

# 例題4

## 單跨拱橋

midas Civil



## 例題 4. 單跨拱橋

概要 -----	1
分析模型與載重條件 / 2	
開啟新檔及設定基本操作環境 -----	5
輸入構件的材料與斷面資料 -----	6
使用節點和單元建立模型 -----	9
建立拱肋 / 9	
建立垂直吊桿 / 10	
形成拱橋的主樑並複製構架 / 12	
建立橫繫梁 / 14	
建立斜撐 / 15	
輸入結構的邊界條件 -----	20
輸入梁單元連接部的邊界條件 / 21	
建立橫繫梁群組 / 23	
輸入車輛移動載重與靜力載重 -----	24
設定載重狀況 / 24	
輸入靜力載重 / 25	
輸入車輛移動載重 / 27	
執行結構分析 -----	34
查看分析結果 -----	34
載重組合條件 / 34	
查看變形 / 36	
剪力圖與彎矩圖 / 37	
查看影響線結果 / 39	



## 例題4. 單跨拱橋

### 概要

此例題將介紹利用 midas Civil 對有車輛載重作用的單跨拱橋進行建模、結構分析及結果驗證的方法。

在此省略了“例題1”中所介紹的 midas Civil 的一些基本功能，且本例中主要採用圖示功能表。對 midas Civil 的功能或結構分析過程若有不解之處，請參考 On-line Help 的說明。

此例題所介紹的各階段分析步驟如下：

- 
1. 開啟新檔並設定建模環境
  2. 輸入構件的材料和斷面資料
  3. 輸入節點和單元
  4. 輸入建築物的邊界條件
  5. 輸入車輛移動載重與靜力載重
  6. 執行結構分析
  7. 查看分析結果
-

## 分析模型與載重條件

本例題拱橋的模型如圖1所示，其基本情況如下。

- 橋樑形式：拱橋
- 橋樑等級：1等橋樑
- 跨徑：50m
- 設計車道數：2條車道
- 橋寬：14m

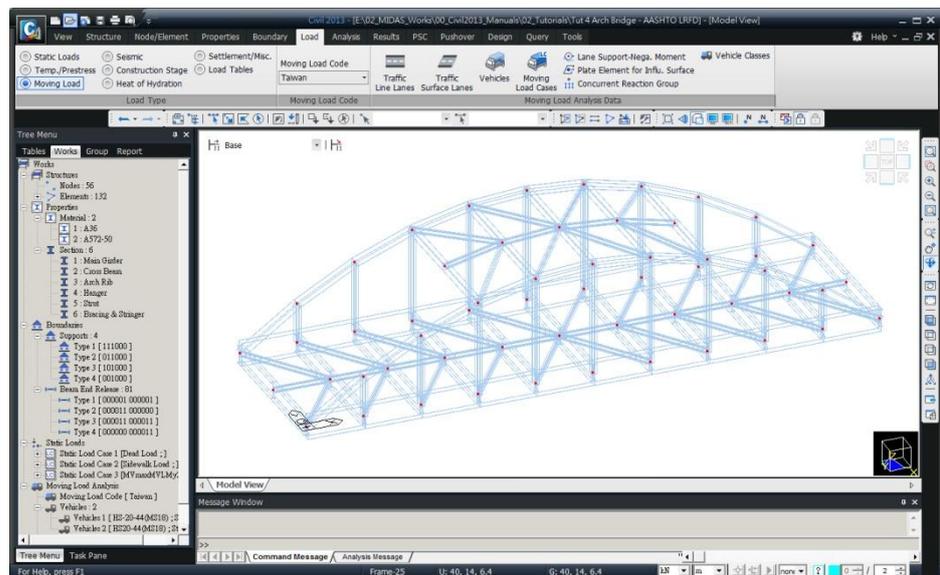


圖1. 分析模型資料

結構的平面如下所示。(參考圖2)

- 橫繫梁按 5m 間距排列
- 按橋樑軸方向設置縱向斜撐
- 在中心線兩端 7m 的位置設置主樑和拱肋

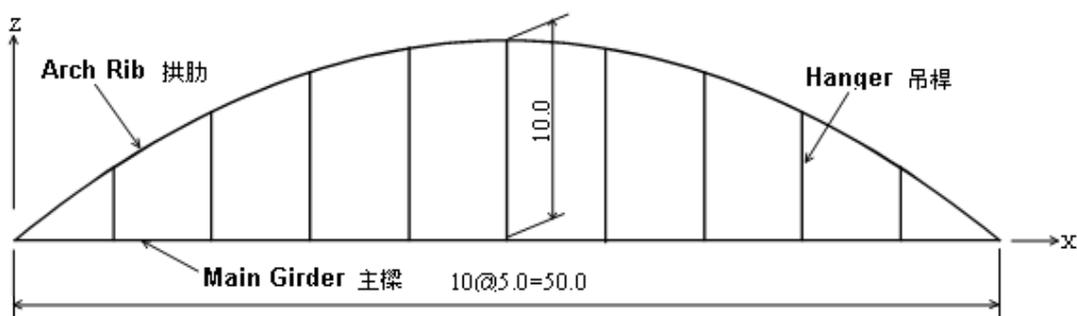
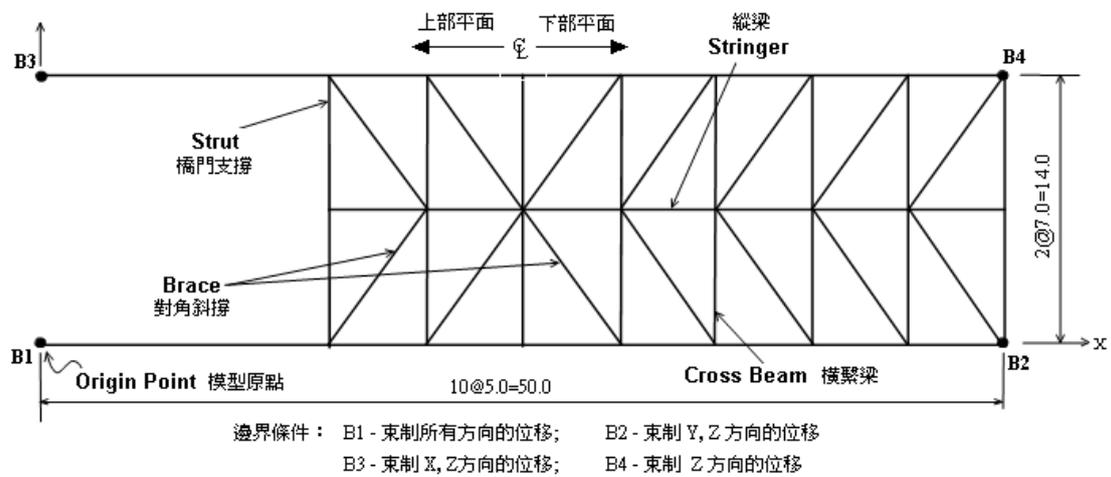


圖2. 拱橋的平面圖和立面圖

對於載重條件，為了簡化問題只考慮以下 3 種條件。

- 載重條件 1：靜載重 90 kN/m (只作用於主樑)
- 載重條件 2：人行道載重 6 kN/m (只作用於主樑)
- 載重條件 3：車輛移動載重

Taiwan, HS20-44(MS 18) ; HS-20-44(MS 18)

衝擊力係數(Impact Factor)：

$$I = \frac{15.24}{L + 38.1} = \frac{15.24}{50 + 38.1} = 0.173$$

本例題的主要目的是為了介紹 midas Civil 的各項功能操作方法，因此有些條件會與實際情況有出入，例題僅作為參考用。

## 開啟新檔及設定基本操作環境

選擇  **New Project** 開啟新檔，並選擇  **Save** 輸入檔案名稱存檔。

在畫面下方的狀態列點擊單位選擇鍵()選擇 'kN' 和 'mm'。該單位系統可以根據輸入資料的種類依照使用者需求任意進行變更。

在此例題中為了提高操作上的熟練度，在建模過程中儘量不使用樹形選單或主選單，而是以使用圖示選單（圖示工具列）為主。

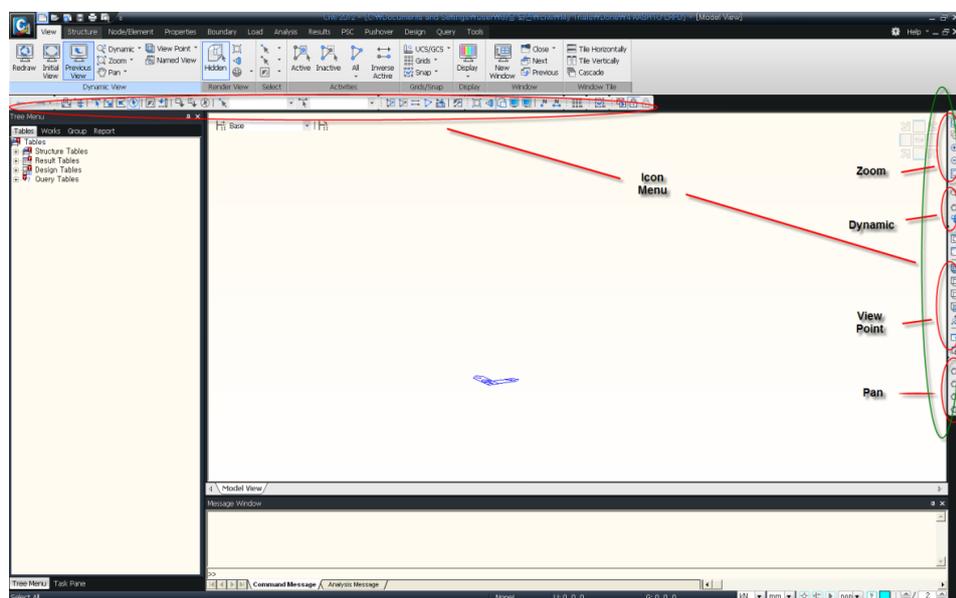


圖3. 模型視景配置

## 輸入構件的材料與斷面資料

本案例結構構件的材料和斷面資料如下。

➤ 材料性質(ASTM)

1: A36 – 橫繫梁、斜撐構件

2: A572-50 – 主樑、拱肋、吊桿

➤ 斷面資料

1: Main Girder 主樑：BOX 2100×600×10×10

2: Cross Beam 橫繫梁：I 1540×500×14×27

3: Arch Rib 拱肋：BOX 600×600×16×14

4: Hanger 吊桿：I 600×400×12×16

5: Strut 斜支撐 & 橫向支撐：BOX 600×500×10×14

6: Bracing & Stringer 水平斜撐 & 縱梁：RH 450×304×15×23

斷面1~5 屬於焊接製作的斷面(Built-up Section)故可使用 *User* 功能輸入，而斷面6 則可使用程式中內建的CNS91標準斷面DB。

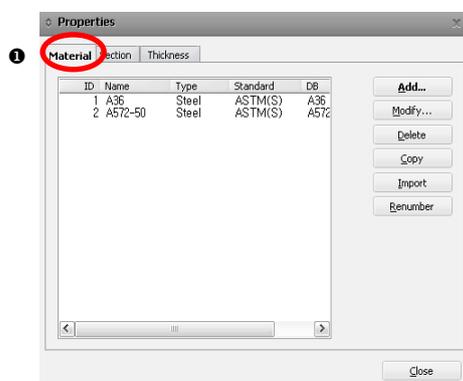


圖4. Properties 對話視窗

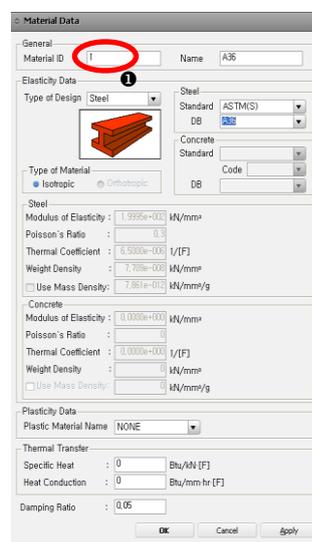


圖5. Material Data 對話視窗

🗣 使用者可事先在Tools > Preferences中設定規範預設值。

1. 主選單 **Properties>Material Properties**
2. 點擊 **Properties** 對話視窗上方的 **Material** 表單 (如圖4. ❶)
3. 點擊 **Add** 鍵
4. 在 **General** 的 **Material ID** 輸入欄內輸入 '1' (如圖5. ❶)
5. 在 **Type** 選擇欄中選擇 'Steel'
6. 在 **Steel** 的 **Standard** 選擇欄中選擇 'ASTM(S)' 🗣
7. 在 **DB** 選擇欄中選擇 'A36'
8. 點擊 **Apply** 鍵
9. 在 **General** 的 **Material ID** 輸入欄內輸入 '2'
10. 在 **Type** 選擇欄中選擇 'Steel'
11. 在 **Steel** 的 **Standard** 選擇欄中選擇 'ASTM(S)'
12. 在 **DB** 選擇欄中選擇 'A572-50'
13. 點擊 **OK** 鍵

