One Stop Solution
for Bridge and Civil Structures

midas Civil

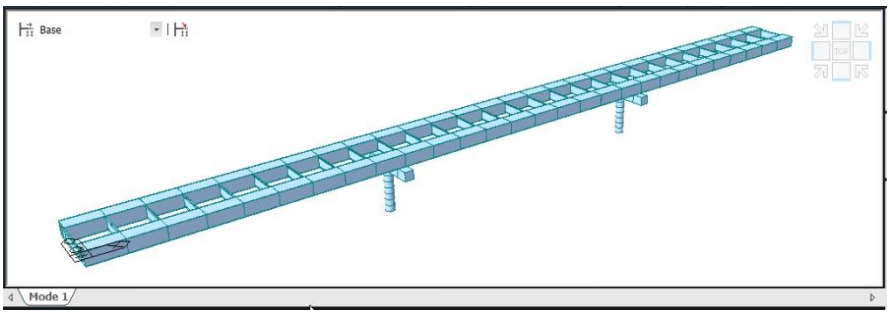
鋼箱型橋梁非線性動力歷時分析
(LRB隔震單元)

台灣邁達斯技術部製作　www.midasuser.com.tw

目　　錄

概要

本例題介紹使用 midas Civil 的非線性動力歷時分析功能來進行含有LRB隔震單元的建模分析方法。



例題使用的是簡化的鋼箱型橋梁模型，橋梁結構係由主梁、橫梁和橋墩構成。橋臺部分由於勁度很大，不另外建立模型而僅輸入邊界條件來模擬；基礎部分假設完全固定，也只依邊界條件來定義。

以下是鋼橋梁的一些基本資料。

跨　　徑	**45 m + 50 m + 45 m = 140 m**
橋　　寬	**11.4 m**
主梁形式	**鋼構箱型梁**
鋼　　材	**CNS(S) SM490（主梁）**
混 凝 土	**CNS(RC) C280（橋墩）**

[單位：mm]

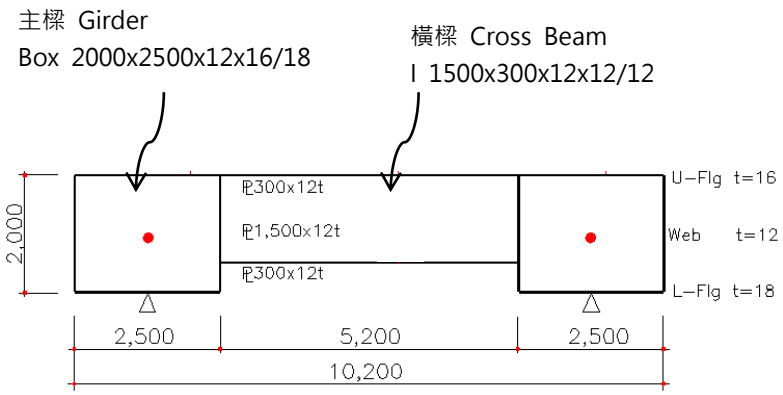


圖1. 橋梁剖面圖

設定操作環境及定義材料和斷面

開啟新檔 (***New Project***) ，以‘Response.mcb’為檔名儲存(***Save***)。

File ***New Project…***
File / ***Save*** **(Response)**

將單位系統設定為 Tonf, m。

Tools / ***Unit System…***
Length > **m** ; Force (Mass) > **Tonf** ↵

定義材料

分別輸入主梁和橋墩的材料資料。

主選單 ***Properties>Material Properties*** Add
Material ID (**1**) ; Type of Design > **Steel**
Standard > **CNS06(S)** ; DB > **SM490** Apply
Material ID (**2**) ; Type of Design > **Concrete**
Standard > **CNS560(RC)** ; DB > **C280** OK

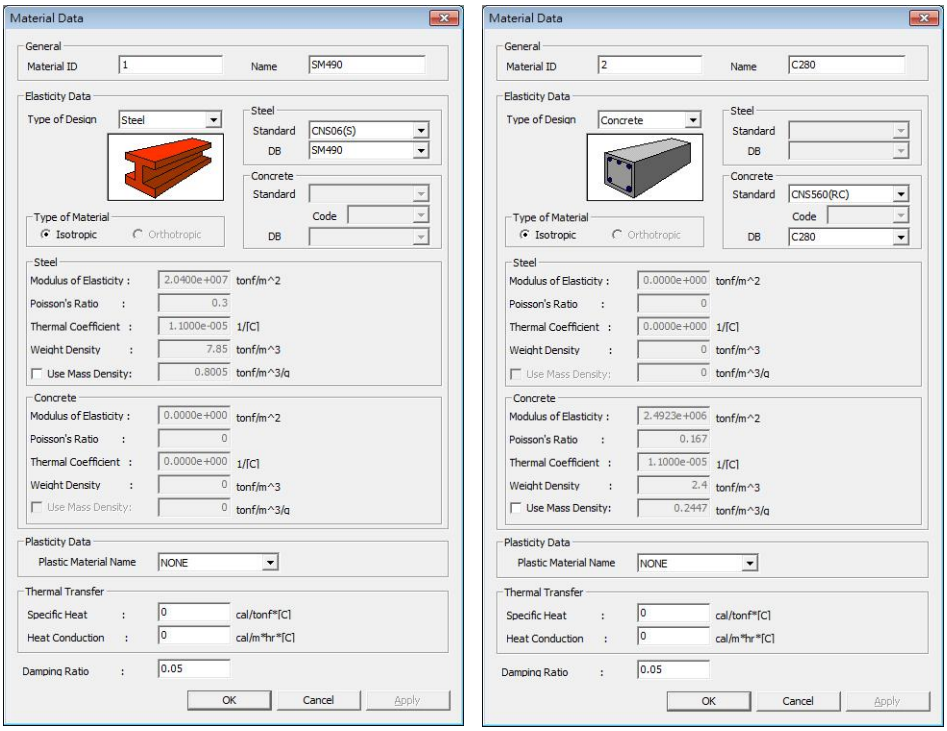


圖2. 定義材料

定義斷面

使用 ***User*** 自行輸入主梁、橫梁以及橋墩的斷面資料。

主　　梁：　箱型梁 2000×2500×12×16/18
橫　　梁：　I 型鋼 1500×300×12×12/12
柱　　帽：　長方形斷面 1500×1500
橋　　墩：　圓形斷面　1500

主選單 ***Properties***> ***Section Properties*** Add

DB/User 表單

Section ID (**1**) ; Name (**Girder**) ; 斷面形狀 > **Box** ; **User** (開)
輸入 : H (**2**) ; B (**2.5**) ; tw (**0.012**)
tf1 (**0.016**) ; C (**2.3**) ; tf2 (**0.018**) Apply

Section ID(**2**) ;Name (**Cross**) ; 斷面形狀 > **I-Section** ; **User** (開)
輸入 : H (**1.5**) ; B (**0.3**) ; tw (**0.012**) ; tf1 (**0.012**) Apply

輸入斷面尺寸時，若只輸入tf1，不輸入tf2，則 tf2 與 tf1相同。

Section ID (**3**) ; Name (**Coping**) ; 斷面形狀 > **Solid Rectangle** ; **User** (開) , 輸入: H (**1.5**) ; B (**1.5**) Apply

Section ID (**4**) ; Name (**Column**) ; 斷面形狀 > **Solid Round** ; **User** (開) , 輸入: D (**1.5**) OK

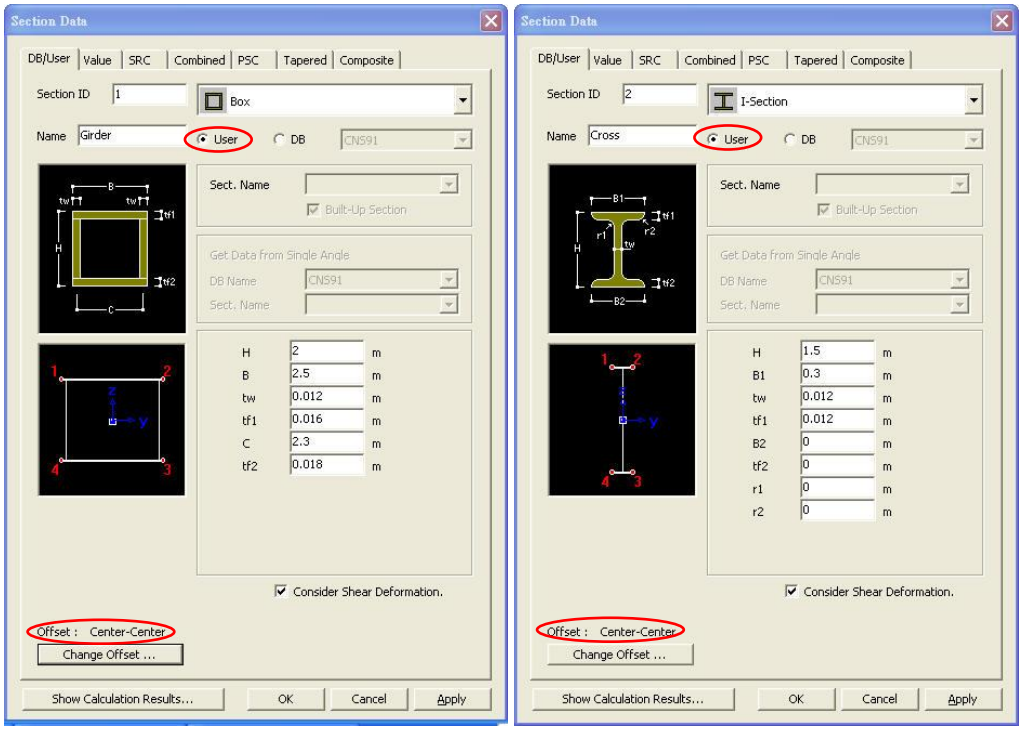


圖3. 定義斷面

建立結構模型

主梁及橫梁模型

使用 ***Create Nodes*** 建立節點後，透過 ***Extrude Element*** 功能將節點依 **28@5m** 擴展成梁單元來建立主梁。

Top ； ***Auto fitting*** (*開*)

主選單 ***Node/Element>Nodes>*** ***Create Nodes…***

Coordinates (**0, 0, 0**)

Copy > Number of Times (**1**)

Distances (dx, dy, dz) > (**0, 7.7, 0**) Apply

主選單 ***Node/Element>Elements>*** ***Extrude…***

Select All

Extrude Type > **Node→Line Element**

Element Attributes > Element Type > **Beam**

Material > **1: SM490** ； Section > **1: Girder**

Generation Type > **Translate**

Translation > **Equal Distance**

dx, dy, dz (**5, 0, 0**) ； Number of Times (**28**) Apply

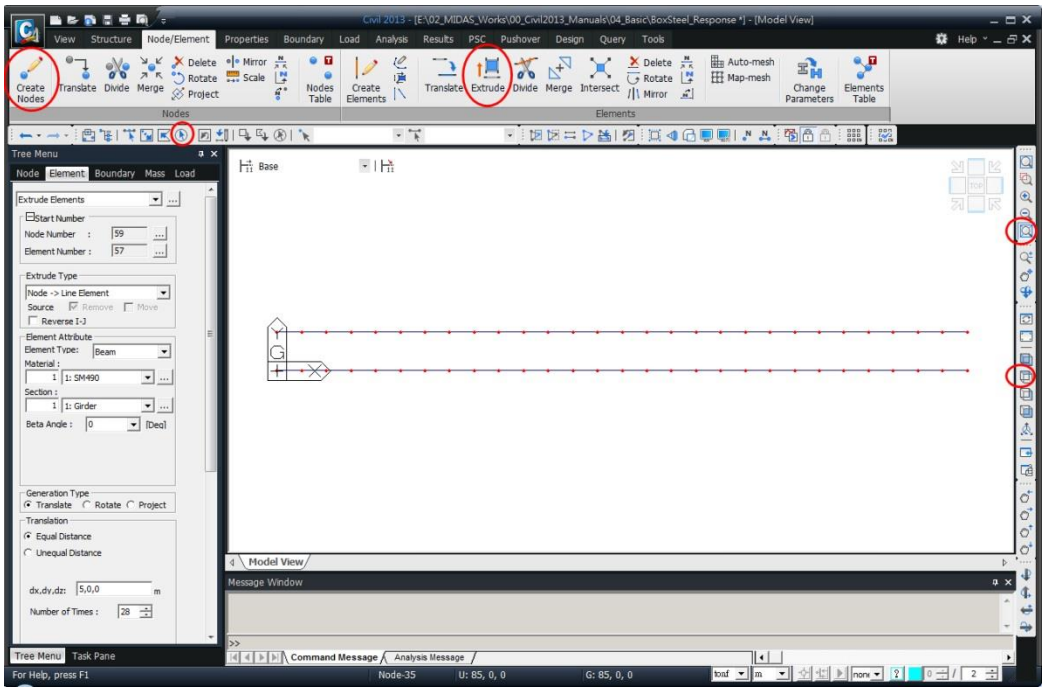


圖4. 輸入主梁

輸入橫梁

在主梁起點處使用 ***Create Elements*** 功能連接兩個節點建立一個橫梁後，可透過將該梁依橋梁縱向複製來建立其餘的橫梁。

Node Number (開)

