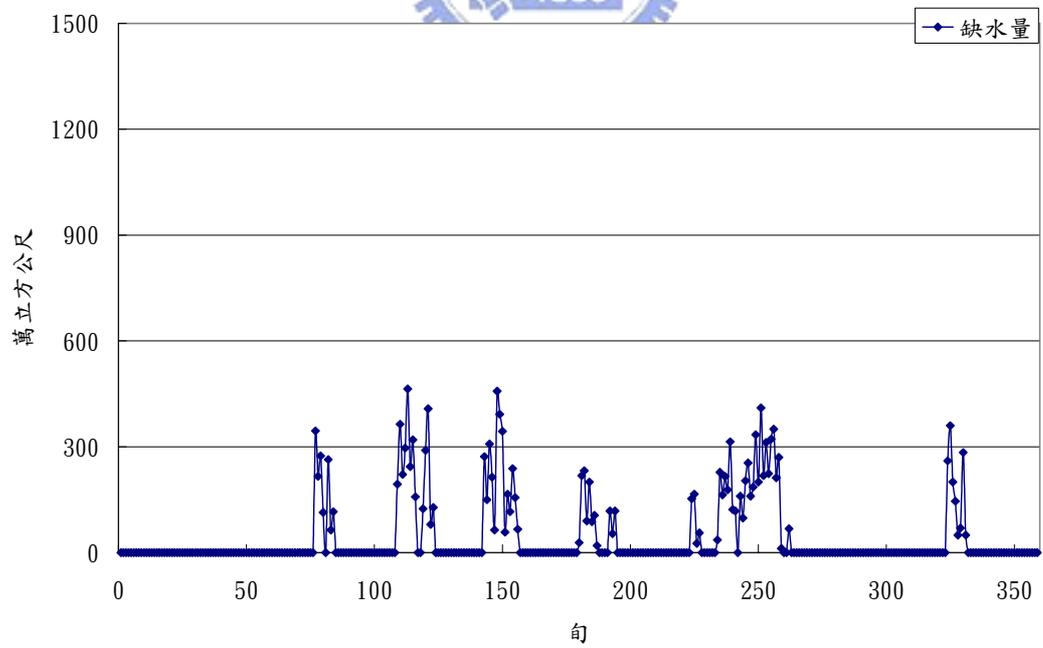


圖 5.14 案例VI需求缺水量

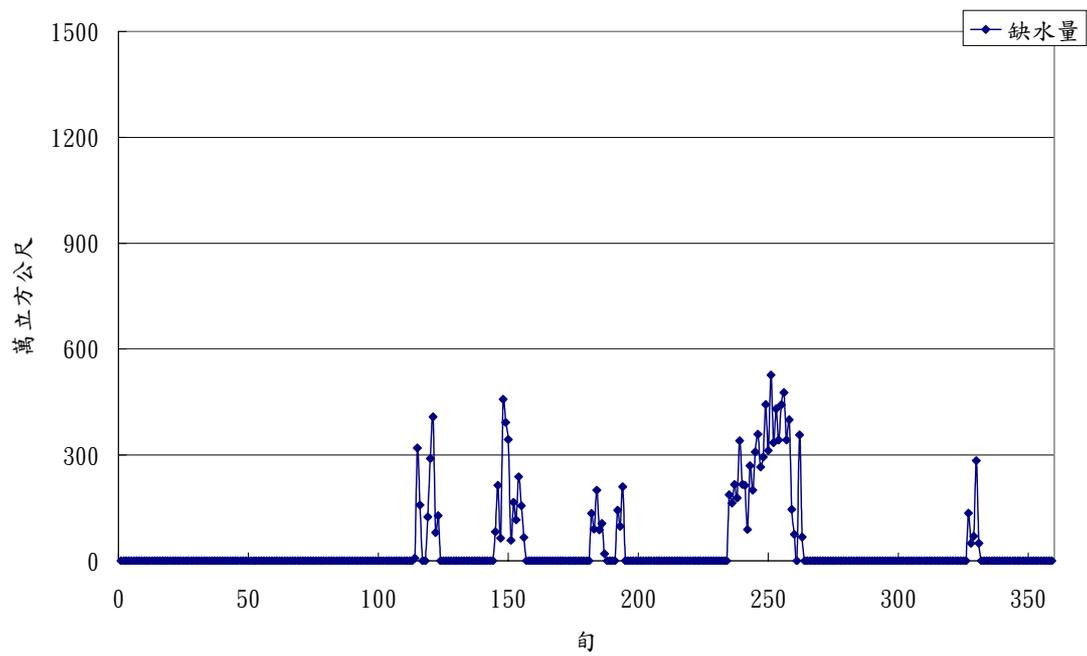


圖 5.15 案例VII需求缺水量

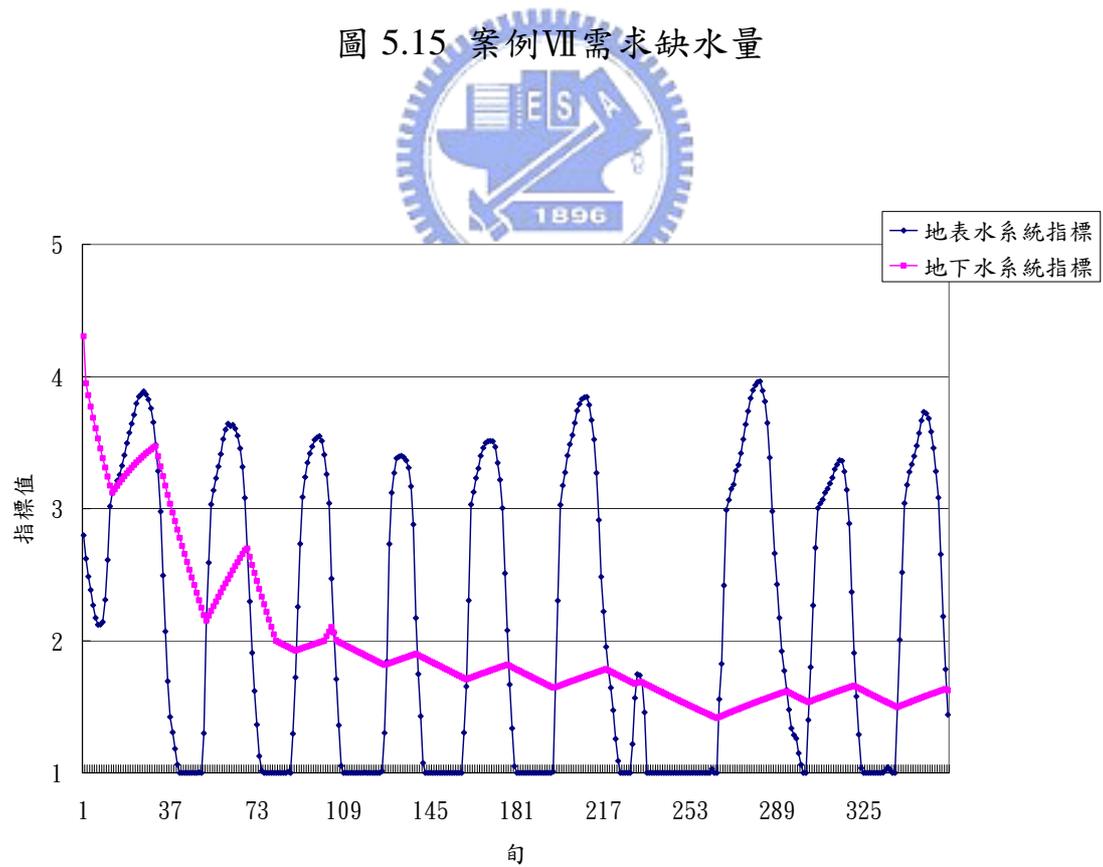


圖 5.16 案例III系統放水後之指標

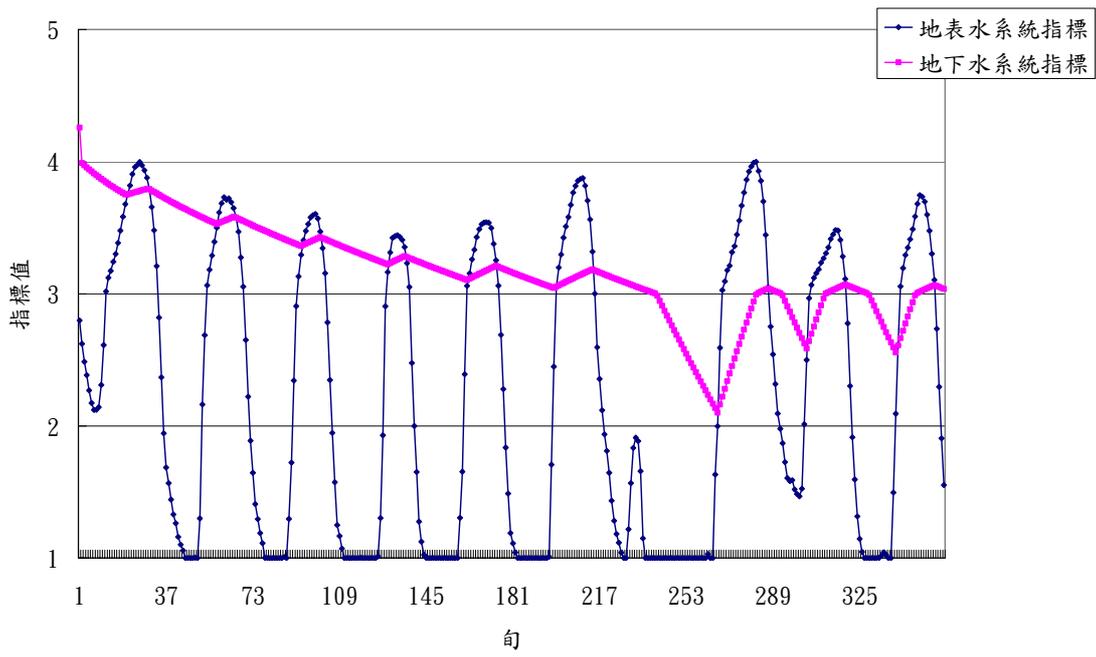


圖 5.17 案例IV系統放水後之指標

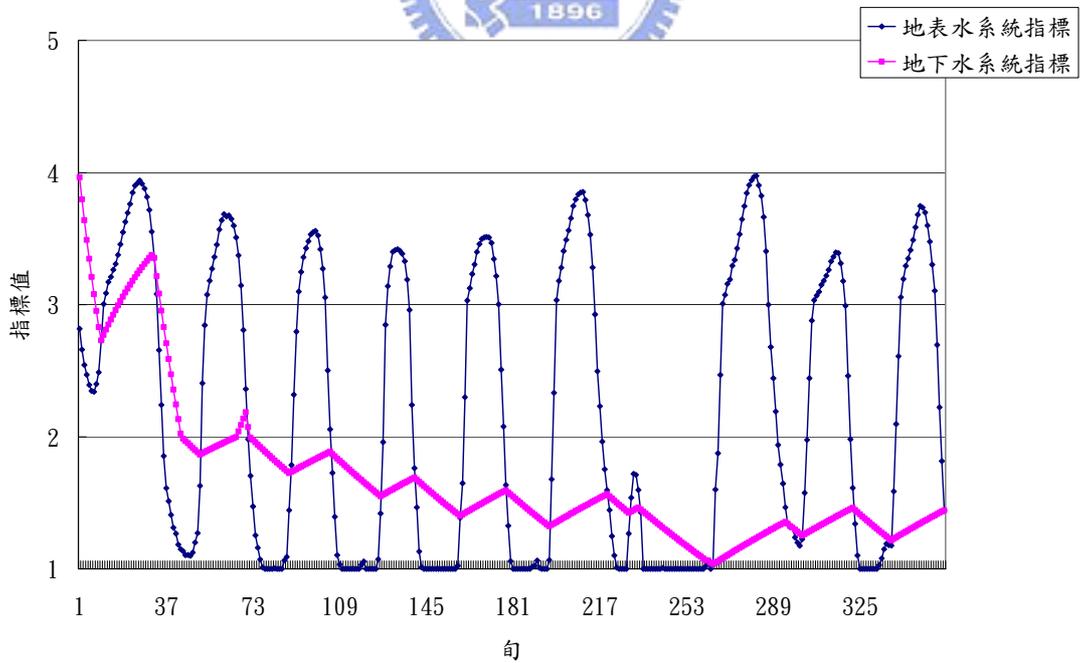