🔊 *Name* 是用來區分各種材料的，與材料的性質無關。在資料庫中選擇某種材料時，名稱欄中會自動被賦予被選擇的材料名字。

🔊 在 *Section* 選擇欄輸入構件名稱的第一個字母的話，會自動顯示以該字母為首的斷面列表，列表中第一個斷面為該字母為首的斷面中最重的斷面。

1. 選擇 *Properties* 對話視窗上方 (如圖4.) 的 *Section* 表單 (或主選單 *Property> [I] Section*)
2. 點擊 **Add** 鍵
3. 選擇 *DB/User* 表單並確認 *Section ID* 輸入欄內輸入 '1'
4. 在 *Name* 欄位輸入 'Main Girder'
5. 在 *Section Shape* 選擇欄內選擇 'Box' (如圖6. 的 ❶)
6. 在 *User* 或 *DB* 選項選擇 'User'
7. 在 *H* 欄位輸入 '2100'
8. 在 *B* 欄位輸入 '600'
9. 在 *tw* 欄位輸入 '10'
10. 在 *tfI* 欄位輸入 '10'
11. 點擊 **Apply** 鍵
12. 重覆步驟 3~11 建立斷面編號 2~5 (參考P2-6 所列斷面資訊)
13. 確認 *Section ID* 輸入欄為 '6'
14. 在 *Name* 欄位輸入 'Bracing & Stringer'
15. 在 *Section Shape* 選擇欄內選擇 'I-Section' (如圖6. 的 ❷)
16. 在 *User* 或 *DB* 選項選擇 'DB' 並確認選擇 'CNS91'
17. 在 *Sect. Name* 選擇欄輸入 'RH 450x304x15x23' (或直接選取)
18. 點擊 **OK** 鍵
19. 點擊 **Close** 鍵
20. 在狀態列點擊單位選擇鍵 (▼) 將 'mm' 改為 'm'

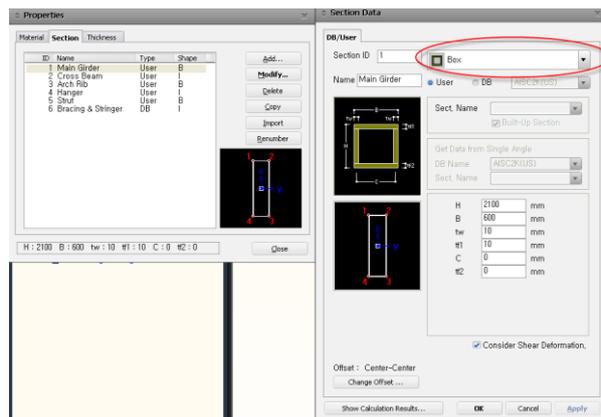


圖 6. Section Data 對話視窗

## 使用節點和單元建立模型

### 建立拱肋

利用 *Structure Wizard* 功能建立拱肋 (參考圖7.)。

在 *Input/Edit* 表單的 *Type* 選擇欄可以對拱的形式(投影等間距拋物線、等間距拋物線、投影等間距橢圓、等間距橢圓)作選擇。在此考慮吊桿的等間距排列，選擇‘Parabola1’形式以使拱肋上的節點投影到連接兩端的直線上時為等間距。(參考圖7.)

1. 主選單 *Structure*> *Wizard*>*Base Structures*>*Arch*
2. 在 *Input/Edit* 表單的 *Type* 選擇欄確認 ‘Parabola1’
3. 在 *Number of Segments* 輸入欄確認 ‘10’
4. 在 *L* 輸入欄輸入 ‘50’
5. 在 *H* 輸入欄輸入 ‘10’
6. 在 *Boundary Condition* 選擇欄選擇 ‘None’
7. 在 *Show Element No.* 的左側表示 ‘✓’
8. 在 *Material* 選擇欄選擇 ‘2 : A572-50’
9. 在 *Section* 選擇欄選擇 ‘3 : Arch Rib’
10. 在 *Insert* 表單的 *Insert Point* 輸入欄確認 ‘0, 0, 0’
11. 點擊 **OK** 鍵
12. 點擊 **Auto Fitting**
13. 點擊 **Front View**

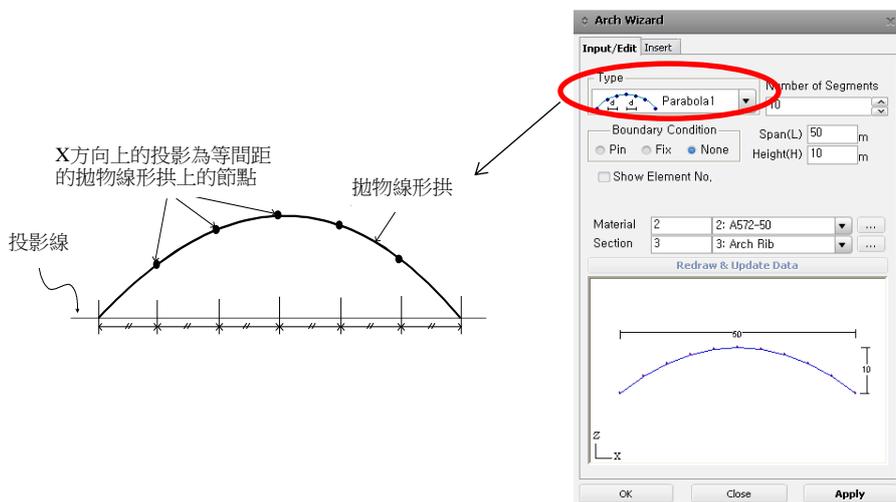


圖7. Arch Wizard 對話視窗及拋物線形1 形式的概念

## 建立垂直吊桿

利用  **Extrude Elements** 功能將拱肋上生成的節點按垂直向下投影延長以輸入吊桿。(參考圖9)

🗣️ 擴展單元是將節點或單元向任意位置移動並沿著相應的移動路徑建立高維單元的功能。(如：節點→線單元,線單元→面單元,面單元→實體單元)

1. 主選單 *Node/Element>Element* 點擊  **Extrude Elements** (圖8的①) 🗣️
2. 點擊  **Node Number** (切換 on)
3. 點擊  **Select Window** 選擇為建立吊桿要進行投影延長的節點 2~10
4. 在 *Extrude Type* 選擇欄確認 'Node→Line Element'
5. 在 *Element Attribute* 選擇欄的 *Element Type* 確認 'Beam'
6. 在 *Material* 選擇欄選擇 '2 : A572-50'
7. 在 *Section* 選擇欄選擇 '4 : Hanger'
8. 在 *Generation Type* 選擇欄選擇 'Project'
9. 在 *Projection Type* 選擇欄確認 'Project on a line'
10. 用滑鼠點擊 *Base Line definition* 的 *PI* 輸入欄使其變為草綠色後指定節點 1 和節點 11 🗣️
11. 在 *Direction* 選擇欄確認 'Normal'
12. 點擊  鍵
13. 點擊  **Change Element Parameters** (圖8的②)
14. 點擊  **Select Recent Entities** (圖8的③)
15. 在 *Parameter Type* 選擇欄選擇 'Element Local Axis' 🗣️
16. 在 *Mode* 選擇欄確認 'Assign' 與 'Beta Angle'
17. 在 *Beta Angle* 輸入欄輸入 '90'
18. 點擊  鍵

🗣️ '定義基準線' 是定義被投影直線(Line)的輸入欄。可透過輸入該直線上的任意兩點來定義。

🗣️ 調整吊桿腹板軸的方向使其與橋軸的垂直方向一致。(參考圖9, On-line Manual 的 "Civil的功能>模型>修改單元參數")

點擊  **Shrink** (圖9的①)和  **Hidden** (圖11的②)(切換 on)·可確認'Beta角'的輸入狀況。確認輸入狀態後·再次點擊  **Shrink** 和  **Hidden** 使其回到切換 off 狀態。

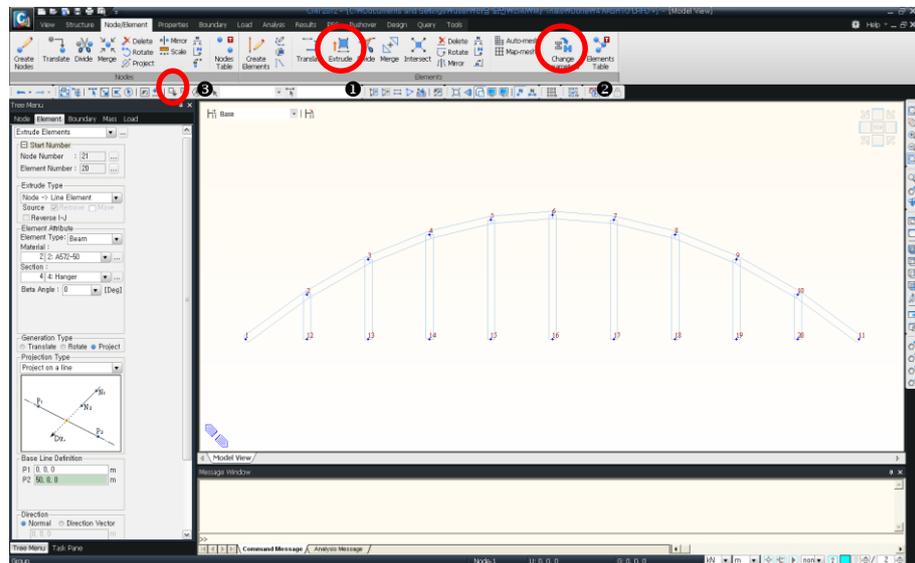


圖 8. 產生垂直吊桿

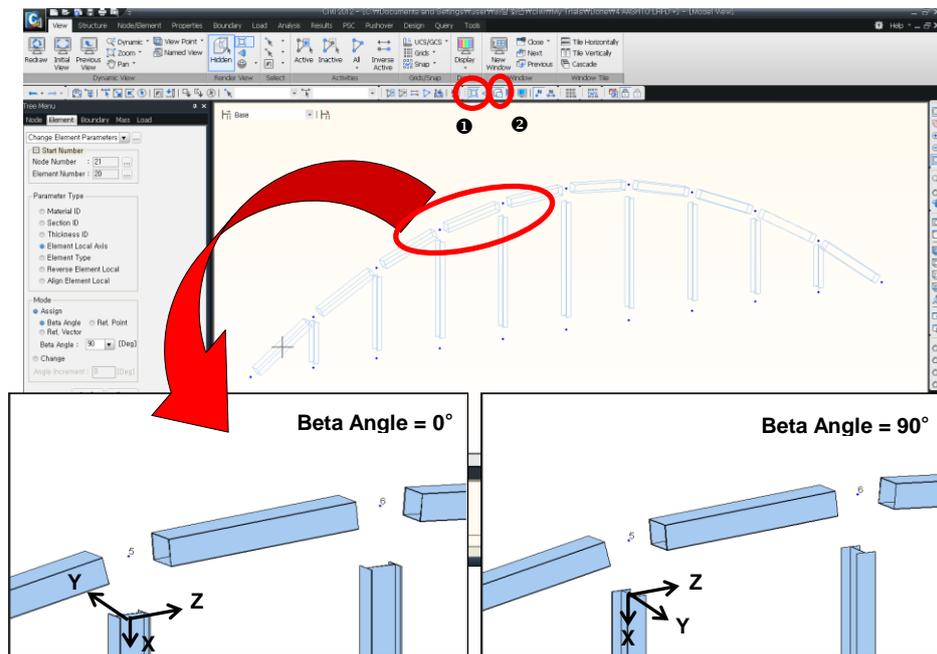


圖 9. 調整吊桿的配置角度 (Beta 角)

## 形成拱橋的主樑並複製構架

連接構架的兩端來輸入拱橋的主樑，並將所完成的一側構架複製到另一側。

因本例題不使用格點，故為避免使用滑鼠指定時出錯，將格點和捕捉格點功能設置為切換 off 狀態。

1. 點擊  *Point Grid*、 *Point Grid Snap* (切換 off)
2. 點擊  *Iso View*
3. 主選單 *Node/Element* >  *Create Elements*
4. 在 *Element Type* 選擇欄確認 'General beam/Tapered beam'
5. 在 *Material* 選擇欄選擇 '2 : A572-50'
6. 在 *Section* 選擇欄確認 '1 : Main girder'
7. 在 *Orientation* 的 *Beta Angle* 輸入欄確認 '0'
8. 在 *Intersect* 選擇欄確認 *Node* 左側的 '✓'
9. 用滑鼠點擊 *Nodal Connectivity* 輸入欄使其變為草綠色後指定節點 1 和節點 11
10. 點擊  *Select All*
11. 點擊  *Translate Elements* (如圖10的●)
12. 在 *Mode* 選擇欄確認 'Copy'
13. 在 *Translation* 選擇欄確認 'Equal Distance'
14. 在 *dx, dy, dz* 輸入欄輸入 '0, 14, 0'
15. 在 *Number of Times* 輸入欄確認 '1'
16. 點擊  鍵 (參考圖10.)

