



# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 建構鋼筋混凝土設計網路教學課程之研究

### Developing a Web-enhanced Teaching System on Reinforced Concrete Design Course

計畫編號：NSC 90-2516-S-032-001

執行期限：90年8月1日至91年7月31日

主持人：徐新逸 淡江大學教育科技系

共同主持人：謝尚賢 台灣大學土木工程系

計畫參與人員：周雲虎 東南技術學院土木工程系

計畫參與人員：涂文祥、莊勝欽 台灣大學土木工程研究所

#### 一、中英文摘要

在目前國內高等教育中，常會出現相同的課程，因任教教師的不同，教學流程及範圍皆由教師自行訂定，以致對教學的內容、進度及深度，產生相當大的差異，如此對學生的學習會有相當之影響。本研究的主要目的為：設計一課程編排及測驗管理的輔助系統，研究的主題包含：(1) 課程單元的分析、(2) 學習路徑的分析及評估、(3) 研究如何融合不同的教學單元，以整合成為相同的課程內容及流程、(4) 對不同的教學路徑，如何找出最佳的教學流程，以達到適性教學 因材施教的目標、(5) 利用電腦及網路科技的功能，製作鋼筋混凝土設計學的網路測驗系統，以期能幫助大專院校土木科系相關教師在教學時，可藉由測驗系統的功能快速了解學生程度及學習障礙，以便調整教學進度及策略。

教師可使用課程編排系統，設計網路課程流程。學生可利用測驗系統，隨時上線練習自我測驗，系統的診斷功能可以說明學生錯誤的地方及原因，並會解說正確答案。測驗題的題目以參數化表示，以圖標明參數的位置，參數值由電腦依設計邏輯產生，所以相同題目對不同學生及時間的測試，參數值都會不同，其答案也會不同，如此就可避免學生背記答案的缺失。

**關鍵詞：**網路測驗系統、鋼筋混凝土設計、概念圖、適性教學。

#### ABSTRACT

The purpose of this research is to develop a web-based teaching system for teaching Reinforced Concrete (RC) design course in higher education. The instructors, in the field of Civil Engineering, can utilize this system to understand quickly students' learning situations and barriers. Therefore, teachers can adjust their teaching tactics or progresses by those testing results. Using this system, students can practice examples on line 24 hours. The diagnostic sub-system also can help students to recognize their misconceptions. Problems are represented by parameters. The values of the testing variables are generated randomly. Therefore, the same testing problem will be shown within different variable values for different tests. The answer program will calculate the correct answers correspondingly. This design can avoid the disadvantage that students are strain to memorize the answers of problems.

**Keywords:** Web-based testing system, Reinforced Concrete design, Concept map, Adaptive Teaching.

#### 二、研究背景

在傳統教學中，絕大多數的教學系統將所學習的內容經分類後，分解為不同課程，每個課程皆設定教學所需要的時間(學分數)，對教學的流程，也有相當固定的模式，此種低參數的教學方式至今已持續了很長久的時間。今日拜電腦科技的進

步，數位化的學習環境（電腦輔助教學）將不是夢想，電腦輔助教學可視為一種高參數的教學模式，這些與教學有關的參數，經專家分析整理後，可讓教學方式由傳統的以教師為主，轉向為以學習者為中心，而對不同的學習者提供適當、適量、連續的教學內容，以達到因材施教的理想。

為達到適性教學的目的，傳統的課程結構必須作相當的檢測修改，以符合適性教學的彈性及效率。概念圖(Concept Map)概念的提出至今已有二十幾年的歷史，目前在電腦輔助教學上，以概念圖為藍本，作為學習設計依據的有(1)學習成就的評量及診斷、(2)網頁化課程及學習路徑控制之結構分析、(3)知識表徵三方面[15,18]。在網路課程及學習路徑控制之研究，國內已有許多研究報告[1,2,4,5]，但皆未應用概念圖的功能。

本研究將以概念圖為依據，針對土木工程設計相關學程，做課程結構的分析研究，提出符合網路教學需求的課程系統，另也對學習路徑控制找出適當的邏輯方法，以能符合不同的教學策略。

本研究所選擇的科目為鋼筋混凝土設計學 (Reinforced Concrete Design)，此學科在土木相關科系中為一主要必修之設計理論科目[9,10,14]，主要為教導學生如何設計鋼筋混凝土結構物。此科目的特性為：可切割為不同的獨立教學單元，各教學單元間少有關聯，教學內容主要為如何使用設計規範。鋼筋混凝土設計依建築設計規範（以美國 ACI 規範為主要參考[7,11]）為本，設計過程不可違背此規範，依此科專業教師的教學經驗，此學科的內容非常邏輯化，很適合為製作網路測驗科目，但因設計規範相當複雜，在一般傳統教學中、因老師及助教的輔導時間有限，無法對學生一一詳細講解，對學生而言，往往因練習時間不夠，在學習上無法十分深入。訪談台灣土木系大專學生及教師的結果，鋼筋混凝土學對學生是一門相當有挑戰的學科，能學好的同學比例並不高。為求解決土木科系學生對學習此科目的瓶頸，本研究利用測驗系統的功能探討如何使教師能在更方便的（免除自行撰寫程式碼）環境下進行教學評量，如何使學生可