圖 5.18 案例VI系統放水後之指標

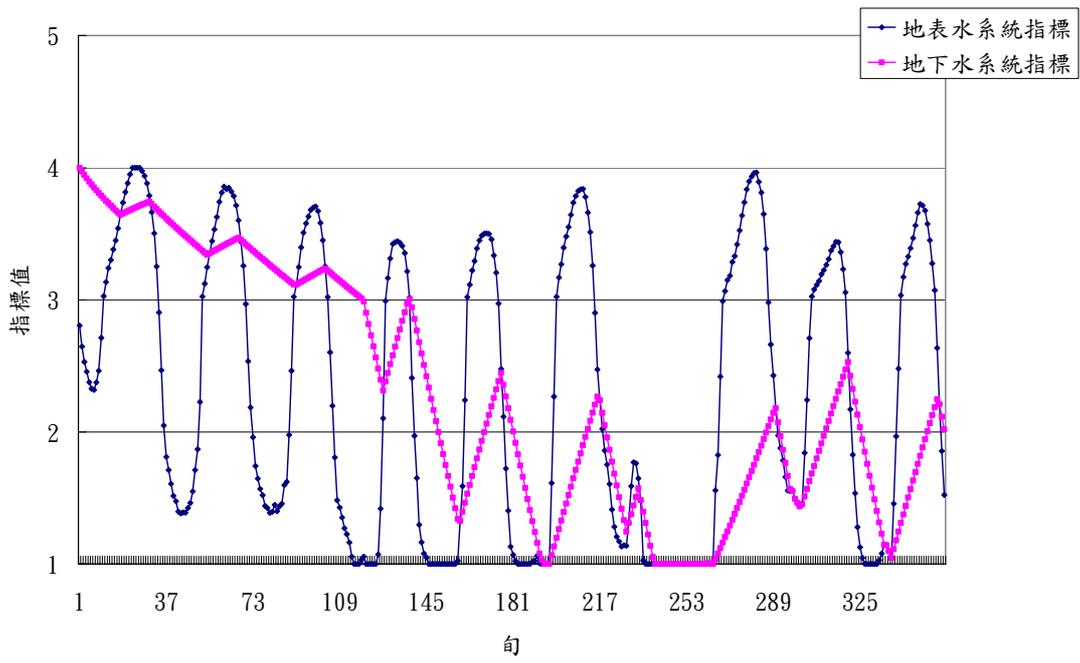


圖 5.19 案例VII系統放水後之指標

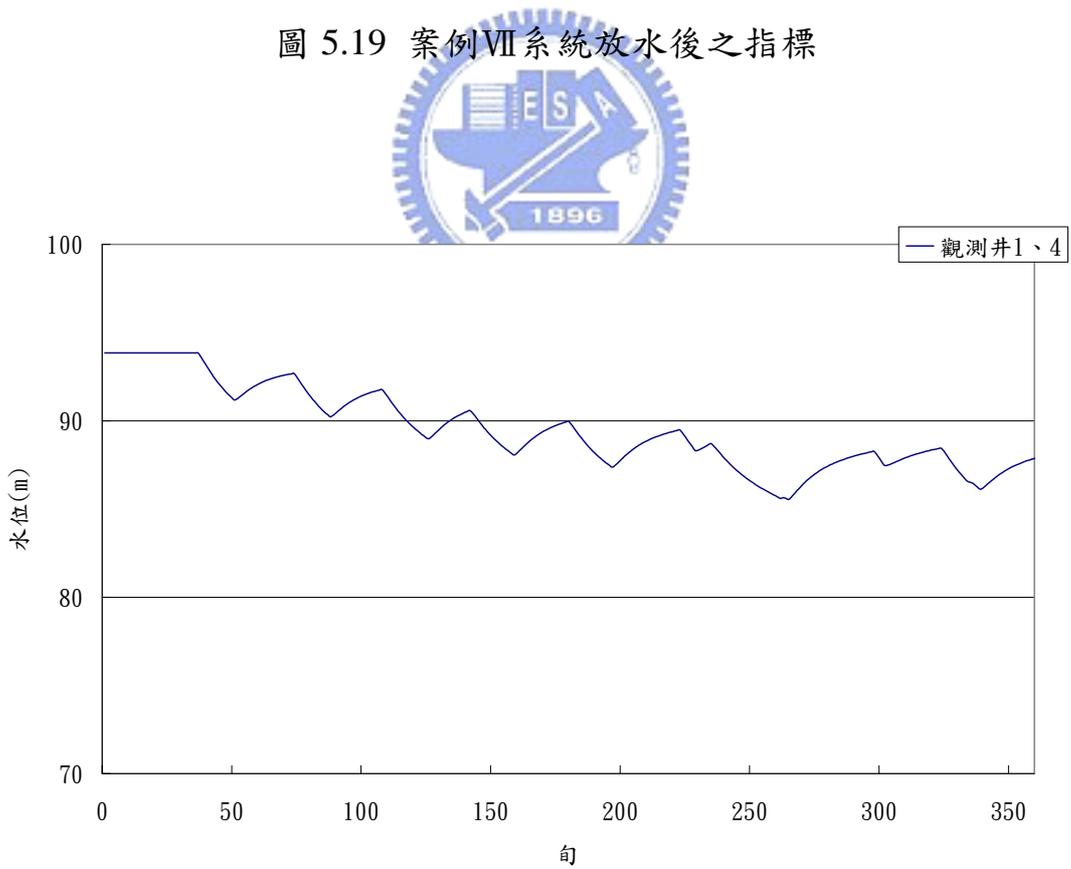


圖 5.20 案例II觀測井1、4之水位

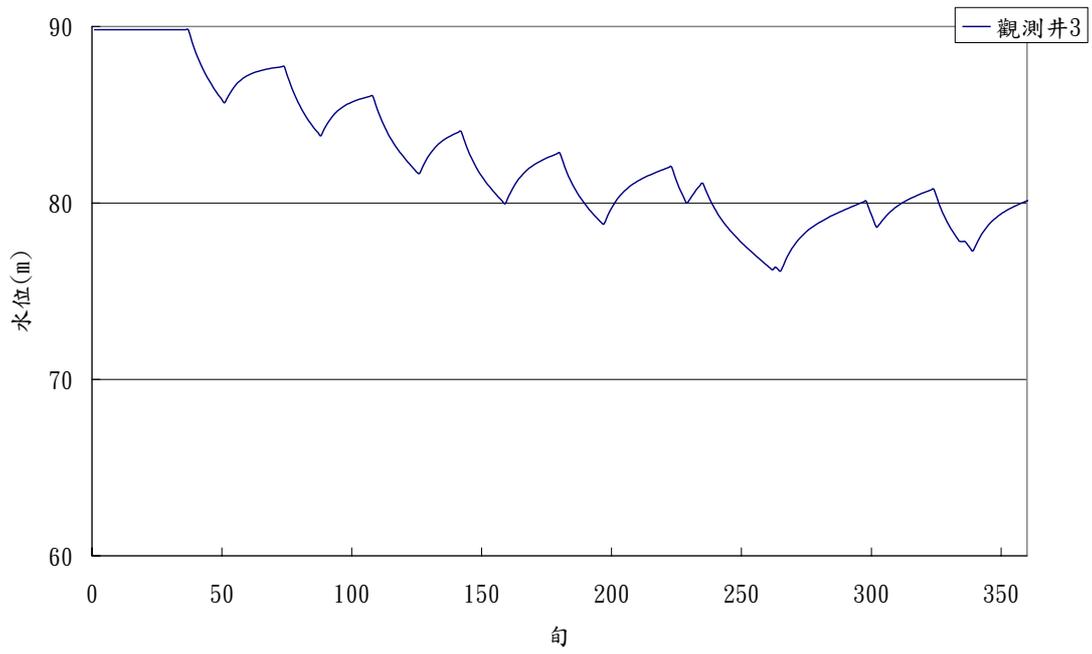


圖 5.21 案例 II 觀測井 3 之水位

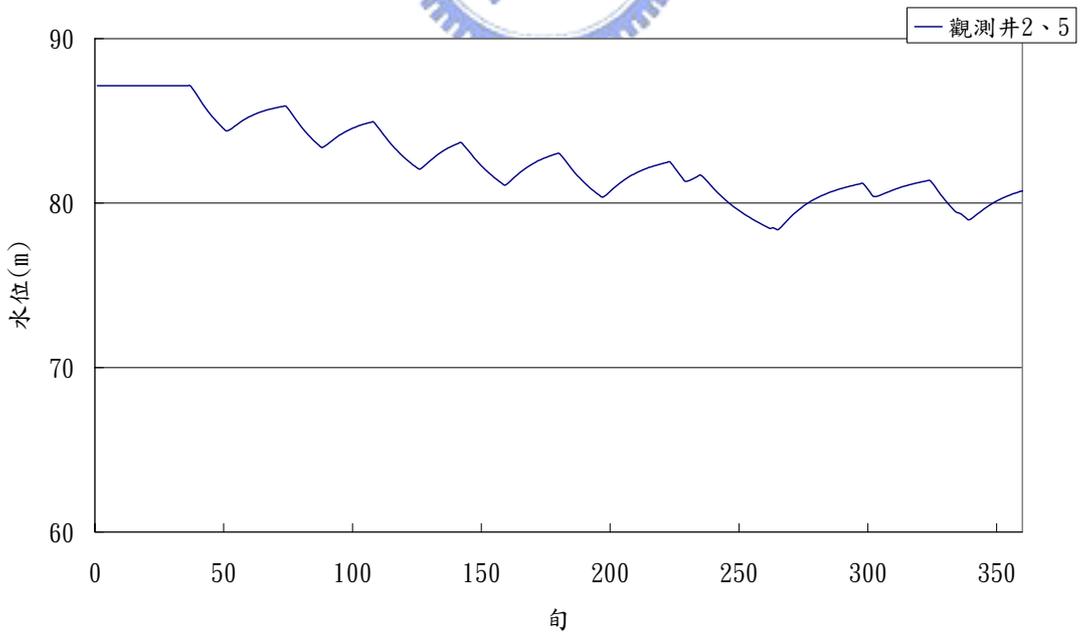


圖 5.22 案例 II 觀測井 2、5 之水位

