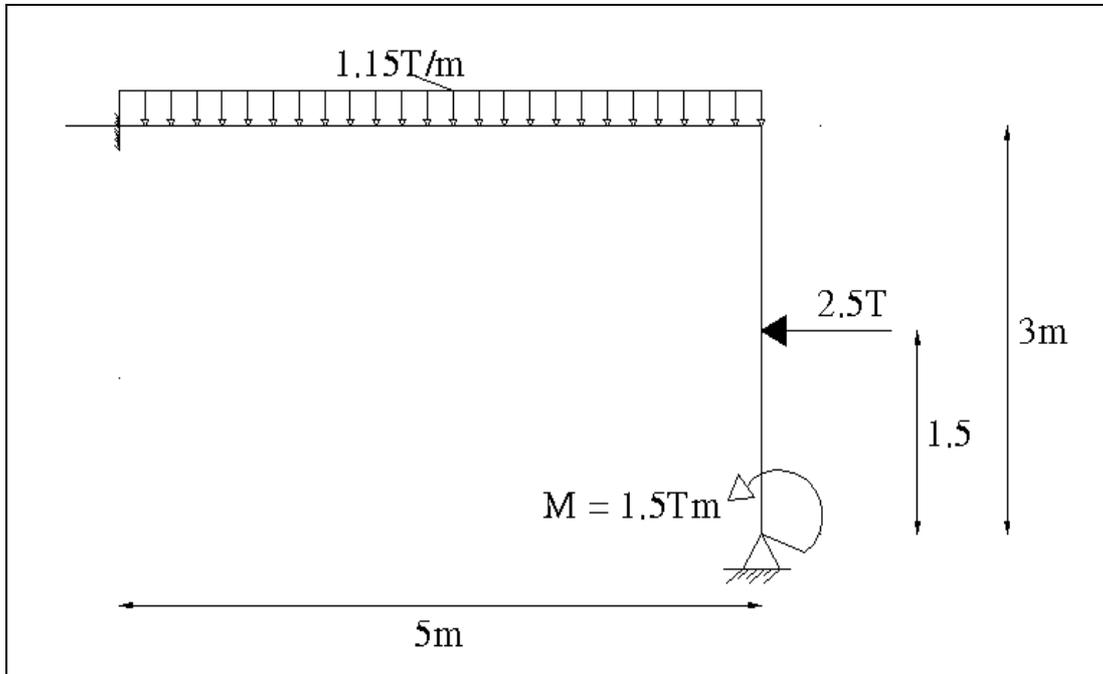


## BÀI TOÁN HỆ KHUNG

Trong bài này, bạn sẽ thực hành giải một hệ khung có kích thước như sau:



- Chiều dài khung là 5m và chiều cao là 3m
- Khung chịu tải trọng phân bố đều với  $q = 1.15T/m$
- Vật liệu là bê tông cốt thép (BTCT) với mô đun đàn hồi :  $E = 2.6510^6 T/m^2$ .
- Hệ số Poisson  $\nu = 0.18$
- Trọng lượng riêng của BTCT là :  $2.5 T/m^3$
- Kích thước của cột  $0.25 \times 0.3$ .
- Kích thước của dầm  $0.2 \times 0.4$ .

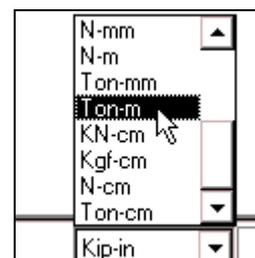
Để giải được bài toán bạn hãy tiến hành trình tự qua các bước sau:

### 1. KHỞI ĐỘNG SAP 2000

Từ trình đơn **Start** chọn **Windows > Programs > SAP 2000NonLinear**.

### 2. CHỌN ĐƠN VỊ TÍNH TOÁN

Nhấp chuột vào tam giác bên phải trong phần cuối màn hình để chọn đơn vị là **Ton-m**.

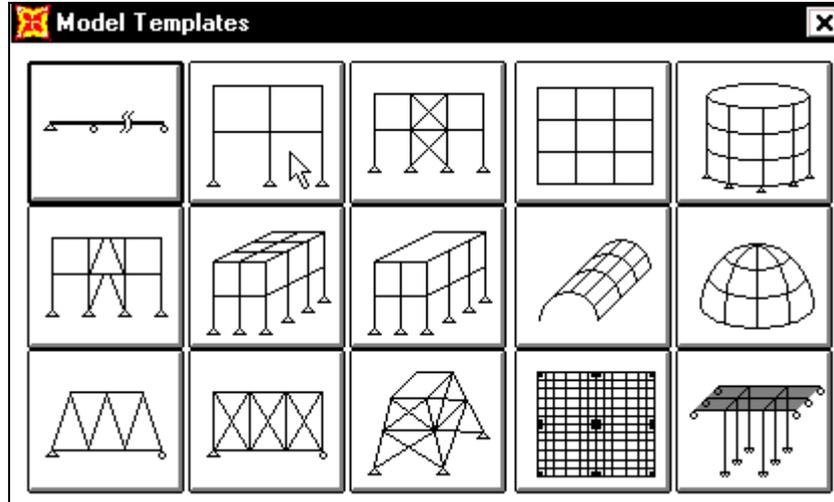


### 3. TẠO MỘT MÔ HÌNH MẪU

Để tạo mô hình mẫu đầu tiên bạn vào trình đơn **File > New Model from Template**.

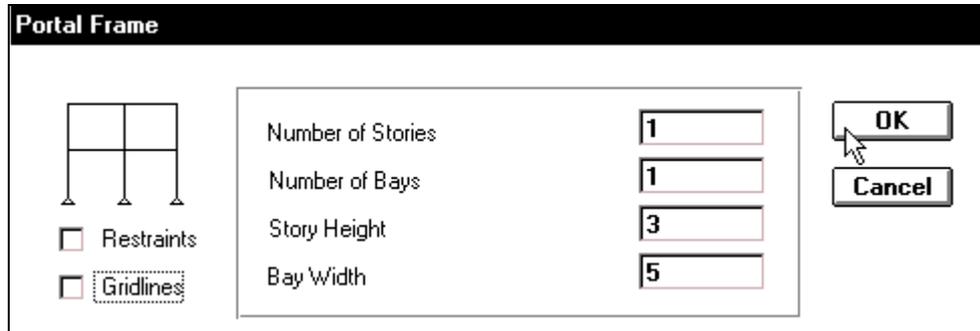


Hộp thoại **Model Template** xuất hiện :



Trong hộp thoại **Model Template** bạn dùng chuột nhấp chọn vào mẫu thứ hai như hình con trỏ chỉ bên trên để xuất hiện hộp thoại **Portal Frame**.

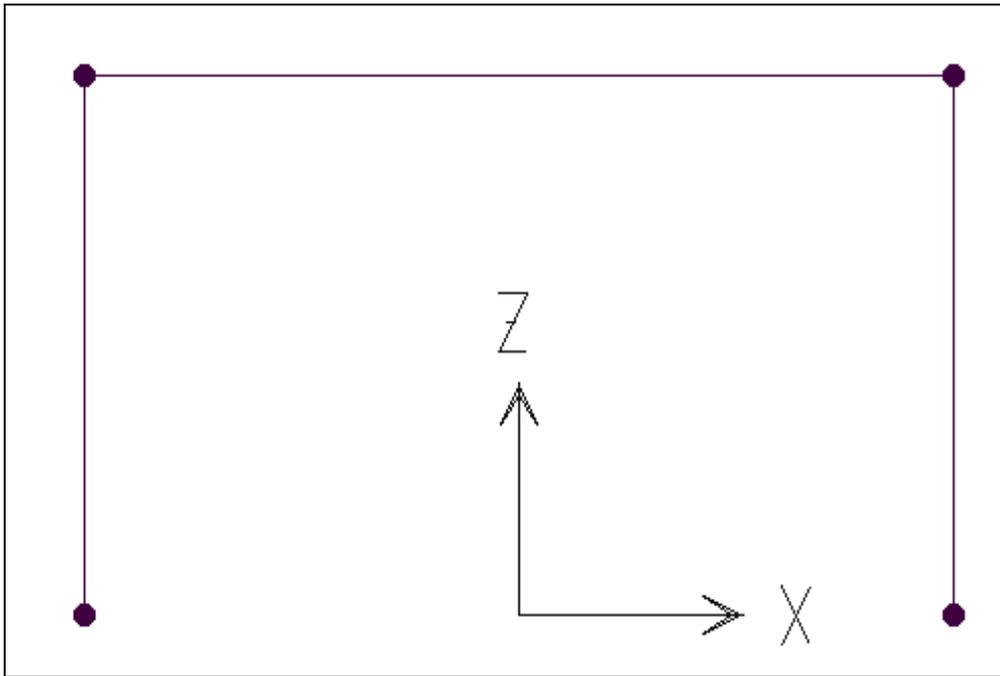
Hộp thoại **Portal Frame** xuất hiện :



Trong hộp thoại **Portal Frame**, bạn tiến hành khai báo các thông số như sau :

- Đầu tiên nhấp chuột vào **Restraints** để bỏ chọn.
- Nhấp chọn vào **Gridlines** để bỏ đường lưới.
- Tại **Number of Stories** (số tầng) nhập giá trị : 1
- Tại **Number of Bays** (số nhịp) nhập giá trị : 1
- Trong mục **Story Height** (chiều cao tầng) bạn nhập giá trị : 3
- Trong hộp **Bay Width** (bề rộng của nhịp) nhập giá trị : 5.
- Sau cùng bạn nhấp **Ok** để đóng hộp thoại **Portal Frame**.

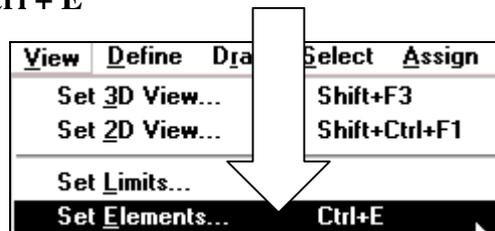
Màn hình xuất hiện hai cửa sổ làm việc, khi đó bạn dùng chuột nhấp chọn vào **Close(x)** của **3D view** để đóng cửa sổ không gian bằng hình chiếu phối cảnh, lúc này còn lại một cửa sổ đó là **X-Y Plane @ Y= 0** bạn sẽ tiến hành làm việc trên mặt phẳng **OXZ** này.



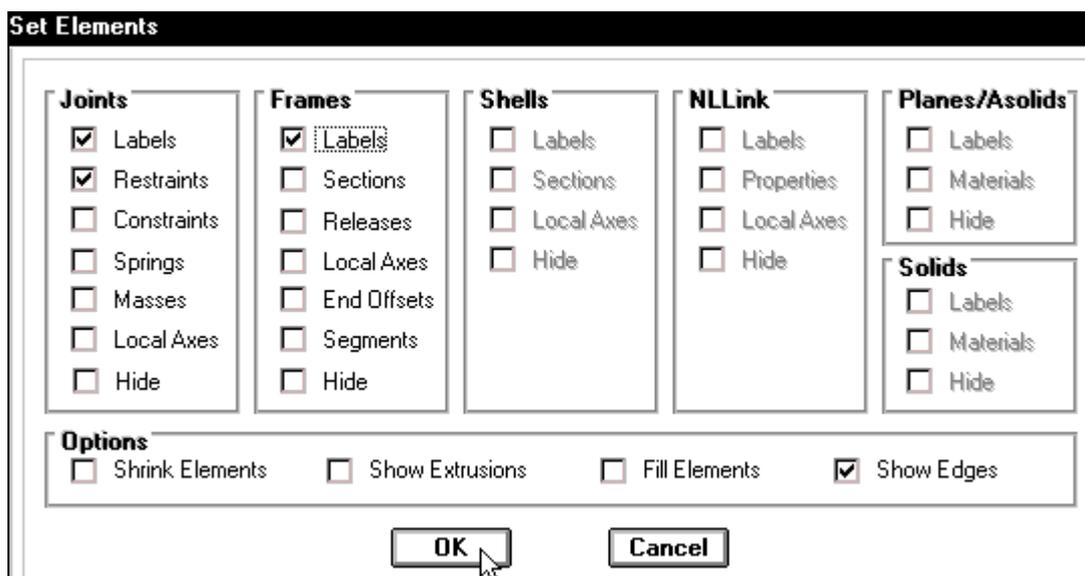
Hệ khung được hình thành

#### 4. HIỂN THỊ CÁC THÔNG SỐ

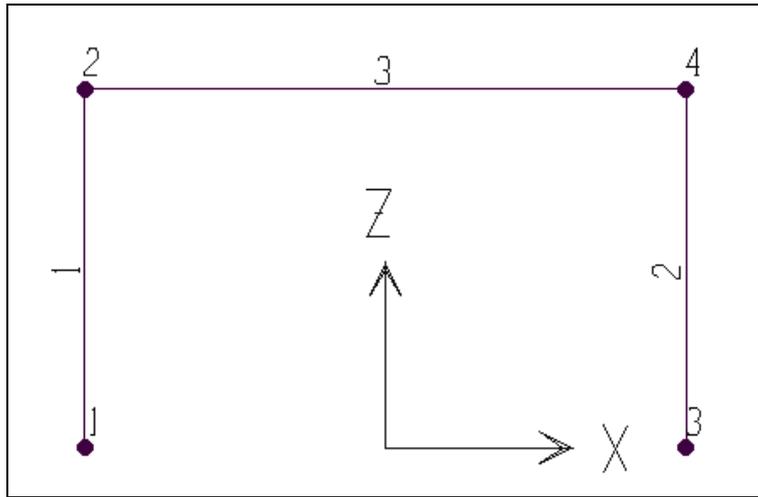
Để hiển thị các thông số trên khung đầu tiên bạn vào trình đơn **View > Set Elements** hay bạn nhấn tổ hợp phím **Ctrl + E**



Hộp thoại **Set Elements** xuất hiện :



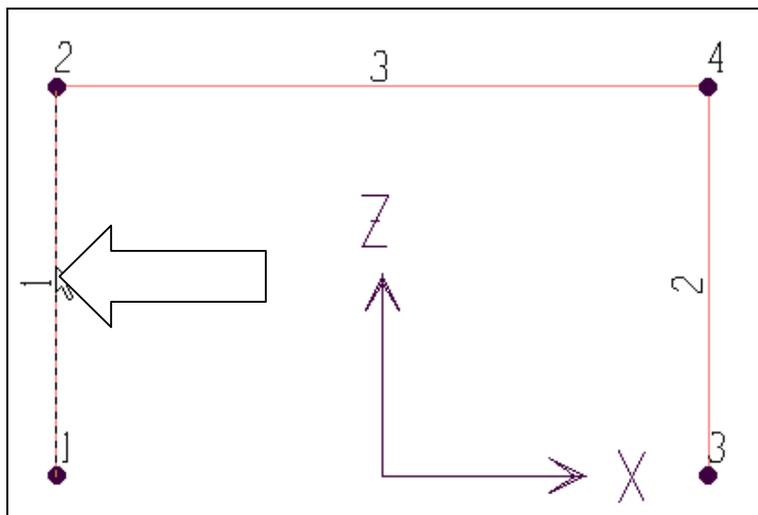
Trong hộp thoại **Set Elements** tại mục **Joints** bạn dùng chuột nhấp chọn vào **Labels**, tại mục **Frames** nhấp chọn vào **Labels** và nhấp chọn **OK** để đóng hộp thoại.