主選單 ***Node/Element>Elements>*** ***Create Elements…***

Element Type > **General beam/Tapered beam**

Material > **1:SM490** ; Section > **2:Cross** ;

Beta Angle **(0)**

Nodal Connectivity **(1, 2)** Apply

主選單 ***Node/Element>Elements>*** ***Translate…***

Select Recent Entities 選取前次建立的物件單元

Mode > **Copy** ; Translation > **Equal distance**

dx, dy, dz **(5, 0, 0)** ; Number of Times **(28)** Apply

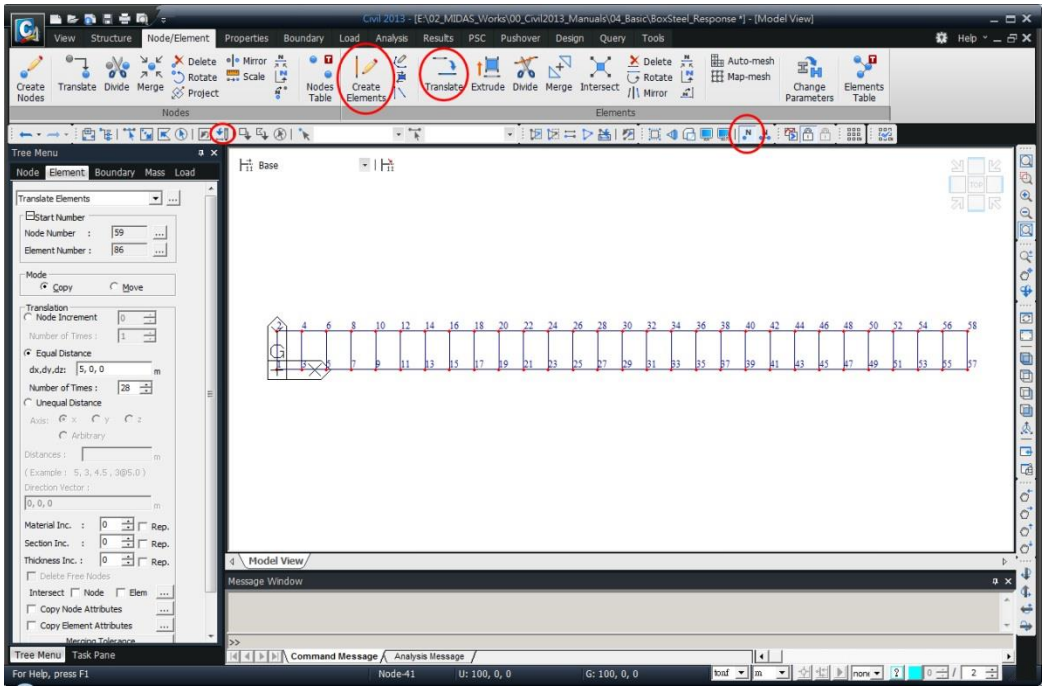


圖5. 輸入橫梁

輸入橋墩

如圖6所示，在橋墩的位置建立模型後，透過剛性連接(Rigid Link)來模擬實際結構。橋墩的剖面如圖7所示。

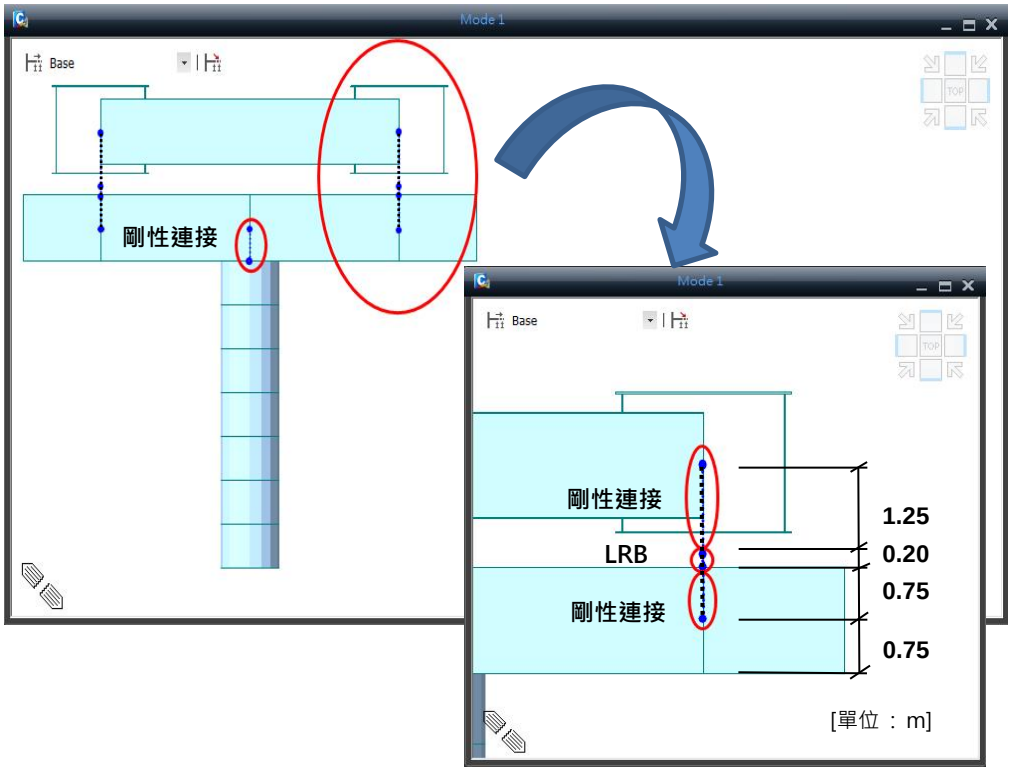


圖6. 橋墩和上部結構連接示意圖

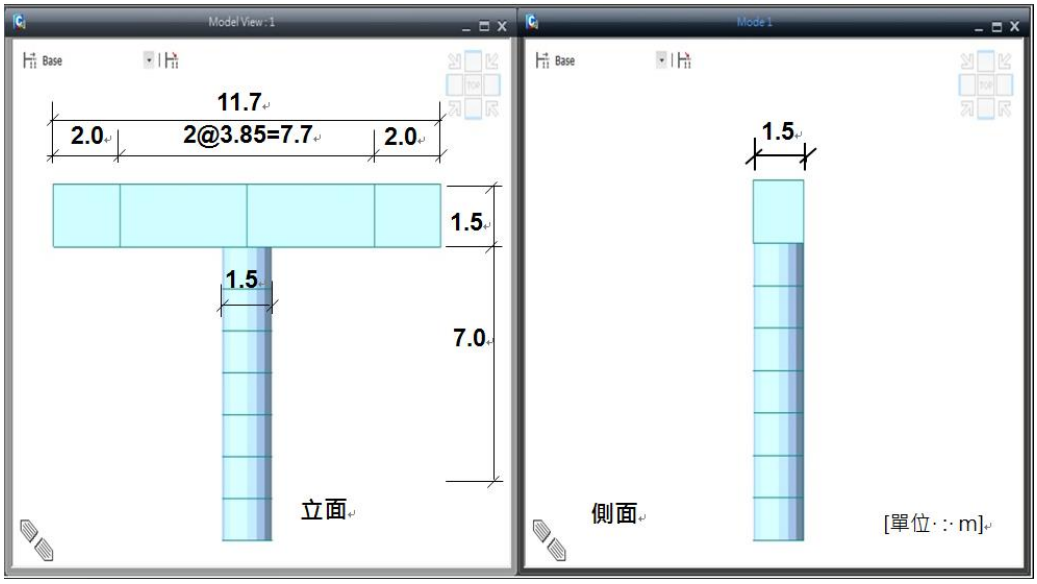


圖7. 橋墩模型

剛性連接

選擇主梁支承處的節點，將其往 z 軸方向複製，產生要進行剛性連接的節點。(參考圖6)

Element Number (開) ; ***Node Number*** (關)

Select by Window (單元 : 選擇如圖8的單元19~38)

Activate

Element Number (關)

Iso View ; ***Node Number*** (開)

主選單 ***Node/Element>Nodes>*** ***Translate…***

Select Single (節點 : 19, 20, 39, 40)

Mode > **Copy** ; Translation > **Unequal distance**

Axis > **z** ; Distance **(-1.25, -0.2, -0.75)** Apply

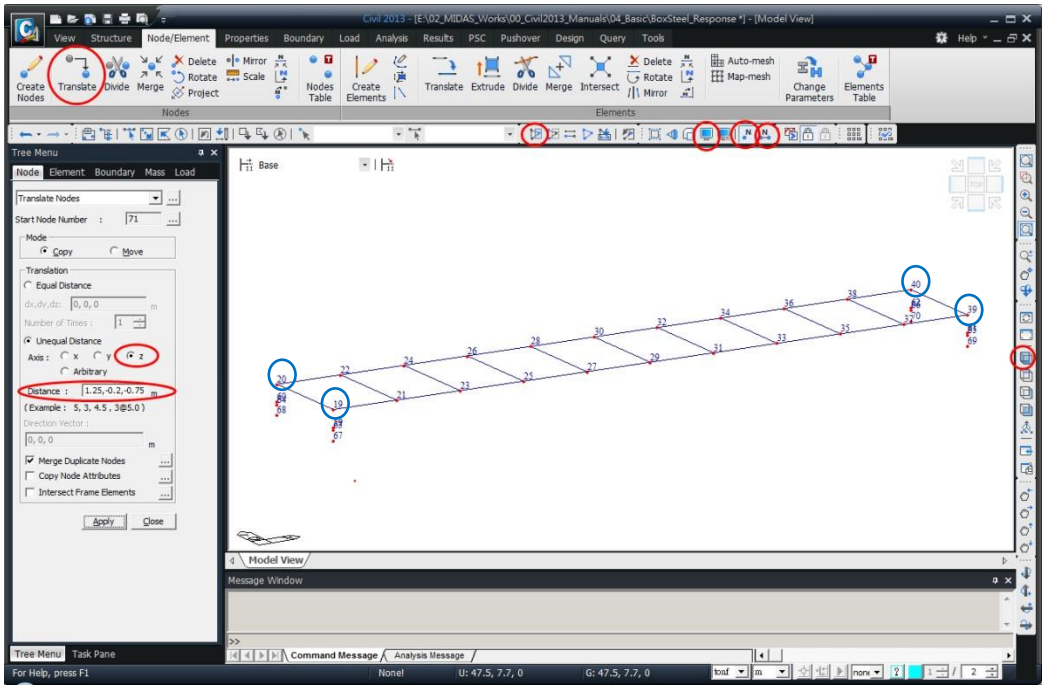


圖8. 複製節點

在要建立橋墩和橫梁的位置產生節點。

主選單 ***Node/Element>Nodes***> ***Divide …*** 建立橋墩柱的位置節點

Divide > **Equal Distance** (開) ; Number of Divisions **(2)**

Nodes to Divide **(67, 68)** ; **(69, 70)**

→ 自動建立節點 71, 72

主選單 ***Node/Element>Nodes***> ***Translate…***產生柱帽節點

Select Single (節點 : 71, 72)