由線上測驗的練習獲得等同助教的幫助，如何藉由測驗來了解以及加強課堂上所學，進而溫故知新、提高學習成果。本研究主要是採網路測驗系統之功能及編擬試題為重心，其目的是希望結合網際網路的優點，提供超越時空、達到隨選隨測、團體測驗或在單機上實施個別測驗，讓考試環境標準化，學生的評分更具客觀性、公正性、也能迅速的收集到學生答題的訊息，使教學評量在空間與時間等方面，更具彈性。另也提供練習測試功能並配合診斷系統，以提供如助教諮詢的效果，如此測驗系統不僅有測驗的功能且更有助教的功能。試題分析是從學生對每個試題的反應來加以探討，試題分析的結果可以告訴教師哪些試題是太難或太容易，鑑別度以及各選答是否已達到預期的效果，同時也可以幫助找出具體的技术性缺點，以作為改進試題之用[3]。

### 三、研究方法

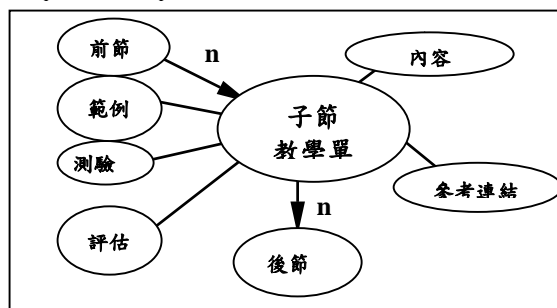
整個課程編排系統的設計可分解為下列四個步驟：

#### 3.1 定義課程單元及結構

教學單元為一連續知識認知的片斷步驟，在傳統教學課程內容中，教學單元普遍存在各學門的教課書及老師教材中，故對教學單元的蒐集及切割應不會太困難[17]。本研究對教學單元的定義原則如下：

(i) 以一般教課書為原則，將一門課程分為章、節、子節三個階層，每一階層皆可稱為教學單元，故教學單元分為三類（章、節、子節），每一類單元都以概念構圖呈現。

(ii) 子節教學單元(UU)的概念圖模式 (Module) 如圖一。



圖一、子節教學單元的模式

每一子節教學單元皆包含七種屬性：  
 內容：為教學單元主體，包含單元的教學目的、教學原理、教材等相關資料。  
 參考連結：對教學主體有關聯的教學單元連結資料，每個關連皆含關聯重要屬性，代表關聯的重要比重。

範例：與教學單元相關的教學範例，每一範例必須經過設計，可明確說明教學單元的各項教學原理。

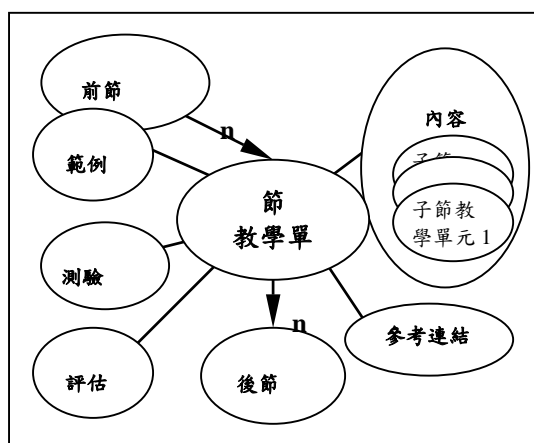
測驗：測驗學習者對教學單元內容了解的程度，多為效標參照試題，包含診斷參數以評估迷失方向。

評估：包含教學策略的相關參數，如教學單元的難度、重要性、教學流程相關控制參數，以及配合系統學習所憑靠的參數，此部份參數將在下一節中詳細說明。

前教學單元：為先修課程單元，若有多門先修課程，則連結需附一比重屬性，表示先修課程的重要性，其合計為 1。

後教學單元：為後修課程單元，若有多門後修課程，則連結需附一比重屬性，表示後修課程的重要性，其合計為 1。

(iii)節教學單元模式(U) (Module) 如圖二。



圖二、節教學單元的模式

節教學單元的概念圖模式與子節教學單元相同，也包含相同的七種屬性，但屬性的內涵較具整合性，如內容包含子節教學單元資料、測驗多為整合題，以了解學生對多子節內容的整合程度，題型則多偏常模參照型，以了解學生學習分佈的狀況，