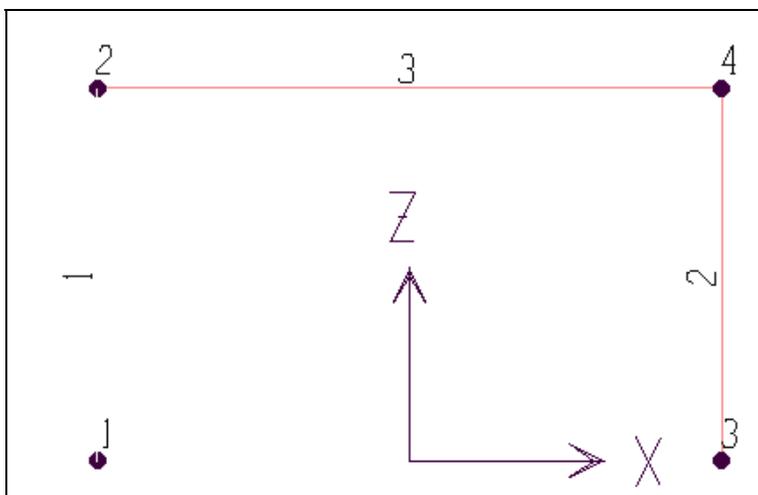
Các thông số xuất hiện trên khung

### 5. HIỆU CHỈNH MÔ HÌNH

Nhấp chuột vào phần tử thứ nhất (như hình con trỏ chỉ bên dưới) sau đó bạn nhấn phím **Delete** trên bàn phím để xoá phần tử này.

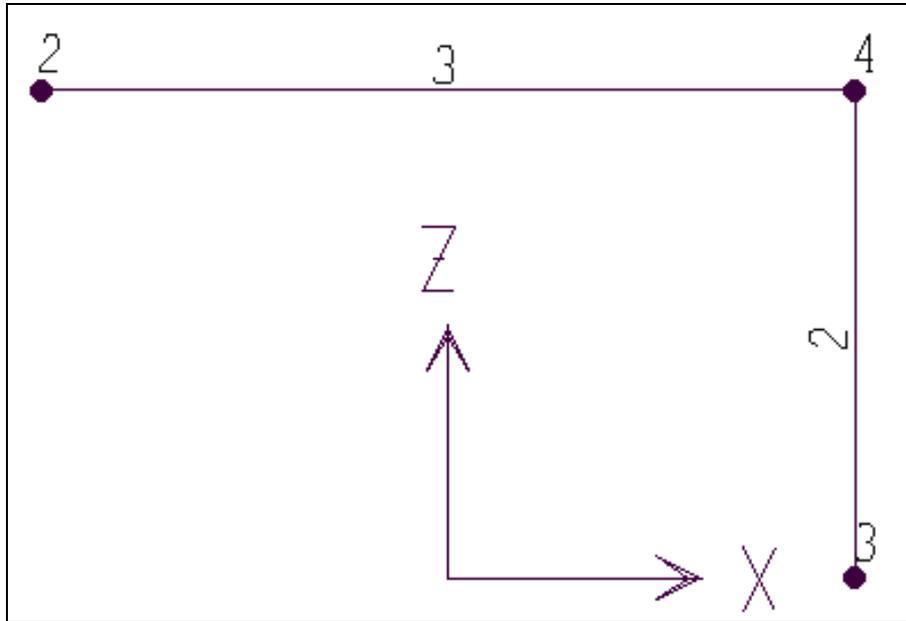
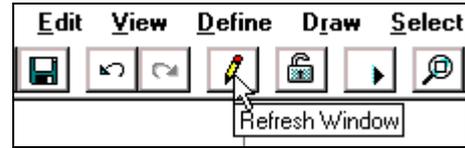


Vị trí nhấp chuột



Khung khi nhấn Delete

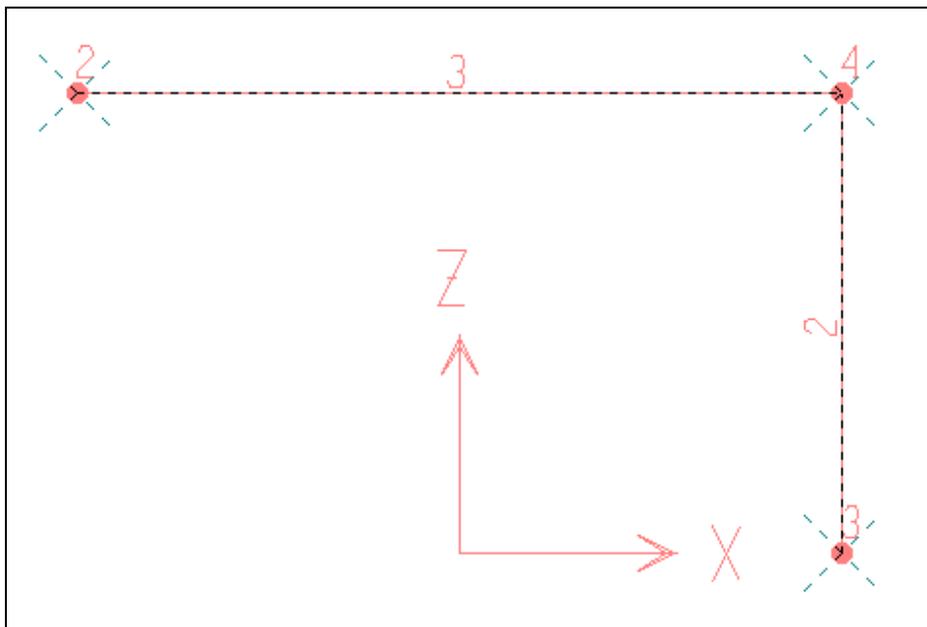
Loại bỏ tất cả những thành phần dư trên vùng làm việc bằng cách, bạn dùng chuột nhấp chọn vào **Refresh Window**.



Hình khi thực hiện

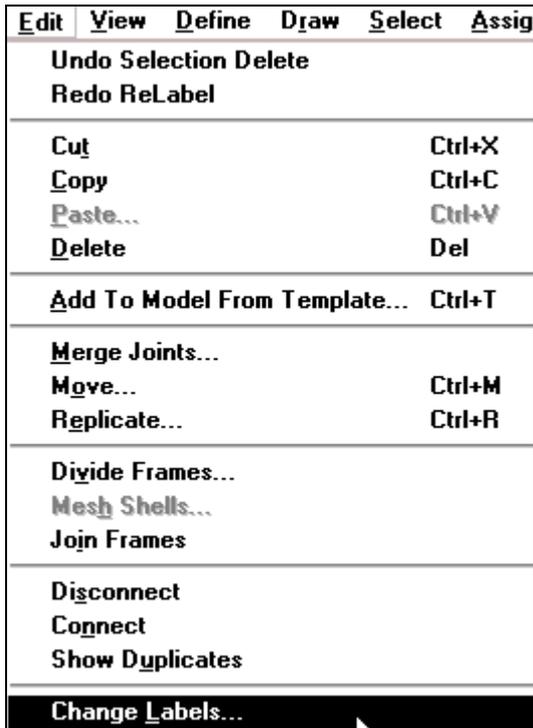
## 6. HIỆU CHỈNH SỐ THỨ TỰ

Để thay đổi số thứ tự cho nút, đầu tiên bạn nhấp chuột vào biểu tượng **all** trên thanh công cụ như hình sau:

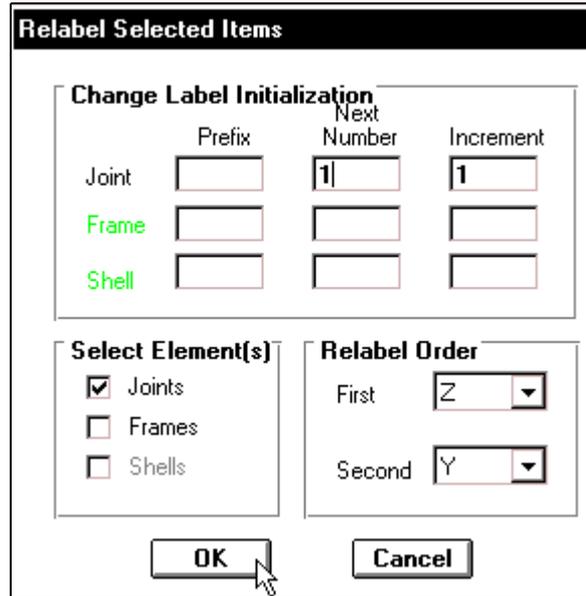


Tất cả đối tượng đã được chọn

Bây giờ bạn vào trình đơn **Edit > Change Labels** để xuất hiện hộp thoại **Relabel Selected Items**

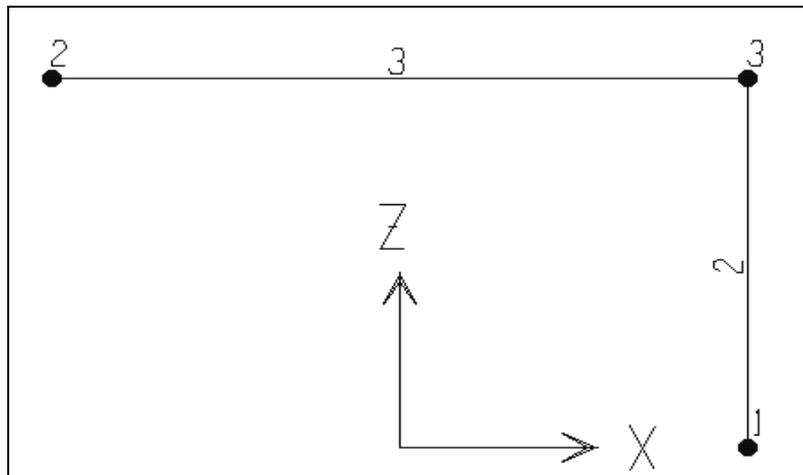


Hộp thoại **Relabel Selected Items** xuất hiện :



Trong hộp thoại **Relabel Selected Items** bạn tiến hành khai báo như sau:

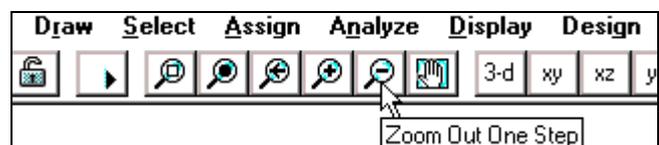
- Trong mục **Select Element (s)** (chọn đối tượng) bạn dùng chuột nhấp vào **Frames** để bỏ chọn.
- Trong mục **Change Label Initialization**, tại mục **Next Number** (số kế tiếp) bạn nhập giá trị là 1 và **Increment** (bước nhảy) là 1.
- Nhấp chọn **OK** để đóng hộp thoại.

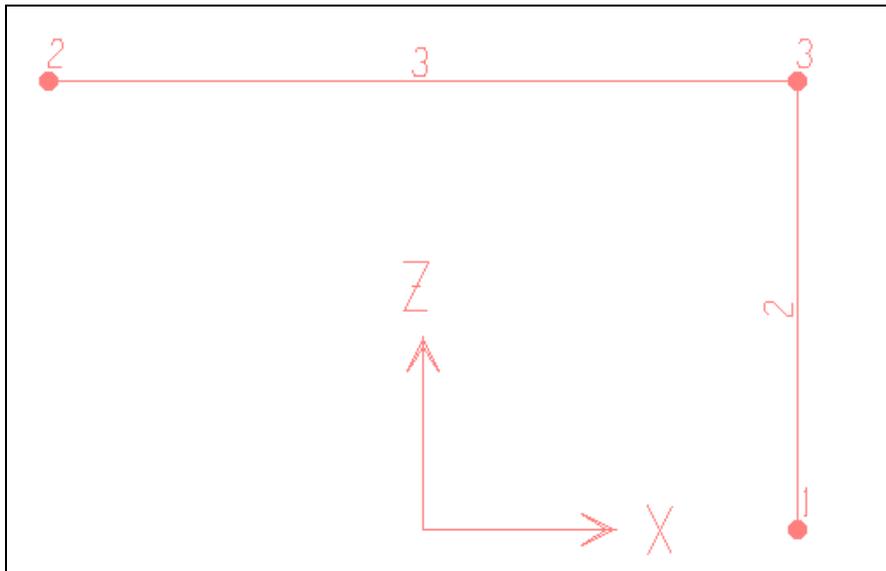


Hình khi thực hiện xong

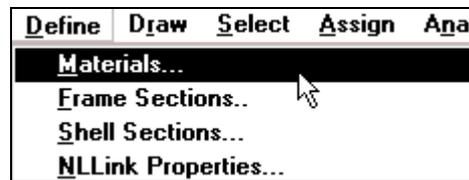
## 7. KHAI BÁO CÁC ĐẶC TRƯNG VẬT LIỆU

Để khai báo đặc trưng vật liệu bạn thực hiện như sau : Đầu tiên dùng chuột nhấp chọn vào công cụ **Zoom out One Step** để thu nhỏ vùng làm việc vừa với chế độ làm việc theo ý bạn.