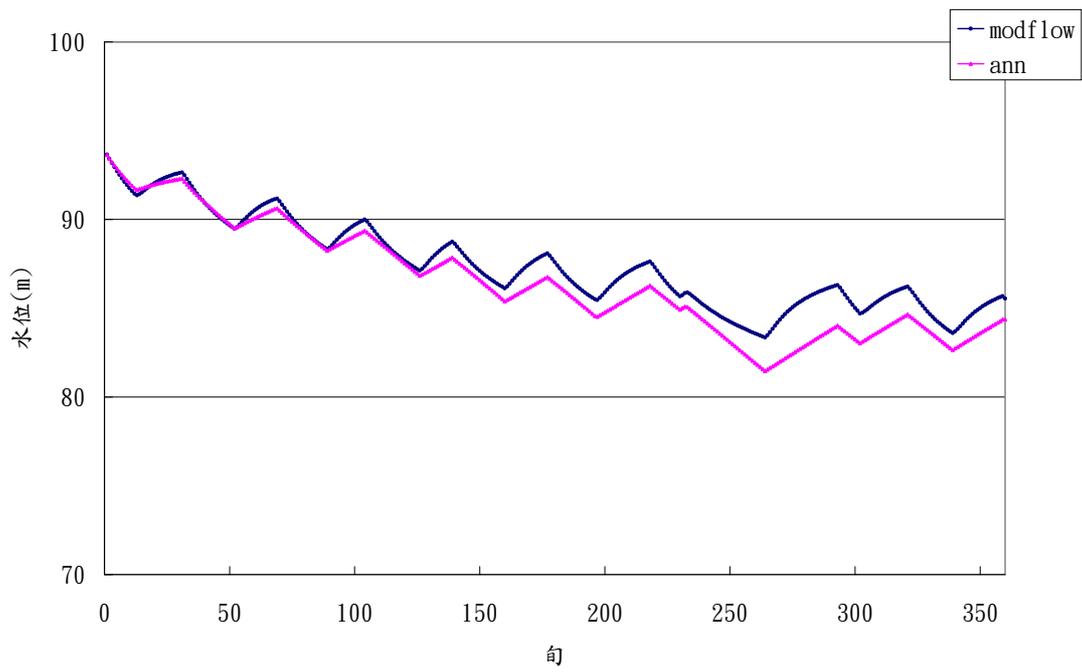


圖 5.23 案例Ⅲ觀測井 1 之水位

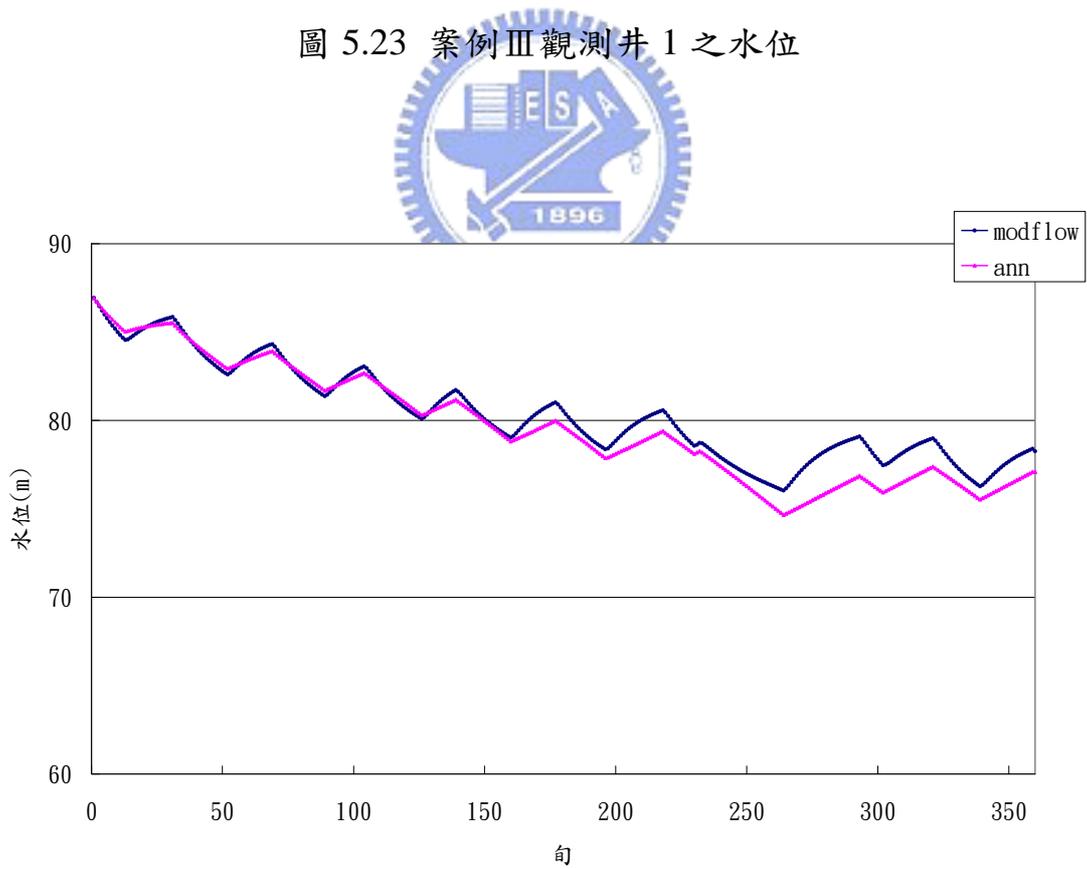


圖 5.24 案例Ⅲ觀測井 2 之水位

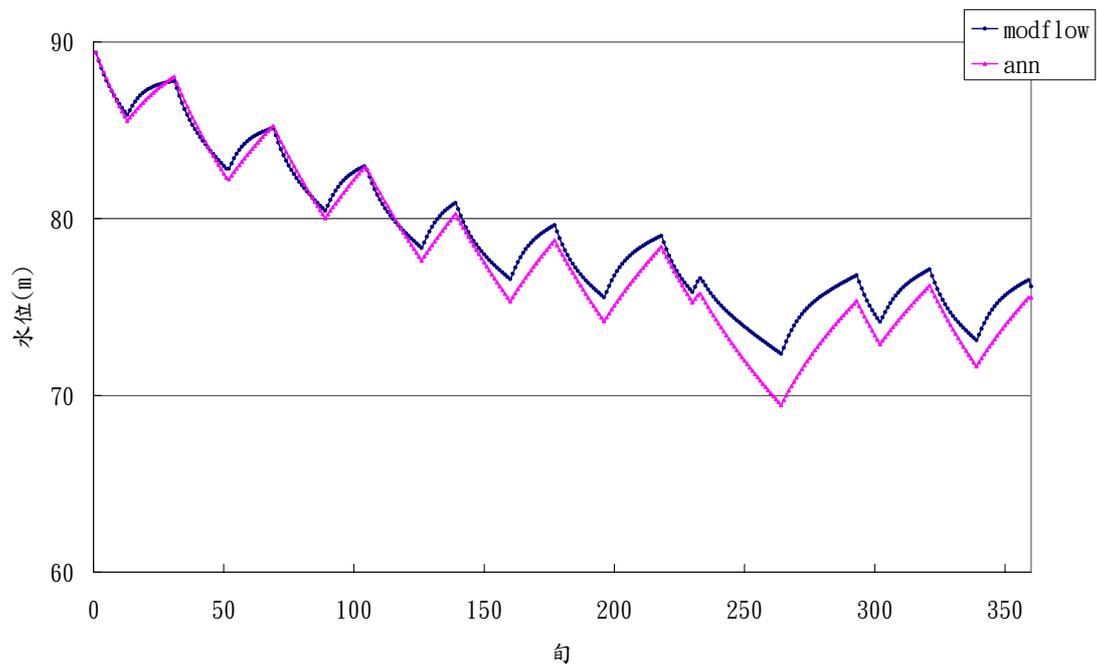


圖 5.25 案例Ⅲ觀測井 3 之水位

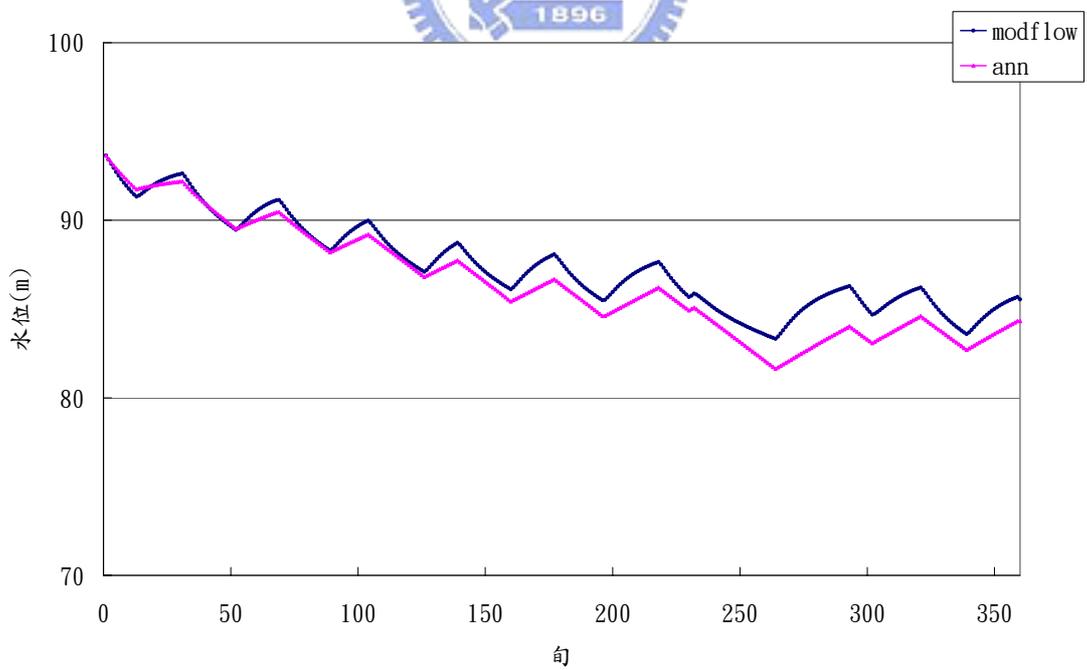


圖 5.26 案例Ⅲ觀測井 4 之水位