範例的型態也為整合型。

(iv)章教學單元模式(C) (Module) 與節教學單元模式相似，差異為內容改為節教學單元，章教學單元的組合就為整個課程。使用概念圖擘析課程結構有以下優點：可清楚了解整個課程結構(為階層樹狀分佈)、知道不同單元間的關聯、可幫助教師發掘遺漏的關聯、很適合設計不同的流程控制，以適合不同的教學策略、可了解學生的學習進度，對課程的發展很有彈性。

### 3.2 子節課程單元製作

收集各教課書的各類教學單元，並整合不同名稱但相同內容的子節教學單元，將所有收集到的教學單元附註說明其教學項目、內容、難度參數及學習所需時間，並將所有資料以資料庫儲存，故一第  $i$  子節教學單元在基本資料結構中，包括名稱 ( $UU_i(N)$ )、教學項目 ( $UU_i(I)$ )、難度 ( $UU_i(D)$ ) 及學習所需時間 ( $UU_i(T)$ ) 四個欄位。設計一 GUI 介面，可讓教師新增、修改子節課程單元資料，另因應不同老師建議之難度及所需時間值的差異，建議使用平均加權的方法整合，如下列方程式：

$$UU_i(D) = \frac{\sum_{j=1}^n (UU_{ij}(D) * W_j)}{\sum_{j=1}^n W_j} \text{----- (1)}$$

$$UU_i(T) = \frac{\sum_{j=1}^n (UU_{ij}(T) * W_j)}{\sum_{j=1}^n W_j} \text{----- (2)}$$

$W_j$ : 教師教學權重值。

$UU_{ij}(D)$ : 教師  $j$  對教學單元  $i$  難度之設定值。

$UU_{ij}(T)$ : 教師  $j$  對教學單元學習時間之設定值。

### 3.3 節課程單元製作

在製作節課程單元時，先選取節課程單元所包含的子節課程單元，當選取完成後，節單元的學習時間參數也設定完成，為所有包含子節單元時間值之總和。節單元的難度則設計為所有子節單元難度值之平均值：

$$U_i(T) = \sum_{j=1}^n UU_j(T) \text{-----} (3)$$

$$U_i(D) = \frac{\sum_{j=1}^n UU_j(D)}{n} \text{-----} (4)$$

單元關係：

除選擇所包含的子節課程單元外，另也需設定子節課程單元的排程（設定前後子節教學單元），在同一節單元（同階層）的子節單元間的關係有四類如表一。

表一、同階層單元間之關係

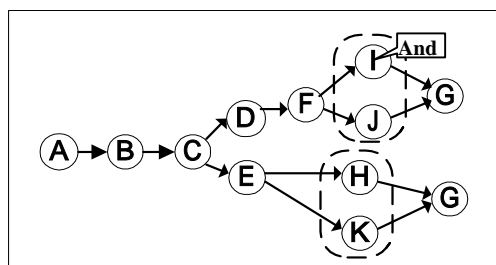
名稱	代號	說明
獨立關聯	Ind	與相對單元無關
且關聯	And	所有且單元學習完畢後，才可至下一排程
或關聯	Or	任一或單元學習完畢後，就可至下一排程
串關聯	Order	有方向的順序

當設定完單元間關聯後，單元排程就可經拓樸排序，我們用一範例說明如下。若一節課程單元中，子節課程單元間的關係如表二。

表二、單元關係範例

單元	關係單元	關係	單元	關係單元	關係
A	B		B	C	
I	J	And	H	K	And
C	D,E		D	F	
E	H		F	I	
K	G		I	G	

依以上範例關係的結果，我們可拓樸出一流程图，說明課程間的排序，如圖三。



圖三、範例課程排序圖

若已知子節單元的難度及學習所需時間，我們就可計算學習某單元所需要的時間與難度資料。若範例中各單元的難度及學習

所需時間參數如表三。

表三、子節單元難度及學習所需時間參數

單元	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
難度	0.2	0.3	0.4	0.2	0.5	0.7	0.2	0.3	0.6	0.3	0.4
需時(h)	2	1	1	1	2	2	2	3	1	1	3

從表三及圖三的排序圖，以簡單的計算可得學習難度及學習所需時間統計，如下式：學習某單元所需時間 = 所有單元(排序在前)時間的累加值。

學習某單元之平均難度 = 所有單元(排序在前)難度的平均值。

學習某單元之絕對難度 = 所有單元(排序在前)難度的最大值。

依以上計算式，統計結果如表四。

表四、學習難度及學習所需時間統計表

單元	A	B	C	D	E	F	G		H	I	J	K
							上	下				
絕對難度	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	0.5	0.7	0.7	0.5
平均難度	0.2	.25	0.3	.28	.35	.36	.3	.3	.34	.4	.35	.36
需時	2	3	4	5	6	7	11	14	9	8	8	9