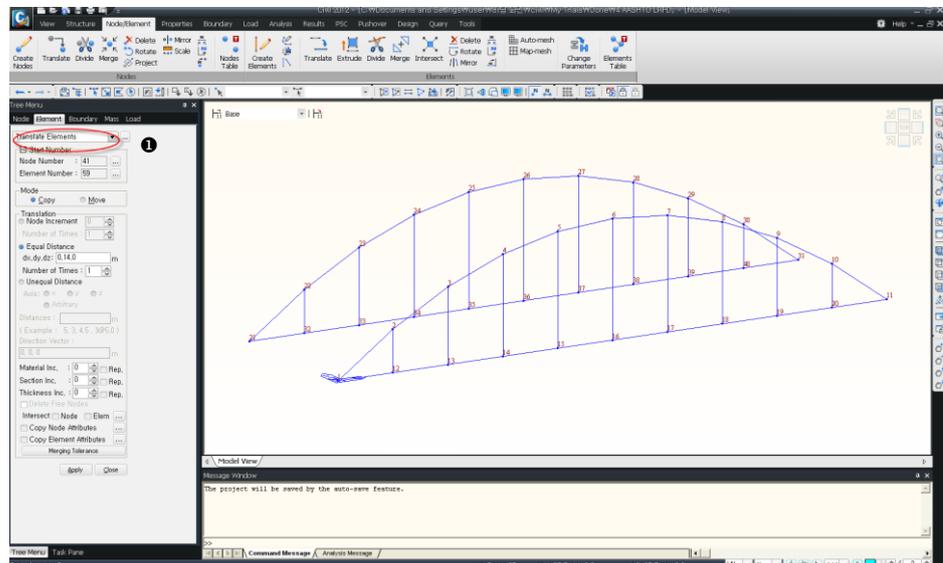


圖 10. 完成主樑和拱形的模型

## 建立橫繫梁

利用  **Extrude Elements** 功能將一側主樑上的節點擴展到另一側的主樑來建立橫繫梁。

1. 點擊  **Extrude Elements** (圖11的①)
2. 點擊  **Select Polygon** 並選擇節點 1 和節點 11~20
3. 在 **Extrude Type** 選擇欄確認 'Node→Line Element'
4. 在 **Element Type** 選擇欄確認 'Beam'
5. 在 **Material** 選擇欄確認 '1 : A36'
6. 在 **Section** 選擇欄選擇 '2 : Cross beam'
7. 在 **Generation Type** 選擇欄選擇 'Project'
8. 在 **Projection Type** 選擇欄確認 'Project on a line'
9. 點擊 **Base Line Definition** 的 **P1** 輸入欄使其變為草綠色後指定節點 21 和節點 31
10. 在 **Direction** 選擇欄確認 'Normal'
11. 點擊 **Apply** 鍵

 **Project** 功能的選擇項目中，**Direction** 是指單元投影的方向。

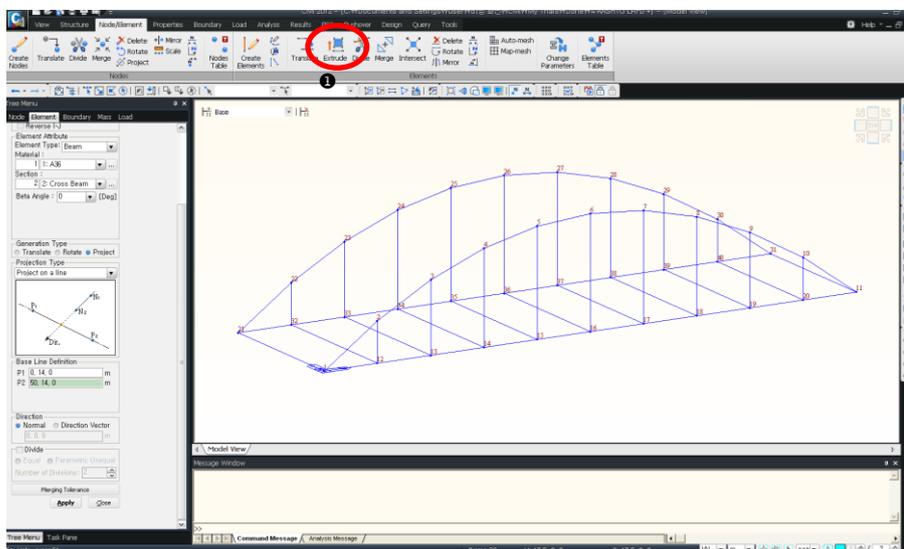


圖 11. 建立橫繫梁

## 建立斜撐

啟用(Activate)新建立的橫繫梁模型，利用 *Element Snap* 和  *Create Elements* 功能來完成縱向斜撐（加勁肋條 Stringer）模型。

1. 點擊  *Select Recent Entities*
2. 圖示選單點擊  *Activate*
3. 圖示選單點擊  *Element Number* (切換 on)
4. 主選單 *Node/Element* >  *Create Elements*
5. 在 *Element Type* 選擇欄確認 'General beam/Tapered beam'
6. 在 *Material* 選擇欄選擇 '1 : A36'
7. 在 *Section* 選擇欄選擇 '6 : Bracing & Stringer'
8. 在 *Orientation* 的 *Beta Angle* 輸入欄確認 '0'
9. 在 *Intersect* 選擇欄確認 *Node* 左側的 '✓' *Element* 左側的 '✓'
10. 在畫面下端的狀態列，確認捕捉點的位置是否為1/2 (參考圖12.的①)
11. 用滑鼠點擊 *Nodal Connectivity* 輸入欄使其變為草綠色之後依次指定單元 59 和 60 的中點
12. 點擊  *Element Number* (切換 off) (參考圖12)

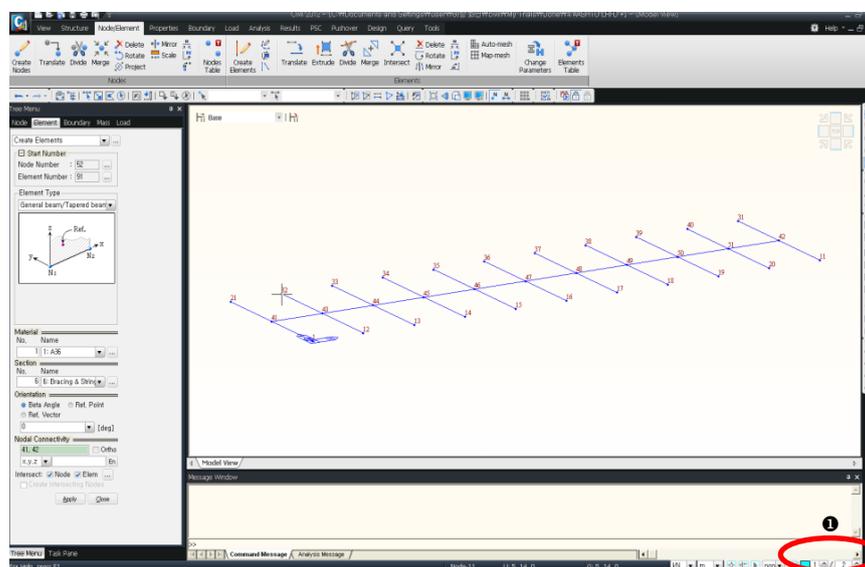


圖12. 完成縱向斜撐

現在輸入橋面的對角斜撐。

---

1. 選擇  *Create Elements* 功能
  2. 在視窗的 *Element Type* 選擇欄確認‘General beam/Tapered beam’
  3. 在 *Material* 選擇欄確認 ‘1 : A36’
  4. 在 *Section* 選擇欄確認 ‘6 : Bracing & Stringer’
  5. 用滑鼠點擊 *Nodal Connectivity* 輸入欄使其變為草綠色之後分別連接節點 1 和 43 以及節點 43 和 21 輸入兩個單元
  6. 點擊  *Translate Elements*
  7. 點擊  *Select Single* 並選擇上面所建立的兩個斜撐單元
  8. 在 *Mode* 選擇欄確認 ‘Copy’
  9. 在 *Translation* 選擇欄確認 ‘Equal Distance’
  10. 在 *dx, dy, dz* 輸入欄輸入 ‘5, 0, 0’
  11. 在 *Number of Times* 輸入欄輸入 ‘4’
  12. 點擊  鍵
  13. 點擊  *Mirror Elements*
  14. 點擊  *Select Previous*、 *Select Recent Entities* 選擇所有對角斜撐單元
  15. 在 *Mode* 選擇欄確認 ‘Copy’
  16. 在 *Reflection* 選擇 *y-z plane*，點擊 *x* 輸入欄使其變為草綠色之後指定節點 16（或在 *x* 輸入欄輸入 ‘25’）
  17. 點擊  鍵（參考圖13.）
-

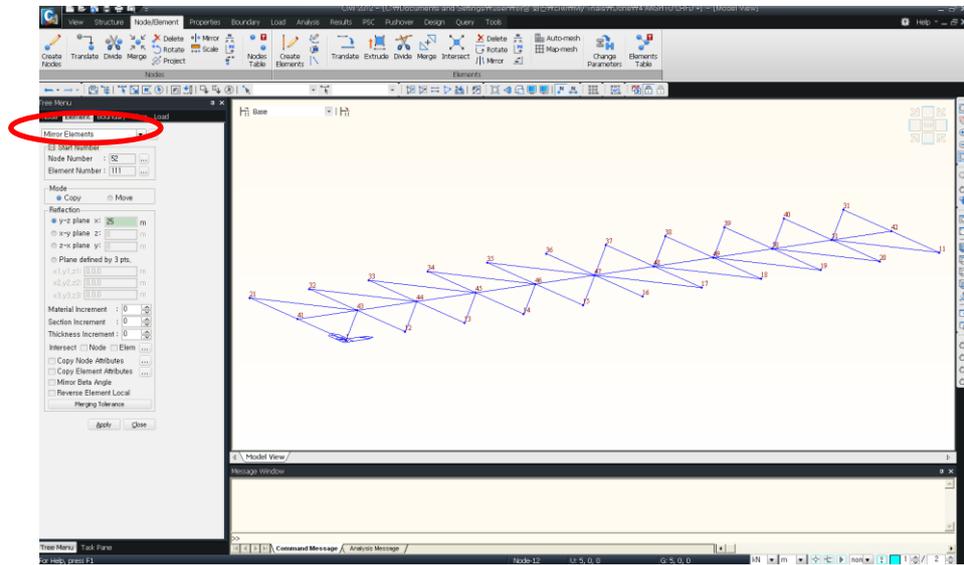


圖13. 完成橋面模型

以拱肋的中央為基準輸入對稱排列於兩側的斜撐構件。

 **Inverse Activation**  
 是將目前處於啟用狀態的節點和單元轉換為撤銷啟用的狀態，而將處於撤銷狀態的節點和單元轉換為啟用狀態的功能。

1. 點擊  **Inverse Activate** (圖14.的①)
2. 點擊  **Create Elements**
3. 在 **Material** 選擇欄確認 '1 : A36'
4. 在 **Section** 選擇欄選擇 '5 : Strut'
5. 在 **Beta Angle** 輸入欄確認 '0'
6. 用滑鼠點擊 **Nodal Connectivity** 輸入欄使其變為草綠色之後，分別連接節點 4 和 24、5 和 25、6 和 26、7 和 27、8 和 28 (參考圖14.)。