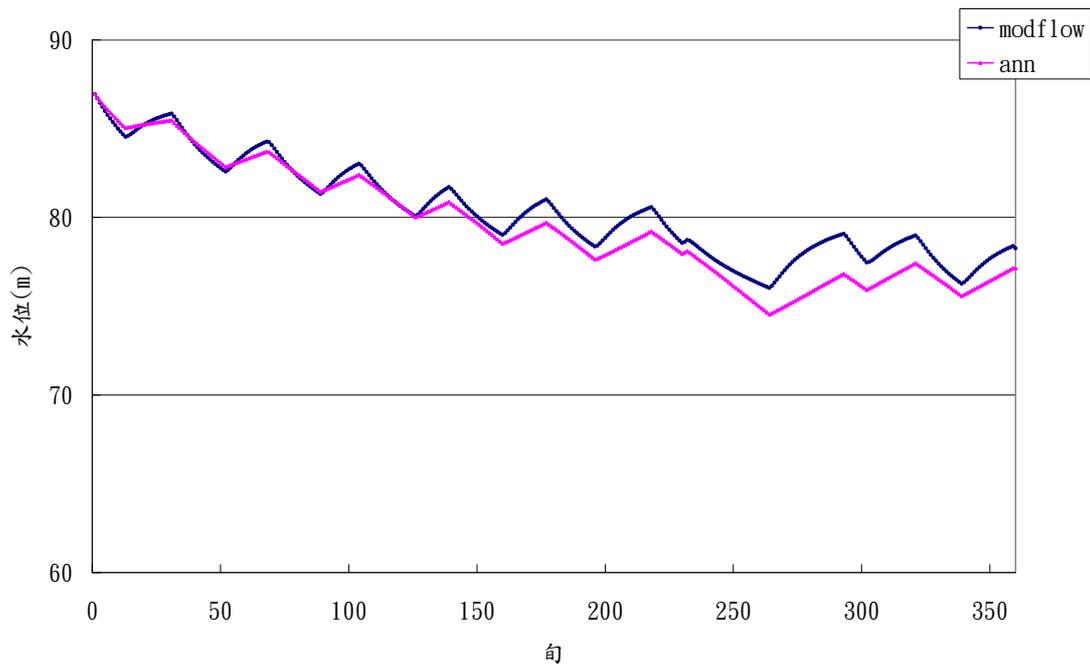


圖 5.27 案例Ⅲ觀測井 5 之水位

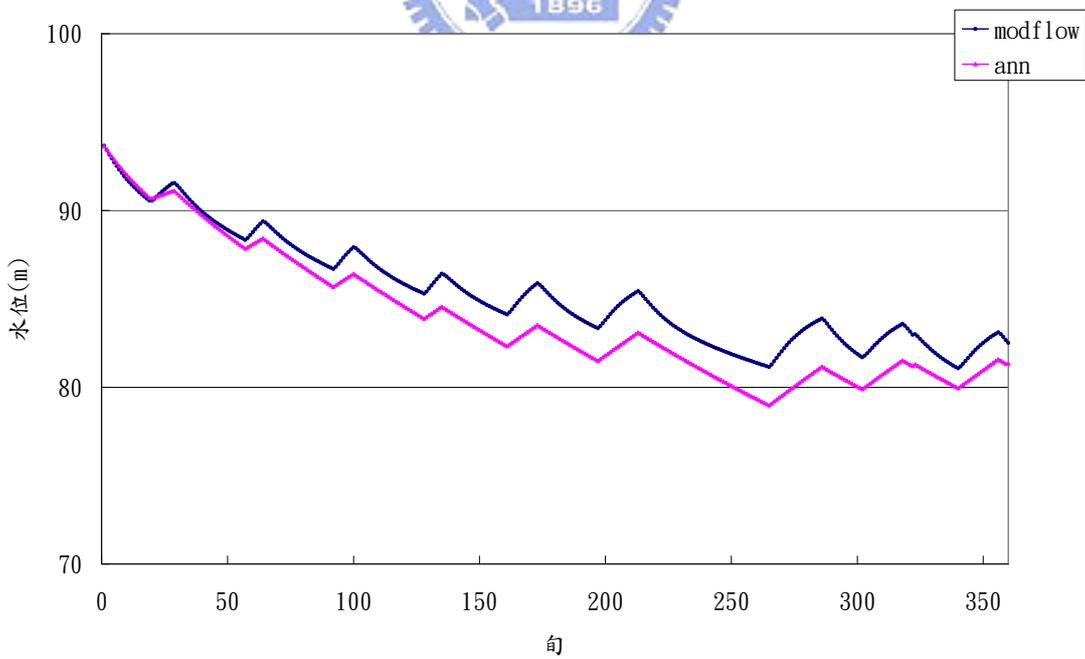


圖 5.28 案例Ⅳ觀測井 1 之水位

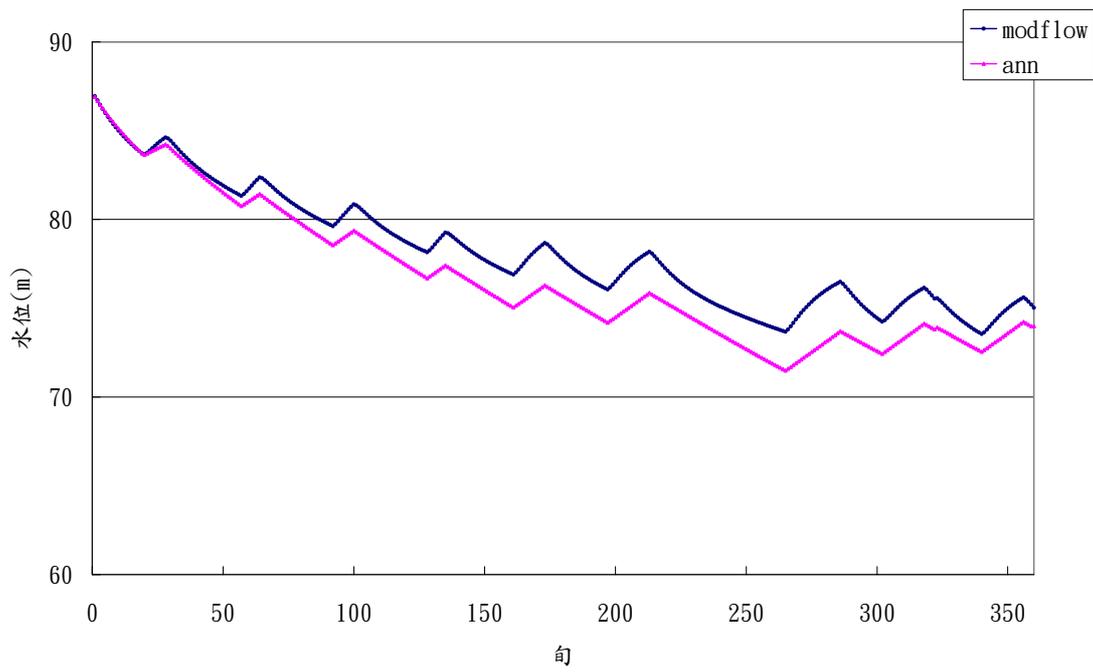


圖 5.29 案例IV觀測井 2 之水位

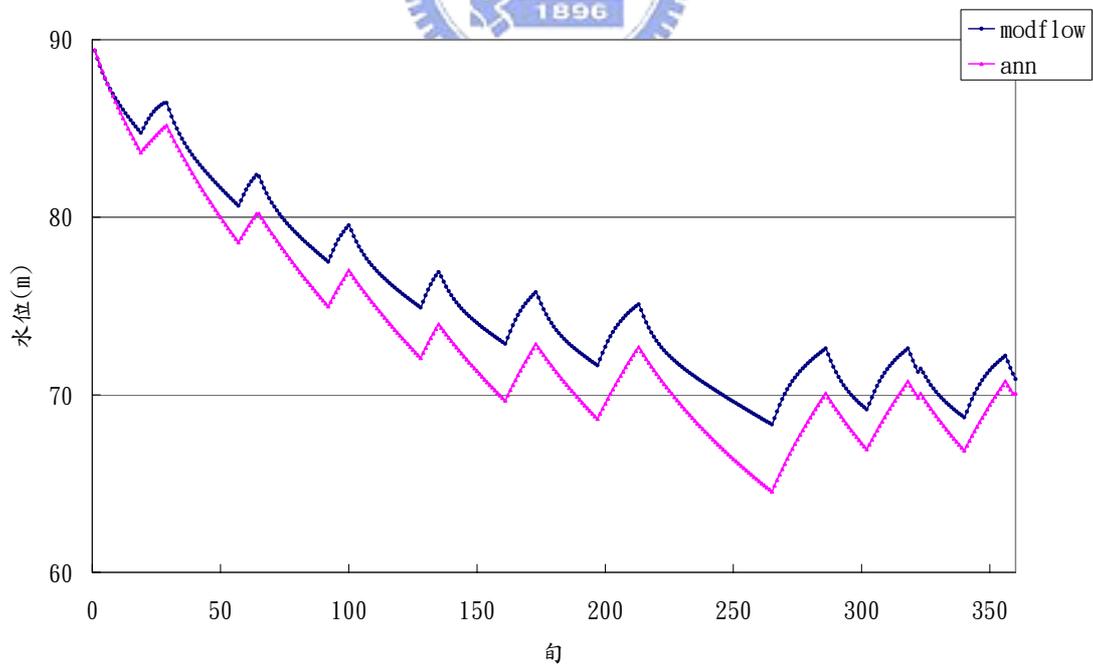


圖 5.30 案例IV觀測井 3 之水位

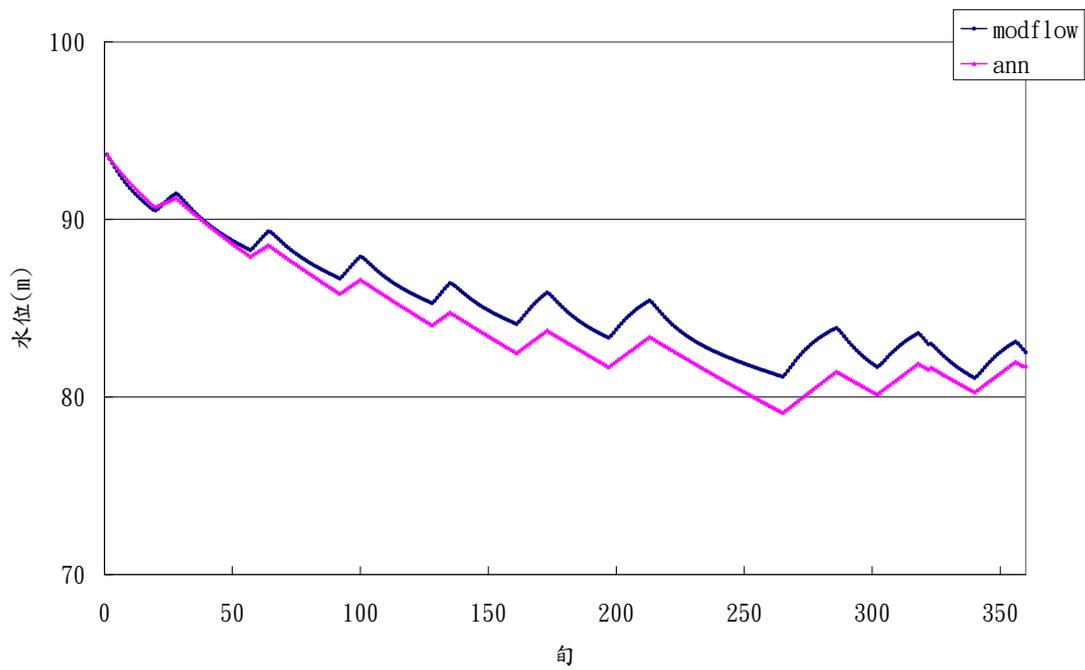