從圖三也可清楚知道，欲學習單元 G 有兩條路徑，依循上路徑所需時間較少，也可稱之為學習要徑。利用表四也可計算學習的進度統計。

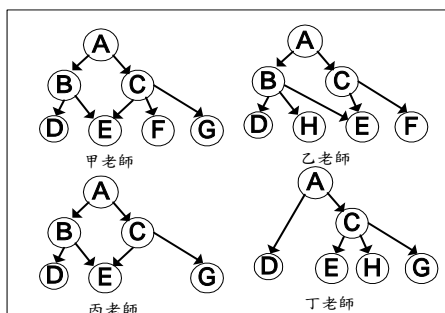
學習迷失：

排序圖中的教學單元若有多個前、後單元，則連結需附一屬性，表示先、後修的課程重要性比重，其合計為 1。利用此課程排序圖(附連結比重參數)配合測驗結果的統計值，也有助於學生迷失的鑑定，與建立補救學習的路徑，文獻[8,9]中已有相關研究報告可供參考。

學習路徑整合：

不同教師在製作節課程單元時，所選的子節教學單元，及對教學單元間的關係認定恐會不同，因此造成不同的課程排序圖，當然不同老師也應有不同的教學策略，故也應允許不同的排序。我們在此則提供一機制，可對不同的排序作整合，此整合機

制的說明如下。  
若四位教師所建構的課程排程如圖四。



圖四、不同老師之課程排程

(i) 以相似度計算老師之比重值。

相似度演算法使用 Goldsmith 所提[16]，計算步驟如下：

- 決定所有包含的概念單元  $N = N1 \cap N2$ 。
- 對每一個包含於  $N$  之課程單元  $n_i$ ，完成下列整理。

紀錄在比較之課程排程圖中，與課程單元  $n_i$  相連之課程單元。

計算(i)中之交集  $I^{(i)}$ 與聯集  $U^{(i)}$ 資料。

計算此概念單元之相似特徵值  $C^{(i)} = I^{(i)} / U^{(i)}$ 。

- 計算比較值  $C(H1,H2)=1/N \sum C^{(i)}$ 。  
 $C(H1,H2)$ 值的大小為比對結果，越大越相似。  
若以甲老師(H1)與丁老師(H2)作相似度比較，其相似度值的計算如表五。

表五、範例比對結果

i	H1	H2	$I^{(i)}$	$U^{(i)}$	$C^{(i)}$
A	{B,C}	{D,C}	{C}	{B,C,D}	0.333
B	{A,D,E}	{ }	{ }	{A,D,E}	0
C	{A,E,F,G}	{A,E,H,G}	{A,E,G}	{A,E,F,H,G}	0.6
D	{B}	{A}	{ }	{A,B}	0
E	{B,C}	{C}	{C}	{B,C}	0.5
F	{C}	{ }	{ }	{C}	0
G	{C}	{C}	{C}	{C}	1
H	{ }	{C}	{ }	{C}	0

其相似度為  $C(H1,H2) = 0.304$ 。

依照演算法，四位老師的排程的相似度比對結果如表六，可得每位老師之排課比重

值。

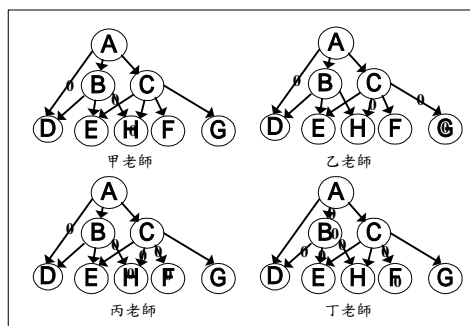
表六、排程比對結果

相似度	甲老師	乙老師	丙老師	丁老師
甲老師		0.688	0.821	0.304
乙老師	0.688		0.531	0.154
丙老師	0.821	0.531		0.369
丁老師	0.304	0.154	0.369	
總和	1.813	1.373	1.721	0.827
比重值	0.316	0.240	0.3	0.144

(ii) 課程整合：其演算法步驟敘述如下。

- 擴充聯集每位老師的排程圖，使每位老師的節課程單元排程相同。
- 對每位老師排程中，新增單元及關聯所加的權重屬性值為 0。
- 對每位老師排程中，原始課程單元及關聯所加的權重屬性值，為教師的權重屬性值。
- 對每一課程單元及關聯，累加每位老師排程權重屬性值，若總和超過 0.5 則保留，否則刪除。