Mode > **Copy** ; Translation > **Unequal distance**

Axis > **y** ; Distance **(11.7/2, -11.7)** Apply

→ 建立節點 73, 74, 75, 76

Select Previous

Axis > **z** ; Distance **(-0.75, 7@-1)** Apply

→ 建立墩柱節點 77~92

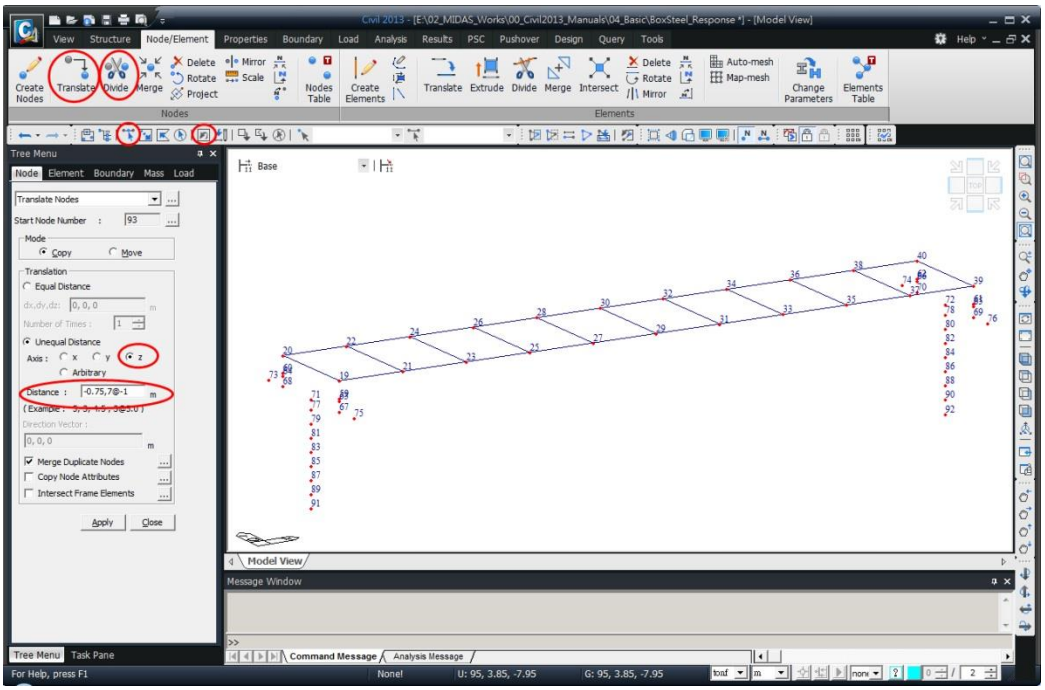


圖9. 輸入橋墩的節點

建立橋墩和橫梁

使用 ***Create Elements*** 功能建立橋墩和橫梁。(參考圖7)

主選單 ***Node/Element>Elements>*** ***Create Elements…***

Element Type > **General beam/Tapered beam**

Material > **2:C280** ; Section > **3:Coping**

Beta Angle **(0)** ; Intersect > **Node** (開) (圖10的①)

Nodal Connectivity **(73, 75)** 建立第一個橫梁

Nodal Connectivity **(74, 76)** 建立第二個橫梁

Material > **2:C280** ; Section > **4:Column**

Beta Angle **(0)** ; Intersect > **Node** (開)

Nodal Connectivity **(77, 91)** 建立第一個墩柱

Nodal Connectivity **(78, 92)** 建立第一個墩柱

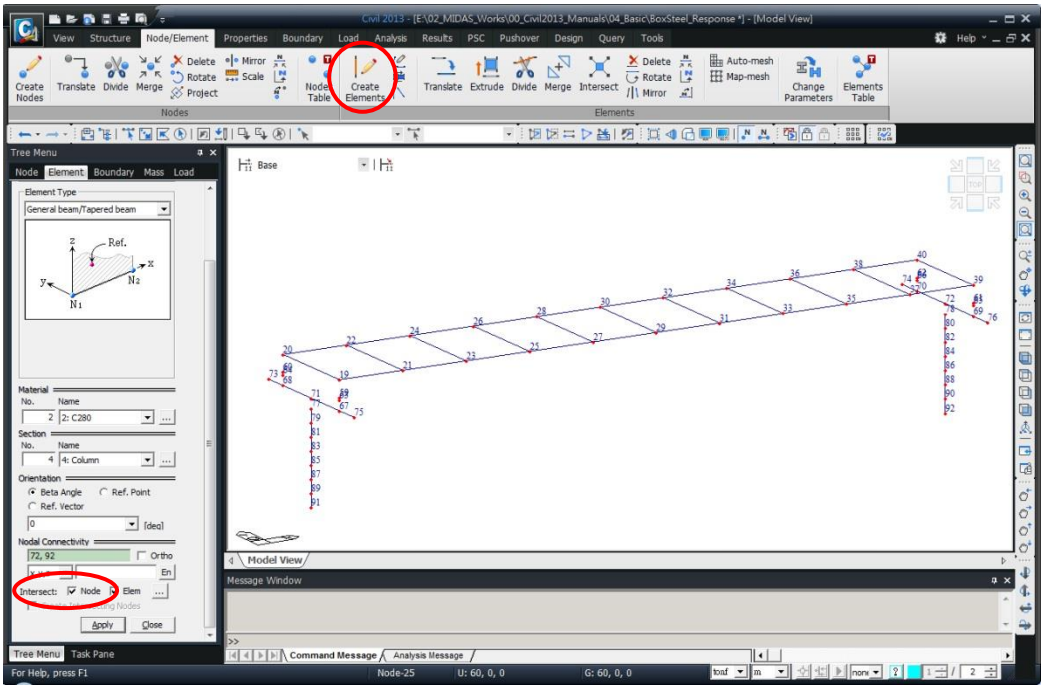


圖10. 建立橫梁和橋墩

輸入邊界條件

剛性連接

將在實際位置建立的主梁和支承、支承和橋墩分別使用 **剛性連接** 連接起來。（參考圖6）

Fit, ***Zoom Window*** (放大第一個橋墩的橫梁部分)

主選單 ***Boundary> Rigid Link…***

Select Single (節點 : 60)
Master Node Number **(20)**
Typical Types > **Rigid Body**
Copy Rigid Link (開) ; Axis > **x** ; Distance **(50)** Apply

已輸入的剛性連接可進行複製。

Select Single (節點 : 59)
Master Node Number (**19**) Apply

Select Single (節點: 68)
Master Node Number (**64**) Apply

Select Single (節點: 67)
Master Node Number (**63**) Apply

Select Single (節點: 77)
Master Node Number (**71**) Apply

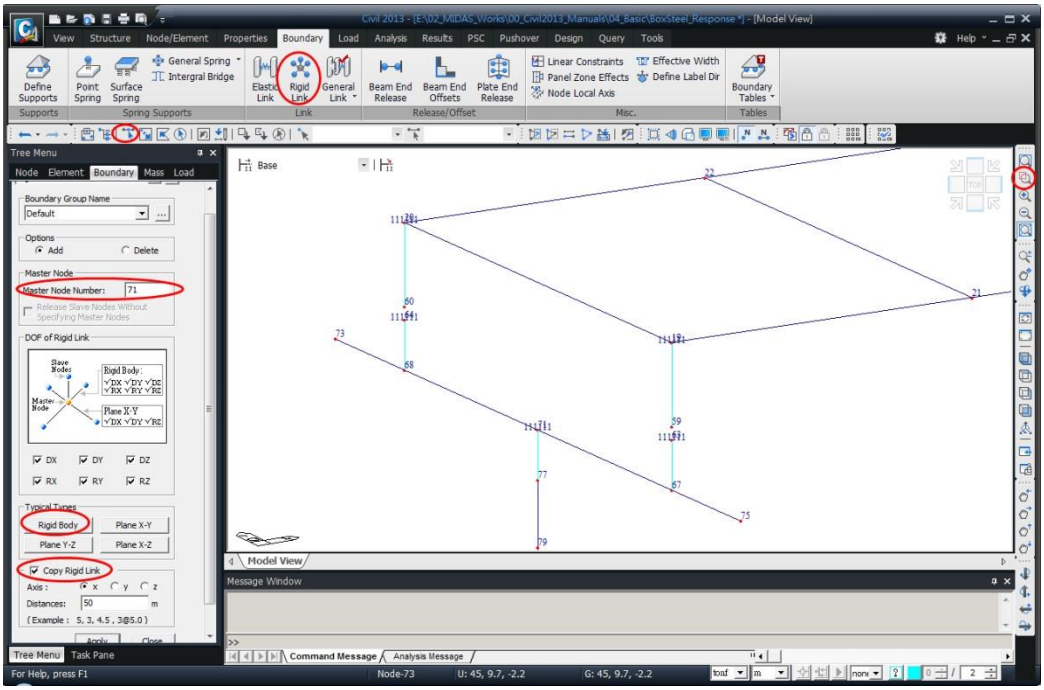


圖11. 主梁和支承及橋墩間的剛性連接

輸入橫梁的梁端剛域

由於建模時所有的構件單元是以中心軸為基準相互連接的，故會有如圖13所示的主梁和橫梁間由於主梁的梁寬導致的重複部分出現。對此可使用 ***Beam End Offset*** 功能透過輸入剛域長度使程式在計算勁度時將該部分的影響排除。

輸入梁端剛域長度的方法有**整體座標系**(Global)和**單元座標系**(Element)兩種類型。若選擇**整體座標系**類型，則對於所輸入的剛域長度不考慮載重，只針對扣除剛域後的單元長度計算勁度和自重。

若選擇**單元座標系**的話，只在計算勁度時排除輸入的剛域長度，而在計算自重和施加載重時則將該部分包含在內。（參考 On-Line Help）

在此使用**單元座標系**來輸入剛域長度。此時由於需在梁單元的 i、j 端輸入軸向的剛域長度，故需事先確認梁單元的單元座標系方向。

Activate All ***Left View*** ; ***Hidden*** (開)

主選單 ***Boundary>Beam End Offsets…***

Select by Window (單元 : 橫梁)

Options > **Add/Replace ;** Beam Offset > Type > **Element**

RGDi **(1.15)** ; RGDj **(1.15)**

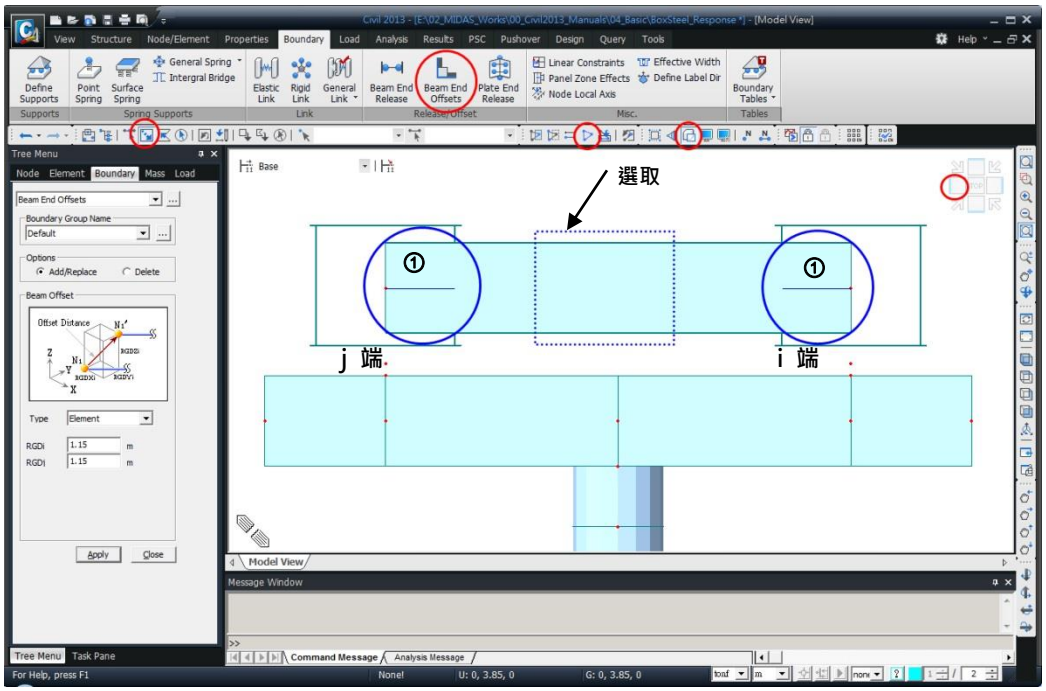


圖12. 輸入橫梁的剛域長度

輸入橋臺的支承節點

主梁與橋臺連接的支承部分將於後續使用非線性連接(Nonlinear Link)來模擬。使用 ***Zoom Window*** 放大左右兩側橋臺的連接部分，建立節點。