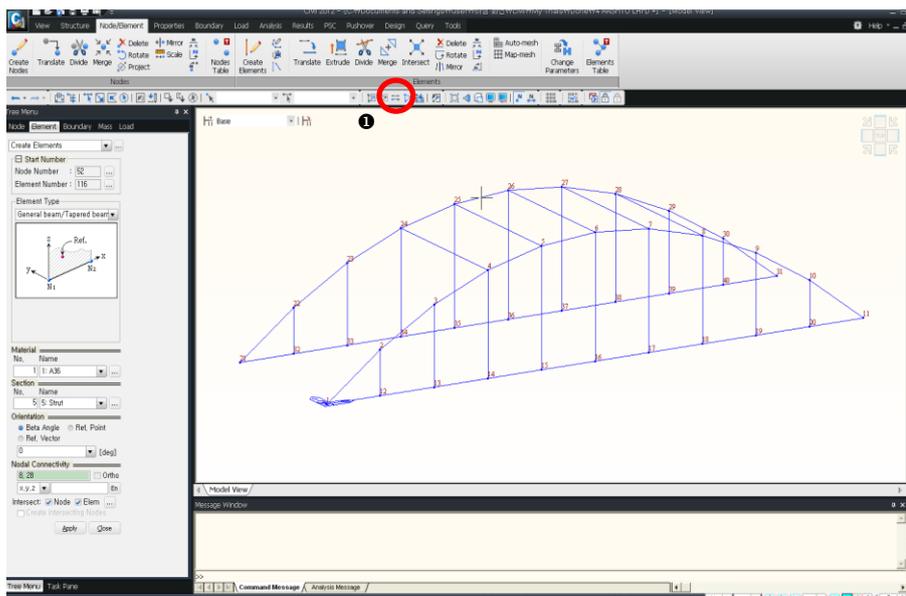


圖14. 完成橋門斜撐

為建立拱中央的協撐，只選擇與該單元相連的部分並將其啟用。

輸入單元的過程中未能正確選擇所需物件時，可使用鍵盤上的Esc鍵，或點擊滑鼠的右鍵選擇Context Menu下端的Cancel功能來取消輸入內容。

1. 點擊  **Select Single**，並選擇 5 個橋門斜撐單元 (單元111~115)
2. 點擊  **Activate**
3. 點擊  **Element Number** (切換 on)
4. 在  **Create Elements** 對話視窗的 **Element Type** 選擇欄確認 'General beam/Tapered beam'
5. 在 **Material** 選擇欄確認 '1 : A36'
6. 在 **Section** 選擇欄選擇 '6 : Bracing & Stringer'
7. 在 **Orientation** 的 **Beta Angle** 輸入欄確認 '0'
8. 在 **Intersect** 選擇欄確認 **Node** 左側的 '✓'
9. 點擊 **Nodal Connectivity** 輸入欄使其變為草綠色之後，依次連接單元 111~115 的中央來輸入縱方向的斜撐構件
10. 點擊  **Element Number** (切換 off)
11. 點擊 **Nodal Connectivity** 輸入欄使其變為草綠色之後，依次指定節點 4 和53、24和53、5和54、25和54、54和7、54和27、55和8、55和28 (參考圖15.)

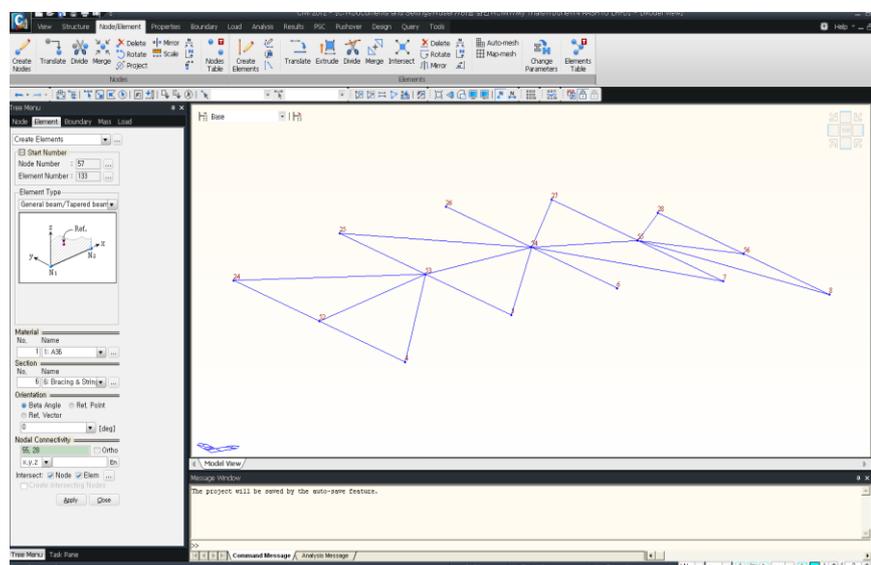


圖15. 完成拱的斜撐

## 輸入結構的邊界條件

建立完模型之後，需定義邊界條件(參考圖2.(a)的邊界條件)。

1. 點擊  **Activate All**
2. 在 Model Entity 表單選擇 **Boundary** 確認 'Supports' (如圖16.)
3. 在 **Options** 選擇欄確認 'Add'
4. 點擊  **Select Single**
5. 選擇節點 '1'，在 'D-ALL' 的左側表示 '✓'
6. 點擊 **Apply** 鍵
7. 選擇節點 '11'，只在 'Dy, Dz' 的右側表示 '✓'
8. 點擊 **Apply** 鍵
9. 選擇節點 '21'，只在 'Dx, Dz' 的右側表示 '✓'
10. 點擊 **Apply** 鍵
11. 選擇節點 '31'，只在 'Dz' 的右側表示 '✓'
12. 點擊 **Apply** 鍵

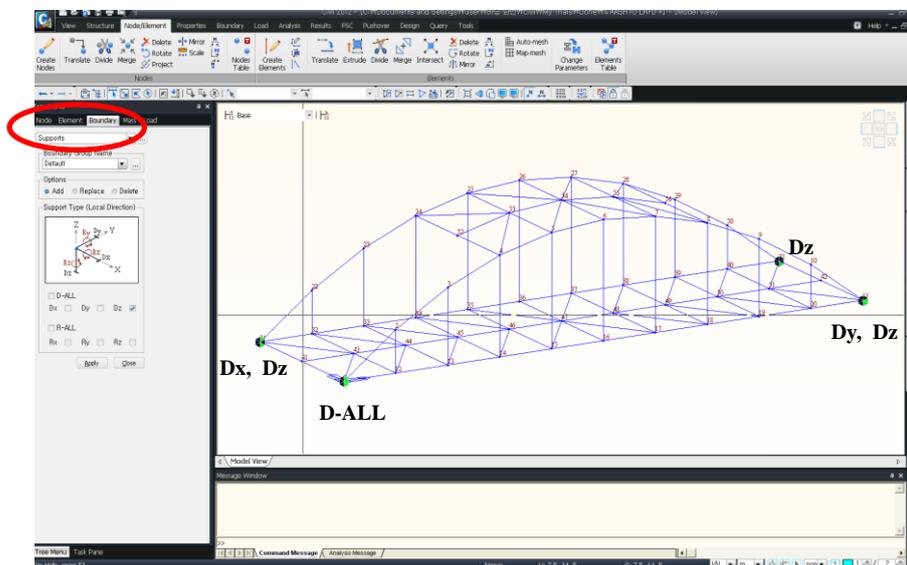


圖16. 輸入結構的邊界條件

## 輸入梁單元連接部的邊界條件

使用 *Beam End Release* 功能按以下步驟輸入梁單元端部的邊界條件。(參考圖17)

- 吊桿構件的兩端：對單元座標系 z 軸為鉸接條件
- 斜撐構件的兩端：對單元座標系 y、z 軸為鉸接條件
- 與主樑相連接的橫繫梁兩端：對單元座標系 y、z 軸為鉸接條件

🔊 對 *Filtering Selection* 的說明請參考線上幫助手冊或 *Getting Started & Tutorials*

🔊 欲確認單元座標軸時可點擊  *Display* 選擇 *Element* 表單的局部座標。

🔊  *Select Intersect* 是用滑鼠任意畫一直線來選擇與該直線相交的單元的功能。

1. 在 *Boundary* 功能目錄表內選擇 '**Beam End Release**'
2. 在 *Options* 選擇欄確認 '**Add/Replace**'
3. 點擊 *Filter* 選擇欄 (圖17的①) 選擇 'z'
4. 點擊  *Select All*
5. 在 *General Types and Partial Fixity* 選擇欄只對 *i-Node*、*j-Node* 的 '**Mz**' 表示 '✓'
6. 點擊  鍵
7. 點擊 *Filter* 選擇欄(圖17的①)選擇 'none'
8. 點擊  *Select Identity-Elements* (圖17的②)
9. 在 *Section* 選擇欄選擇 '**6 :Bracing & Stringer**'
10. 點擊  鍵
11. 在 *General Types and Partial Fixity* 選擇欄點擊 **Pinned-Pinned** 鍵 (或在 *i-Node*、*j-Node* 的 '**My**、**Mz**' 選擇 '✓')
12. 點擊  鍵
13. 點擊  *Select Identity-Elements* (圖17的②)
14. 在 *Section* 選擇欄選擇 '**2 : Cross beam**'
15. 點擊  鍵
16. 在 *Select Identity-Elements* 對話視窗點擊選擇  鍵
17. 點擊  *Activate*
18. 點擊  *Element Number* (切換 on)
19. 點擊 *View>Select>*  *Select Intersect Line* 選擇單元 **59~69**
20. 在 *General Types and Partial Fixity* 選擇欄點擊 **Pinned-Fixed** 鍵
21. 點擊  鍵

22. 在單元選擇輸入視窗 (圖17的②) 輸入 '80to90' 並按鍵盤上的 [Enter] 鍵
23. 在 *General Types and Partial Fixity* 選擇欄點擊 **Fixed-Pinned** 鍵
24. 點擊 **Apply** 鍵
25. 點擊  *Element Number* (切換 off)
26. 點擊  *Activate All*
27. 點擊  *Node Number* (切換 off)

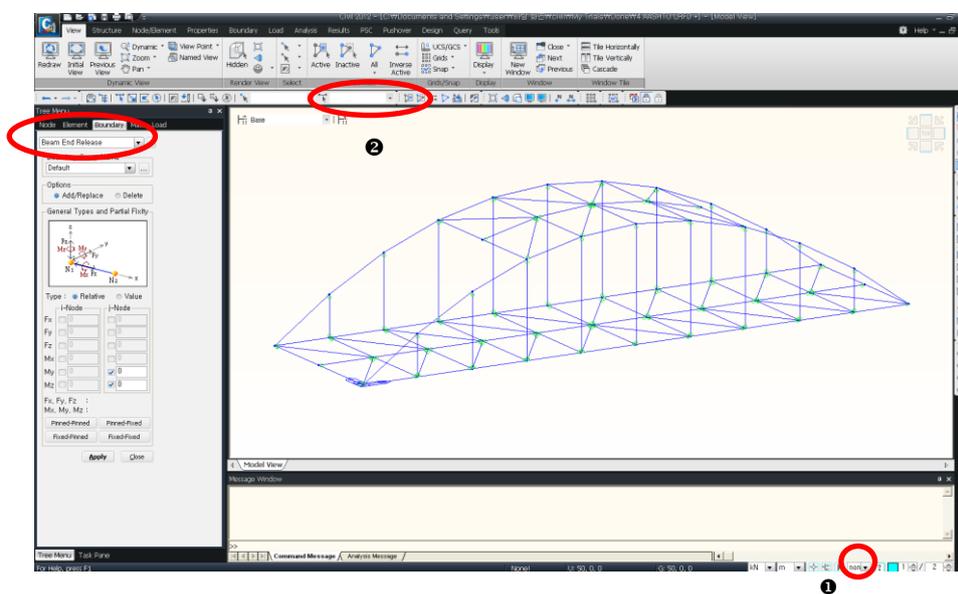


圖17. 輸入梁端釋放條件

## 建立橫繫梁群組

為輸入車輛移動載重而建立橫繫梁群組。

1. 點擊  *Select Identity-Elements*
2. 在 *Select Type* 選擇欄確認 'Section'
3. 在 *Section* 選擇欄選擇 '2 : Cross beam'
4. 點擊 **Add** 鍵
5. 在 *Select Identity-Elements* 對話視窗點擊選擇 **Close** 鍵
6. 點擊樹形選單的  *Group* 表單
7. 圖示選單點擊  *Activate*
8. 圖示選單點擊  *Top View*、點擊  *Select All*
9. 選擇 *Structure Group* 點擊滑鼠右鍵選擇 *New* 並輸入 'cross beam 1'
10. 由 *Structure Group* 選取 'cross beam 1' 將其拖放到模型視窗進行指派 (圖18的①)
11. 點擊圖示選單  *Activate All*、 *Iso View*