經以上所述步驟二後，圖四範例演變成圖五。



圖五、擴充排程圖

經整合後，不同老師的排程皆相同，但多出的課程單元及關聯的比重皆為零，經資料表列加上教師比重後，每個子節單元及關聯可評比如表七及表八。

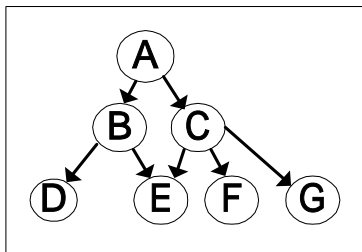
表七、課程單元評比表

單元	A	B	C	D	E	F	G	H
老師								
甲(.316)	1	1	1	1	1	1	1	0
乙(.24)	1	1	1	1	1	1	0	1
丙(.3)	1	1	1	1	1	0	1	0
丁(.144)	1	0	1	1	1	0	1	0
總分	1	.856	1	1	1	.556	.76	.24

表八、課程單元關聯評比表

關聯	AB	AC	AD	BD	BE	BH	CE	CH	CF	CG
老師										
甲	.316	1	1	0	1	1	0	1	0	1
乙	.24	1	1	0	1	0	1	1	0	1
丙	.3	1	1	0	1	1	0	1	0	0
丁	.144	0	1	1	0	0	0	1	1	0
總分	.86	1	.14	.86	.62	.24	1	.14	.56	.76

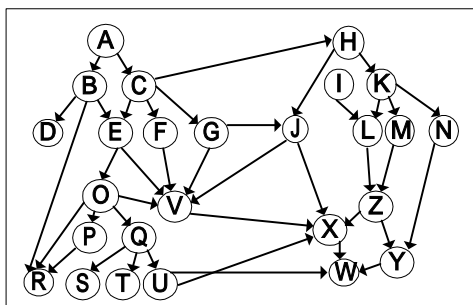
若採比重總分篩選，總分小於 0.5 者刪除，從表七及表八的結果，保留的子節單元為{ A,B,C,D,E,F,G }七單元，保留的關聯為{ AB,AC,BD,BE,CE,CF,CG }七個關聯。故整合之課程排程如圖六。



圖六、整合後之課程排程

以上所討論的為節課程單元製作，異節單元間的子節單元的關聯並未討論，我們的設計為，將此類的關聯設定為單元屬性中的參考連結，與課程的排程控制無關，我們用範例來說明參考連結的定義及設計。

若一課程中的一章可分解為 24 個子節課程單元(編號 A~Z)，先找尋子節課程單元間的關係，如此依照前節的方法，建立所有子節單元間的排程圖，如圖七。



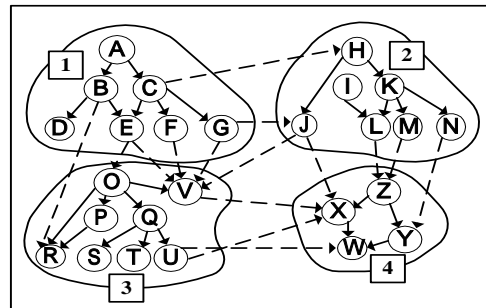
圖七、所有子節單元間的排程圖

在製作節單元時，若此章共分為四個節單元，每節所選的子節單元如表九。

表九、節單元包含之子節單元編號

節編號	所選子節編號
1	A,B,C,D,E,F,G
2	H,I,J,K,L,M,N
3	O,P,Q,R,S,T,U,V
4	W,X,Y,Z

當子節單元選定完成後，在圖七子節單元間的排程圖中將可浮現節單元的形狀，節單元間的關聯我們將他們歸類為參考連結，此類關聯在章單元製作時，將作為節單元流程的參考，若節流程與此類關聯相反，我們就必須注意節單元流程是否有誤

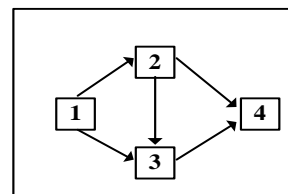


圖八、子節單元間的排程圖(含節單元)

圖八中的虛線箭頭即為參考連結屬性，對子節單元而言，所有與子節單元相連的關聯皆是參考連結，例如 J 子節單位的參考連結屬性包括 G,H,V 及 X 四個子節單元。對節單元而言，參考連結屬性有兩個階層(子節、節)，例如圖八中，節單元 1 的節參考連結有節單元 2、3，而子節階層的參考連結則包括子節單元 H、J、V、O 及 R 五個子節單元。