Zoom Window (放大左右兩側橋臺的橫梁部分)

主選單 ***Node/Element*** > ***Nodes*** > ***Translate…***

Select Single (節點 : 1, 2, 57, 58)

Mode > **Copy** ; Translation > **Unequal distance**

Axis > **z** ; Distance **(-1.25, -0.2)** Apply

輸入橋臺與柱底的邊界條件

橋臺與柱底假設其完全固定，故束制各方向的自由度。

Hidden (關) ; ***Iso View***

主選單 ***Boundary>Supports> Define Supports…***

Select Single (節點 : 91, 92, 95, 96, 99, 100)

Options > **Add** ; Support Type > **D-All** (開), **R-All** (開) Apply

Node Number (關)

使用***Query>Query Nodes*** 功能(圖13的①)可在資訊視窗查詢相應節點的各種輸入情況，並可非常容易地查看兩個節點間的距離。

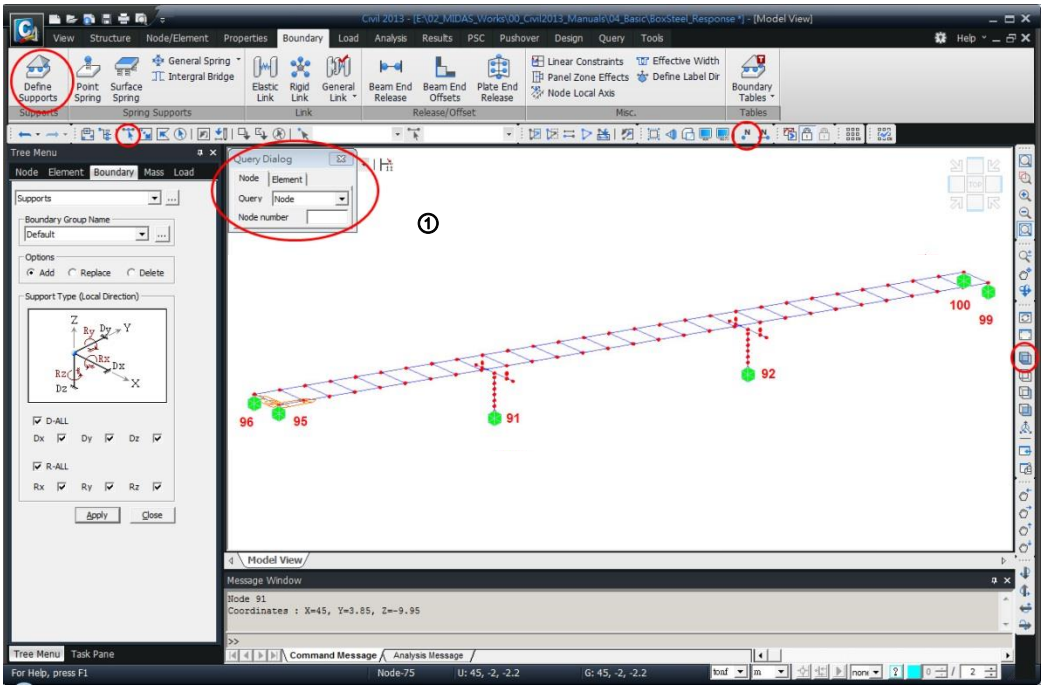


圖13. 輸入邊界條件

定義非線性連接單元

Nonlinear Link (LRB) 非線性連接特性值

Abutment 橋台 (LRB-A)

	Vertical (垂直向)	Longitudinal (縱向)	Transverse (橫向)
Direction	Dz	Dx	Dy
Nonlinear	No	Yes	Yes
Linear Properties			
Effective Stiffness	479100(design)	336.1(iteration)	336.1(iteration)
Effective Damping	0	0	0
Nonlinear Properties			
Stiffness	-	1099	1099
Yield Strength	-	15.69	15.69
Post yield Stiffness ratio	-	0.08917	0.08917

Pier 墩柱(LRB-P)

	Vertical (垂直向)	Longitudinal (縱向)	Transverse (橫向)
Direction	Dz	Dx	Dy
Nonlinear	No	Yes	Yes
Linear Properties			
Effective Stiffness	1289000(design)	702.2(iteration)	702.2(iteration)
Effective Damping	0	0	0
Nonlinear Properties			
Stiffness	-	2204	2204
Yield Strength	-	33.63	33.63
Post yield Stiffness ratio	-	0.0862	0.0862

輸入非線性連接 (LRB) 特性值

輸入鉛心橡膠隔震支承元件 (Lead Rubber Bearing isolators) 的特性值：

Boundary > General Link > ***General Link Properties***

Define General Link Properties > Add

Name **(LRB-A)** ; Application type > **Force**;

Property Type > **Lead Rubber Bearing Isolator**

Self Weight > Total Weight : **(0)**

Linear Properties

DOF > **Dx, Dy, Dz** (on) ; Effective Stiffness **(479100)**, **(336.1)**, **(336.1)**

Nonlinear Properties

DOF > **Dy** (on) ; Properties...

Stiffness (k) : **(1099)**

Yield Strength : **(15.69)**

Post Yield Stiffness Ratio(r) : **(0.08917)**

Hysteretic Loop Parameter (α) : **(0.5)**

Hysteretic Loop Parameter (β) : **(0.5)** ↵

DOF > **Dz** (on) ; Properties... **(同 Dy 步驟輸入數值)**

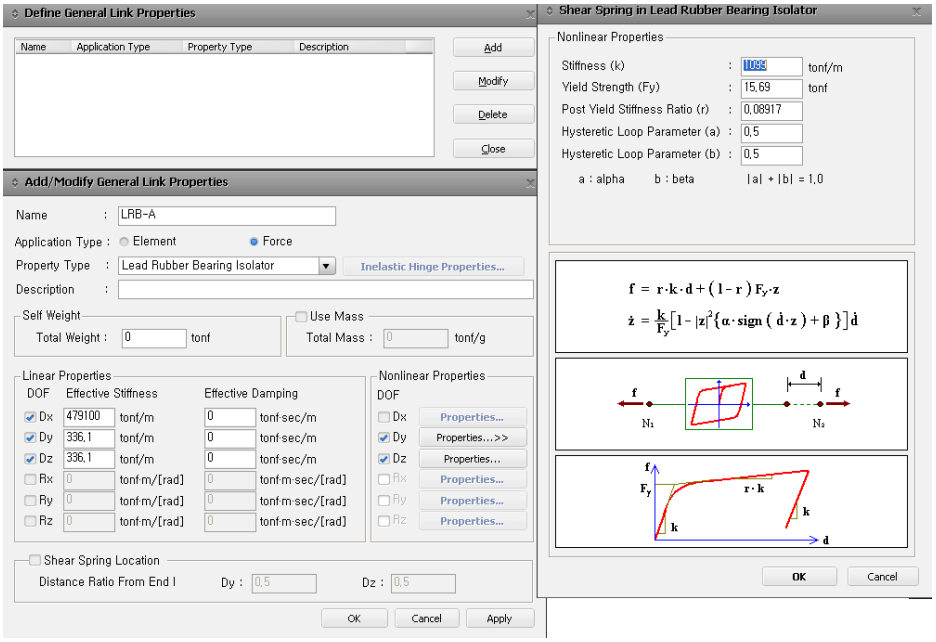


圖14. 輸入橋台的LRB-A 特性值

輸入墩柱的LRB元件特性值：

Boundary > General Link > ***General Link Properties***

Define General Link Properties > Add

Name **(LRB-P)** ; Application type > **Force**;

Property Type > **Lead Rubber Bearing Isolator**

Self Weight > Total Weight : **(0)**

Linear Properties

DOF > **Dx, Dy, Dz** (on) ; Effective Stiffness **(1289000), (702.2), (702.2)**

Nonlinear Properties

DOF > **Dy** (on) ; Properties...

Stiffness (k) : **(2204)**

Yield Strength : **(33.63)**

Post Yield Stiffness Ratio(r) : **(0.0862)**

Hysteretic Loop Parameter (α) : **(0.5)**

Hysteretic Loop Parameter (β) : **(0.5)** ↵

DOF > **Dz** (on) ; Properties... **(同 Dy 步驟輸入數值)**

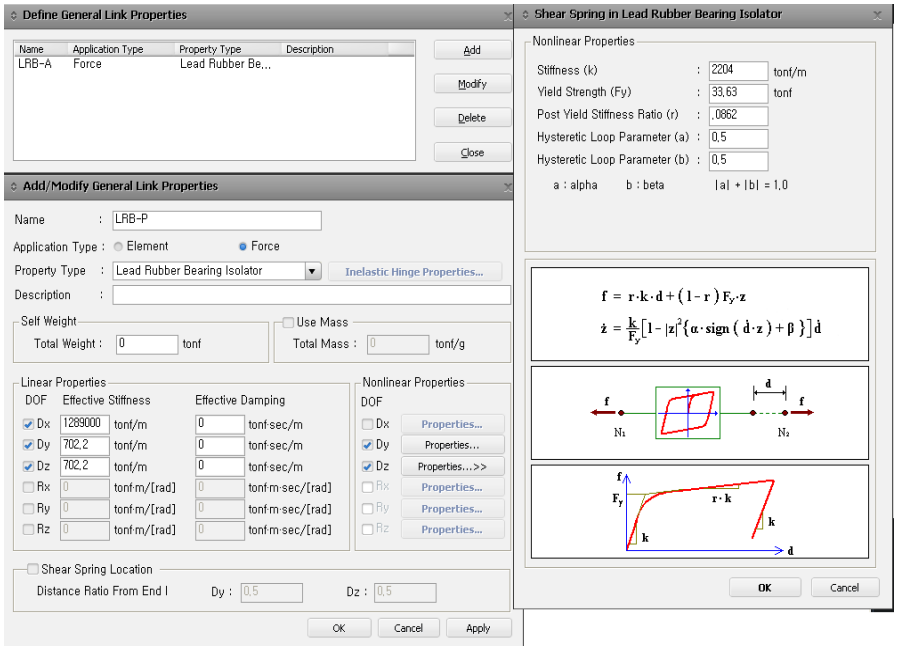


圖15. 輸入墩柱的LRB-P 特性值

建立非線性連接 (LRB)

建立支承處的非線性連接 Nonlinear Link (LRB) 單元。
本例題共有8處要設置LRB元件，以下按順序建立左側橋台、左側墩柱、右側墩柱、右側橋台的非線性連接單元。

建立左側橋台的非線性連接單元：

Boundary / ***General Link***

General Link Property > **LRB-A**

Zoom Window (放大視窗以便建立左側橋台LRB-A的非線性連接)

2 Nodes **(93, 95)**

2 Nodes **(94, 96)**

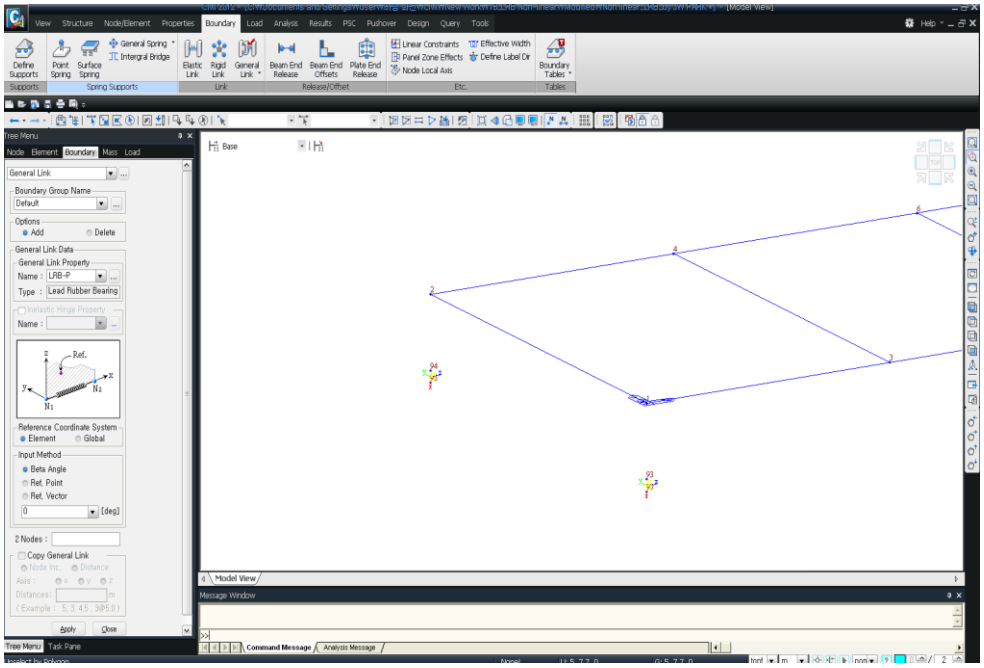


圖16. 建立左側橋台LRB非線性連接

建立左側墩柱的非線性連接單元：

Boundary / ***General Link***

General Link Property>**LRB-P**

Zoom Window (放大視窗以便建立左側墩柱LRB-P的非線性連接)