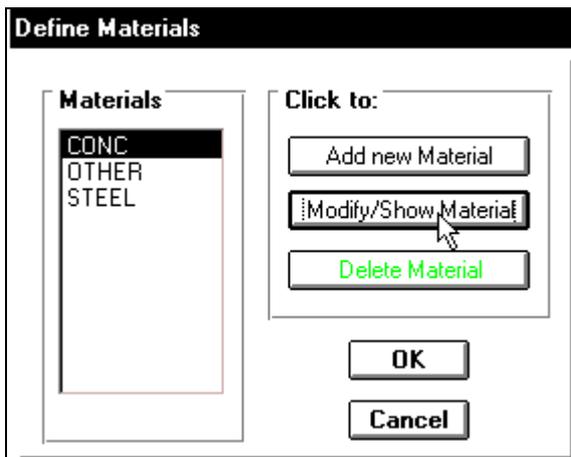




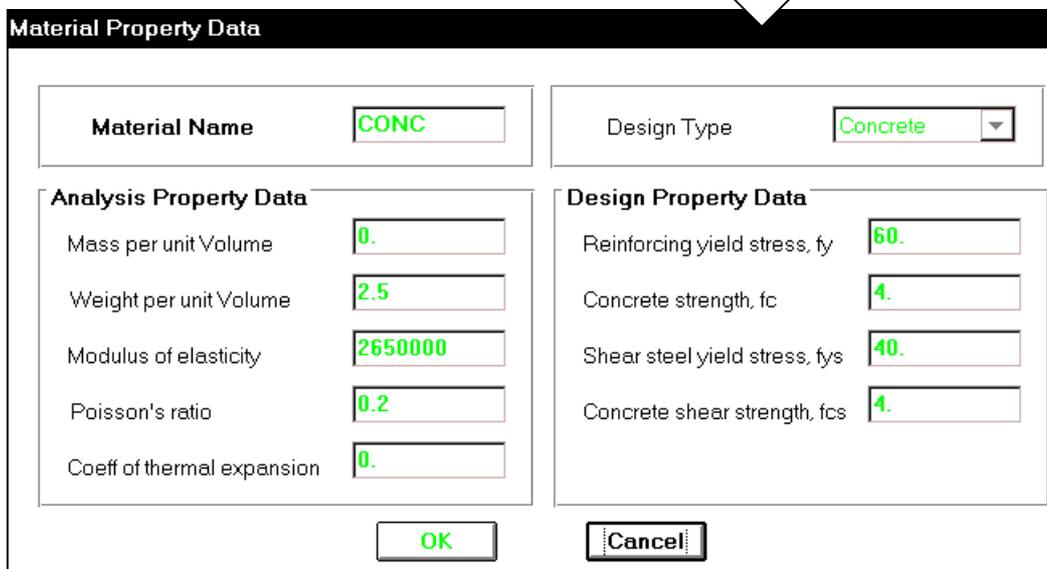
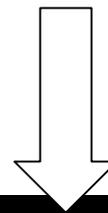
Tiếp theo bạn vào trình đơn **Define > Materials** để xuất hiện hộp thoại **Define Materials**



Hộp thoại **Define Materials** xuất hiện :



Trong hộp thoại **Define Materials** tại mục **Materials** bạn nhấp chuột vào **CONC**, trong mục **Click to** nhấp chuột vào **Modify / Show Material** để xuất hiện hộp thoại **Material Property Data**.



Trong hộp thoại **Material Property Data** tại mục **Analysis Property Data** bạn tiến hành khai báo như sau :

- **Mass per unit Volume** nhập vào giá trị : 0 (khối lượng riêng)
- **Weight per unit Volume** bạn nhập giá vào 2.5 (trọng lượng riêng của bê tông cốt thép)
- **Modulus of elasticity** : 2.56e6 (hệ số mô đun đàn hồi)
- **Poissons ratil** : 0.18 (hệ số poisson).
- **Coeff of thermal expansion** (hệ số dẫn nở vì nhiệt) : 0.
- Tiếp theo nhấp chọn **OK** để đóng hộp thoại **Material Property Data**.

- Nhấp chọn vào **OK** để đóng hộp thoại **Define Materials**.

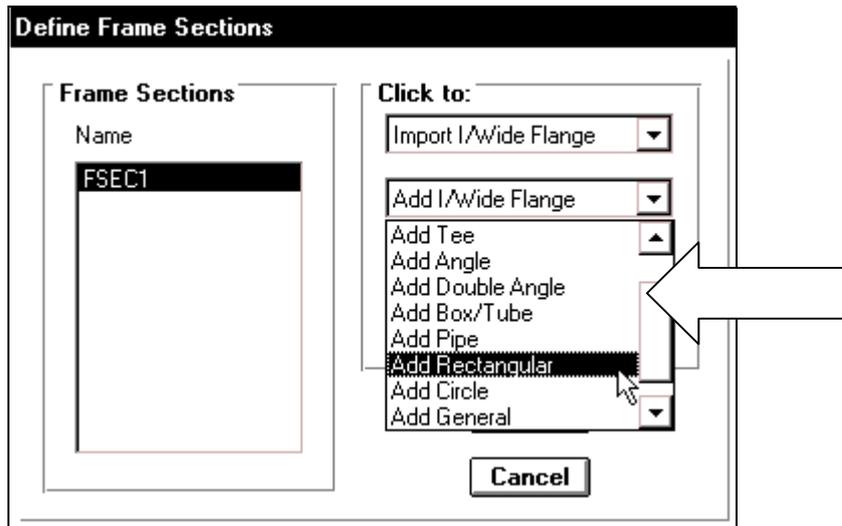
## 8. KHAI BÁO ĐẶC TRƯNG HÌNH HỌC

Đầu tiên bạn vào trình đơn **Define > Frame Sections**.

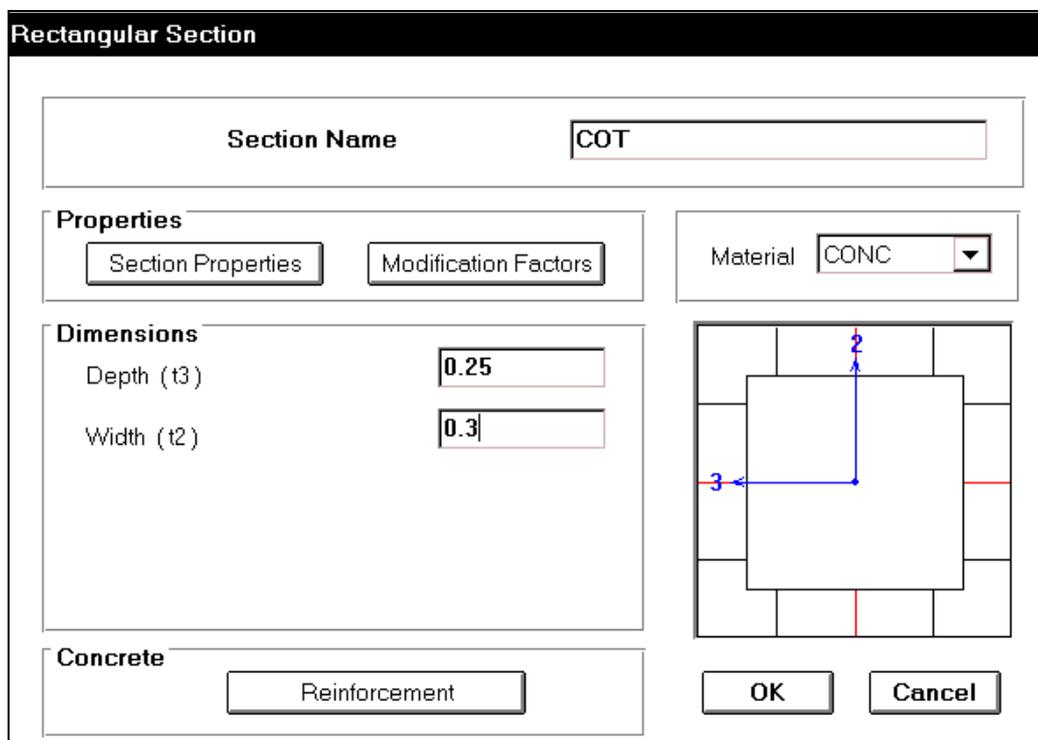


Hộp thoại **Define Frame Sections** xuất hiện.

Trong hộp thoại **Define Frame Sections** tại mục **Click to** bạn dùng chuột nhấp chọn vào tam giác bên phải của hộp **Add / Wide Flange** sau đó trượt thanh trượt đứng để chọn **Add Rectangular** như hình bên dưới.



Hộp thoại **Rectangular Section** xuất hiện :

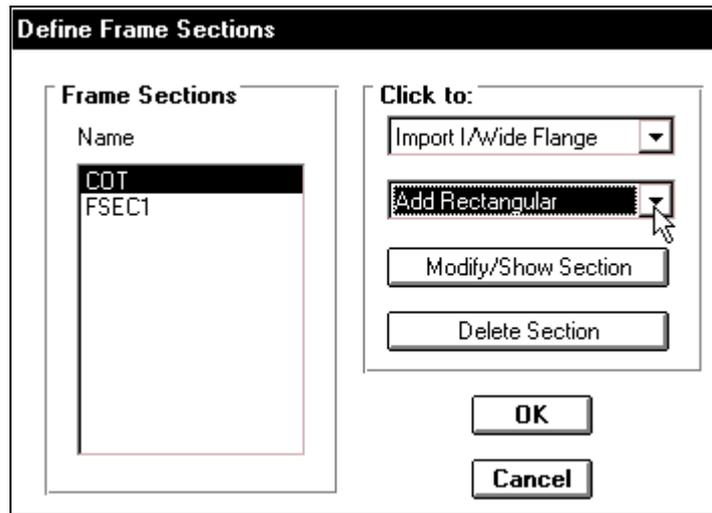


Trong hộp thoại **Rectangular Section** bạn khai báo cho cột như sau :

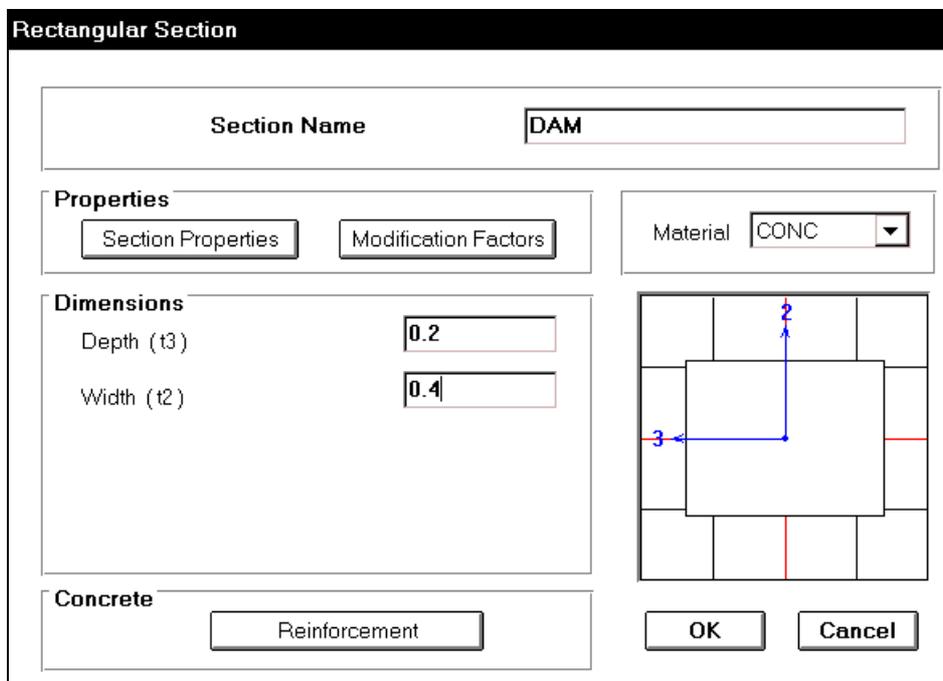
- Trong mục **Section Name** bạn nhập vào dòng chữ COT.
- Tại mục **Material** khai báo vật liệu của cột và CONC.
- Trong mục **Dimensions** tại **Depth** nhập giá trị là 0.25 và **Width** là 0.3
- Nhấp chọn **OK** để đóng hộp thoại **Rectangular Section**

Khi đóng hộp thoại **Rectangular Section** bạn thấy trong hộp thoại **Define Frame Sections** tại mục **Name** xuất hiện tên COT vừa nhập.