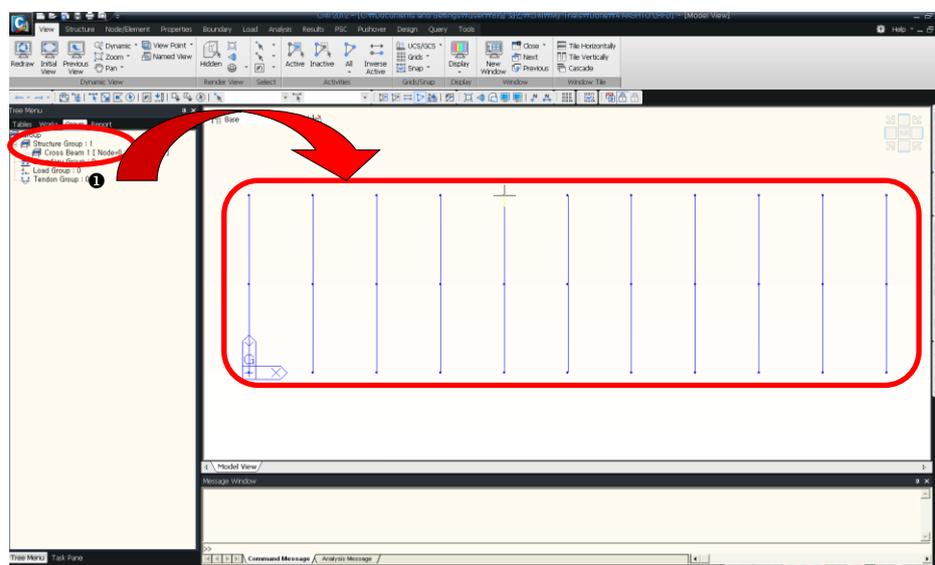


圖18. 建立橫繫梁群組

## 輸入車輛移動載重和靜力載重

### 設定載重狀況

輸入載重之前先設定載重狀況(Load Cases)。

1. 主選單 *Load>Static Load Cases*
2. 如圖19，在 *Static Load Cases* 對話視窗的 *Name* 輸入欄輸入 'Dead Load'
3. 在 *Type* 選擇欄選擇 'Dead Load'
4. 點擊 **Add** 鍵
5. 在 *Name* 輸入欄輸入 'Sidewalk Load'
6. 在 *Type* 選擇欄選擇 'Dead Load'
7. 點擊 **Add** 鍵
8. 點擊 **Close** 鍵

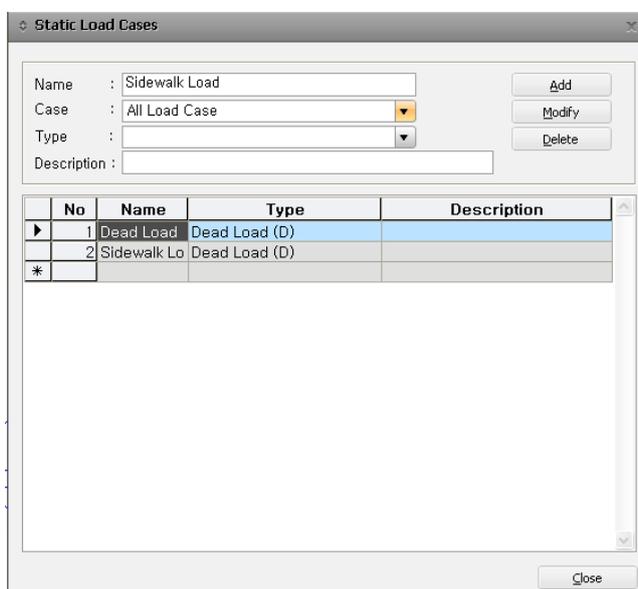


圖19. *Static Load Cases* 對話視窗

## 輸入靜力載重

輸入靜力載重 ( 載重狀況 1、2 )。

為了簡化問題，假定靜載重(90 kN/m) 和人行道載重(6 kN/m) 只作用於主樑之上。(參考圖20.)

1. 點擊  **Select Identity-Elements**
2. 在 **Select Type** 選擇欄確認 'Section'
3. 在 **Section** 選擇欄選擇 '1 : Main Girder'
4. 點擊  鍵
5. 在 **Select Identity-Elements** 對話視窗點擊  鍵
6. 主選單 **Load > Element Beam Loads**
7. 在 **Load Case Name** 選擇欄確認 'Dead Load'
8. 在 **Options** 選擇欄確認 'Add'
9. 在 **Load Type** 選擇欄確認 'Uniform Loads'
10. 在 **Direction** 選擇欄確認 'Global Z'
11. 在 **Projection** 選擇欄確認 'No'
12. 在 **Value** 選擇欄確認 'Relative'
13. 在 **x1** 輸入欄輸入 '0', **x2** 輸入欄輸入 '1', **W** 輸入欄輸入 '-90' kN/m
14. 點擊  鍵
15. 點擊  **Select Previous**
16. 在 **Load Case Name** 選擇欄確認 'Sidewalk Load'
17. 在 **Options** 選擇欄確認 'Add'
18. 在 **Load Type** 選擇欄確認 'Uniform Loads'
19. 在 **Direction** 選擇欄確認 'Global Z'
20. 在 **Projection** 選擇欄確認 'No'
21. 在 **Value** 選擇欄確認 'Relative'
22. 在 **x1** 輸入欄輸入 '0', **x2** 輸入欄輸入 '1', **W** 輸入欄輸入 '-6' kN/m
23. 點擊  鍵
24. 點擊  鍵

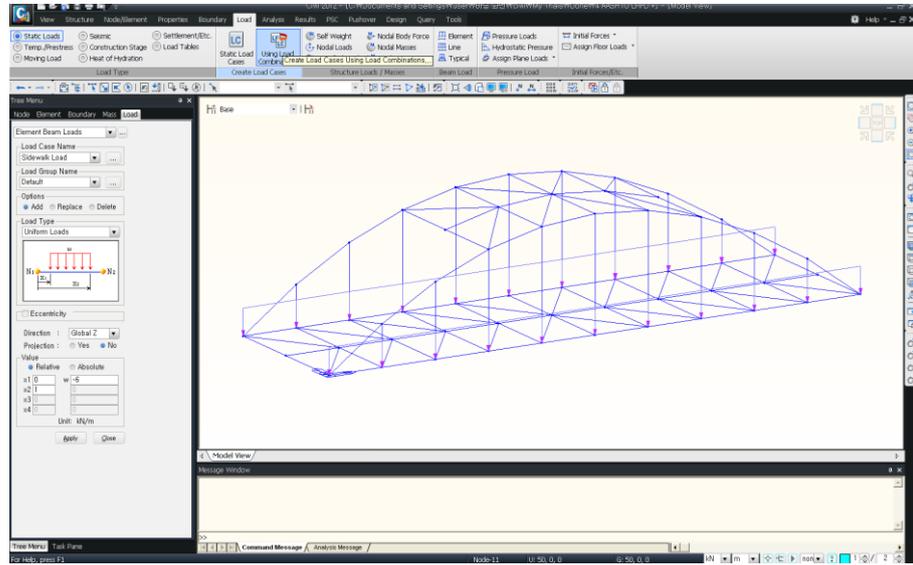


圖20. 載重輸入狀況

## 輸入車輛移動載重

首先定義車道。(參考圖21)

🔊 車道為曲線或不連續而不方便以2 Points來輸入時可選擇Element Number，用鍵盤直接輸入單元編號。

1. 主選單的 *Load >Moving Load*
2. *Moving Load code* 對話視窗選擇‘Taiwan’
3. 選擇 *Moving Load Analysis Data>Traffic Line Lanes*
4. 在 *Traffic Line Lanes* 對話視窗點擊  鍵
5. 在 *Lane Name* 輸入欄輸入 ‘Lane 1’
6. 在 *Eccentricity* 輸入欄確認 ‘-4.5’ m
7. 確認 *Wheel Spacing* 為‘1.8’ m
8. 在 *Impact Factor* 輸入欄輸入 ‘0.173’
9. 在 *Vehicular Load Distribution* 輸入欄確認 ‘Cross Beam’
10. 在 *Cross Beam Group* 輸入欄確認 ‘cross beam 1’
11. 在 *Moving Direction* 選擇欄確認 ‘Both’
12. 在 *Selection* 的 *2 Points*、*Picking* 及 *Number* 中選擇 ‘2 Points’，用滑鼠點擊右側的輸入欄使其變為草綠色後，指定節點 1、11 
13. 點擊  鍵
14. 在 *Traffic Line Lanes* 對話視窗點擊  鍵
15. 在 *Lane Name* 輸入欄輸入 ‘Lane 2’
16. 在 *Eccentricity* 輸入欄確認 ‘-8.1’ m
17. 在 *Impact Factor* 輸入欄輸入 ‘0.173’
18. 在 *Vehicular Load Distribution* 輸入欄確認 ‘Cross Beam’
19. 在 *Cross Beam Group* 輸入欄確認 ‘cross Beam 2’
20. 在 *Moving Direction* 選擇欄確認 ‘Both’
21. 在 *Selection* 的 *2 Points*、*Picking* 及 *Number* 中選擇 ‘2 Points’，用滑鼠點擊右側的輸入欄使其變為草綠色後，指定節點 1、11
22. 點擊  鍵
23. 點擊  鍵

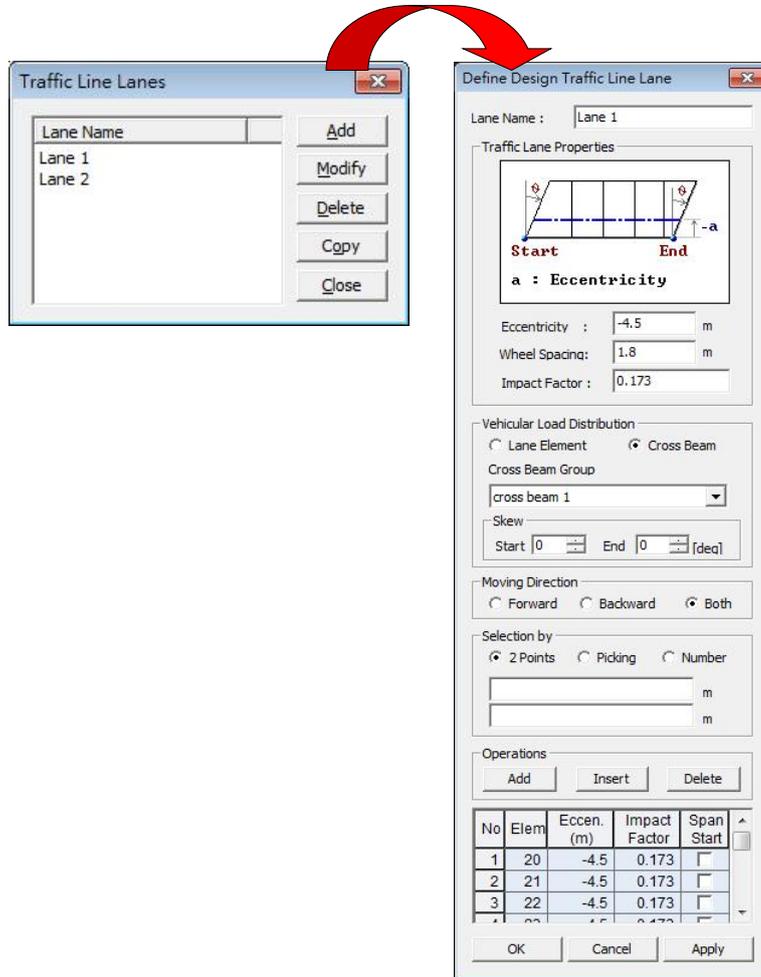


圖21. Traffic Line Lanes 對話視窗

接下來將說明定義車輛移動載重 HS20-44(MS18) 和 HS-20-44(MS18) 的方法。<sup>6</sup>  
(參考圖22)

midas Civil 程式內建有台灣公路橋樑載重、AASHTO、中國公路橋樑載重、中國城市橋樑載重、中國鐵路橋涵載重…等標準車輛載重。

1. 主選單 **Load>Moving Load Analysis Data>Vehicles**
2. 在 **Vehicles** 對話視窗點擊 **Add Standard** 鍵
3. 在 **Standard Name** 選擇欄確認 **'Taiwan'**
4. 在 **Vehicular Load Name** 選擇欄確認 **'HS20-44(MS18)'**
5. 點擊 **Apply** 鍵
6. 在 **Vehicular Name** 選擇欄選擇 **'HS-20-44(MS18)'**
7. 點擊 **OK** 鍵
8. 點擊 **Close** 鍵