2 Nodes **(59, 63)**

2 Nodes **(60, 64)**

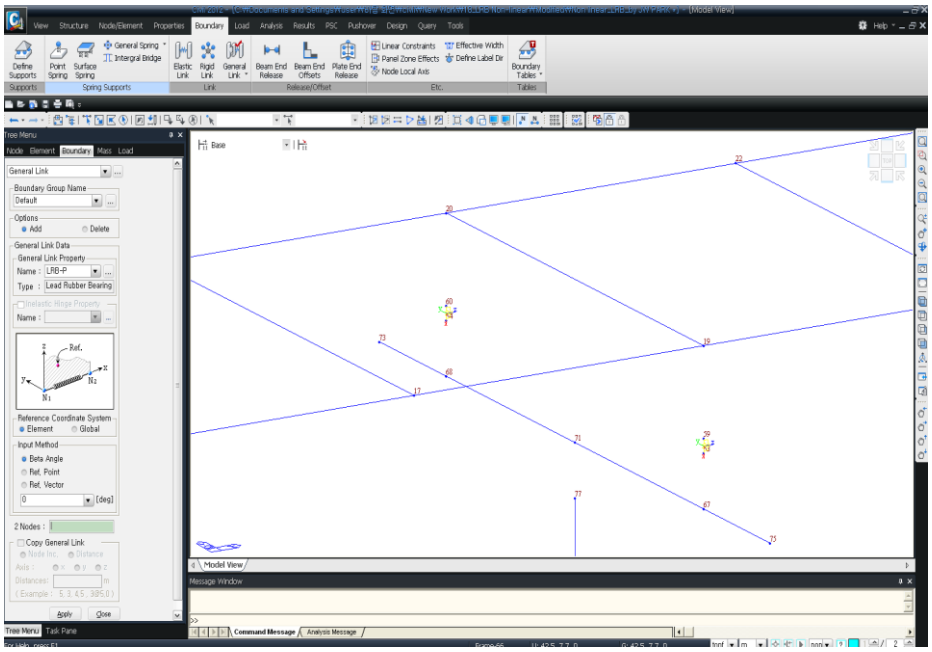


圖17. 建立左側墩柱LRB非線性連接

建立右側墩柱的非線性連接單元：

Boundary / ***General Link***

General Link Property > **LRB-P**

Zoom Window (放大視窗以便建立右側墩柱LRB-P的非線性連接)

2 Nodes **(61, 65)**

2 Nodes **(62, 66)**

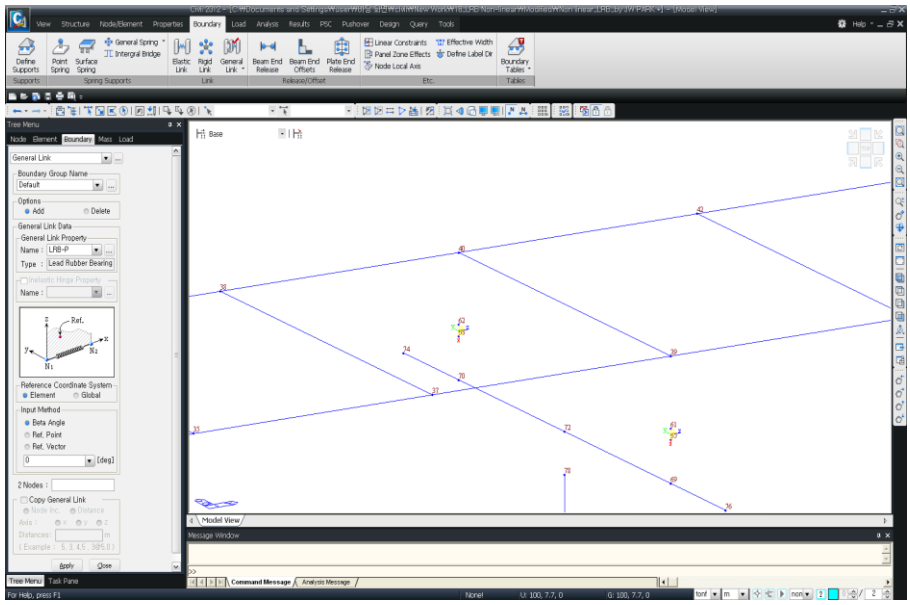


圖18. 建立右側墩柱LRB非線性連接

建立右側橋台的非線性連接單元：

Boundary / ***General Link***

General Link Property > **LRB-A**

Zoom Window (放大視窗以便建立右側橋台LRB-A的非線性連接)

2 Nodes **(97, 99)**

2 Nodes **(98, 100)**

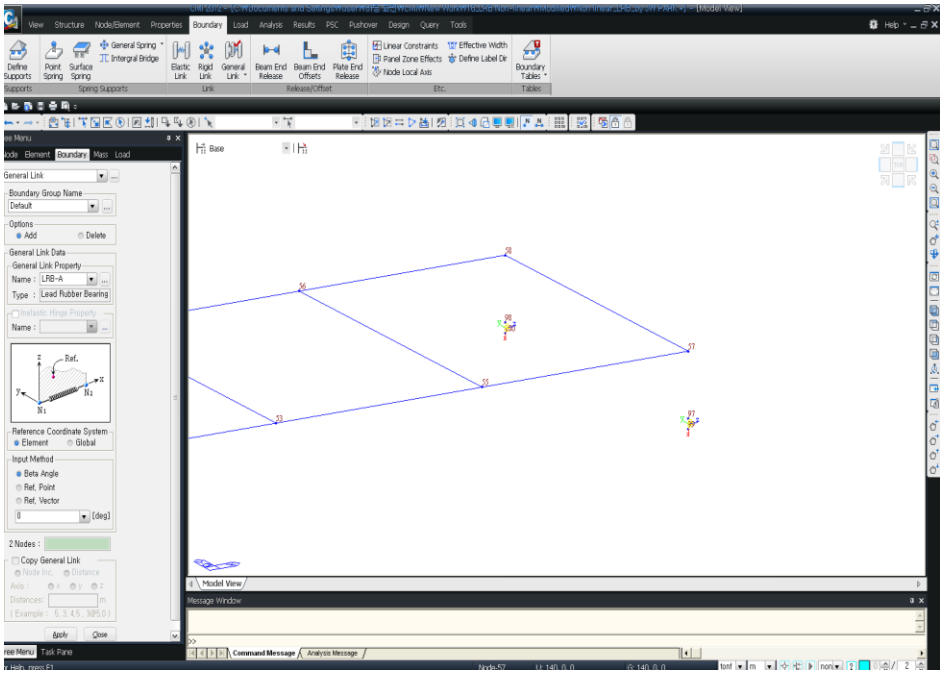


圖19. 建立右側橋台LRB非線性連接

輸入靜載重

首先定義靜載重的載重狀況。

Load / ***Static Load Cases…***

Name **(DL)** ; Type > **Dead Load (D)** Add Close

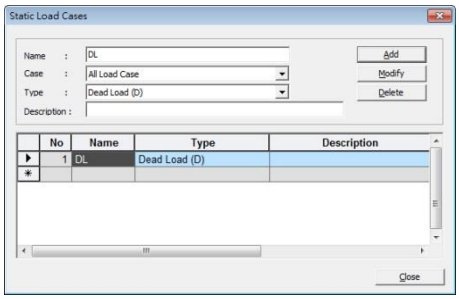


圖20. 輸入靜力載重狀況

假設靜載重為 1 tonf/m大小均佈載重，用***Element Beam Loads***輸入。

Left View

Load>Beam Load>Element …

Select Window (單元:主梁，圖17的①)

Load Case Name > **DL** ; Options > **Add**

Load Type > **Uniform Loads**

Direction > **Global Z** ; Projection > **No**

Value > **Relative** ; x1 **(0)** ; x2 **(1)** ; w **(-1)** Apply

---

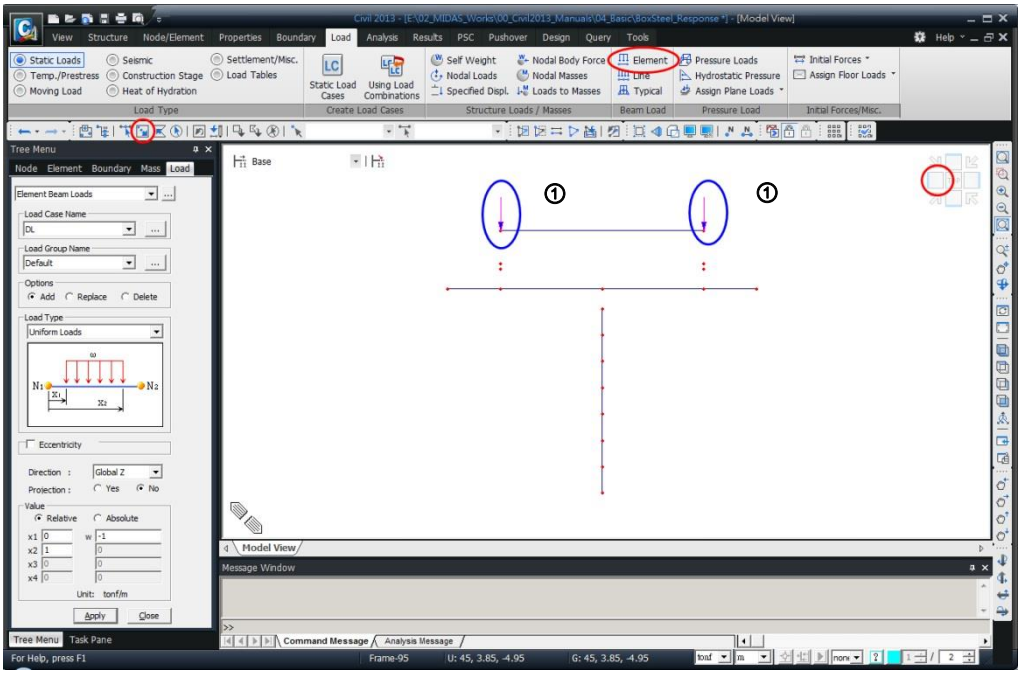


圖17. 輸入主梁靜載重

輸入質量

程式中可定義 Structure Mass、Nodal Mass、Load to Mass 等三種類型的質量數據資訊，各類型質量數據的輸入與應用可參閱on-line線上說明手冊。

當執行模型中具有非線性連接單元（Nonlinear Link）的動力歷時分析時，應將質量分配給非線性連接單元連接的所有節點。本示範例中，將設定指派 “Structure Mass” 及 “Load to Mass” 兩種類型的質量數據。

結構質量 Structure Mass

將模型中結構單元的自重轉換為質量。

Structure / ***Structure Type***
☑ Conversion of Structure Self weight into Masses
> **Convert to X, Y, Z** ↵