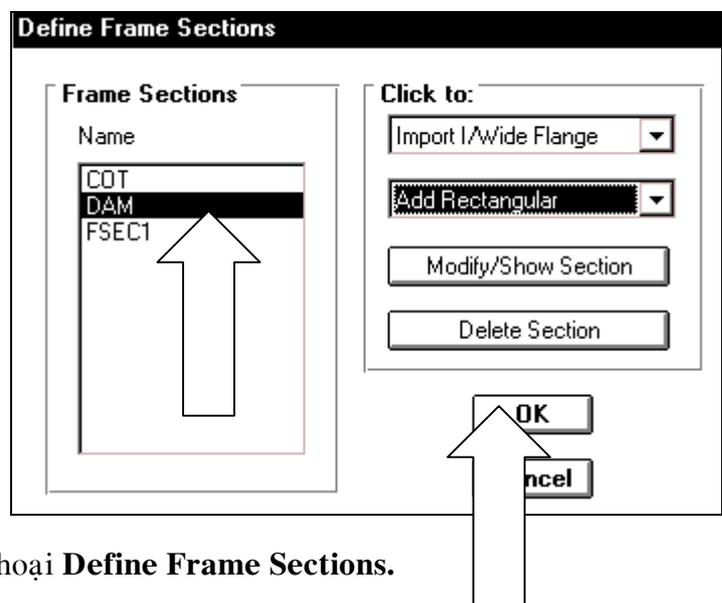
Bây giờ để khai báo cho dầm bạn dùng chuột nhấp chọn vào tam giác bên phải của **Add Rectangular** để chọn **Add Rectangular**.



Hộp thoại **Rectangular Section** xuất hiện :



Trong hộp thoại **Rectangular Section** bạn thực hiện như phần khai báo cho cột nhưng trong mục **Dimensions** tại **Depth** bạn nhập vào giá trị là 0.2 và **Width** là 0.4 sau đó nhấn **OK** để đóng hộp thoại **Rectangular Section**.

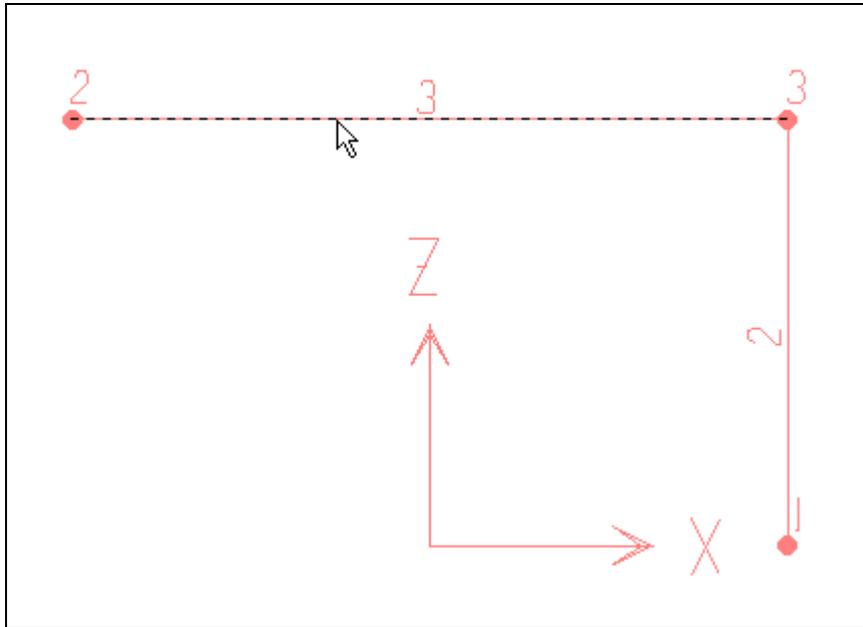


- Nhấp chọn **OK** để đóng hộp thoại **Define Frame Sections**.

## 9. KHAI BÁO ĐẶC TRƯNG CHO PHẦN TỬ

Để tiến hành khai báo đặc trưng cho phần tử khung bạn tiến hành thực hiện như sau:

Trước tiên dùng chuột nhấp chọn vào thanh dầm (có ký hiệu là số 3) như hình con trỏ chỉ bên dưới.

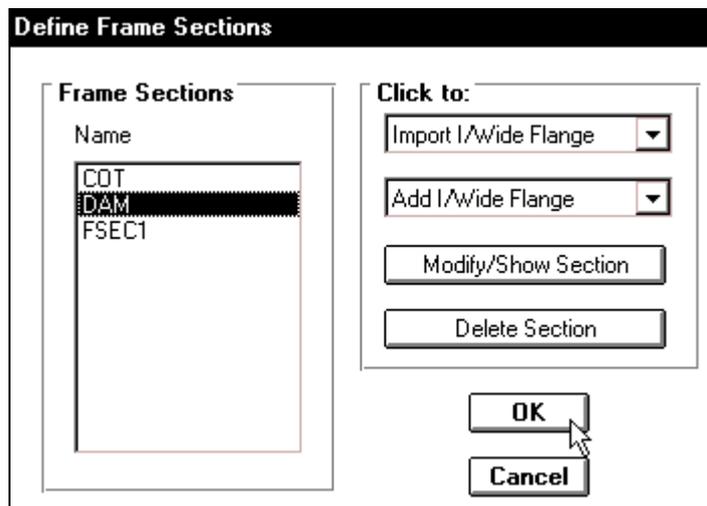


Vị trí nhấp chuột

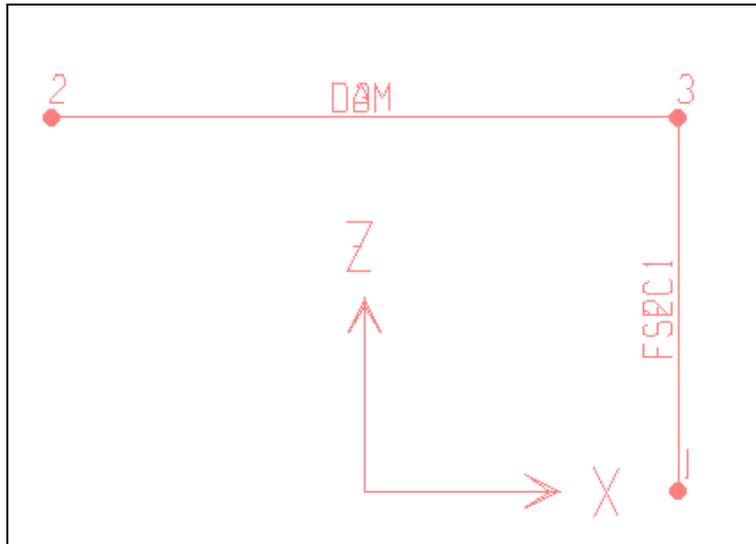
Bây giờ bạn vào trình đơn **Assign > Frame > Sections** để xuất hiện hộp thoại **Define Frame Sections**



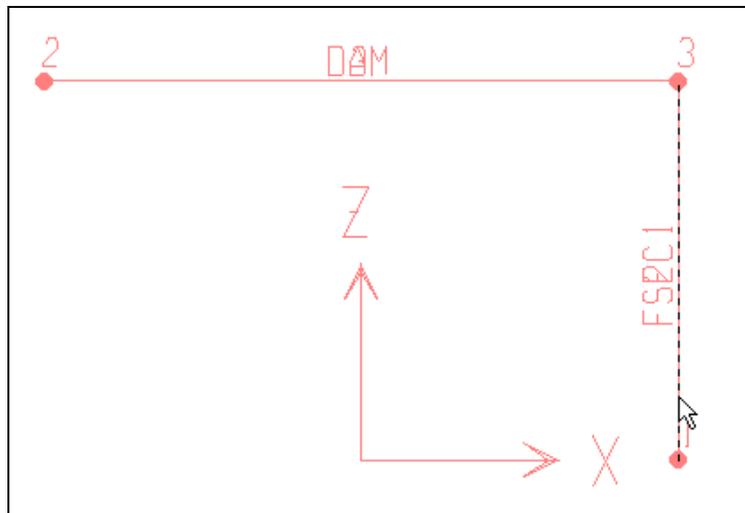
Hộp thoại **Define Frame Sections** xuất hiện :



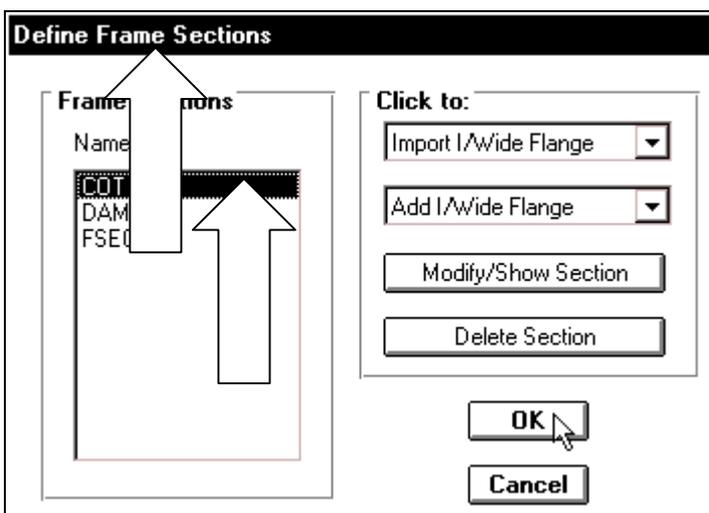
Trong hộp thoại **Define Frame Sections** tại mục **Frame Sections** trong mục **Name** bạn dùng chuột nhấp chọn vào **DAM** sau đó chọn **OK**, khi đó trên phần tử số 3 đã xuất hiện tên **DAM** như hình bên dưới.



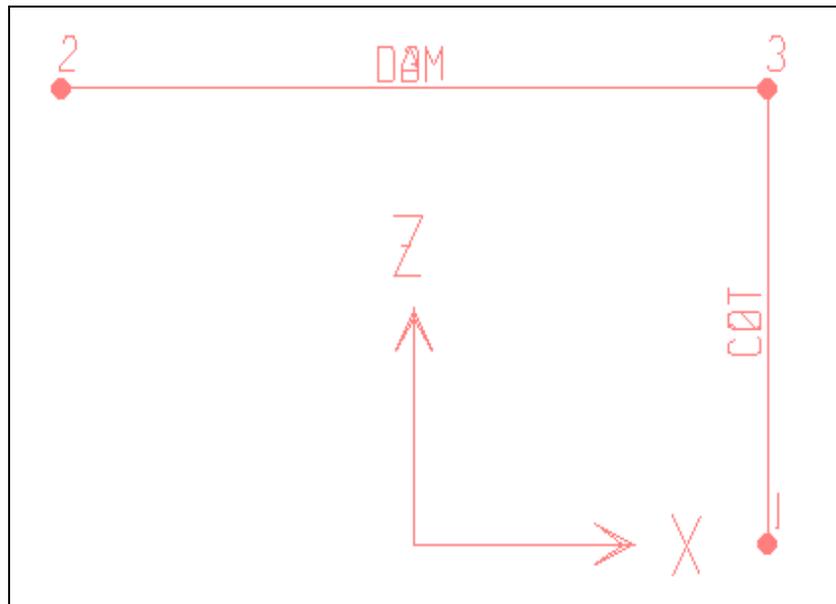
Tương tự như vậy bạn dùng chuột nhấp chọn vào thanh số hai như hình bên dưới.



Tương tự như trên vào trình đơn **Assign > Frame > Sections** để xuất hiện hộp thoại **Define Frame Sections**.



Trong hộp thoại **Define Frame Sections** tại mục **Frame Sections** trong mục **Name** bạn dùng chuột nhấp chọn vào **COT** sau đó chọn **OK**.



Hình khi thực hiện

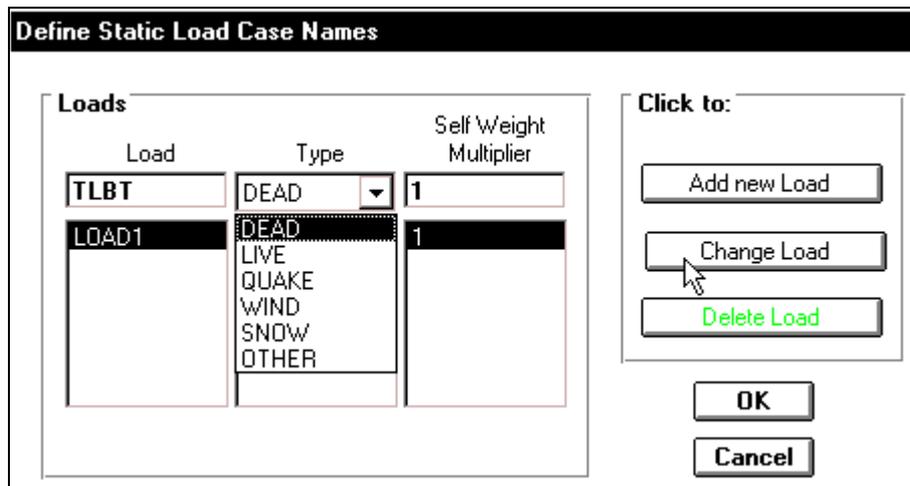
## 10. GÁN TẢI TRỌNG CHO DẦM VÀO CỘT

Khai báo tất cả trường hợp tải :

Để khai báo tất cả trường hợp tải, đầu tiên bạn vào trình đơn **Define > Static Load Cases**.