圖 5.31 案例IV觀測井 4 之水位

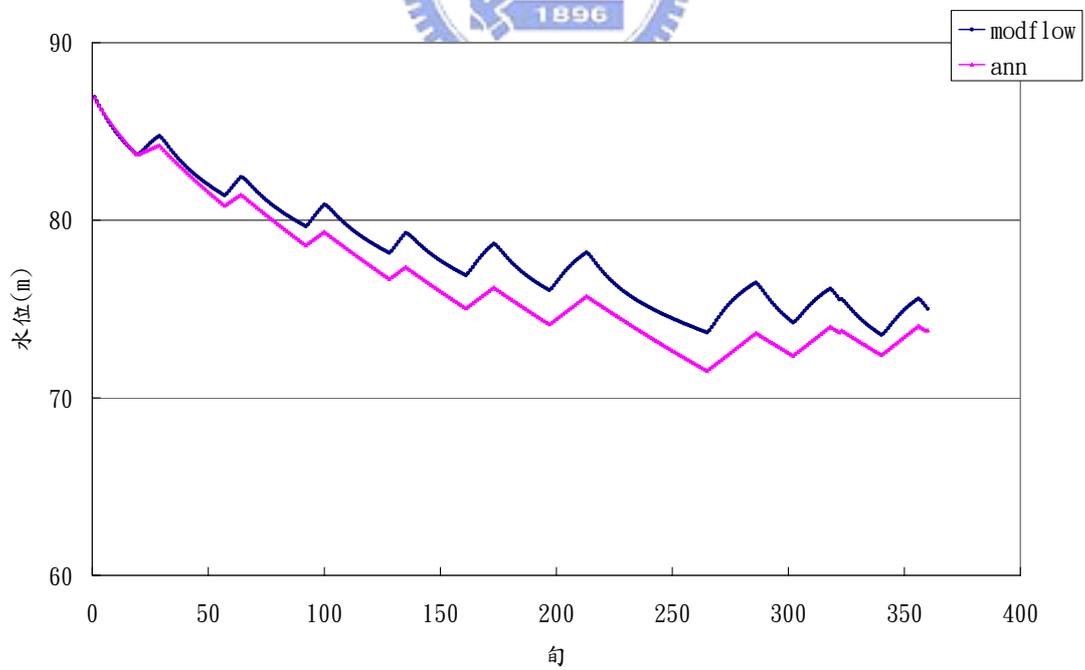


圖 5.32 案例IV觀測井 5 之水位

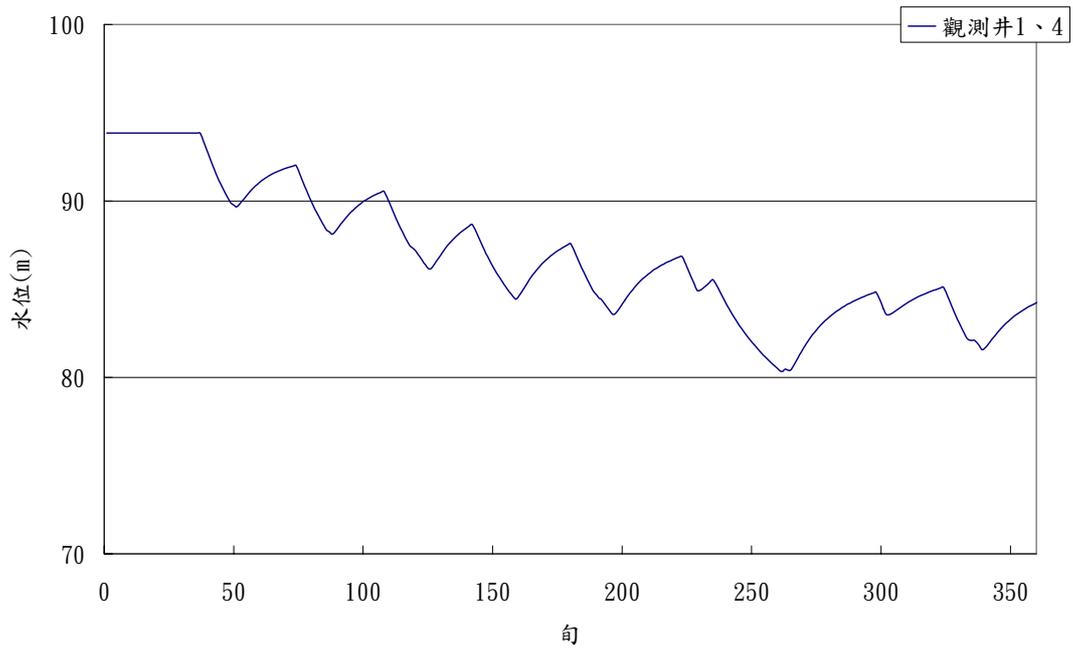


圖 5.33 案例V 觀測井 1、4 之水位

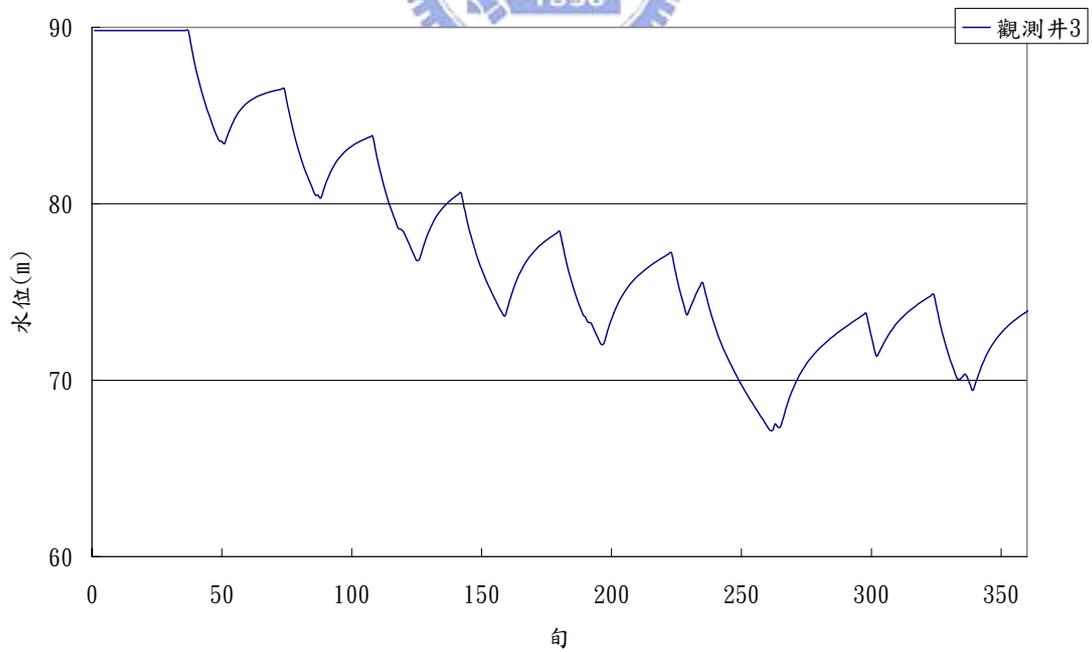


圖 5.34 案例V 觀測井 3 之水位

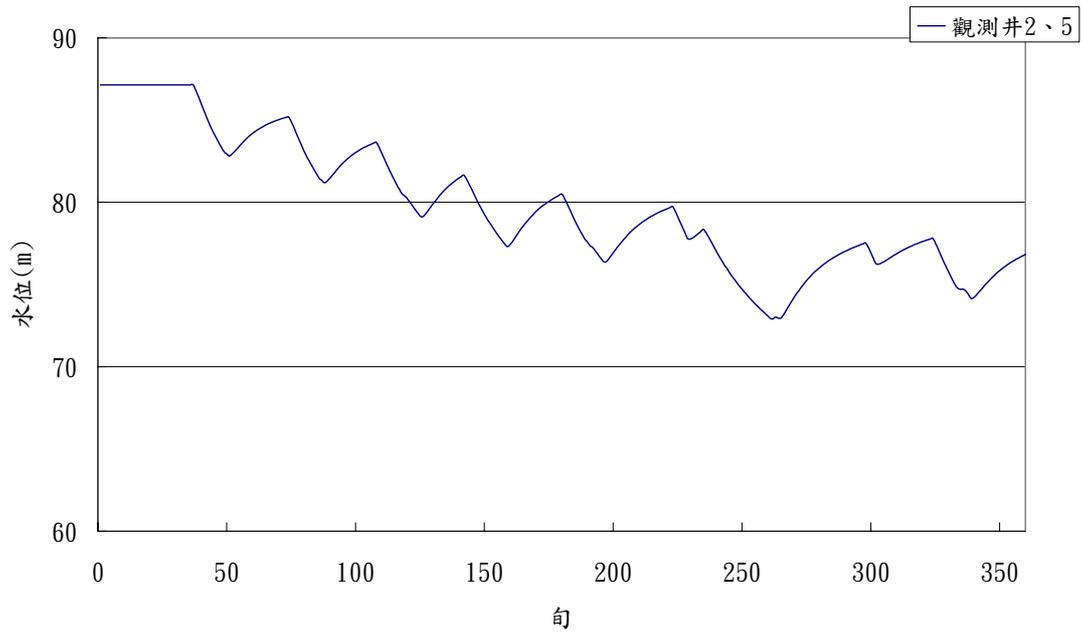


圖 5.35 案例V 觀測井 2、5 之水位