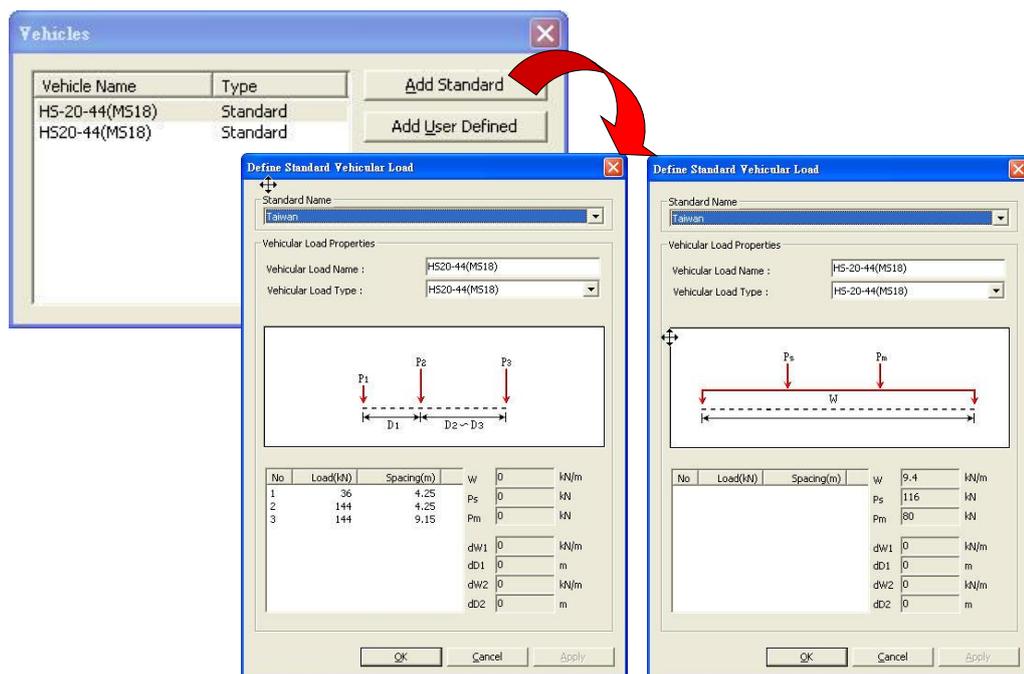


圖22. 定義標準車輛載重

利用Vehicle Classes 功能可定義車輛載重群組。(參考圖23)

功能可定義車輛載重群組。若像本例題一樣將 HS20-44(MS18)和HS-20-44(MS18)載重定義為相同車輛載重組的話，可在兩種車輛載重的分析結果中算出構件內力、變形、反力等的最大、最小值。

1. 主選單 *Load>Moving Load Analysis Data>Vehicles Classes*
2. 在 *Vehicles Classes* 對話視窗點擊 **Add** 鍵
3. 在 *Vehicles Class Data* 對話視窗的 *Vehicles Class Name* 輸入欄輸入 'HS20'
4. 選擇 *Vehicle Load* 項目中的 **HS20-44(M18)** 和 **HS-20-44(M18)** 後，點擊 **->** 鍵將其移動到 *Selected Load* 項目
5. 點擊 *Vehicles Class Data* 對話視窗的 **OK** 鍵
6. 點擊 **Close** 鍵

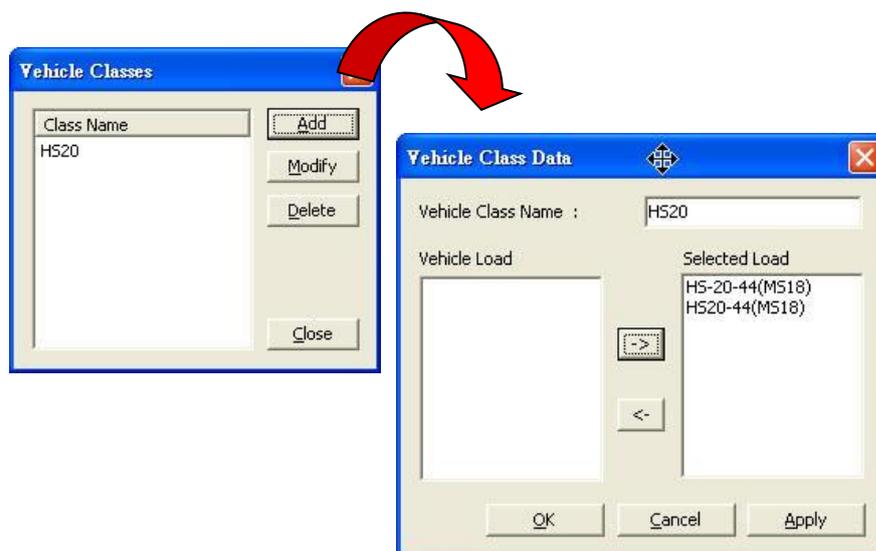


圖23. 定義車輛載重組

以下定義車輛移動載重條件。 (參考圖24)

 利用 *Moving Load Case* 功能定義車輛載重施加條件。其中包括在哪條車道施加何種車輛載重、可同時施加車輛載重的最大、最小車道數等。

1. 主選單 *Load>Moving Load Analysis Data>Moving Load Cases*
2. 在 *Moving Load Cases* 對話視窗點擊  鍵
3. 在 *Moving Load Cases* 對話視窗的 *Load Case Name* 輸入欄輸入‘MVL’
4. 保留在 *Multiple Presence Factor* 欄內‘Scale Factor’的預設數值
5. 在 *Sub-Load Cases* 選擇欄點擊  鍵
6. 在 *Load Case Data* 的 *Vehicle Class* 選擇欄確認‘VC:HS20’
7. 在 *Scale Factor* 輸入欄確認‘1’
8. 在 *Min. Number of Loaded Lanes* 輸入欄輸入‘1’
9. 在 *Max. Number of Loaded Lanes* 輸入欄輸入‘2’
10. 選擇 *Assign Lanes* 的 *List of Lanes* 項目中的‘lane1, lane2’後，點擊  鍵將其移動到 *Selected Lane*
11. 在 *Sub-Load Cases* 對話視窗點擊  鍵
12. 在 *Moving Load Cases* 對話視窗點擊  鍵
13. 點擊  鍵

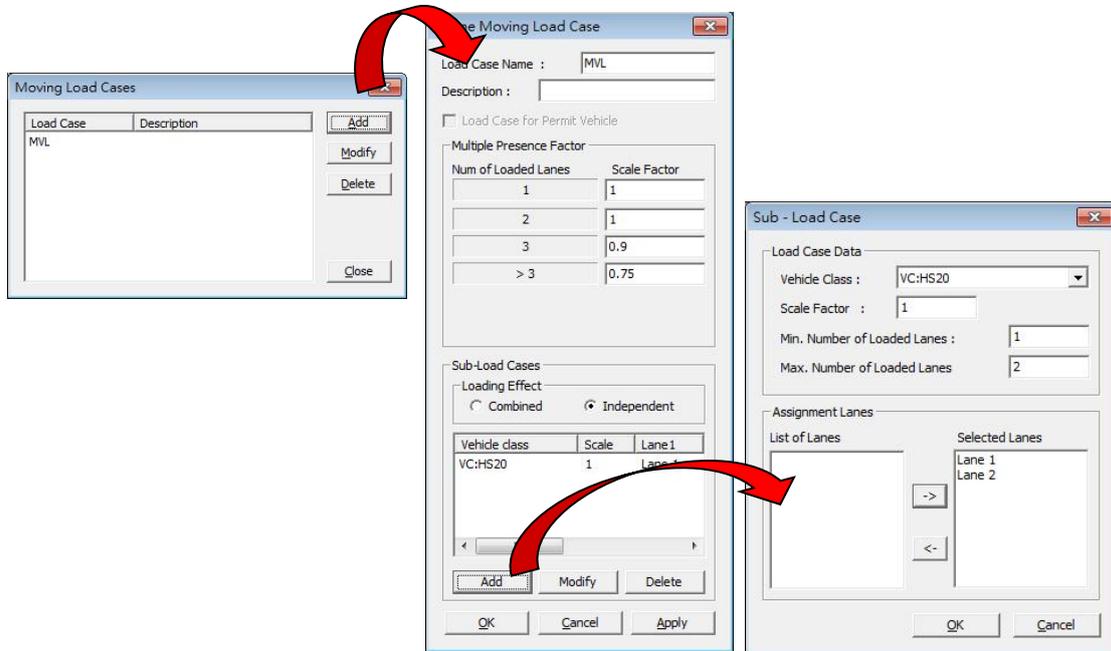


圖 24. 定義車輛移動載重

下面將定義分析車輛移動載重的方法。(參考圖25.)

1. 主選單 *Analysis>Analysis Control>Moving Load*
2. 在 *Analysis Method* 選擇欄確認 'Exact'
3. 在 *Load Point Selection* 選擇欄確認 'All Points'
4. 在 *Influence Generating Points* 的 *Number/Line Element* 輸入 '5'
5. 在 *Analysis Results* 的 *Frame* 選擇 'Normal'
6. 在 *Calculation Filters* 將 *Reactions, Displacements, Forces/Moments* 等均選擇確認為 'All'
7. 點擊  鍵
8. 點擊  *Node Number* (切換 off)

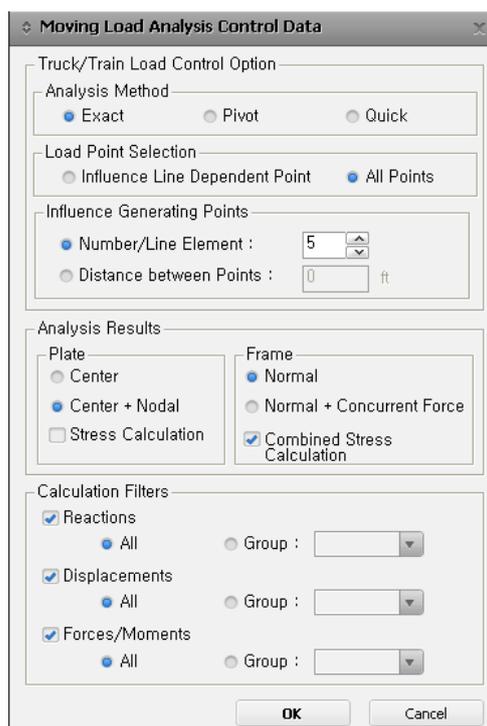


圖25. *Moving Load Analysis Control* 對話視窗

## 進行結構分析

對輸入載重條件和邊界條件的結構物進行結構分析。

點擊  Analysis

## 查看分析結果

### 載重組合條件

以下將介紹對結構分析的 3 種載重條件（靜載重、人行道載重、車輛移動載重）進行線性組合(Linear Load Combination)的方法。

在本例題中只輸入以下 1 種載重組合條件並對其結果進行確認。此載重組合是任意設置的，僅供本例練習參考，與進行實際設計時所使用的條件無關。

- 載重組合條件 1(LCB1)：1.0 (靜載重+人行道載重+MVL)

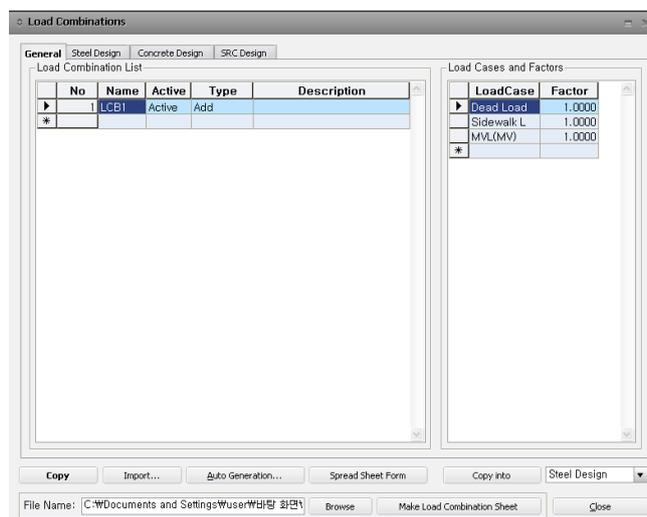


圖26. Load Combinations 對話視窗

載重組合條件是在 **主選單** 的 **Results>Load Combinations** 開啟載重組合對話視窗，並按以下步驟來輸入的。

1. **主選單** 選擇 **Results>Load Combinations**
2. 在 **Name** 輸入欄輸入 'LCB1'
3. 在 **Type** 選擇欄確認 'Add'
4. 用滑鼠點擊 **Load Case** 選擇欄後，利用  鍵在選擇欄選擇 'Dead Load (ST)'
5. 在 **Factor** 輸入欄確認 '1.0'
6. 用滑鼠點擊第二個選擇欄後，利用  鍵在選擇欄選擇 'Sidewalk(ST)'
7. 在 **Factor** 輸入欄確認 '1.0'
8. 用滑鼠點擊第三個選擇欄後，利用  鍵在選擇欄選擇 'MVL(MV)'
9. 在 **Factor** 輸入欄確認 '1.0'
10. 點擊  鍵

## 查看變形

按以下步驟確認變形狀況。

1. 主選單 **Results>Deformations>**  **Deformed Shape** (圖27.的①)
2. 在 **Load Cases/Combinations** 選擇欄選擇 ‘**CBmin:LCB1**’
3. 在 **Components** 選擇欄確認 ‘**DXYZ**’
4. 在 **Type of Display** 選擇欄對 ‘**Undeformed**’, ‘**Legend**’ 表示 ‘✓’ 標記
5. 在 **Type of Display** 選擇欄點擊位於 **Deform** 右側的  鍵
6. 在 **Deformation Type** 選擇欄選擇 ‘**Real Deform**’
7. 確認 **Apply upon OK** 的 ‘✓’ 標記
8. 點擊  鍵
9. 點擊  **Hidden** (切換 on)