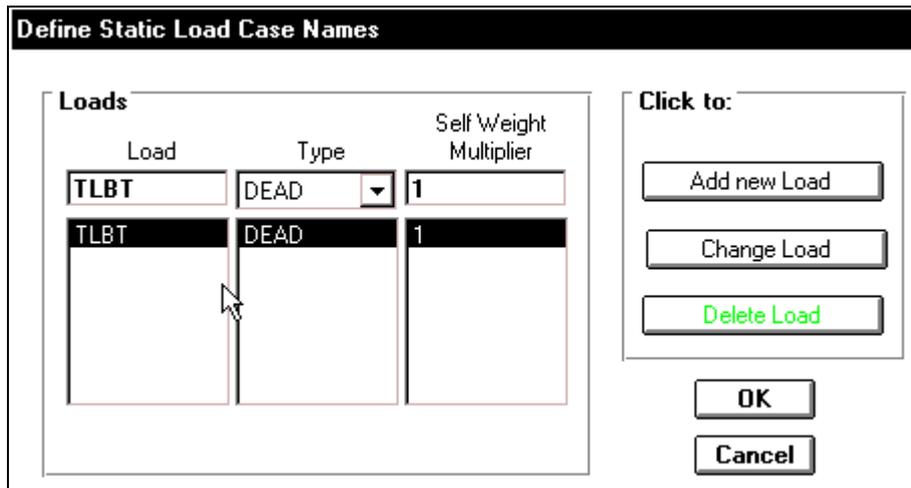


Hộp thoại **Define Static Load Case Names** xuất hiện :



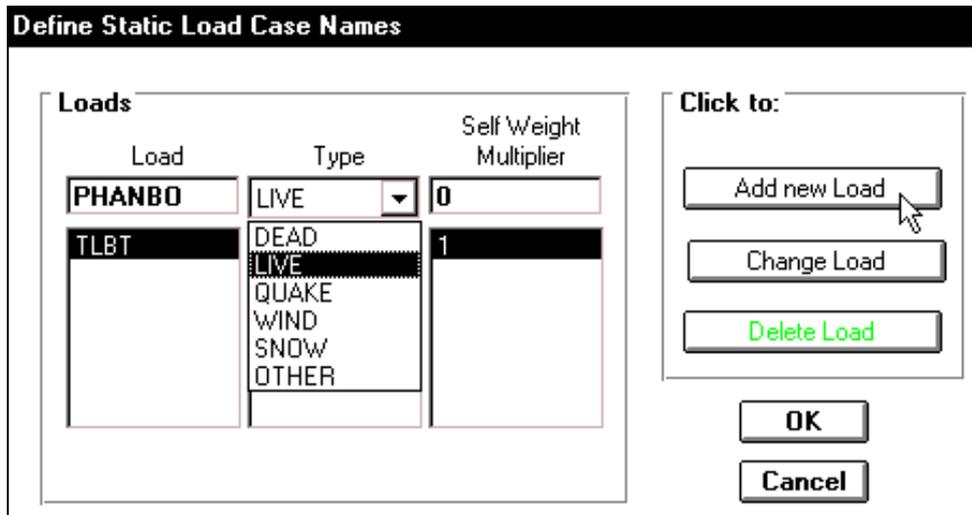
Trong hộp thoại **Define Static Load Case Names** bạn tiến hành theo trình tự sau:

- Trong mục **Load** (tên các trường hợp tải trọng) bạn nhập vào chuỗi ký tự **TLBT**,
- Tại mục **Type** nhấp vào tam giác bên phải để chọn **DEAD** (tải trọng tĩnh),
- Trong mục **Self Weight Multiplier** (hệ số có kể đến tải trọng bản thân kết cấu) bạn nhập vào giá trị là 1.
- Nhấp chọn vào **Change Load** để chấp nhận sự thay đổi tên của tải.

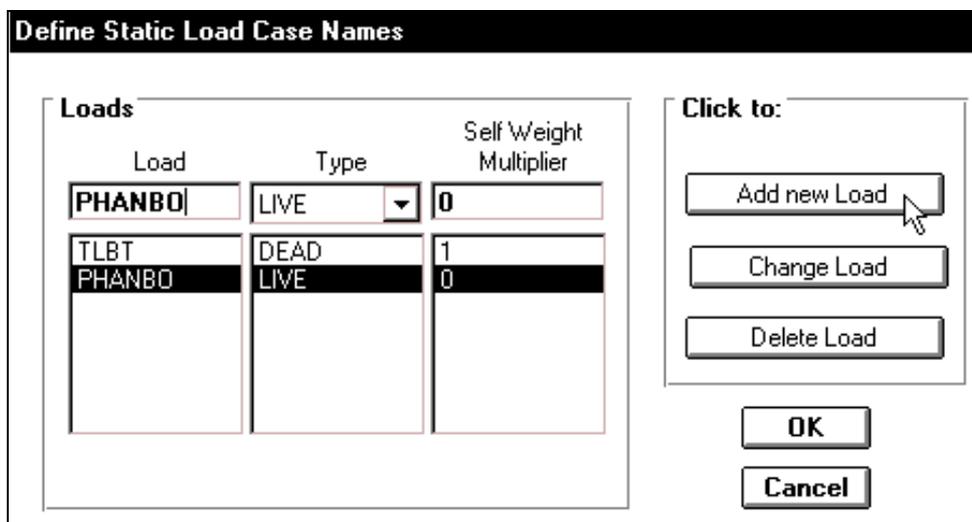


Tải đã được nhập vào

Để khai báo tiếp những loại tải khác bạn nhấp chọn vào **TLBT** để đổi thành dòng chữ **PHAN BO**, và trong mục **Type** chọn **LIVE** (tải trọng động), trong **Self Weight Multiplier** nhập vào giá trị là **0.0**, sau đó bạn nhấp chọn vào **Add new Load** như hộp thoại bên dưới.

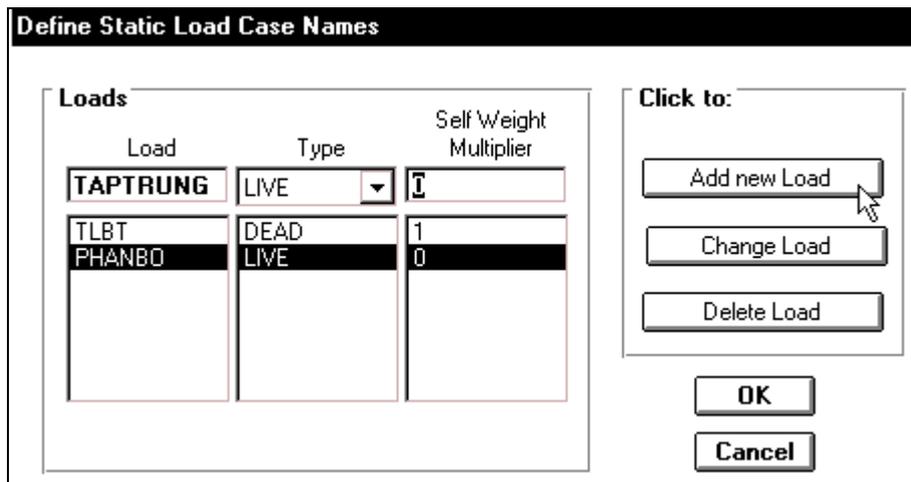


Hình khi nhập vào PHAN BO

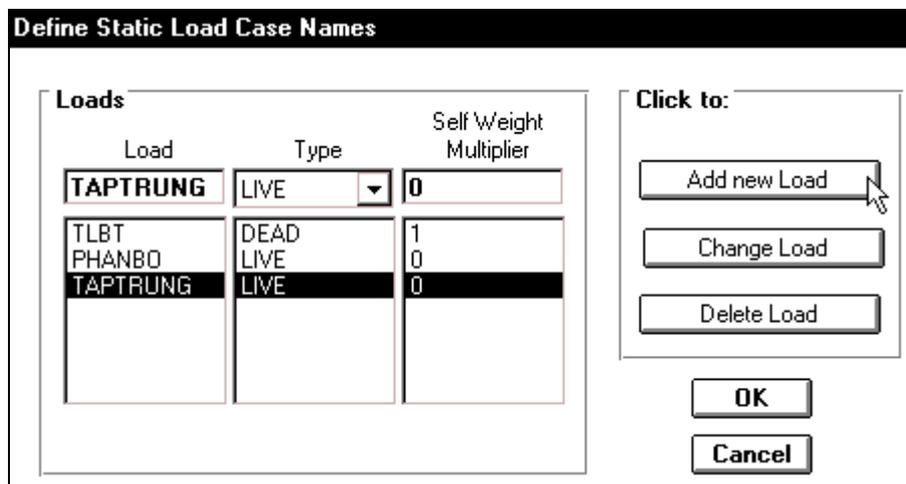


Hình khi nhấp chọn vào Add new Load

Tương tự như vậy, bạn nhập vào tải **TAPTRUNG** như hình bên dưới và nhấp **OK** để đóng hộp thoại.



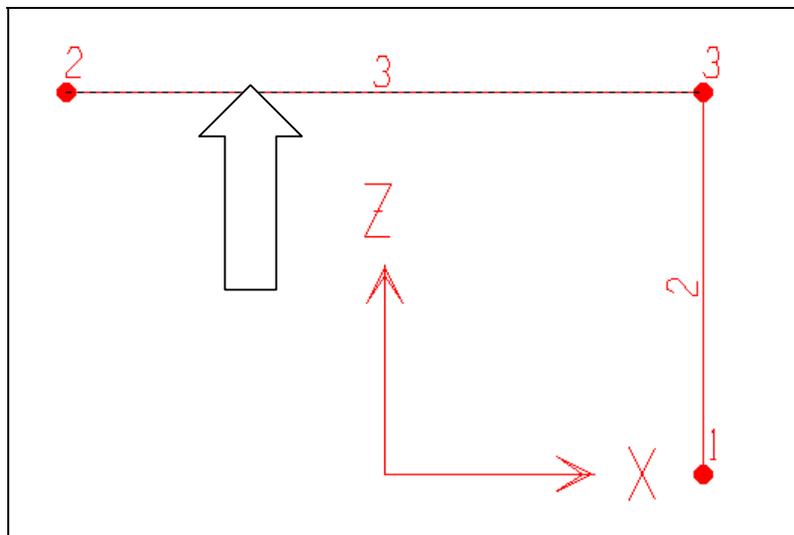
Hình khi nhập vào TAPTRUNG



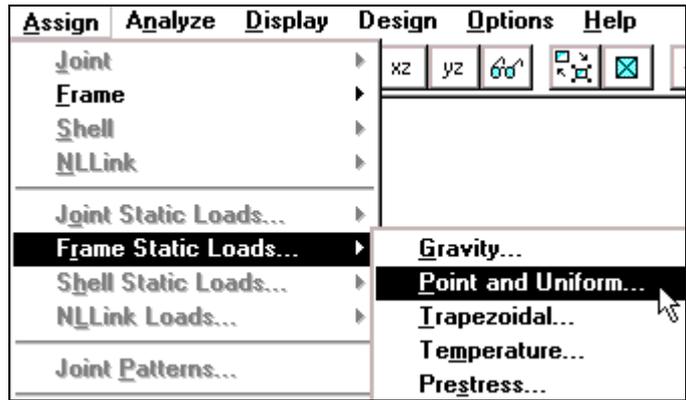
Hình khi thực hiện xong

## 11.GÁN TẢI TRỌNG LÊN DẦM

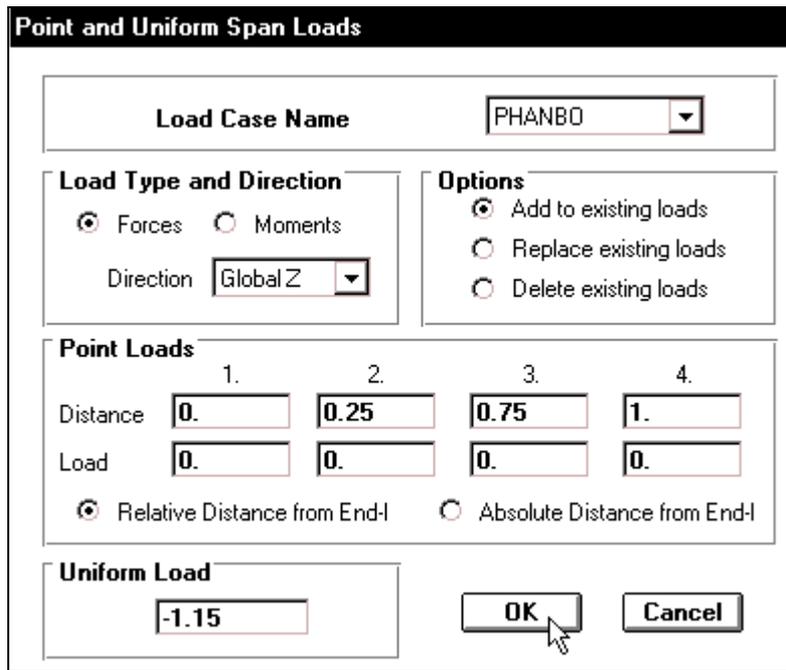
- Để gán tải trọng lên dầm và cột, trước tiên bạn dùng chuột nhấp chọn vào phần tử thứ 3 như hình con trỏ bên dưới.