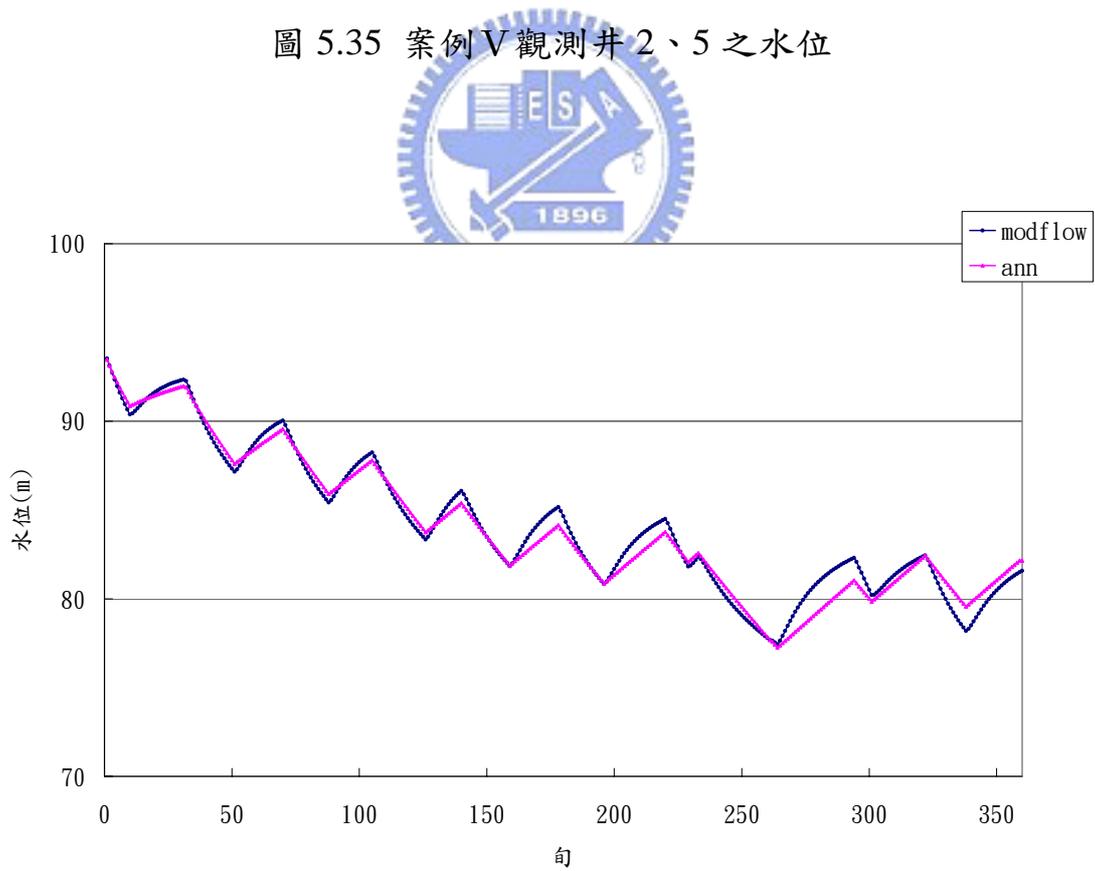


圖 5.36 案例VI 觀測井 1 之水位

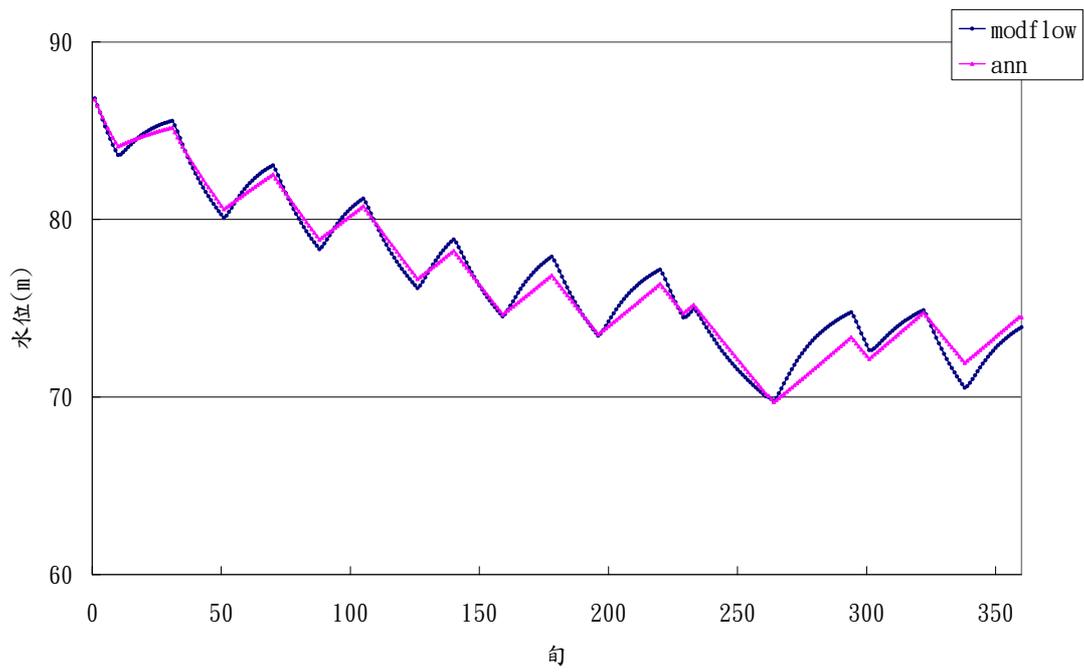


圖 5.37 案例VI觀測井 2 之水位

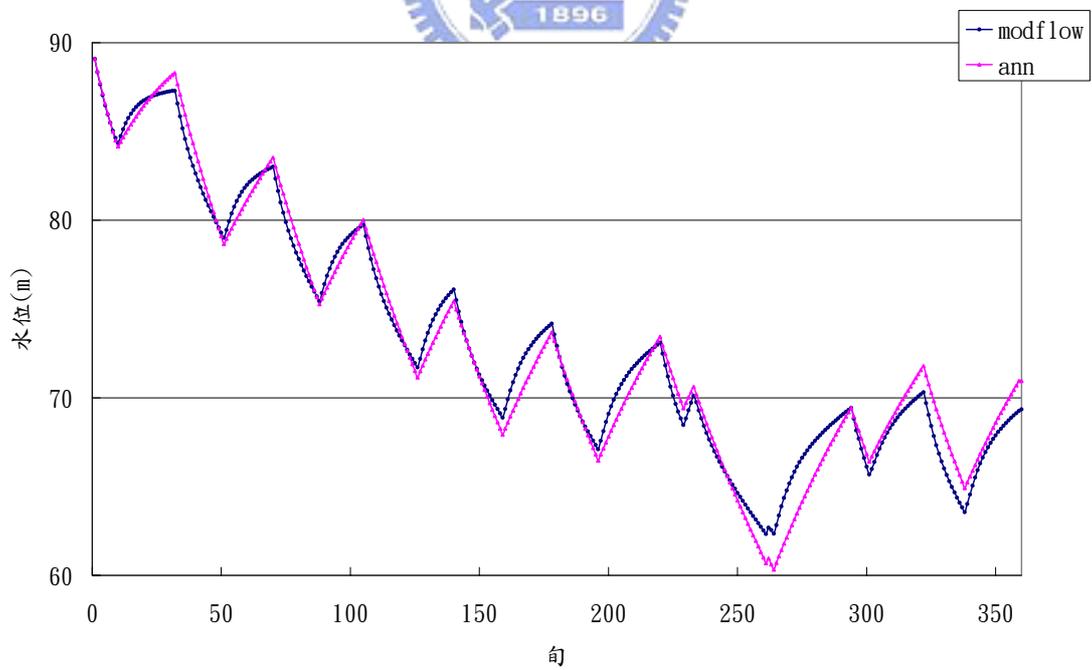


圖 5.38 案例VI觀測井 3 之水位

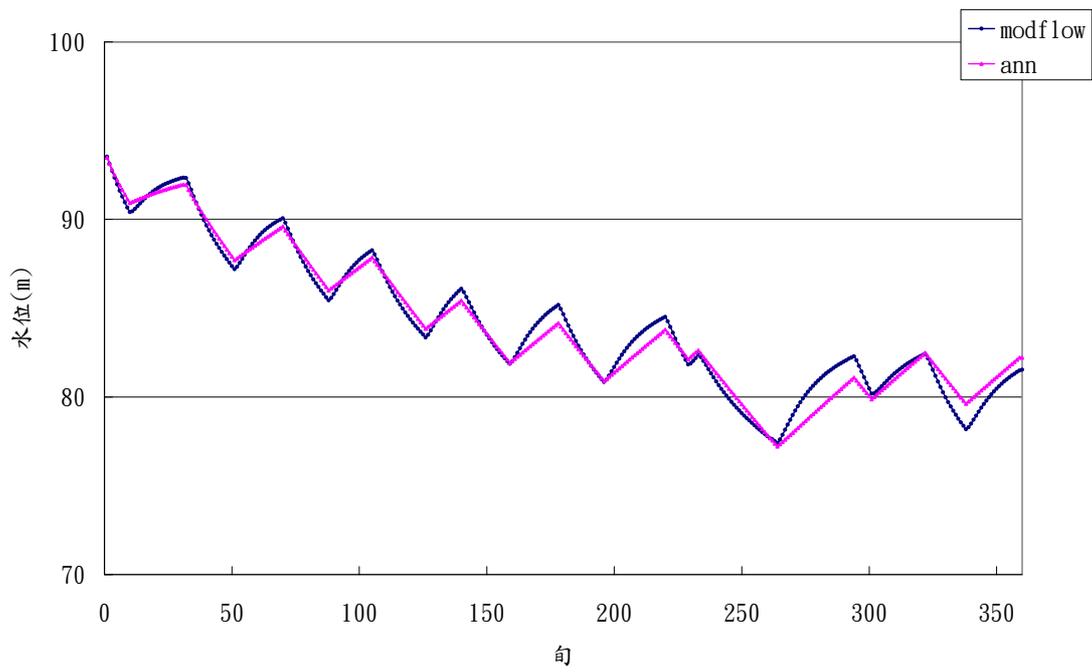


圖 5.39 案例VI觀測井 4 之水位

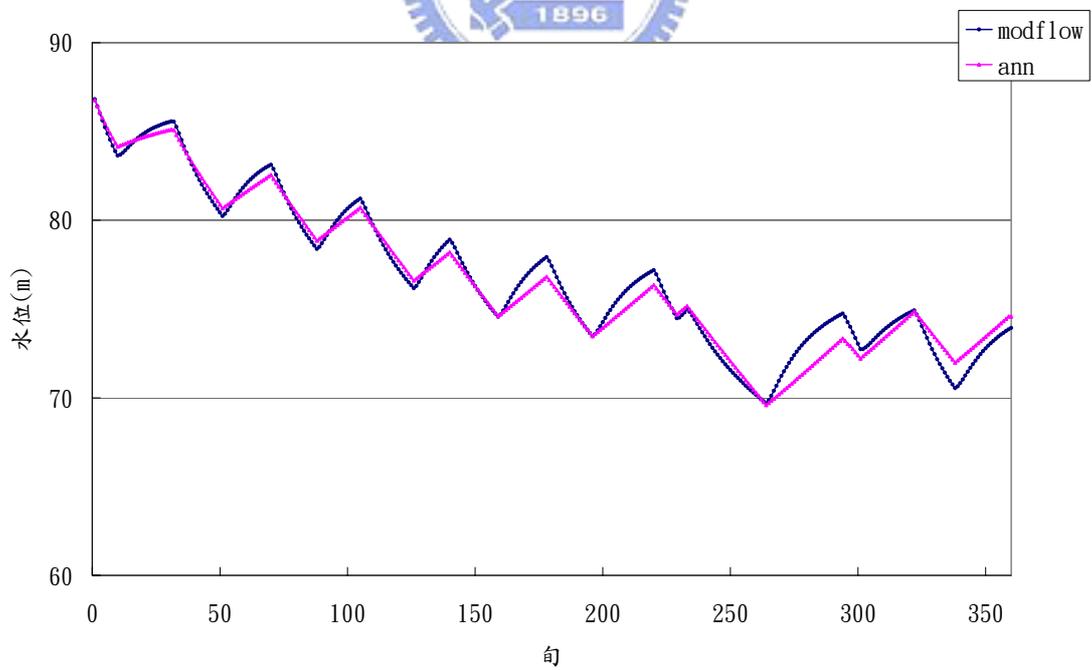