### 3.4 章課程單元製作

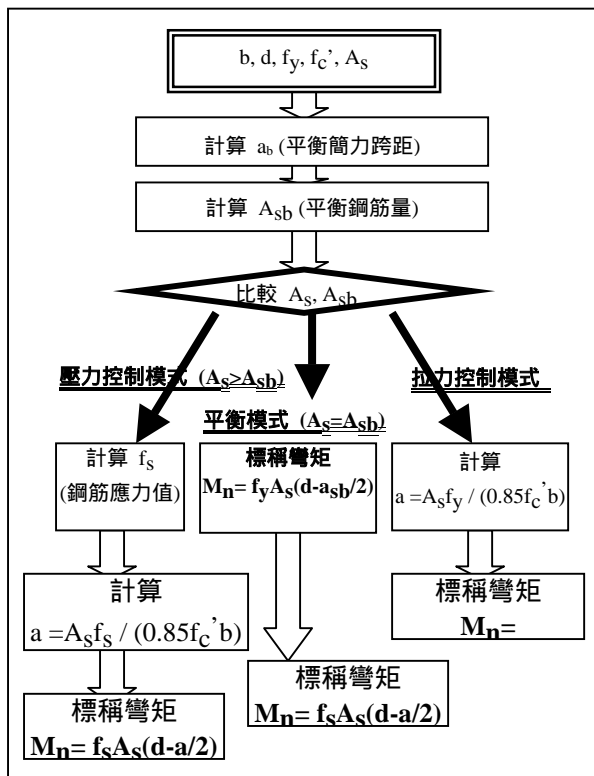
章課程單元由節課程單元組成，在製定節單元間的排程圖時，需注意異節單元中，子節單元的關係，在圖八的範例中，從參考連結資料，可知節單元 1 應排在其他節單元之前，節單元的排程圖應如下圖：



圖九、節單元排程圖（圖八範例）

本節將說明：(1)對不同學生不同時間的執行，如何展示不同但難度相同的題目、(2)如何製作診斷系統。鋼筋混凝土設計課程主要的學習為：如何依照規範設計鋼筋混凝土結構物，其設計流程為一連串的计算、判斷選擇、及規範限制的檢測。測驗題目解題流程，大多數會依提供的參數而變化，若使用不同題目參數，答案必定不同。設計流程、判斷選擇都相當固定，較有挑戰的地方為規範流程複雜。我們發覺使用參數化出題，可對不同學生設定不同答案的題目，也可達到測驗學生程度的目標，對測驗的公平性有很大的幫助，我們用以下範例來說明：

一單筋混凝土矩形梁分析(計算標稱彎矩  $M_n$ )的測驗題型，其設計流程相當固定可由下列流程圖表示。(b: 梁斷面寬、d: 梁斷面有效深度、 $f_y$ : 鋼筋屈服應力、 $f'_c$ : 混凝土強度、 $A_s$ : 鋼筋量，皆為題目參數)



圖十、單筋混凝土矩形梁分析計算流程圖

我們將可變化的題目參數分離出來，如上圖的五個參數(b, d,  $f_y$ ,  $f'_c$ ,  $A_s$ )，題庫中所儲存題目如下圖 XML 格式，使用

XML 格式可方便資料的了解與交換[12]。

```

<?xml version = "1.0" encoding = Big5" ?>
<AA>
  <Problem> 請計算下圖示中單筋矩形梁可承受的標稱彎矩值 Mn (T-M)? </Problem>
  <Input Value = "X">Mn : </Input>
  <Var2 GT="30", LT="50", Unit = "cm">b = </Var2>
  <Var2 GT="50", LT = "70", Unit = "cm">d = </Var2>
  <Var2 GT="5", LT = "12", Unit = "cm">d' = </Var2>
  <Var2 GT = "210", LT = "350", Unit = "kg/cm2">fc = </Var2>
  <Var2 GT="2800", LT="4200", Unit = "kg/cm2">fy = </Var2>
  <Var1 GT="20", LT="40", Unit="cm2">As = </Var2>
  <Description>b: 矩形梁斷面寬度值(cm)</Description>
  <Description>d: 矩形梁斷面有效深度值(cm)</Description>
  <Description>fc: 混凝土強度(kg/cm2)</Description>
  <Description>fy: 鋼筋屈服強度(kg/cm2)</Description>
  <Description>As: 總鋼筋量(cm2)</Description>
  <Graphic>../graphics/test2.bmp</Graphic>
  <Answer>../answers/a13.asp</Answer>
  <Diagnosis>../diagnosis/d13.asp</Diagnosis>
</AA>
  