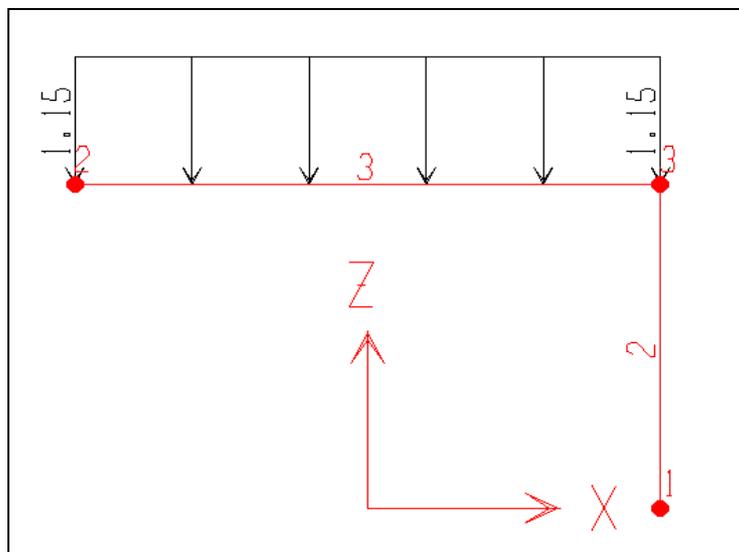
Tiếp theo bạn vào trình đơn **Assign > Frame static Loads < Point and Uniform.**



Hộp thoại **Point and Uniform Span Loads** xuất hiện :

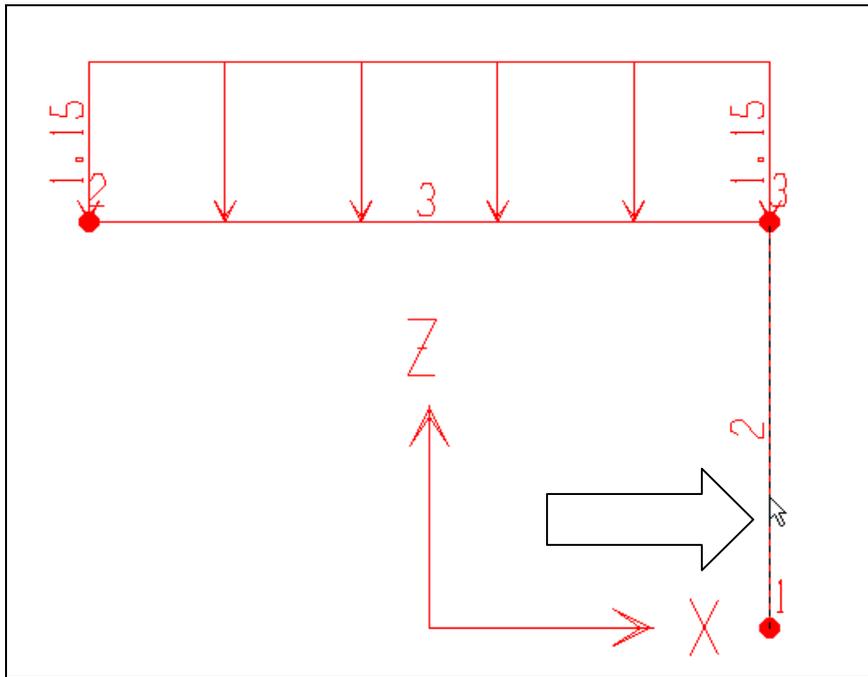


Trong hộp thoại **Point and Uniform Span Loads** từ mục **Load Case Name** bạn dùng chuột nhấp chọn vào tam giác bên phải chọn **PHANBO**, trong mục **Uniform Load** nhập vào giá trị là **-1.15**, sau đó nhấp chọn **OK** để đóng hộp thoại **Point and Uniform Span Loads**.



Tải trọng phân bố đã xuất hiện trên dầm

- Tiếp theo bạn nhấp chọn vào phần tử thứ hai như hình bên dưới để gán tải trọng lên phần tử này.

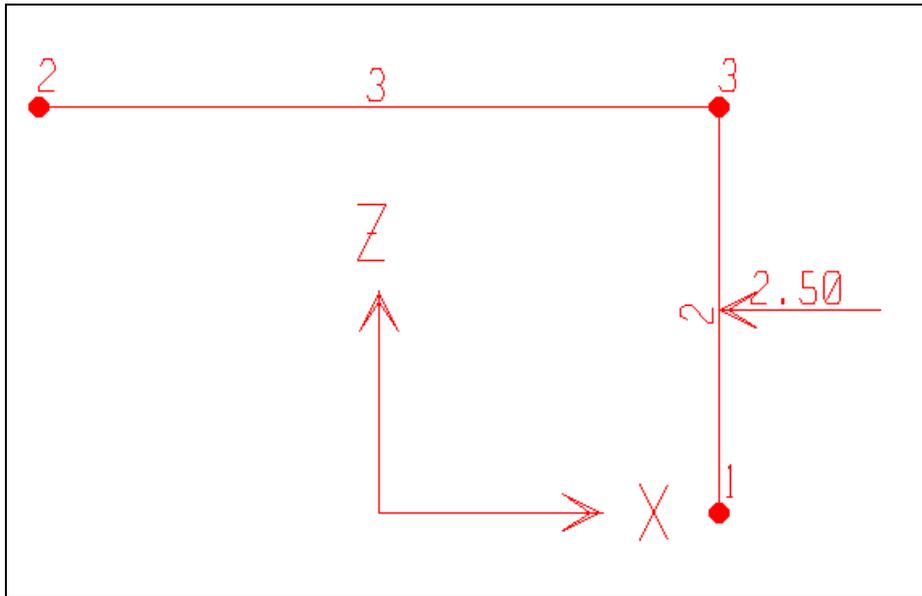


Vị trí nhấp chuột

Bây giờ bạn gọi lệnh **Assign > Frame static Loads < Point and Uniform.**

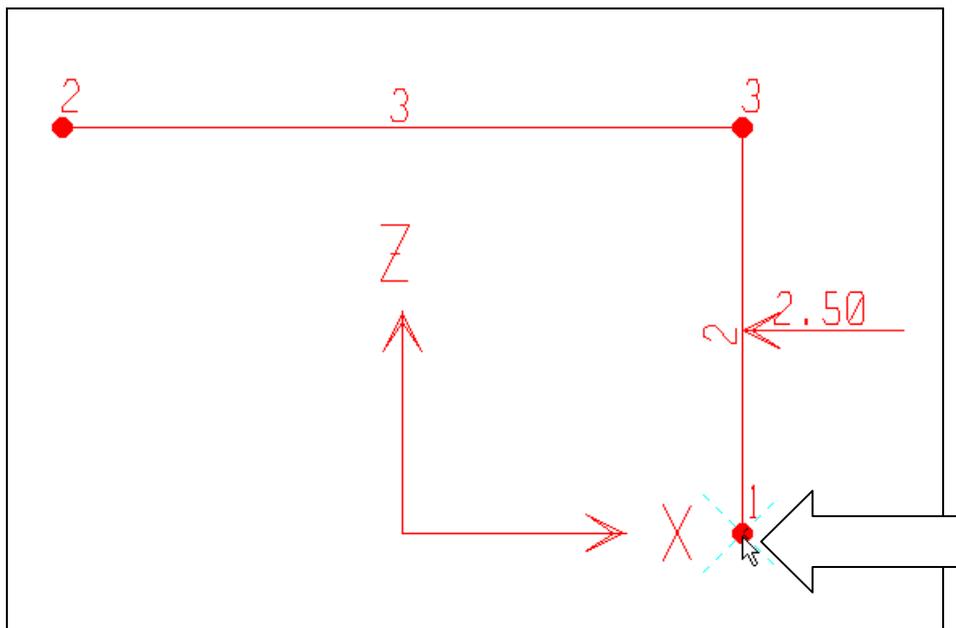
Trong hộp thoại **Point and Uniform Span Loads** tại mục **Load Case Name** bạn dùng chuột nhấp chọn vào tam giác bên phải chọn **TAPTRUNG**.

- Trong mục **Direction** bạn chọn **GlobalX**. Nhấp chọn vào **Absolute Distance from End – I**. Trong mục **Point Loads** tại **Distance** của hộp số 1 bạn nhập giá trị là 1.5 và **Load** là -2.5. Tại mục **Uniform Load** nhập giá trị là 0.0. Sau cùng nhấp chọn **OK** để đóng hộp thoại.



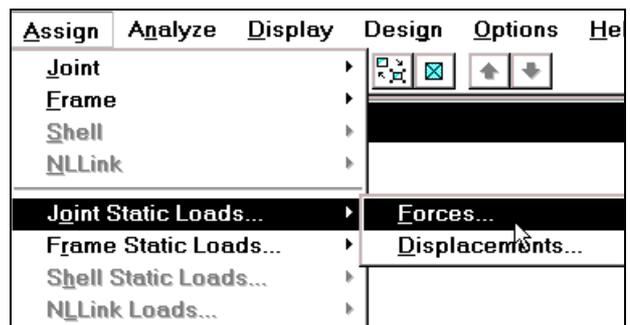
Hình khi thực hiện xong

- Khai báo mô men tập trung bằng cách dùng chuột nhấp chọn vào nút số 1 như hình bên dưới.



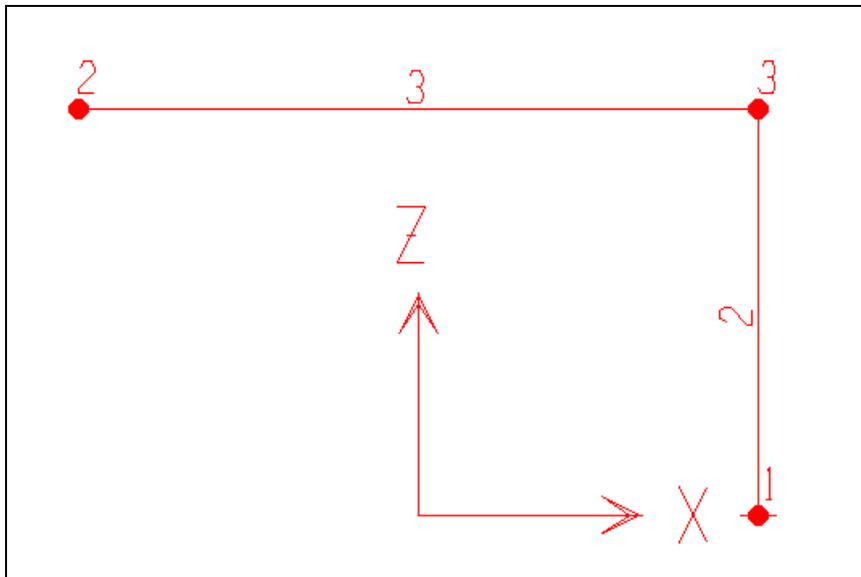
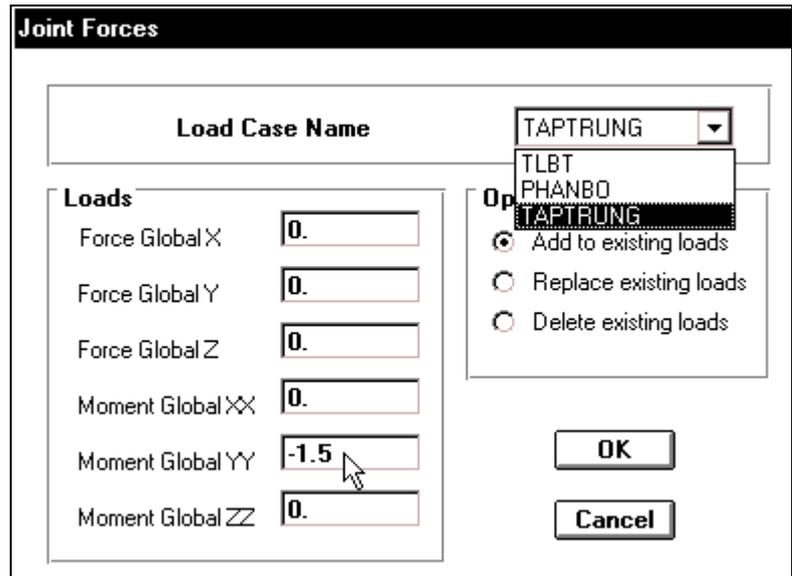
Vị trí nhấp chuột

- Tiếp theo bạn vào trình đơn **Assign > Joint Static Loads > Forces**.



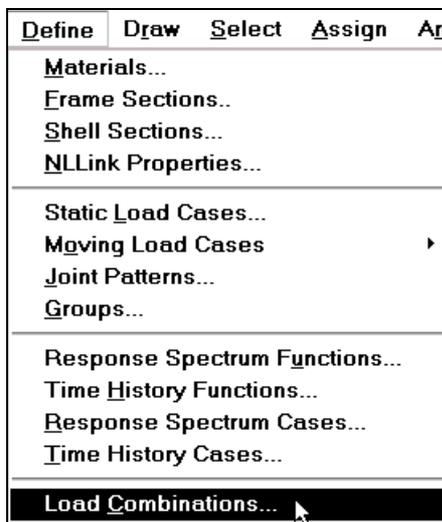
Hộp thoại **Joint Forces** xuất hiện :

- Trong hộp thoại **Joint Forces** tại mục **Load Case Name** bạn nhập chuột vào tam giác bên phải để chọn **TAPTRUNG**,
- Trong mục **Loads** tại **Moment Global YY** nhập vào giá trị : -1.5 và nhấp chọn **OK** để đóng hộp thoại **Joint Forces**.

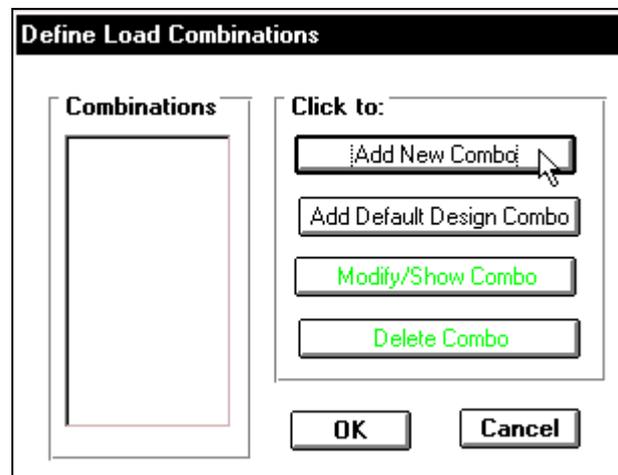


## 12. TỔ HỢP TẢI

Để tổ hợp tải bạn vào trình đơn **Define > Load combinations**.