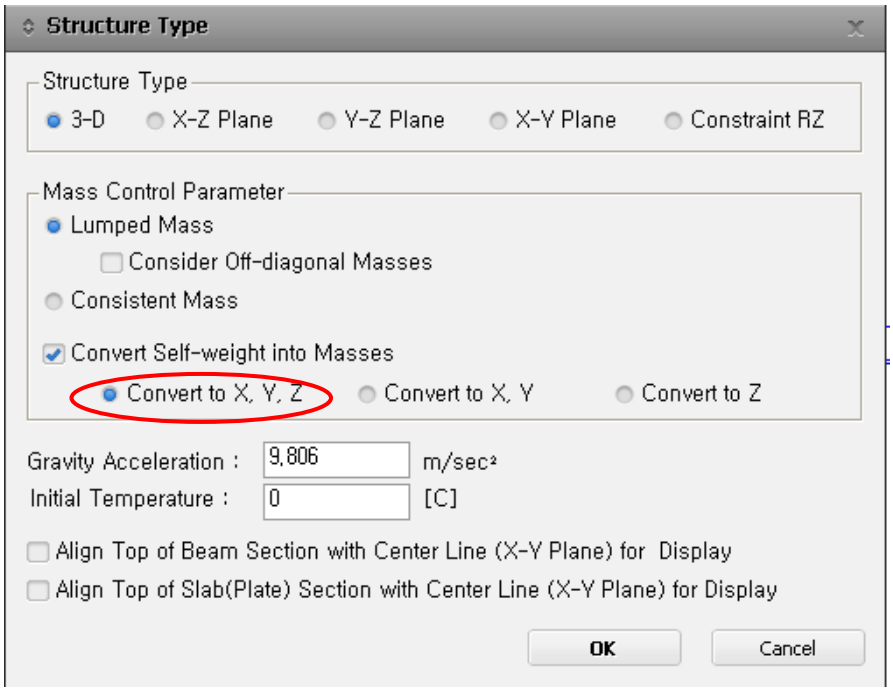


圖18. 將結構自重自動轉換為質量

外力轉換質量 Load to Mass

將先前輸入的外力（梁單元載重）轉換為質量。

Load / Static Loads Load Type / ***Loads to Masses***

Mass Direction > **X, Y, Z**

Load Type for Converting > **Beam Load (Line, Typical)** (on)

Gravity **(9.806)** ; Load Case > **Dead load**

Scale Factor **(1)** ; **Add** ↵

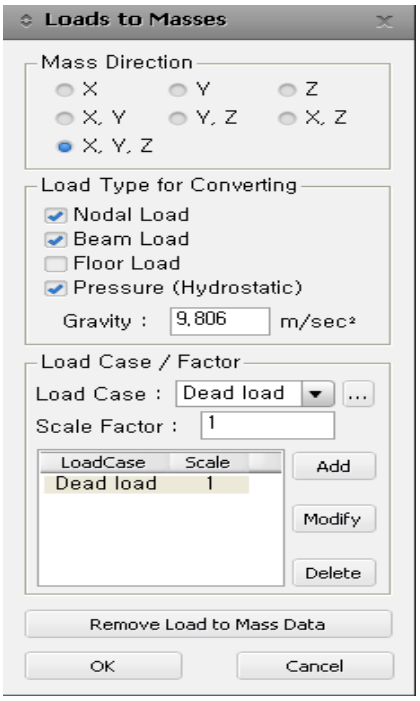


圖19. 將梁單元載重轉換為質量

輸入歷時分析資料

歷時分析函數

本示範例將考慮對靜載重及地震載重的分析。不同於線性分析，疊加原理並不適用於非線性分析結果中。因此若在分析後以線性組合疊加每次加載的獨立結果是不正確的。對於歷時分析，我們需要考慮兩種載重同時作用下的受力結果。

為了反應歷時分析中的靜載重，我們將採用 ***Time Varying Static Load*** **時變靜荷載**功能。該功能基本上創建了在執行地震荷載的歷時分析時，靜載重到位作用的條件。我們將建立兩種歷時分析函數，其中‘Ramp’函數指派給靜載重，而El Centro函數數據用於地震荷載。

首先定義一個斜坡時間函數來表示靜載重作用。

Load / Seismic Load Type / Time History Analysis Data / ***Time History Functions***

Add Time Function

Function Name **(Ramp)**

Enter the data as shown in 圖 10.

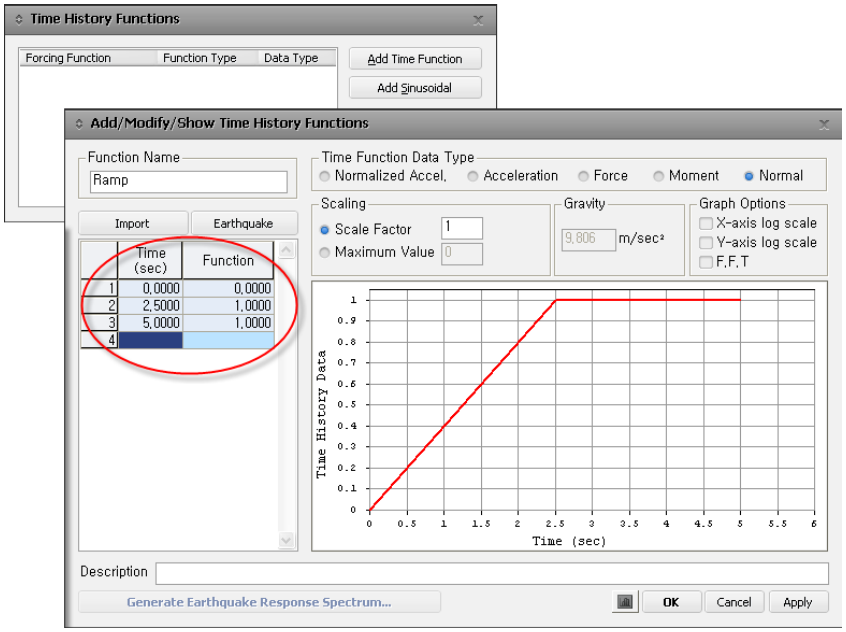


圖20. 定義靜載重作用的斜坡時間函數

地震荷載資料採用 El Centro 歷時函數數據。

Load / Seismic Load Type / Time History Analysis Data / ***Time History Functions***

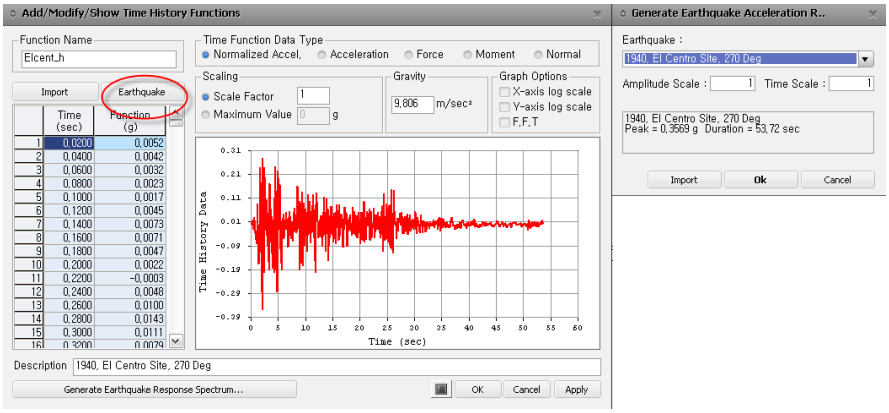
Add Time Function

Earthquake

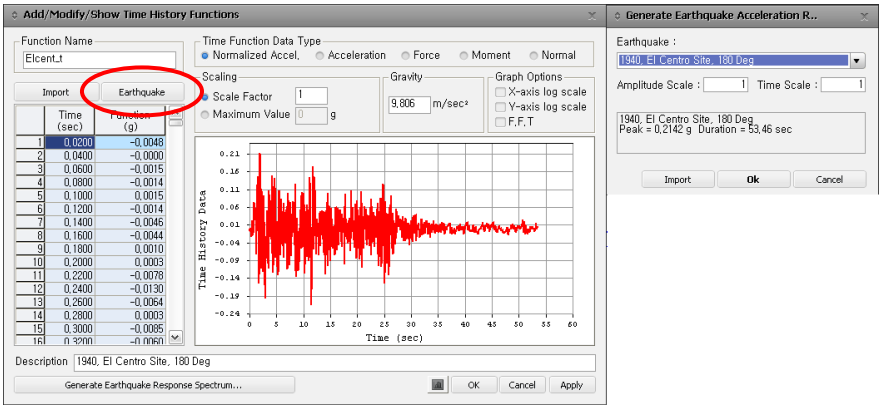
Earthquake>**1940 EL Centro Site, 270 Deg > OK > Apply**

Earthquake

Earthquake>**1940 EL Centro Site, 180 Deg > OK > OK**



(a) El Centro Site 270Deg (Peak: 0.3569g)



(b) El Centro Site 180Deg (Peak: 0.2142g)

圖21. El Centro 地震函數的輸入

輸入特徵值分析資料

一般而言，進行歷時分析的方法有模態疊加法（Modal Superposition Method）與直接積分法（Direct Integration Method）兩種。本示範例中，我們將採用模態疊加法進行分析，故在設定歷時分析載重前需先定義特徵值分析控制項。

對於特徵值分析，MIDAS/Civil 提供了Eigen Vectors與Ritz Vectors Method兩種解析方法。通常分析模型中使用非線性連接（Nonlinear Link）時，執行非線性模態歷時分析比較建議使用Ritz Vectors方法。在此情況下，為了將非線性連接的變形包含於初始荷載向量的計算，非線性連接的力向量必須包含在初始載重向量中。
本例我們將採用Ritz Vectors方法分析並勾選 “Include GL-link Force Vector” 項目。

Load / Seismic / Time History Analysis Data / ***Load Cases***
Eigenvalue Analysis Control...
(或 Analysis > ***Eigenvalue Analysis Control***)
Ritz Vectors
Starting Load Vectors
Load Case > **Dead load** ; Number of Generations > **1** Add
Load Case > **Ground Acc X** ; Number of Generations > **8** Add
Load Case > **Ground Acc Y** ; Number of Generations > **8** Add ↵

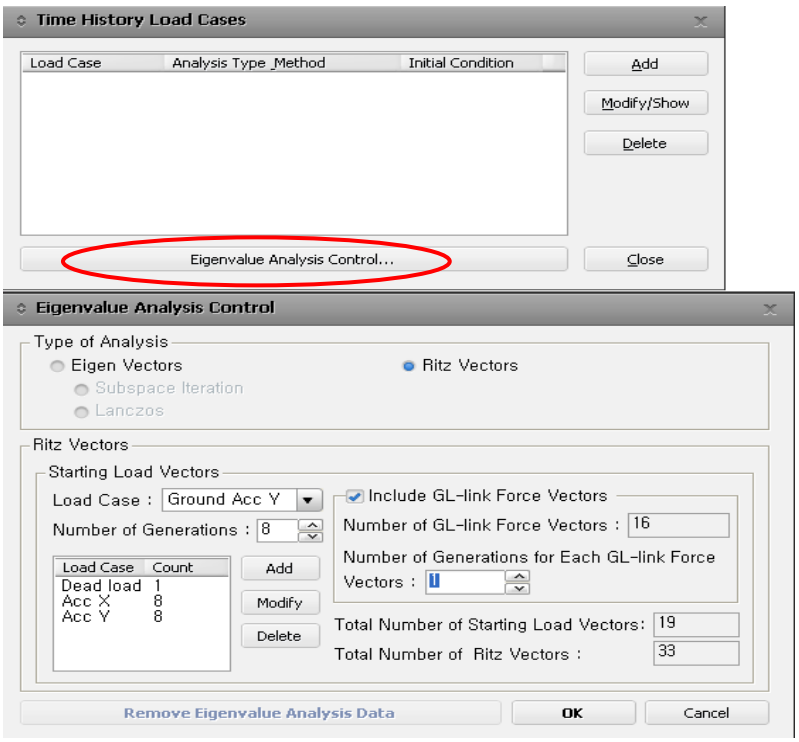


圖22. Eigenvalue Analysis Control 輸入資訊

設定歷時分析載重狀況

輸入靜荷載與地震荷載的歷時分析載重狀況。

定義“Dead Load”歷時分析載重。

Load / Seismic / Time History Analysis Data /  ***Load Cases***

ADD

Load Case Name **(Dead Load)**

End Time **(5)** ; Time Increment **(0.002)**

Step Number Increment for Output **(5)**

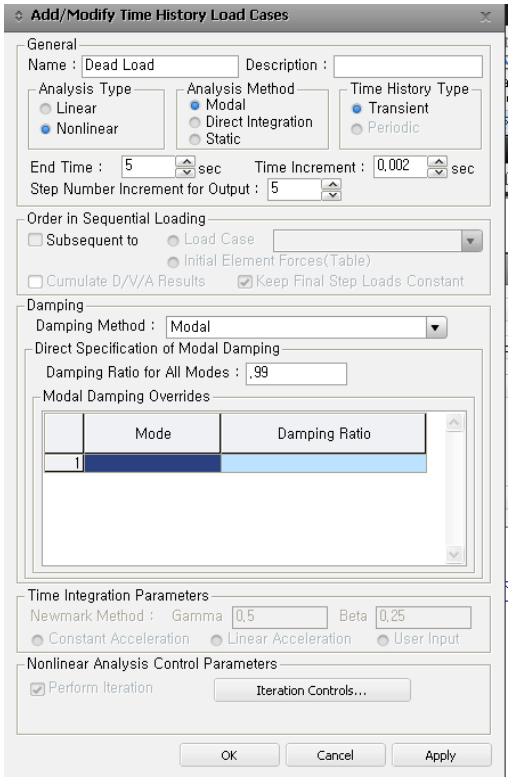
Analysis Type > **Nonlinear** ; Analysis Method > **Modal**