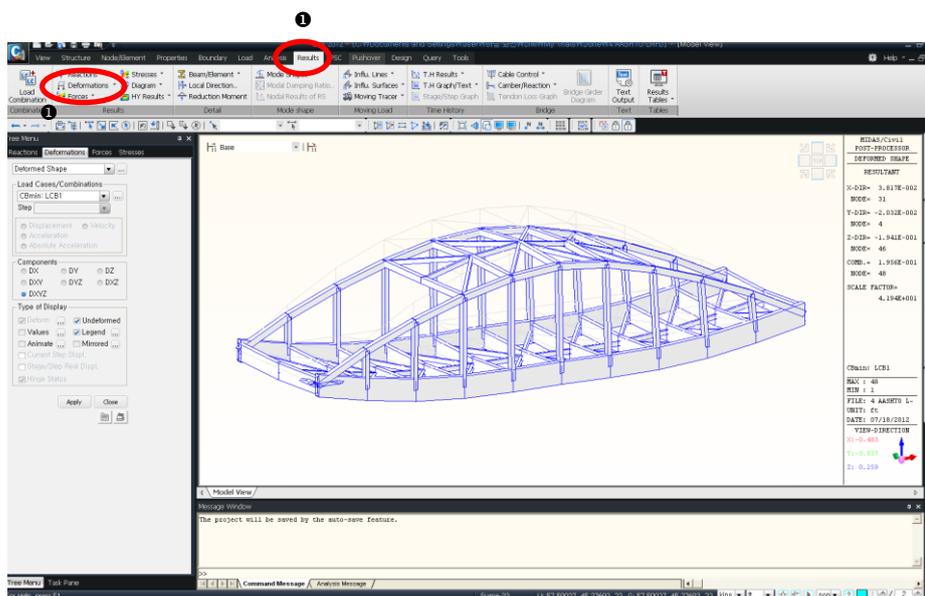


圖27. 變形(Deformed Shape)

## 剪力圖與彎矩圖

剪力圖與彎矩圖結果的查看方法基本相同，故在此只以查看彎矩圖為例進行說明。另外此處介紹查看結構物一部分的彎矩圖的結果。以X-Z平面為例介紹顯示該平面彎矩圖的步驟。

🔊 實際工作中經常需要對某一特定部位的分析結果進行查看、分析。此時可以利用  *Select by Plane* 功能輸出相應平面上的分析結果。

1. 點擊  *Hidden* (切換 off)
2. 點擊  *Initial View*
3. 點擊  *Select by Plane*
4. 在 *Plane* 表單選擇 '*XZ Plane*'
5. 用滑鼠在X-Z平面選擇節點 **1** (自動抓取  $y=0$ )
6. 點擊  鍵
7. 點擊  *Activate*
8. 點擊  *Front View*
9. 主選單 *Results>Forces>*  *Beam Diagrams* (圖28的①)
10. 在 *Load Cases/Combinations* 選擇欄選擇 '*MVall: MVL*'
11. 在 *Components* 選擇欄確認 '*My*'
12. 在 *Display Options* 選擇欄選擇 '*5 Points*', '*Line Fill*'
13. 在 *Scale* 輸入欄確認 '*1.0*'
14. 在 *Type of Display* 選擇欄確認 '*Legend*' 的 '✓' 標記
15. 點擊  鍵

🔊 *MVmin*：車輛載重作用於建築物時構件的最小值  
*MVmax*：車輛載重作用於建築物時構件的最大值

例題 4

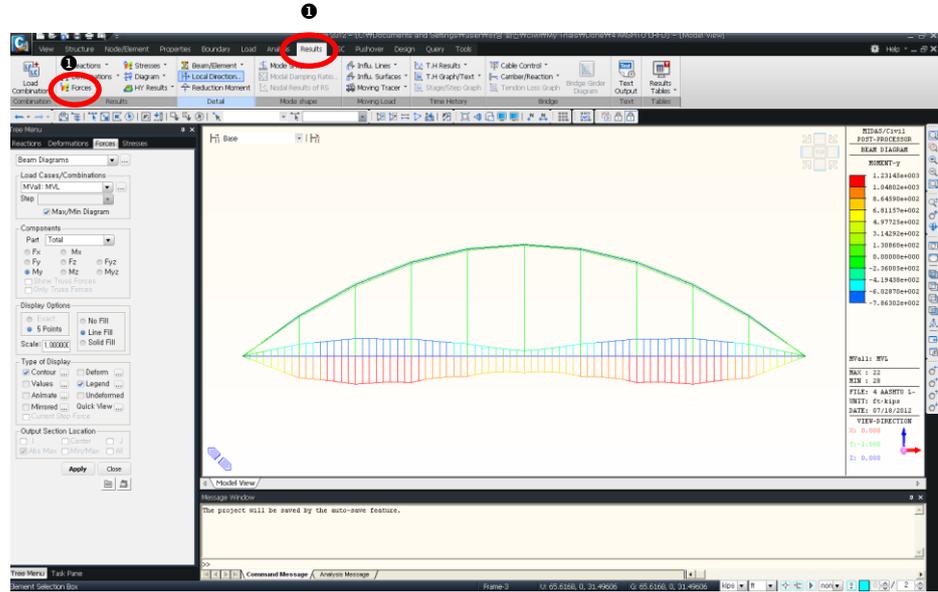


圖28. 梁單元的彎矩圖  $M_y$  ( $XZ$  平面)

## 查看影響線結果

首先來查看支承反力的影響線。下面是對支承B1（節點1）的結果。

1. 點擊  **Activate All**
2. 主選單 **Results>Moving Load>Influ. Line>**  **Reactions** (圖29的①)
3. 在 **Line/Surface Lanes** 選擇欄確認 'Lane 1'
4. 在 **Key Node** 輸入欄確認 '1'
5. 在 **Scale Factor** 輸入欄確認 '1.0'
6. 在 **Components** 選擇欄確認 'FZ'
7. 在 **Type of Display** 選擇欄確認 'Legend'
8. 點擊  鍵
9. 點擊  **Front View**

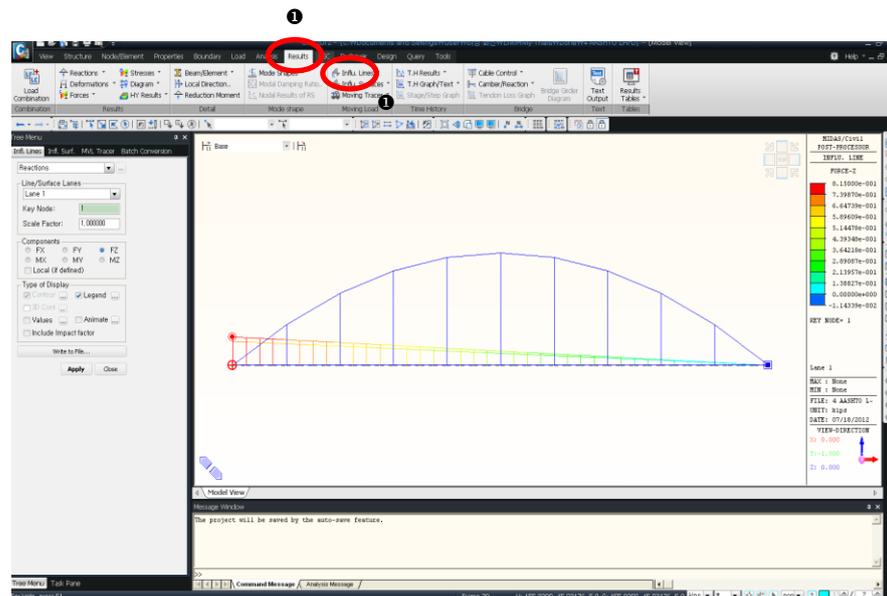


圖29. 對支承反力的影響線

對支承反力的影響線結果透過動畫來進行查看。

1. 點擊  **Iso View**
2. 在 **Type of Display** 選擇欄選擇 **'Legend', 'Animate'**
3. 點擊 **Apply** 鍵
4. 點擊  **Record** 鍵 (圖30的①)
5. 查看結果後點擊  **Close** 鍵使其回到原來的畫面 (圖30的②)

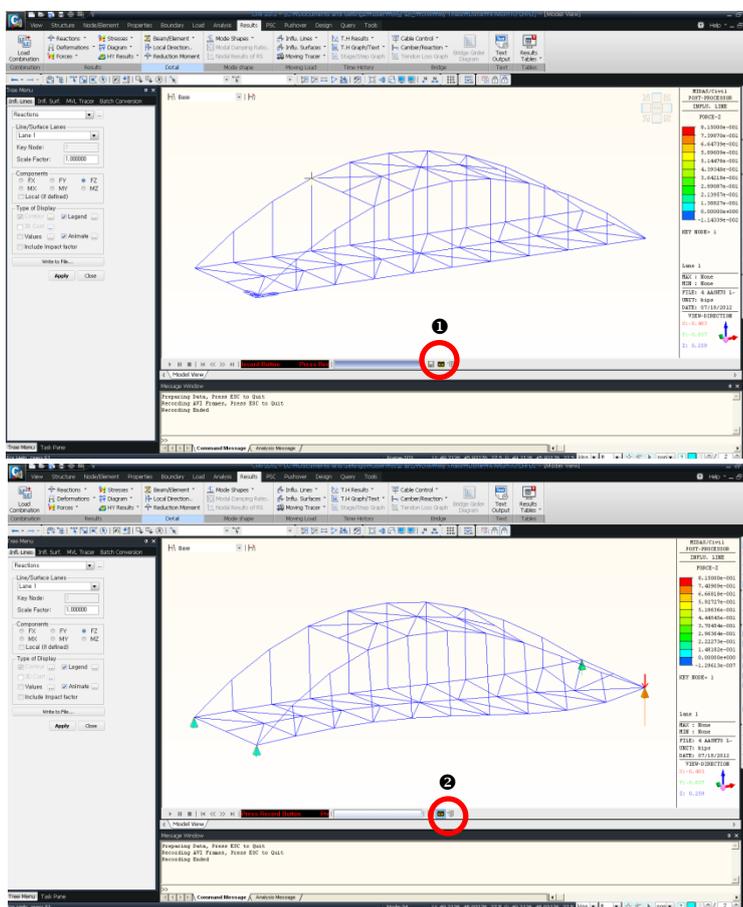


圖30. 對支承反力影響線的動畫處理畫面

如圖31. 查看變形狀況(Deflection)的影響線結果。

在Key Node/Elem 輸入欄也可利用滑鼠編輯功能來選擇單元或節點。

1. 點擊  **Front View**
2. 主選單 **Result>Moving Load>Influ. Lines> Displacements** (圖31①)
3. 在 **Line/Surface Lanes** 選擇欄確認 'Lane 1'
4. 在 **Key Node** 輸入欄輸入 '15'<sup>②</sup>
5. 在 **Scale Factor** 輸入欄輸入 '2.0'
6. 在 **Components** 選擇欄選擇 'DZ'
7. 在 **Type of Display** 選擇欄確認 'Legend'
8. 點擊 **Apply** 鍵

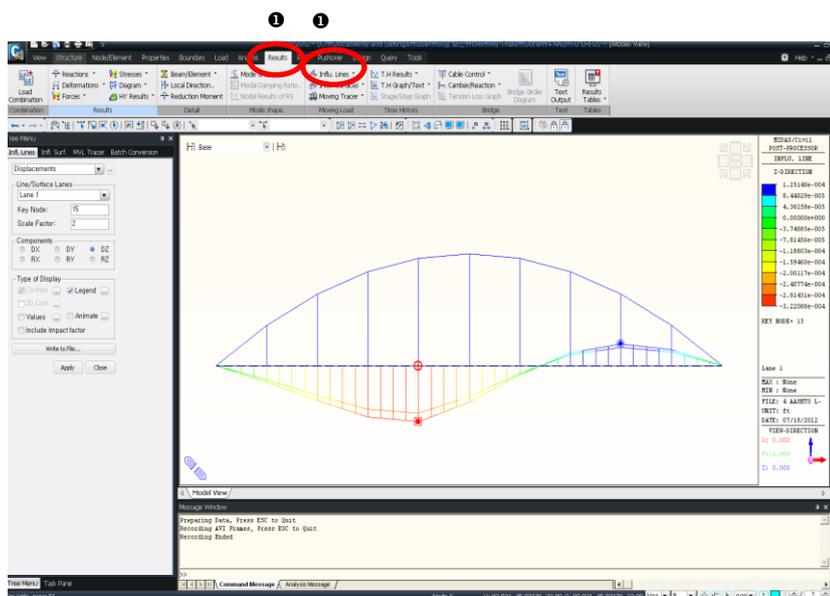


圖31. 變形形狀的影響線

如圖32. 查看單元的彎矩的影響線。

1. 主選單 **Result**>**Moving Load**>**Influ. Lines**>  **Beam Forces/Moments** (圖32.的 ❶)
2. 在 **Line/Surface Lanes** 選擇欄確認 ‘**Lane 1**’
3. 在 **Key Element** 輸入欄輸入 ‘**23**’
4. 在 **Scale Factor** 輸入欄輸入 ‘**2.0**’
5. 在 **Parts** 選擇欄確認 ‘**i**’
6. 在 **Components** 選擇欄選擇 ‘**My**’
7. 在 **Type of Display** 選擇欄確認 ‘**Legend**’
8. 點擊 **Apply** 鍵