```

<AA></AA>: 題目起始結束標籤。  
 <Problem></Problem>: 題目說明標籤。  
 <Input value = "X"></Input>: 答案框、變輸設定為 X。  
 <Var2 GT = "30", LT = "50", Unit = "cm"></Var2>: 整數設定 (30 to 50), 單位為 cm。  
 <Description> </Description>: 參數說明  
 <Graphic></Graphic>: 圖說檔儲存位址。  
 <Answer></Answer>: 解答程式儲存位址。  
 <Diagnosis></Diagnosis>: 診斷程式儲存位址。

圖十一、單筋混凝土矩形梁分析儲存格式

圖十一所列的題目儲存格式，經過題目展示程式執行後，題目如下圖顯示，參數值是由電腦依設定產生，經解題程式執行後，正確答案就可計算出為：37.3 T-M。如此就可達成不同學生所遇到的考題題型相同，但題目不同、答案也不同的效果。



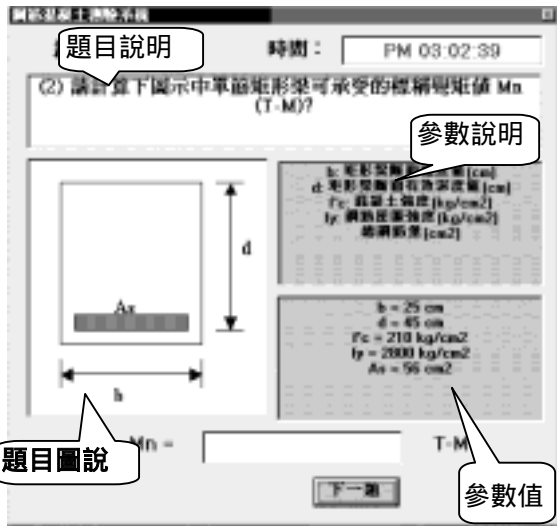


圖 十二、測驗題目參數展示

從以上所列的範例可知，若學生對圖十所列的流程邏輯相當熟悉，則此學生就有矩形單筋梁的分析能力，此點也是鋼筋混凝土設計學測驗題的特性，故我們對測試題目製作也依此特性，其製作步驟，可用下列說明：

- (1) 完成課程的題型分析，我們對第一次學習鋼筋混凝土設計學的同儕，從混凝土材料到基礎設計，依學習目標整理出 78 類題型。
- (2) 對每一類題型題型，分析其計算及判斷流程圖(如圖十)。
- (3) 製作測驗題目，將可分離的參數獨立，設計題目參數的數值類型及範圍，製作考題圖例，將題目所有文字資料以 XML 格式加籤(如圖十一)。
- (4) 對各類型題目，依計算及判斷流程圖製作解題程式。

依照以上的步驟就可製作出，對題庫中相同的題目資料，可展示不同參數值的題目、

另對測驗的診斷功能，其執行方法為：依照每一題型，製作診斷程式，故每一題型皆會配合一診斷程式，因每一鋼筋混凝土學的測驗題型，皆可經分析得一計算及判斷流程圖，故我們也依此流程圖製

作診斷程式的流程。診斷的方法為：(1) 要求學生回答一連串問題，對範例如圖十三、(2) 依學生的回答，包括選擇順序、流程及內容，與答案流程圖相對資料做比較，找出同學錯誤的地方及原因、(3) 列印正確答的計算流程及內容，說明錯誤。在診斷資料比對時，其比對的計算會依同學輸入的答案一一比對，那就是說當某一輸入答案有誤時，其餘的計算會依此錯誤答案繼續，以避免錯誤的遺傳或感染，而無法知道學生真正的程度。



圖 十三、問題流程示範

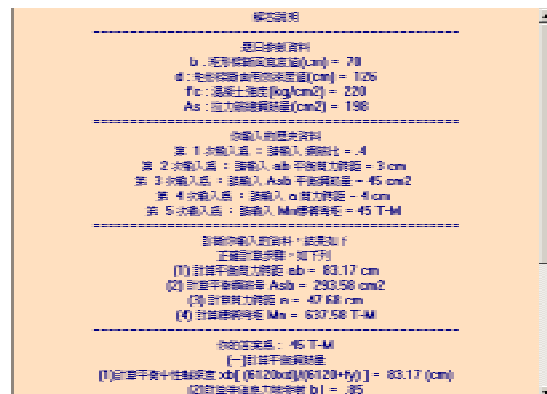


圖 十四、測驗診斷示範

依照以上的方法就可將助教的角色融入系統中，其缺點為每一題型都必須製作相對的診斷程式及問題流程設計，其邏輯判斷及問題說明都必須經一系列測試，對製作而言相當費時，但其強大的診斷功能效