Damping > **Direct Specification of Modal Damping**

Damping Ration for All Modes > Damping Ratio for All Modes **(0.99)**

↵

各項目的詳細內容說明請參閱On-line Help。



99% 阻尼比假設從開始（零秒）到結束時間的阻尼為 99%。此設定是為了在使用時變靜荷載的非線性分析中讓靜載重快速達到收斂。

End Time：歷時分析的結束時間。
工程師應考慮地震歷時數據的持續時間來定義此處的End Time。

Time Increment：時間增量。
歷時分析的時間增量顯著影響分析結果的準確性。確定時間增量的常用經驗法則是使用時間強制函數週期中較小者的1/10或結構的固有頻率。本例由於所輸入各筆數據資料的最高周期為0.02，因此這裡使用0.002。

Step Number Increment for Output：產生歷時分析結果所需的分析時間步長。以（輸出步數x時間增量）的間隔產生的結果。如果指定 1，則每0.002秒產生分析結果。如果指定 5，則每0.01秒產生分析結果。此處考量合理的分析速度，使用5。

圖23. Time History Load Case 輸入資訊

定義“Earthquake”地震荷載歷時分析載重。

Load / Time History Analysis Data / ***Load Cases***

Add

Load Case Name **(Earthquake)**

End Time **(50)** ; Time Increment **(0.002)**

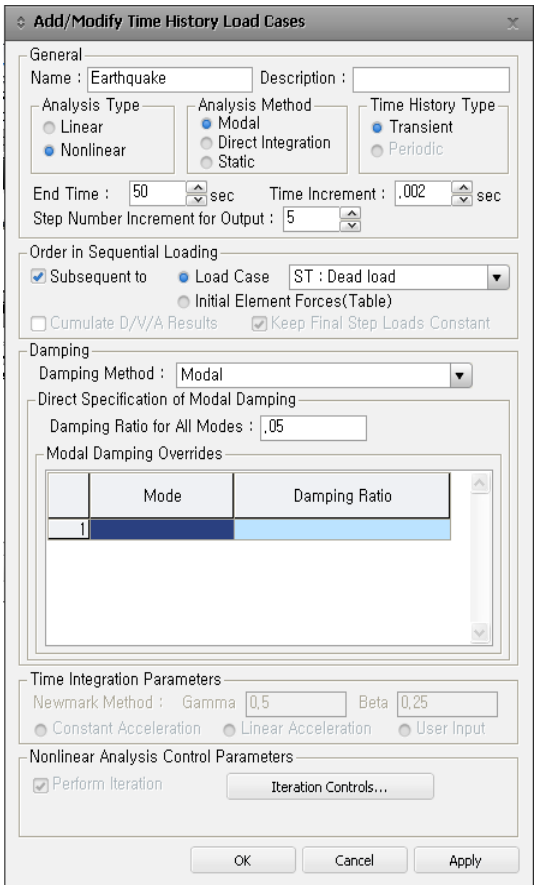
Step Number Increment for Output **(5)**

Analysis Type > **Nonlinear** ; Analysis Method > **Modal**

Order in sequential Loading > Subsequent to > Load Case > Dead Load

Damping > Damping Method > **Modal**

Damping Ratio for All Modes **(0.05)** ↵



本例亦可採用非線性直接積分方法（Nonlinear Direct Integration Method）進行分析。採用直接積分法可不需要進行RitzVector分析，但根據時間增量的設定情況需要較多的分析時間。

Order in Sequential Loading：

持續加載的順序。定義與連續加載的多個時間歷時分析條件順序相關的數據。

Subsequent to：

選擇先前定義的歷時分析條件，該條件在當前定義的歷時分析條件之前執行。當前的歷時分析條件中的Analysis Type分析類型與Analysis Method分析方法必須與前一個荷載條件的分析類型、方法一致。根據前面的分析條件，得到位移、速度、加速度、構件力、非線性鉸發展狀態和非線性連接的變化。

在加載的情況下，當勾選“Keep Final Step Loads Constant”項目時，在前一分析條件的最終階段下的加載將持續保持在當前的分析條件中。

圖24. Time History Load Case 輸入資訊

輸入地表加速度

接下來指定 El Centro 地表加速度的方向。
先前輸入兩個時間歷時地震數據函數 Elcent_t 和 Elcent_h 的最大加速度分別為 0.2142g 和 0.3569g。在第一振動模態的方向上輸入與兩個最大加速度中的較大者相關的地震數據。也就是說，該模型的第一振動模態是在Y方向上，為該橋梁的橫向方向。 因此，在Y方向上施加更大的加速度數據（Elcent_h）。

Load / Seismics / Time History Analysis Data /  ***Ground Acceleration***

Time History Load Case Name > **Earthquake**

Function for Direction-X

Function Name > **Elcent_t**

Function for Direction-Y

Function Name > **Elcent_h**

Operations > Add ↵

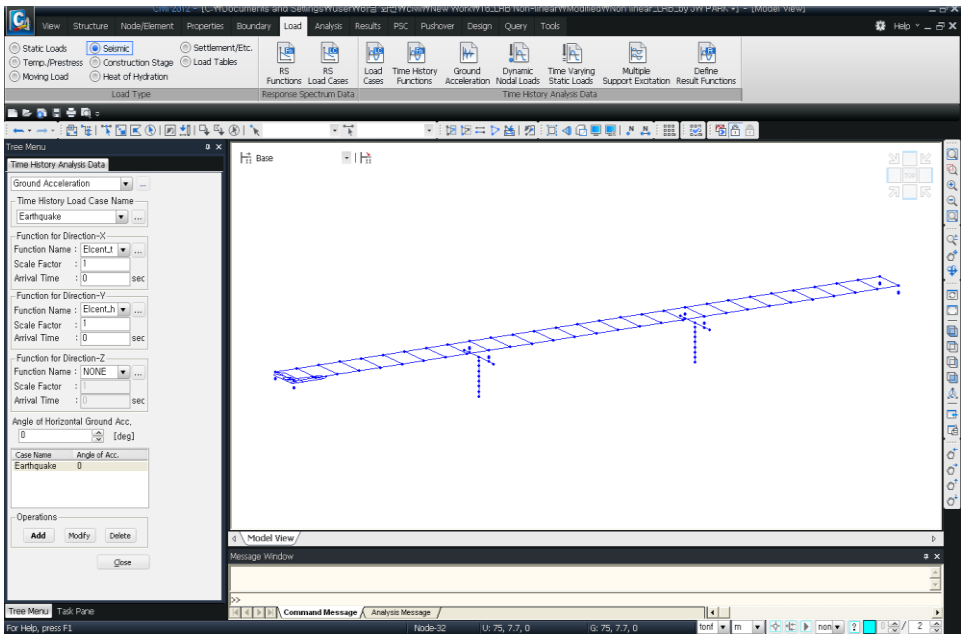


圖25. 定義各方向地震資料

設定時變靜荷載

採用 ***Time Varying Static Load*** 時變靜荷載功能，設定在歷時分析中考慮靜載重的作用。

Load / Seismic / Time History Analysis Data / ***Time Varying Static Load***
Time History Load Case Name > **Dead Load**
Static Load > **Dead Load**
Function > Function Name > **Ramp**
Operations > Add ↵