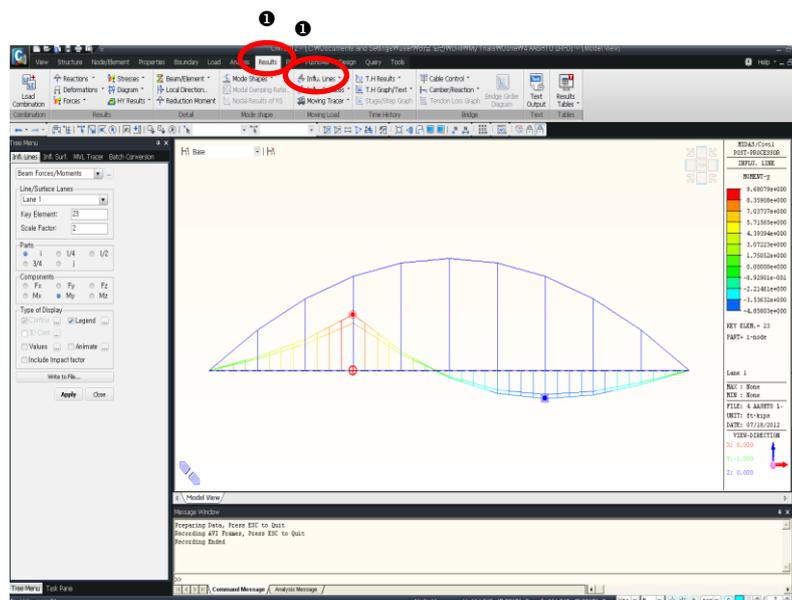


圖32. 彎矩的影響線

如圖33.利用 *Moving Load Tracer* 查看車輛移動所引起的的反力。

Moving Load Tracer 可在進行車輛移動載重結構分析時對所得到的結果予以使用。是根據結果推算車輛的加載狀態並將其以影響線(影響面)的形式來表現的功能。

1. 點擊  *Iso View* 和  *Initial View*
2. 點擊  *Select Plane*
3. 在 *Plane* 表單選擇 '*XY Plane*' 並輸入節點 **1** (*Z Position = 1*)
4. 點擊 **Close** 鍵
5. 點擊  *Activate*
6. 主選單 *Results>Moving Load>Moving Tracer>Reactions*
7. 在 *Moving Load Cases* 選擇欄選擇 '*MVmax : MVL*'
8. 在 *Key Node* 輸入欄輸入 '**1**'
9. 在 *Scale Factor* 輸入欄確認 '**1.0**'
10. 在 *Components* 選擇欄確認 '**FZ**'
11. 在 *Type of Display* 選擇欄確認 '**Contour**', '**Legend**', '**Applied Loads**'
12. 點擊 **Apply** 鍵

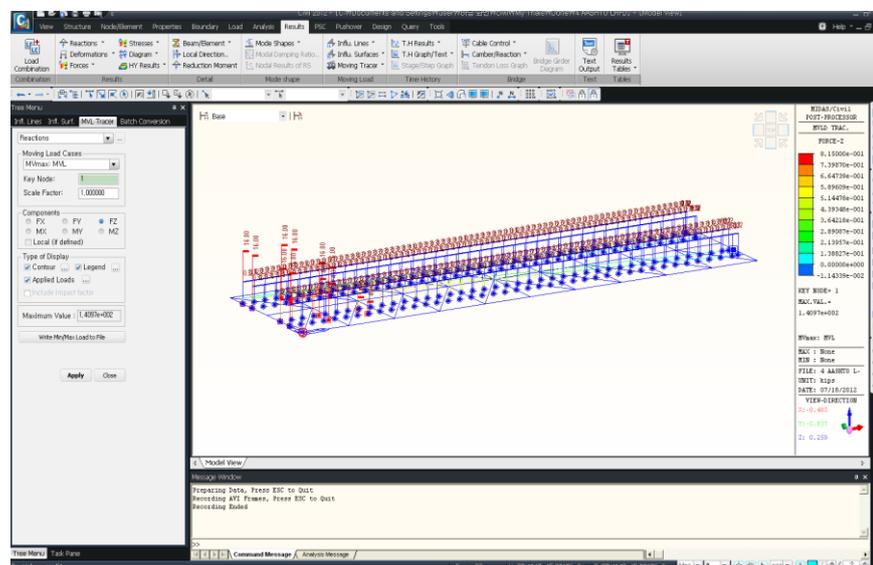


圖33. 利用 *Moving Load Tracer* 確認移動載重的施加位置

利用 *Moving Load Tracer* 查看車輛移動的位置，對梁單元 28 的 i 端點引起的移動狀況。

1. 主選單 *Results>Moving Load>Moving Tracer>Beam Forces/Moments*
2. 在 *Moving Load Cases* 選擇欄選擇 'MVmax : MVL'
3. 在 *Key Element* 輸入欄輸入 '28'
4. 在 *Scale Factor* 輸入欄確認 '1.0'
5. 在 *Parts* 選擇欄確認 'i'
6. 在 *Components* 選擇欄確認 'My'
7. 在 *Type of Display* 選擇欄確認 'Contour', 'Legend', 'Applied Loads'
8. 點擊 **Apply** 鍵

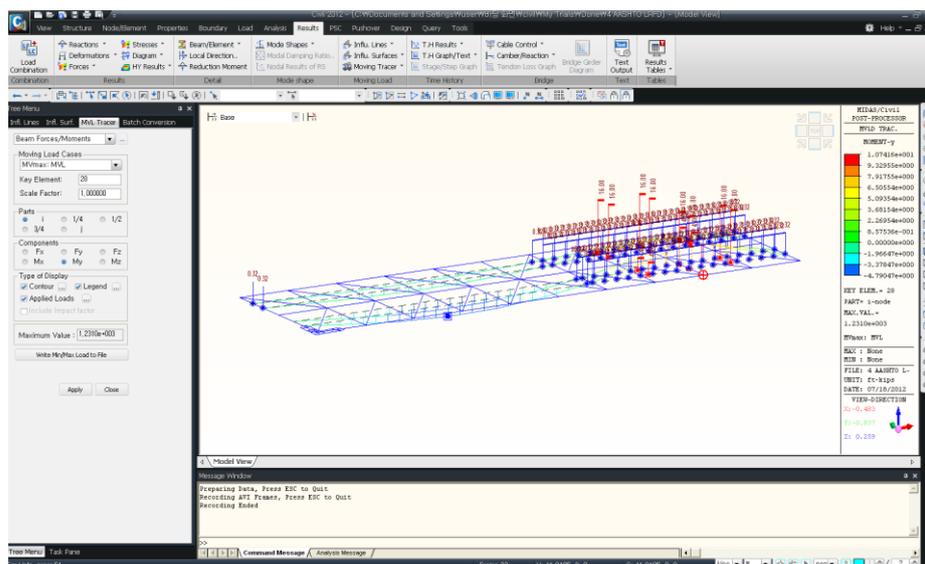
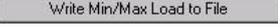
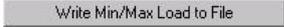
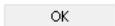
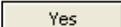


圖34. 利用 *Moving Load Tracer* 確認移動載重的施加位置

利用 *Moving Load Tracer* 查看車輛移動的位置後，可將移動活載重轉換為靜態載重作進一步的結果驗證。

點擊 *Moving Load Tracer Function* 中的  鍵將轉換的靜態力資料儲存於 MCT 檔，再利用執行 *MCT Command Shell* 將此靜態力作用於模型中。

1. 點擊 
2. 在 *Moving Load Converted to Static Load* 對話框按  鍵存檔
3. 由 *File>Exit* 離開關閉 *MIDAS/Test Editor* 文字編輯工具
4. 主選單 *Tools>MCT Command Shell* 的  *Open>File Name* 開啟剛所儲存的 'MVmaxMVLMY28.mct' 檔案
5. 按 *MCT Command Shell* 對話視窗的 
6. 當出現詢問 "Analysis/design results will be deleted; Continue?" 訊息視窗時，按  鍵
7. 按 *MCT Command Shell* 對話視窗的 
8. 主選單 *Load>Static Loads>Static Load Cases*
9. 確認已加入由 *Name* 為 'MVmaxMVLMY28' 的靜態載重狀況
10. 點擊 *Static Load Cases* 對話框的  鍵
11. 點擊  *Analysis*

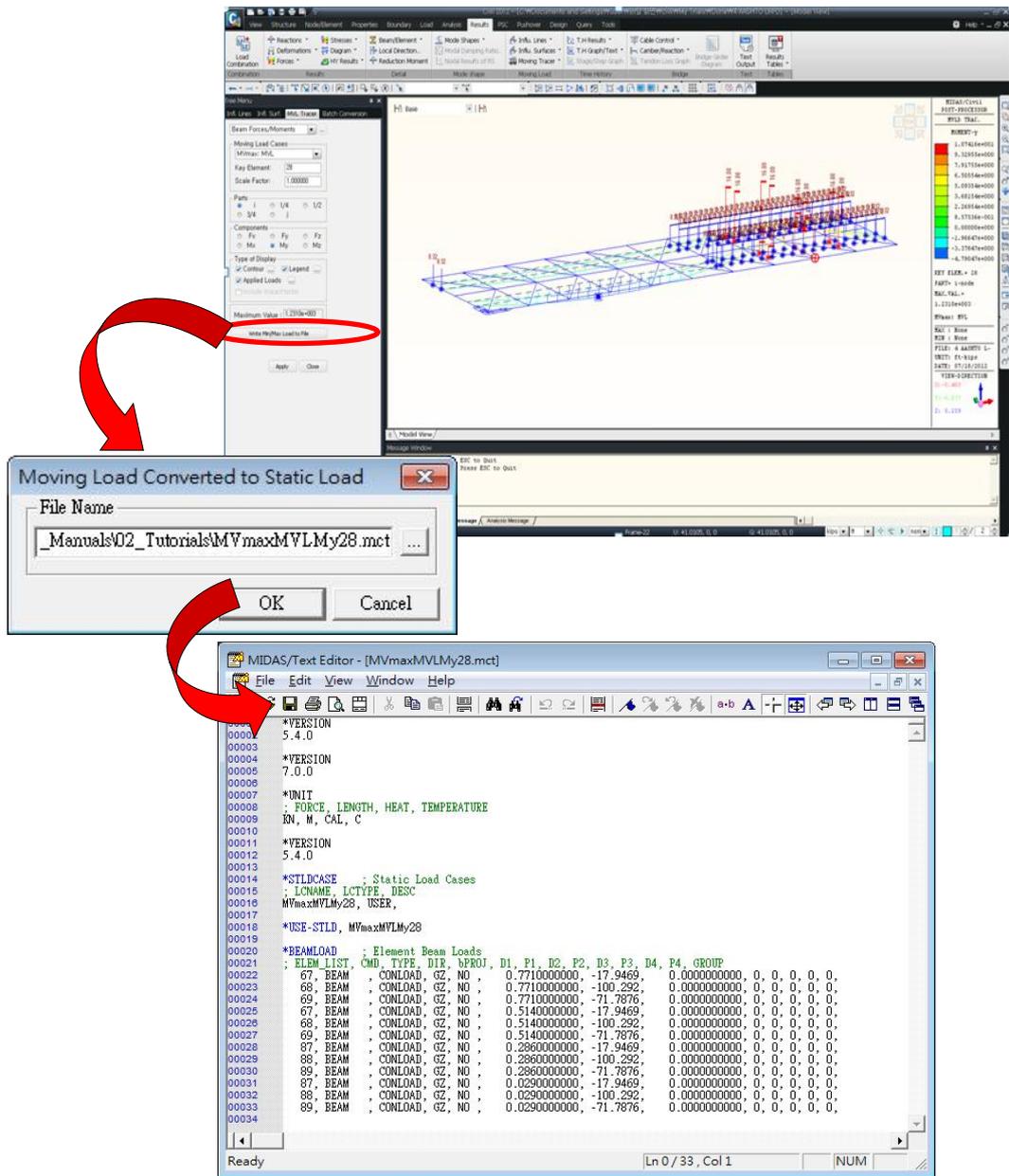


圖35. 自動轉換動態力為靜態力

例題 4 END