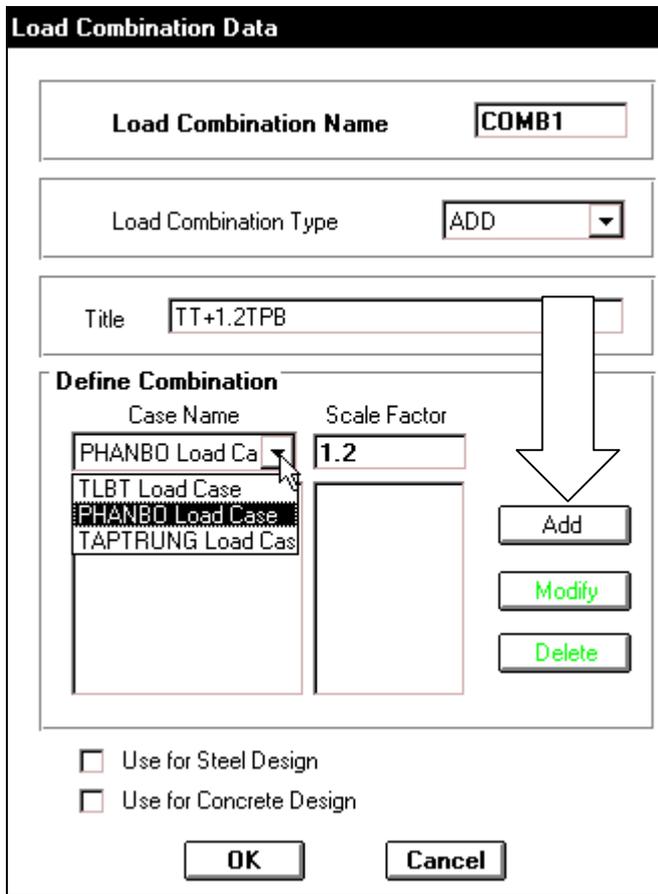


Hộp thoại **Define Load Combinations** xuất hiện.



Trong hộp thoại **Define Load Combinations** bạn dùng chuột nhấp chọn vào **Add New Combo** để xuất hiện hộp thoại **Load Combinations Data**.

Hộp thoại **Load Combinations Data** xuất hiện

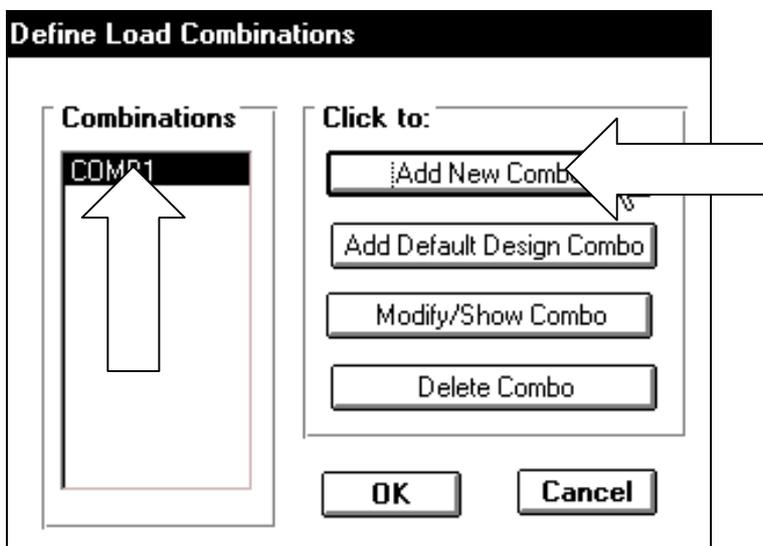


Trong hộp thoại **Load Combinations Data** bạn tiến hành khai báo theo trình tự sau :

- Trong mục **Load Combinations Name** nhập vào COMB1.
- Trong mục **Load Combinations Type** nhấp chọn **ADD**.
- Trong mục **Title** nhập vào ký tự sau **TT+1.2 TPB**
- Trong mục **Define Combination** bạn nhấp vào tam giác bên phải để chọn **PHANBO**.
- Trong hộp **Scale Factor** nhập vào giá trị là 1.2.

- Sau cùng bạn nhấp chọn **Add** và chọn **OK** để đóng hộp thoại.

Lúc bấy giờ trong hộp thoại **Define Load Combinations** đã xuất hiện tổ hợp tải thứ nhất là **COMB1** như hình bên dưới.



- Tiếp theo bạn nhấp chuột vào **Add New Combo** như hình con trỏ chỉ để khai báo tổ hợp tải thứ hai.

Hộp thoại **Load Combinations Data** xuất hiện :

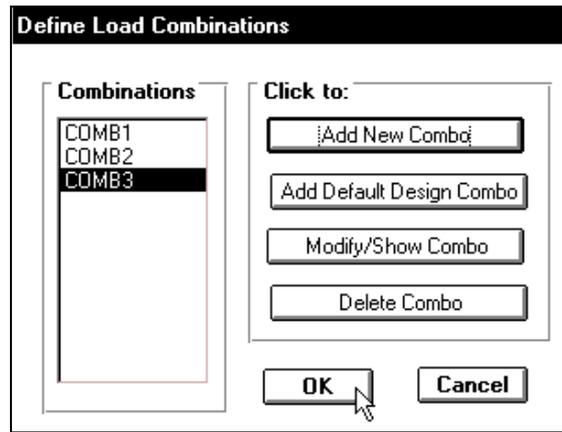
Tương tự như trên nhưng trong mục **Title** nhập vào ký tự sau **TT+1.4 TTT**, trong mục **Define Combination** bạn nhấp vào tam giác bên phải để chọn **TAPTRUNG**, trong hộp **Scale Factor** nhập vào giá trị là **1.4** sau đó nhấp chuột vào **Add** và chọn **OK**.

- Nhấp chuột vào **Add New Combo** để khai báo tổ hợp tải thứ 3.
- Hộp thoại **Load Combinations Data** xuất hiện :

Thực hiện lại bước trên để tiến hành tổ hợp tải thứ 3 (**COMB3**) như sau : tại mục **Title** nhập vào ký tự **TT+PB+TT** và mục **Define Combination** bạn nhấp vào tam giác bên phải để chọn **PHANBO**, trong mục **Scale Factor** nhập vào giá trị là **1** nhấp chọn **Add**.

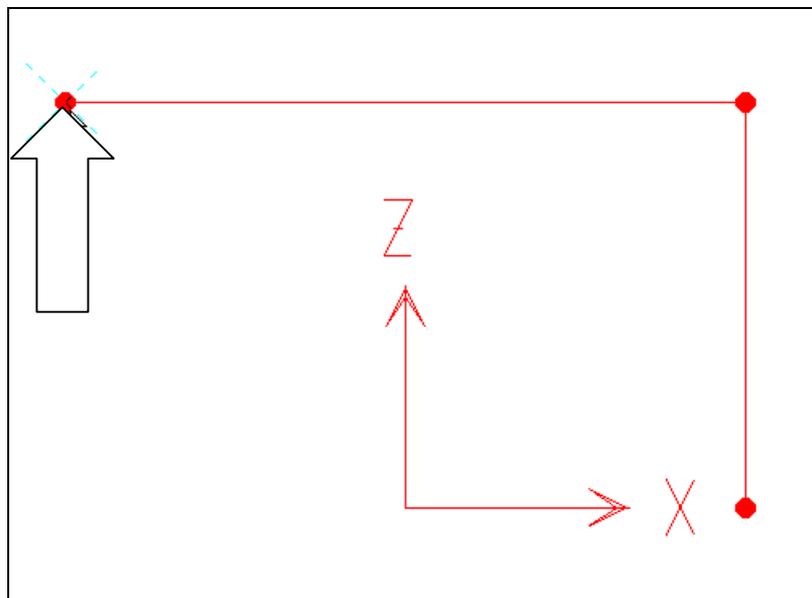
*Chú ý : Nếu khi khai báo tải tập trung và phân bố bạn thấy báo lỗi khi đó bạn nhấp chọn **Ok** và thực hiện tiếp.*

Bây giờ bạn nhấp chuột vào **TAPTRUNG** và chọn **Add** sau đó chọn **OK** để kết thúc việc tổ hợp tải.

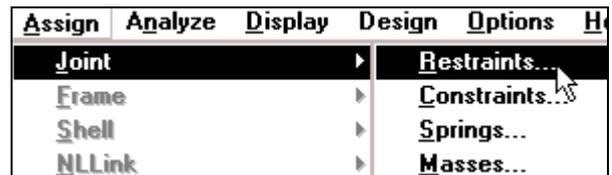


### 13.KHAI BÁO ĐIỀU KIỆN BIÊN

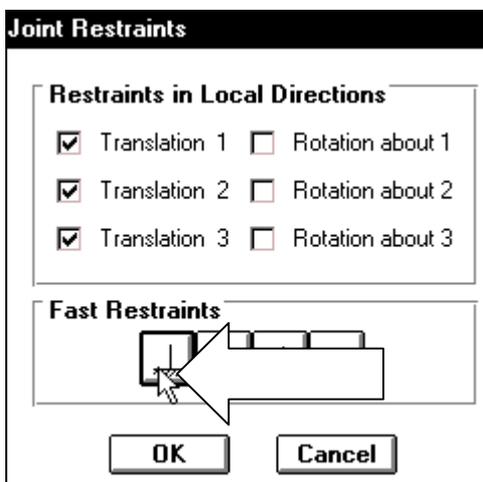
Dùng chuột nhấp chọn vào nút thứ 2 như hình sau :



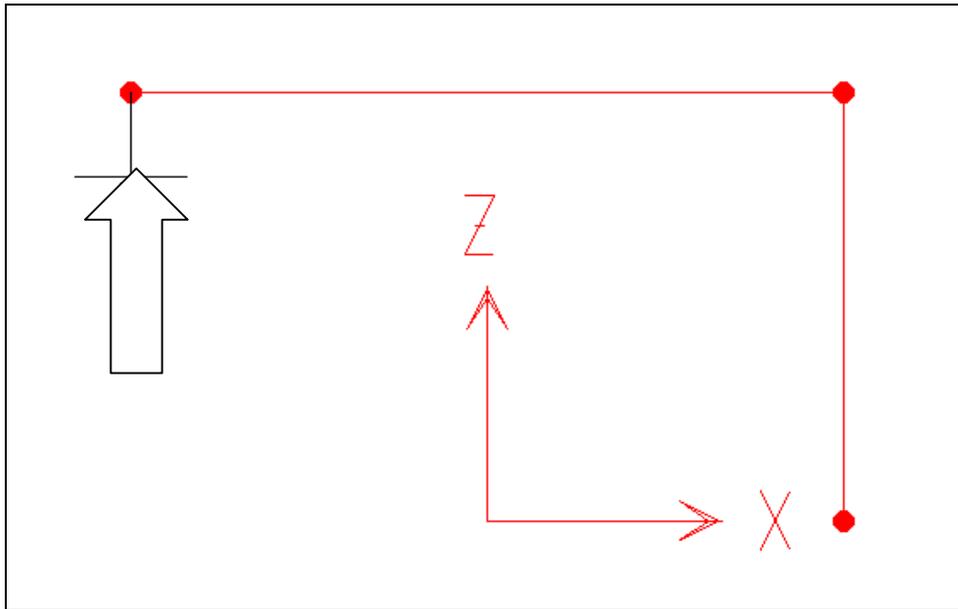
- Tiếp theo bạn vào trình đơn Assign > Joint > Restraints



Hộp thoại Joint Restraints xuất hiện :

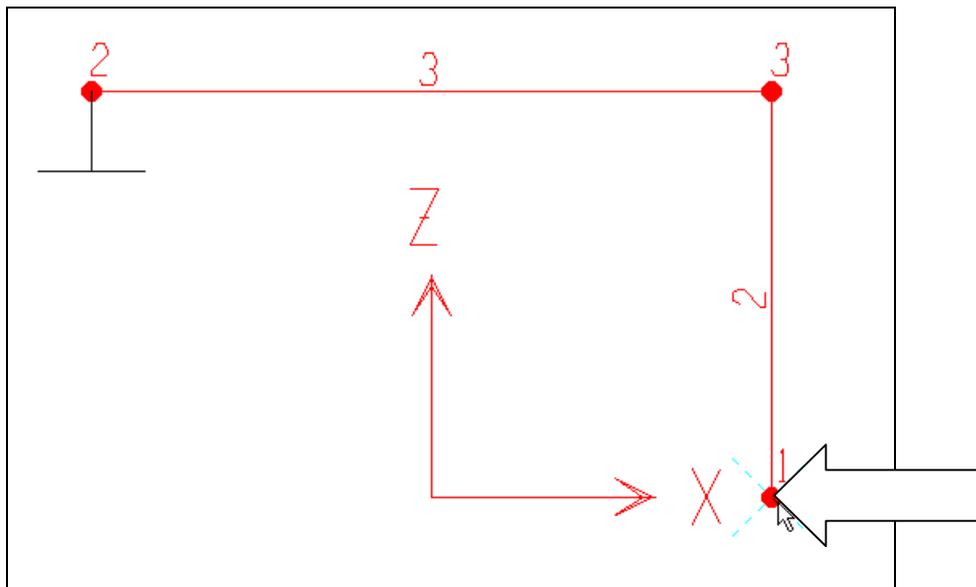


- Trong hộp thoại Joint Restraints trong mục Fast Restraints bạn dùng chuột nhấp chọn vào biểu tượng ngàm thứ nhất như hình con trỏ chỉ bên cạnh và nhấp chọn OK để đóng hộp thoại.