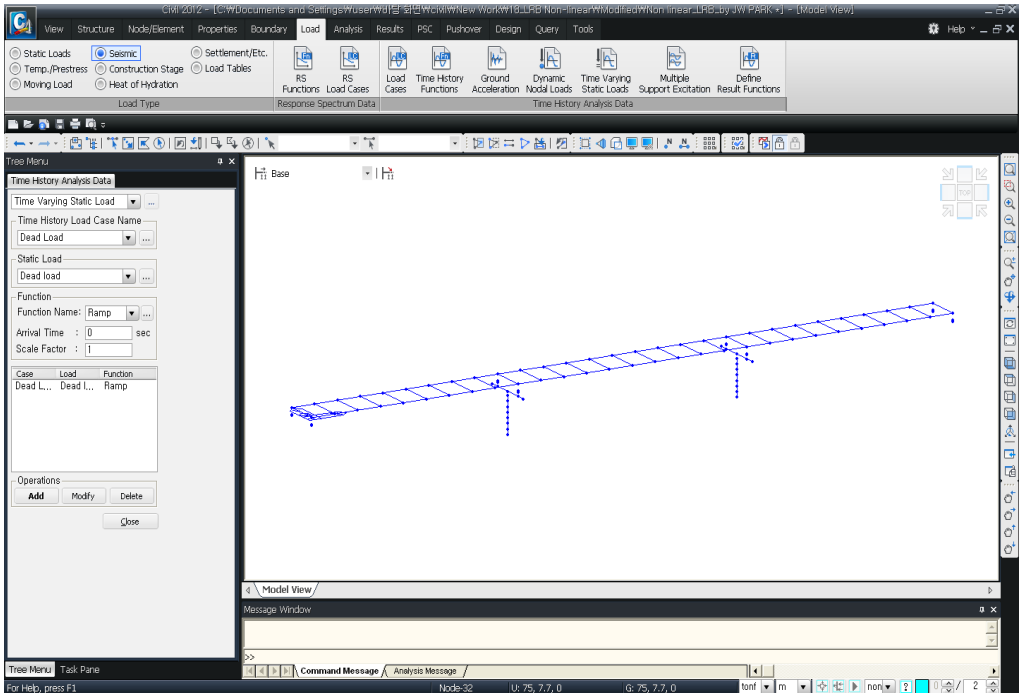


圖 26. 輸入時變靜荷載

執行分析

完成邊界非線性分析的各項輸入後，即可執行分析。

Analysis / ***Perform Analysis***

查看分析結果

歷時分析結果圖形

使用 ***Time History Graph*** 歷時分析結果圖形功能查看作用於LRB隔震器上的剪力和橋墩頂部的變位情況。

Initial View

View / **Display** 或 **Display from the Icon Menu**

Boundary 表單

General Link (on) ; **General Link Number** (on) ↵

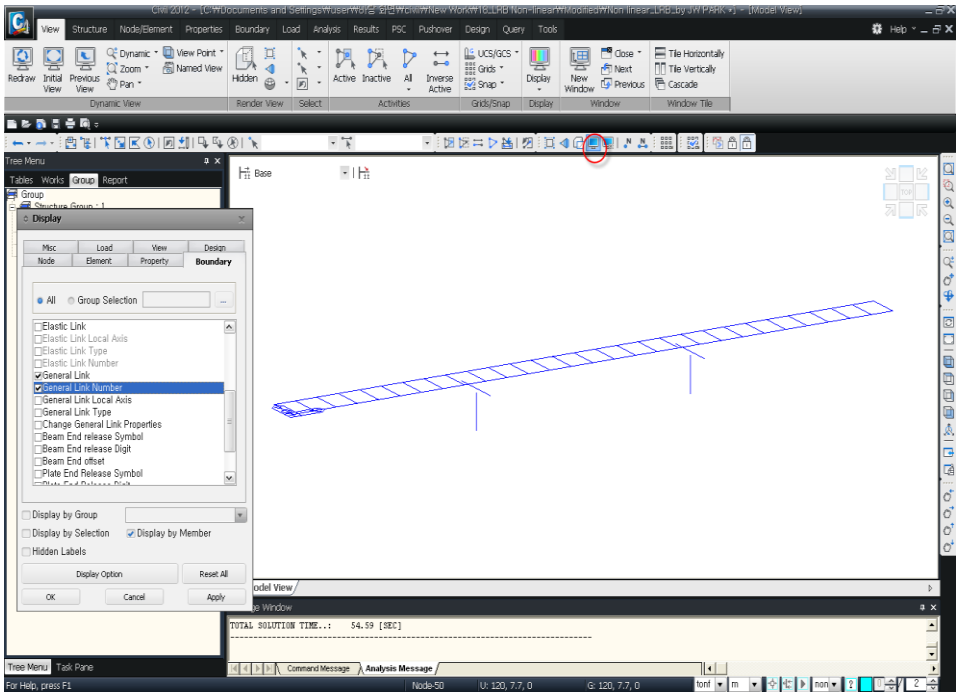


圖 27. 初始模型視景與顯示 Nonlinear Link 編號

查看非線性連接 General Link No.3 的縱向水平力和變形情況。

Result / Time History Result / T.H Graph/Text / ***Time History Graph***

Define/Modify Function > **General Link Deform/Force**

Add New Function

Name **(NL3-Shear-y)**

NL-Link No > **3(nl:59,n2:63)** ; Type > **J-Node Force**

Components > **F-y** ; Time History Load Case > **Earthquake** ↵

Add New Function

Name **(NL3-Disp-y)**

NL-Link No > **3(nl:59,n2:63)** ; Type>**Deformation**

Components > **D-y** ; Time History Load Case > **Earthquake** ↵

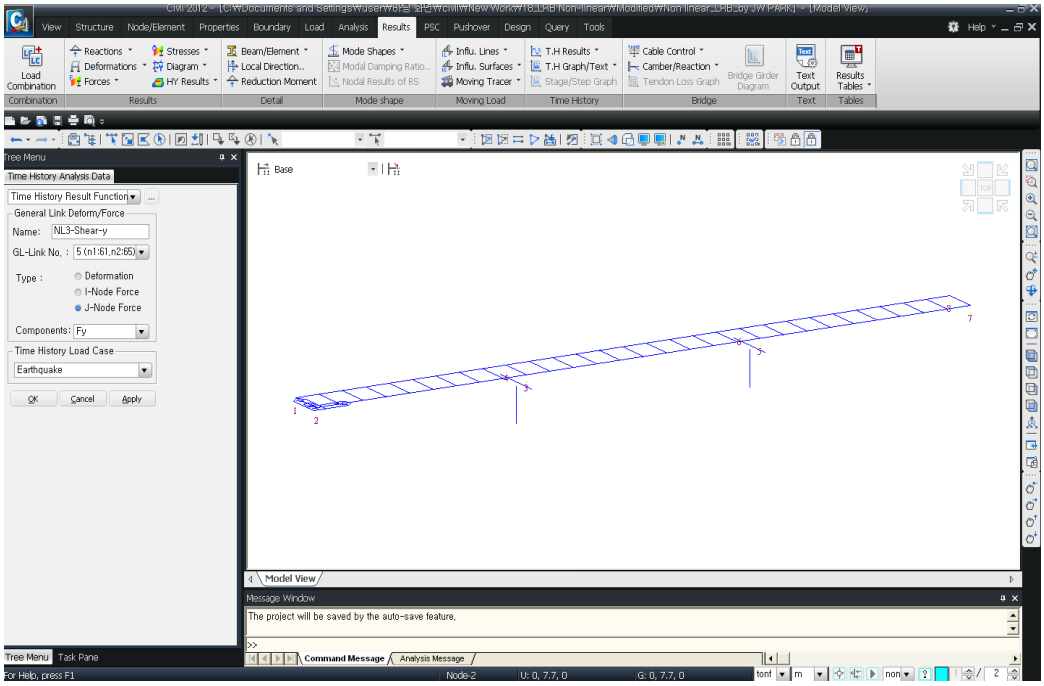


圖 28. General link No.3 縱向水平力和變形

輸出LRB隔震器的磁滯圖形。

Result / Time History Result / T.H Graph/Text / ***Time History Graph***

Check Function to Plot > **NL3-Shear-y** (on)

Click **Add from list**

Horizontal Axis > **NL3-Disp-y**

Type of Display

X Axis Decimal Pt. **(4)** ; Y Axis Decimal Pt. **(1)**

Type > **Time History Graph** ↵

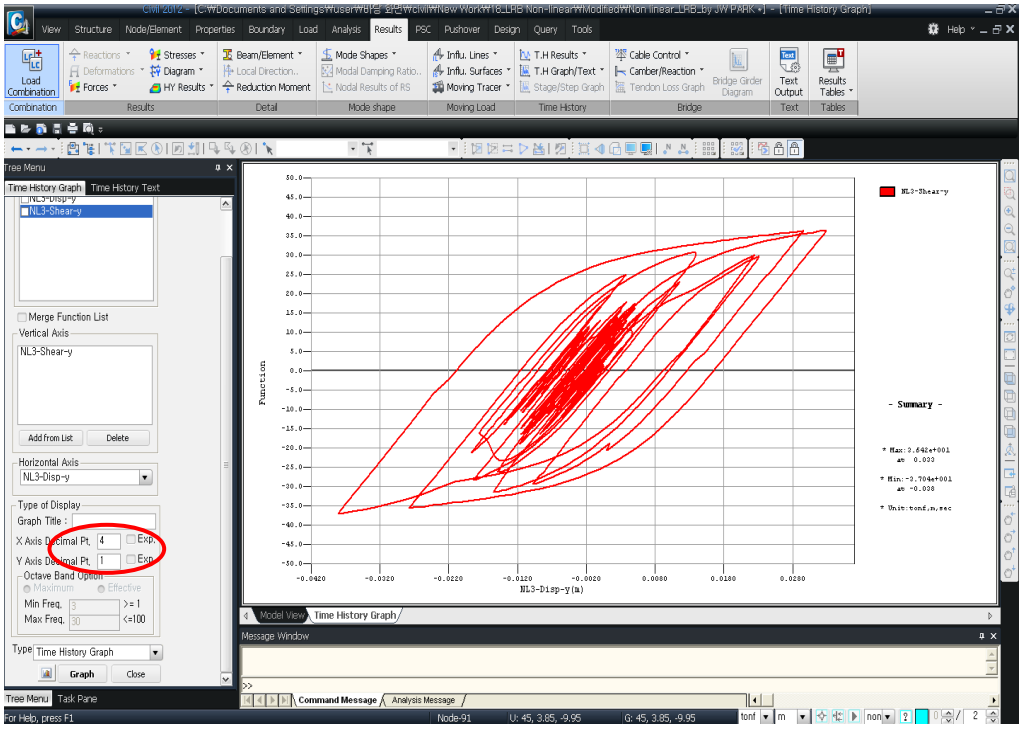


圖 29. LRB隔震器的磁滯圖形

使用時間歷時圖形查看橋墩頂部的變位情況。

Result / Time History Result / T.H Graph/Text / ***Time History Graph***

Define/Modify Function > **Disp/Vel/Accel**

Add New Function

Name: **(Disp-Pier-Top)**

Node Number: **(77)**

Type of Result > **Displ.**

Components > **DX**

Time History Load Case > **Earthquake**

Included Mode Number > **All** ↵

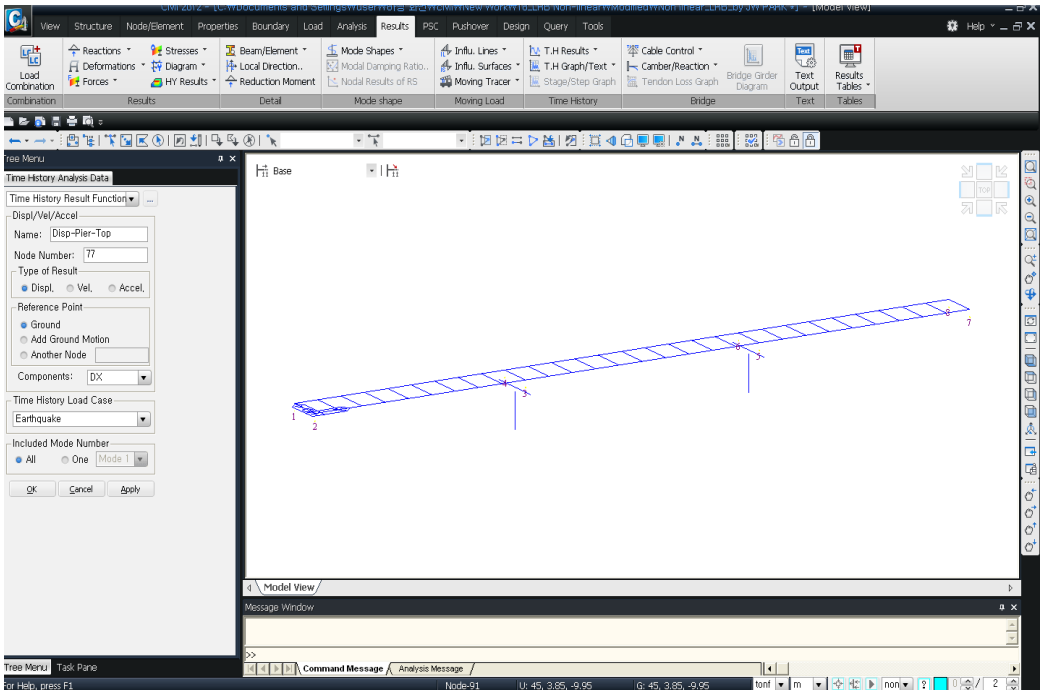


圖 30. 設定顯示橋墩頂部變形的各項參數

查看時間歷時圖形確認橋墩頂部的變位。

Result / Time History Result / T.H Graph/Text / ***Time History Graph***

Check Function to Plot > **Disp-Pier-Top** (on)

Click **Add from list**

Horizontal Axis > **Time**

Type of Display

X Axis Decimal Pt. **(1)** ; Y Axis Decimal Pt. **(4)**

Type: > **Time History Graph** ↵

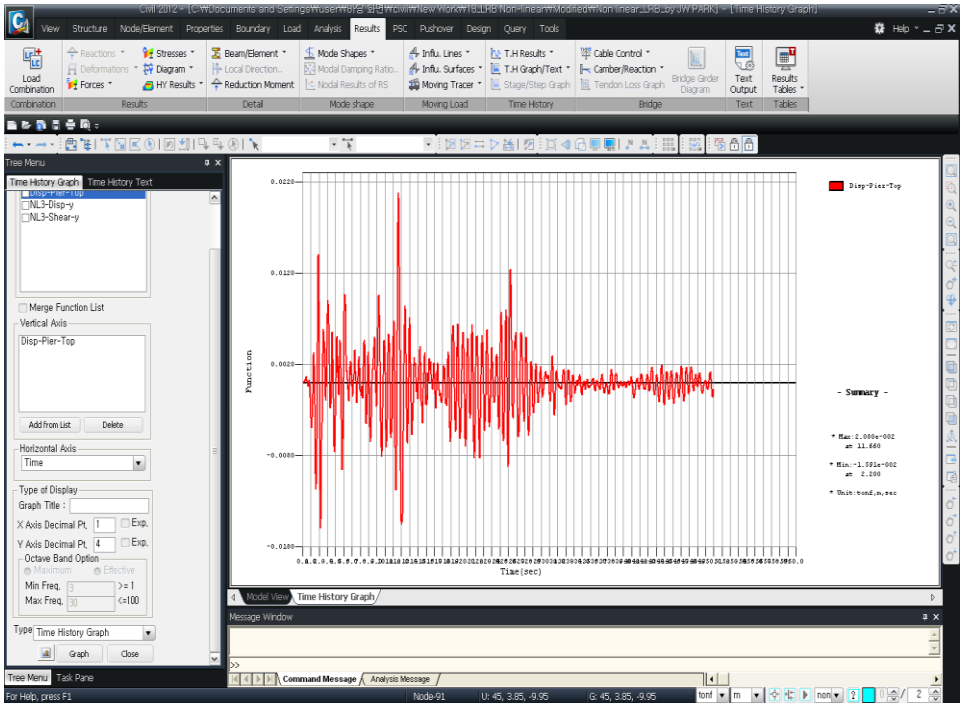


圖 21. 橋墩頂部(節點 77)的歷時變位圖