圖 5.40 案例VI觀測井 5 之水位

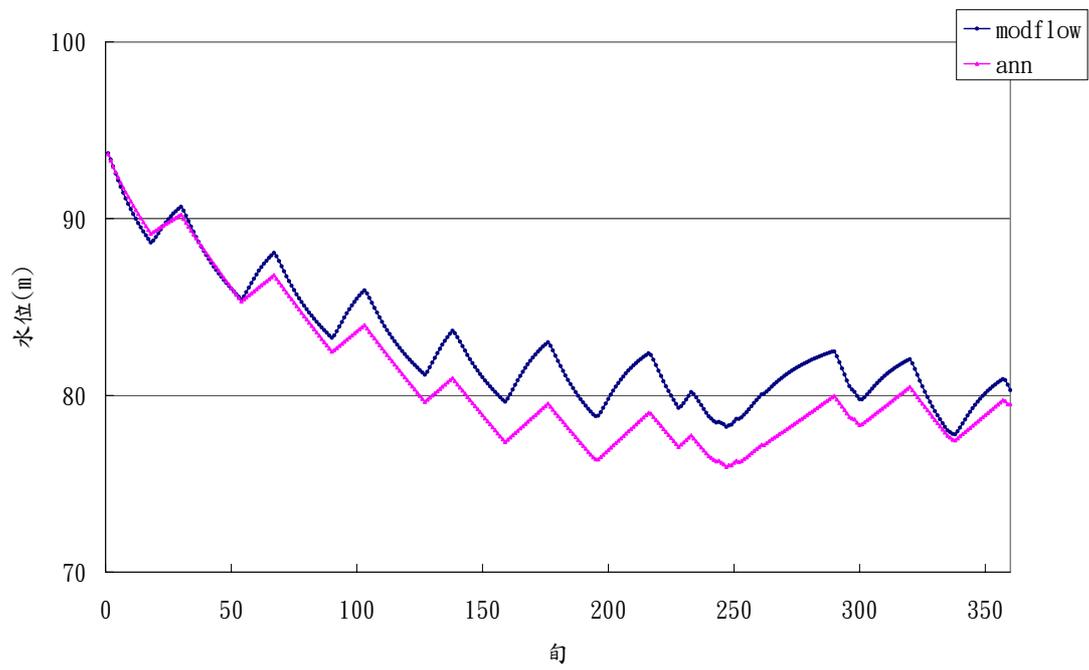


圖 5.41 案例VII觀測井 1 之水位

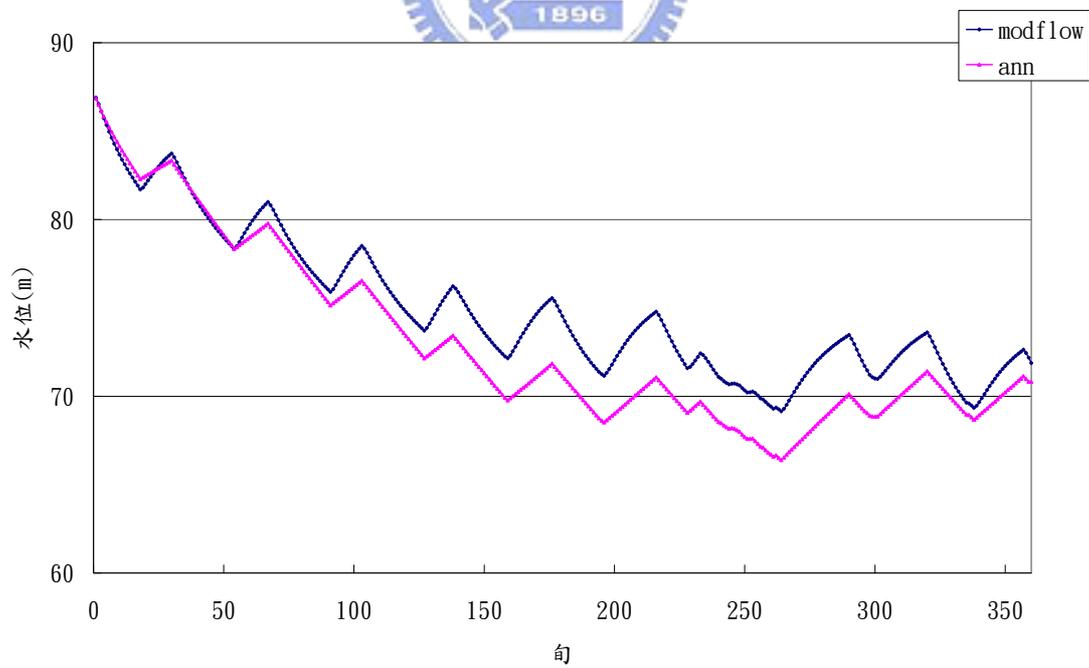


圖 5.42 案例VII觀測井 2 之水位

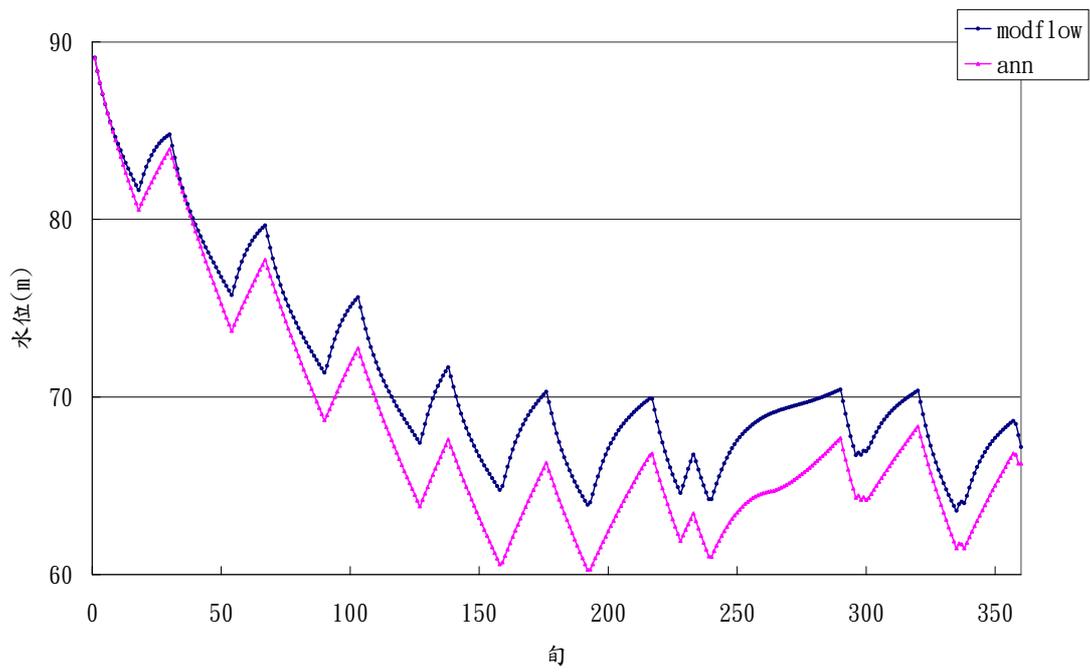


圖 5.43 案例VII觀測井 3 之水位

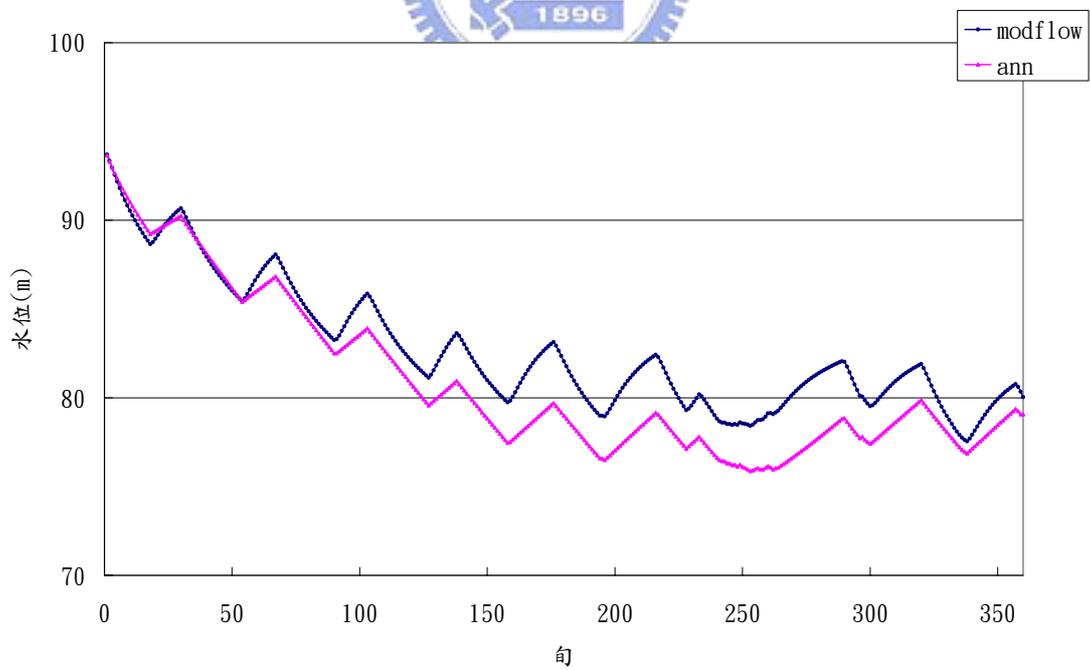