率，只要完成一次設計製作，相信對於學生的學習會有很大的幫助，故雖有製作不易的缺點，也是相當值得的。

## 五、結論與建議

本文提出一課程編排系統之設計邏輯，設計方法以概念構圖為藍本，其功能不但可整合課程單元結構，對課程控制也提供相當多非常有用的參數。其所製作的概念、多層、網狀排程圖，已清楚的表徵整個課程知識間的關係，可幫助教師很容易發掘遺漏的關聯及單元，對課程的修正及延展也提供相當的彈性。此系統不但適合於單一課程，更可延伸至多課程的課程編排及知識關聯。

但此種課程架構是否優良，仍需實際教學的驗證。未來我們的研究方向，是先完成此系統的開發，並將學習迷失的功能，及知識關聯的比重參數加入系統中。遠程計劃則希望以統計的方法，發展一套模擬系統，能模擬學生在不同課程架構中，解析學生學習的效果及不同課程系統的優缺點。

本研究另針對工程學提出一測驗系統的設計方法，我們針對土木相關科系中的鋼筋混凝土設計學，依其課程的特性，強調了兩項重要功能及說明其製作的方法，並分析出 78 類測驗類型，且完成 255 測驗題的製作。在台灣每年都會舉辦二技學科會考，其中土木建築類的考生每年都有數千人應考，而鋼筋混凝土設計學為其測驗科目之一，故本系統的完成，其資源除了可幫助相關教師教學外，對考生的練習應用也有很大的幫助。

對不同課程的測驗系統的設計，我們相信因課程的特性相異，會有相當不同的設計方法[13]，本研究所強調的兩項功能(1)對不同學生不同時間的執行，如何展示不同題目、(2)如何製作診斷系統，因其中許多需求都必須依不同題目的特徵，參照邏輯流程一一設計，是無法利用已有的測驗系統功能完成，所以必須獨立於系統，

依學科製作相對的應用元件。未來我們的研究重點為：製作評估系統，將運用現代測驗理論，如 IRT (item response theory)、評定量表、測驗等化等理論，研究適當工程學的評鑑方法[6,8]，將相關的統計方法設計於系統中，以達到評鑑自動化測驗適性化的目標。

## 六、參考文獻

- [1] 謝章冠，陳年興，網路教學系統之學習路徑控制分析與設計，1999 年台灣區網際網路研討會，國立中正大學。
- [2] 劉明洲，林鴻龍，植基於概念構圖的適性化學習網頁結構分析與設計，1999 年台灣區網際網路研討會，國立中正大學。
- [3] 鍾斌賢，林聰武，吳育龍，“於網際網路上應用概念圖輔助學習之研究”，第五屆全球華人電腦教育應用大會暨全國教育資訊化論壇，2001，國立中央大學。
- [4] 李孟柔，劉遠楨，“類神經網路整合概念圖於網路教材之建置”，第六屆全球華人電腦教育應用大會，2002，北京。
- [5] 林敏慧，陳慶帆，管怡婷，郭榮學，“應用於網路上的教學大綱之教材編輯器”，第六屆全球華人電腦教育應用大會，2002，北京。
- [6] 王寶墉，現代測驗理論，台北，心理出版社，(1995 年)。
- [7] 中國土木水利工程學會混凝土工程學會，混凝土工程設計規範研討會講義，(1995 年)。
- [8] 余民寧，成就測驗的編製原理，台北，心理出版社，(1995 年)。
- [9] 高芳傑等，鋼筋混凝土設計(一)(二)，

台北，高立書局，(1999年)。

[10] 蘇懇憲，*鋼筋混凝土*，台北，三民書局，(1993年)。

[11] *Building Code and Commentary (Metric)*, ACI 318M-95,(1995).

[12] Tsunenori Mine, “The Design and Implementation of Automatic Exercise Generator with Tagged Documents based on the Intelligence of Students: AEGIS”, Proc. International Conference on Computer in Education, Taipei, pp. 651~658, (2000).

[13] Stanislaw Majewski, “Integrated project system and supervised industrial placement-Essential cores of Civil Engineering Education”, Proc. International Conference on Engineering Education, Taipei, (2000).

[14] Wang and Salmon, *Reinforced Concrete Design*, Willy, (1993).

[15] Jennifer Turns, Cynthia J. Atman, Robin Adams, Concept Maps for Engineering Education: A Cognitively Motivated Tool Supporting Varied Assessment Functions, *IEEE Trans. on Education*, 43(2), May 2000, 164-173.

[16] Chen, S.W., Lin, S.C., Chang, K.E., Attributed Concept Maps: Fuzzy Integration and Assessment, *IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics*, 31(5), 2001, 842-852.

[17] Gupta, K.C., Concept Maps and Modules for Microwave Education, *IEEE Microwave Magazine*, 1(3), 2000, 56-63.

[18] Anderson, J. R., *Cognitive Psychology and It's Implication* (Freeman and Company, 1995).