圖 5.44 案例VII觀測井 4 之水位

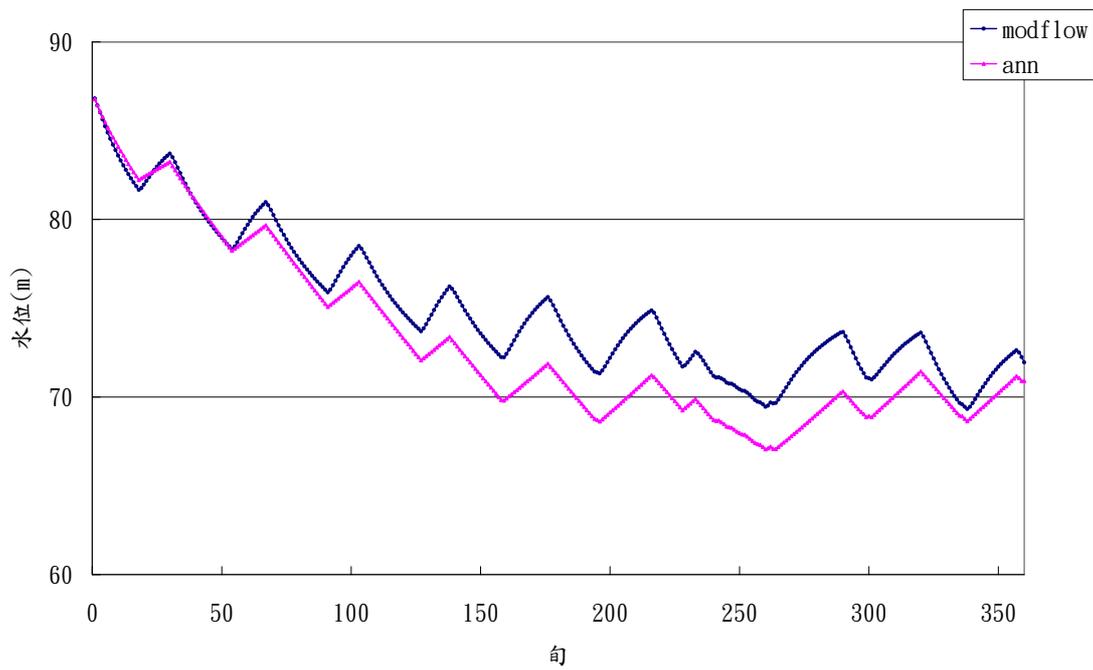


圖 5.45 案例VII觀測井 5 之水位

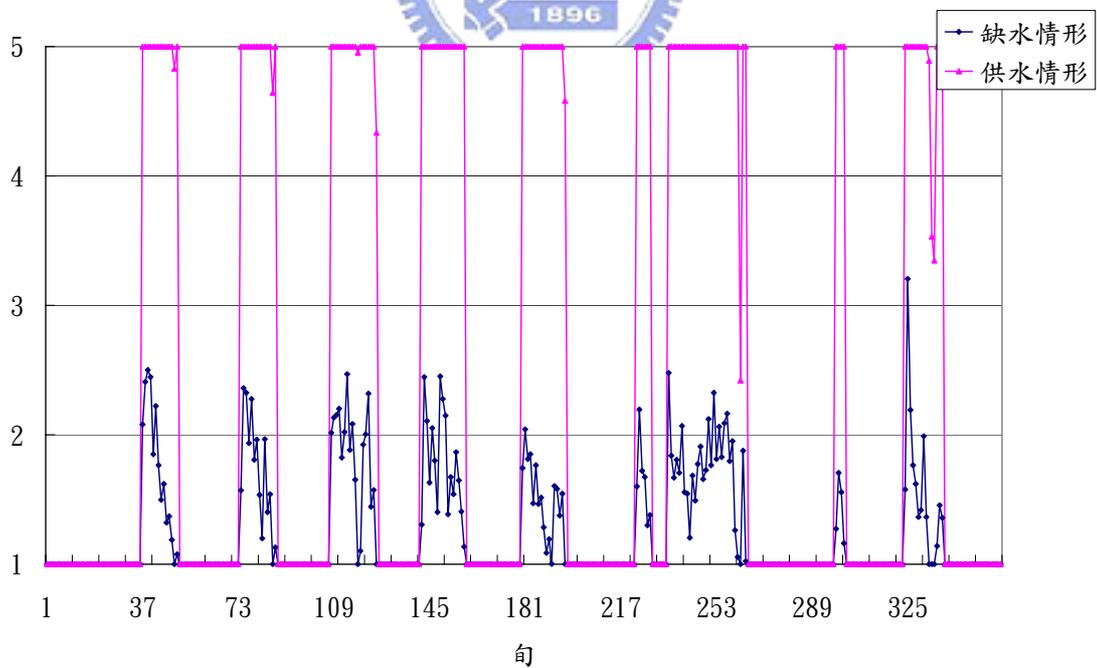


圖 5.46 案例II地下水系統供水與缺水情形圖

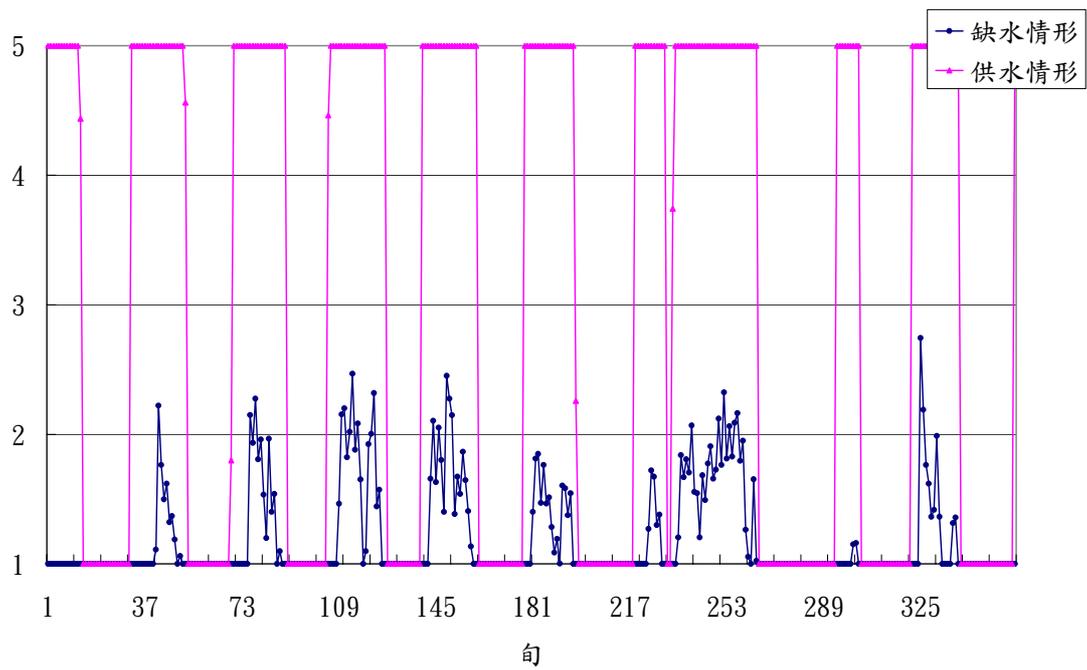


圖 5.47 案例III地下水系統供水與缺水情形圖

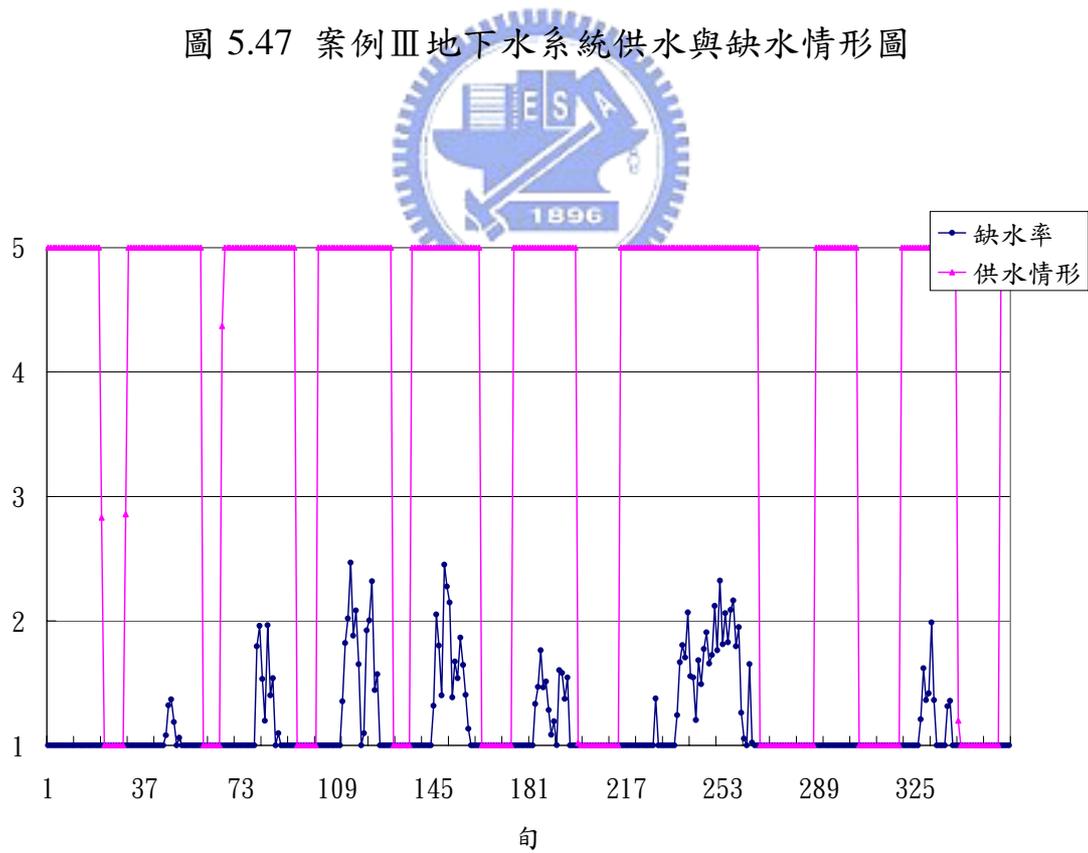


圖 5.48 案例IV地下水系統供水與缺水情形圖