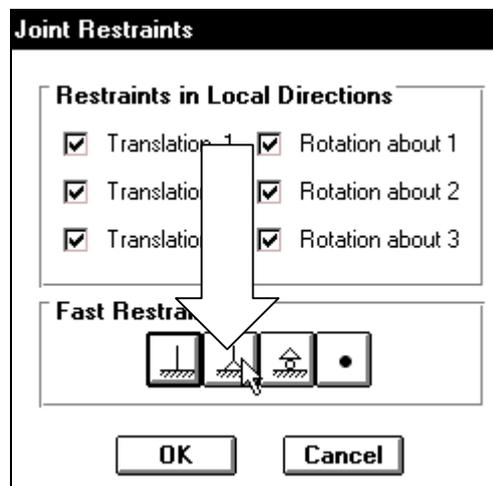
Khung đã xuất hiện biểu tượng ngàm

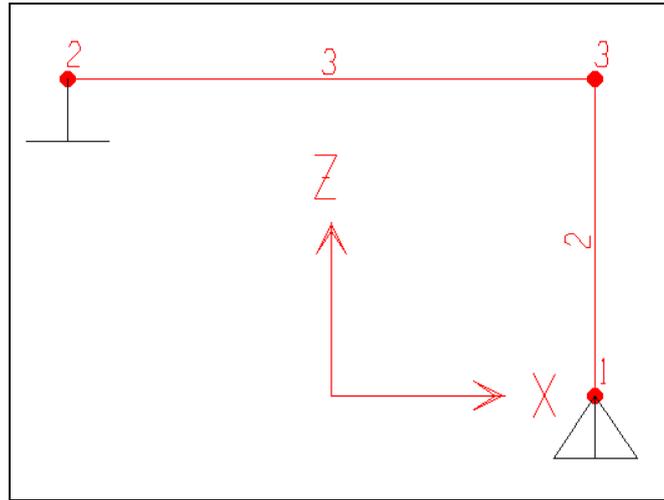
Tương tự như vậy bạn dùng chuột nhấp chọn vào nút thứ nhất như hình sau :



Hình khi nhấp chọn vào nút

- Bây giờ bạn vào trình đơn **Assign > Joint > Restraints**,
- Khi hộp thoại **Joint Restraints** xuất hiện trong mục **Fast Restraints** bạn nhấp vào biểu tượng khớp thứ hai như hình bên và nhấp chọn **OK** để đóng hộp thoại **Joint Restraints**.





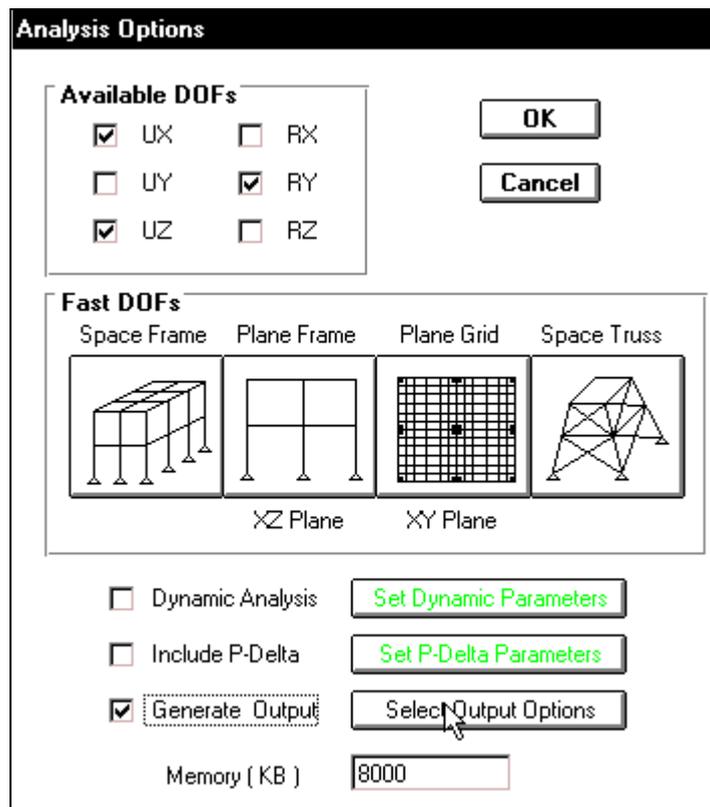
Hình khi thực hiện xong

### 14.CHỌN THÔNG SỐ CHO QUÁ TRÌNH GIẢI BÀI TOÁN

- Trước tiên bạn vào trình đơn **Analyze > Set Options.**



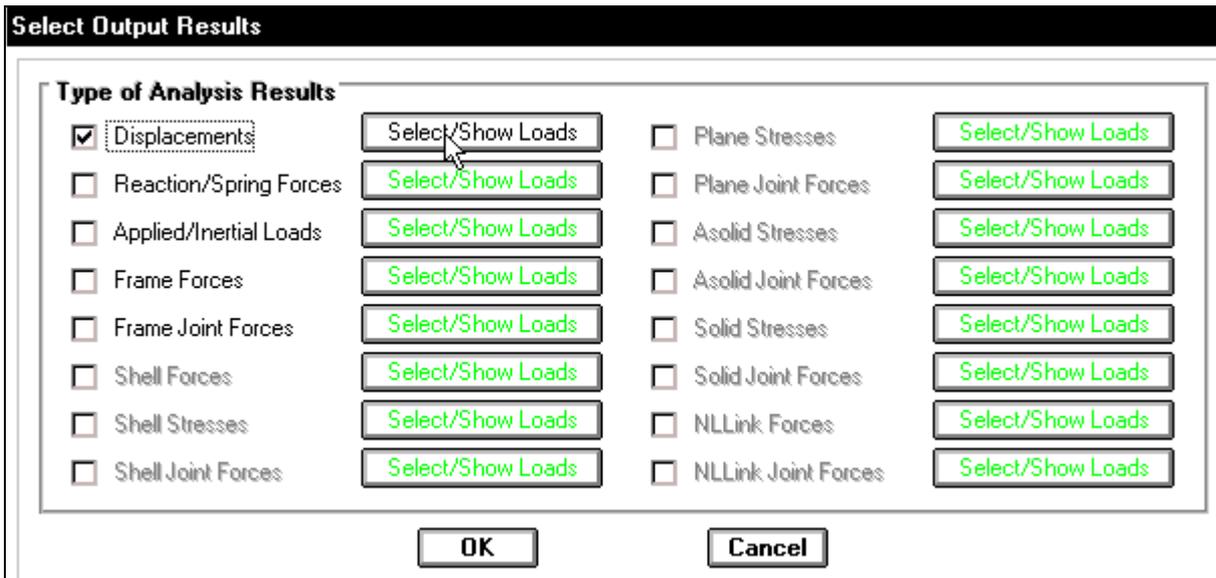
Hộp thoại **Analysis Options** xuất hiện :



Trong hộp thoại **Analysis Options** bạn thực hiện theo trình tự sau:

- Tại mục **Available DOFs** bạn dùng chuột nhấp chọn vào **UX, UZ, RY** còn các ô khác để trống (như trong hộp thoại trên).
- Nhấp chuột vào **Generate Output** sau đó nhấp chọn **Select Output Options** để hiển thị hộp thoại **Select Output Results**.

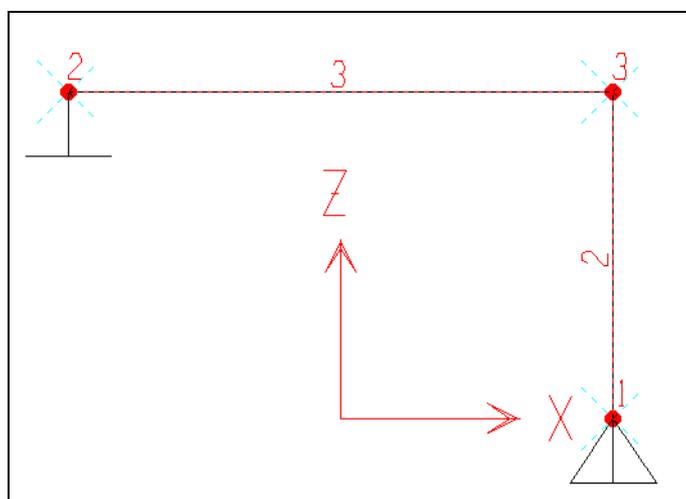
Hộp thoại **Select Output Results** xuất hiện :



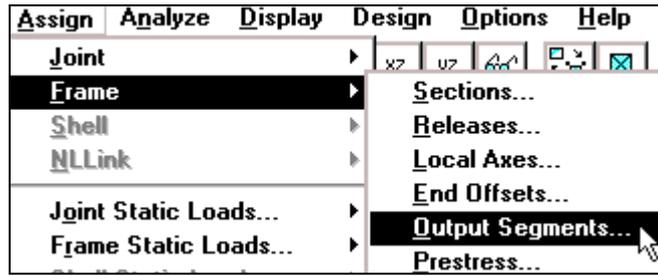
- Trong hộp thoại **Select Output Results** dùng chuột nhấp chọn vào **Displacements**, sau đó nhấp chọn vào **Select/ Show Loads** để xuất hiện hộp thoại **Select Output**.
- Trong hộp thoại **Select Output** bạn nhấp chọn vào loại tải sau đó nhấn và giữ phím **Shift** nhấp chọn từng loại tải để chọn tất cả trường hợp tải và nhấp **OK** để đóng hộp thoại.
- Thực hiện tương tự như trên cho những phần bên dưới.
- Nhấp chuột vào **Reaction/ Spring Forces**
- Tương tự nhấp chọn vào **Frame Forces** để đưa ra nội lực của phần tử **Frame**
- Sau cùng nhấp chọn **OK** để đóng hộp thoại **Select Output**
- Nhấp chọn **OK** để đóng hộp thoại **Select Output Results**

## 15. GIẢI BÀI TOÁN

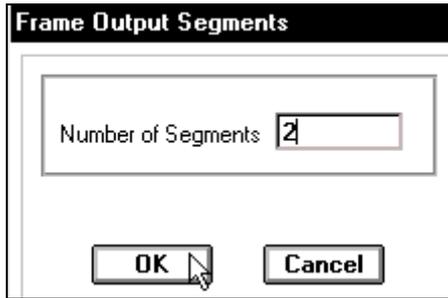
- Để giải bài toán, trước tiên bạn chọn mặt cắt bằng cách nhấp chọn vào biểu tượng **ALL** trên thanh công cụ



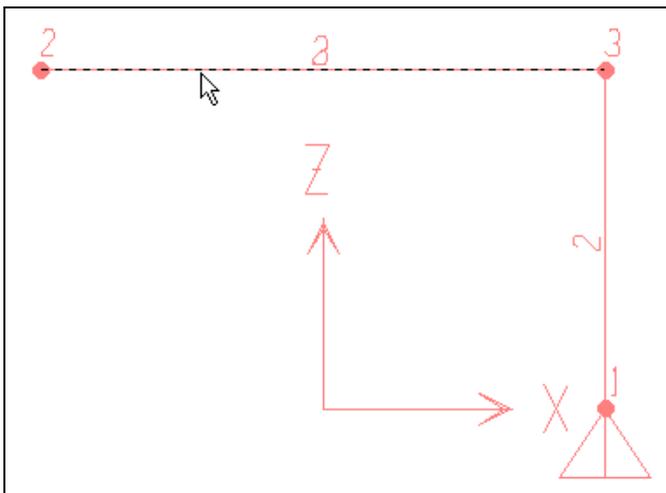
- Bây giờ bạn vào trình đơn **Assign > Frame > Output Segments**.



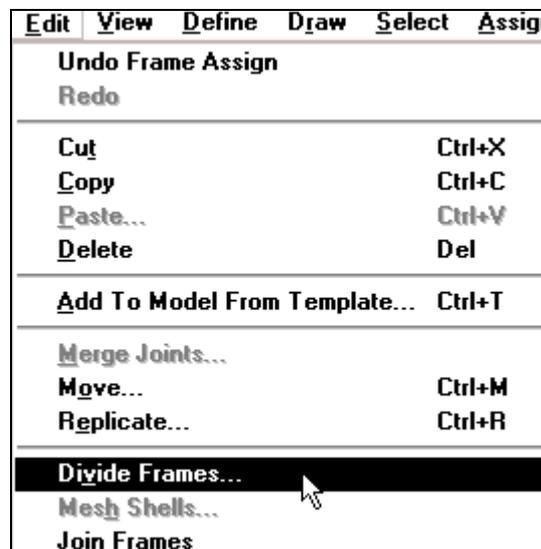
Hộp thoại **Frame Output Segments** xuất hiện :



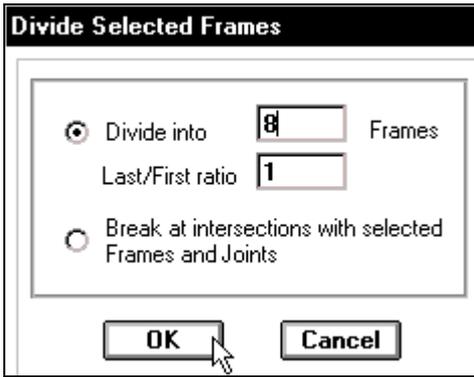
- Trong hộp thoại **Frame Output Segments** tại mục **Number Of Segments** bạn nhập vào giá trị là 2 sau đó nhấp chọn **OK** để đóng hộp thoại **Frame Output Segments**.
- Để bài toán được chính xác bạn chia dầm ra thành nhiều phần bằng cách dùng chuột nhấp chọn vào dầm như hình bên.



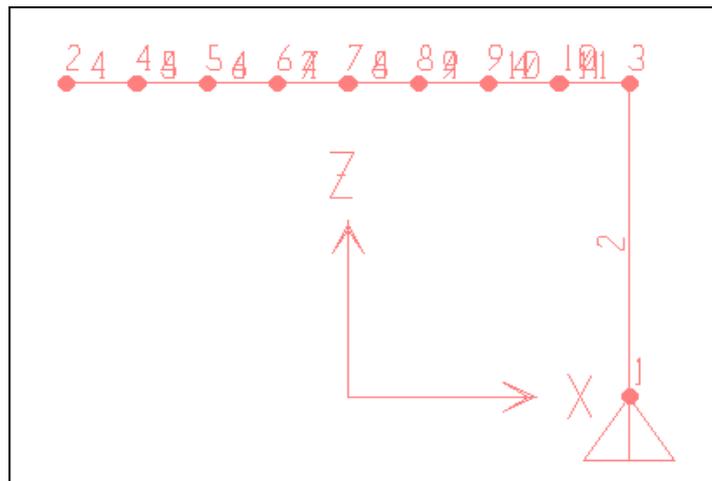
Tiếp theo bạn gọi lệnh **Edit > Divide Frames**.



Hộp thoại **Divide Selected Frames** xuất hiện :

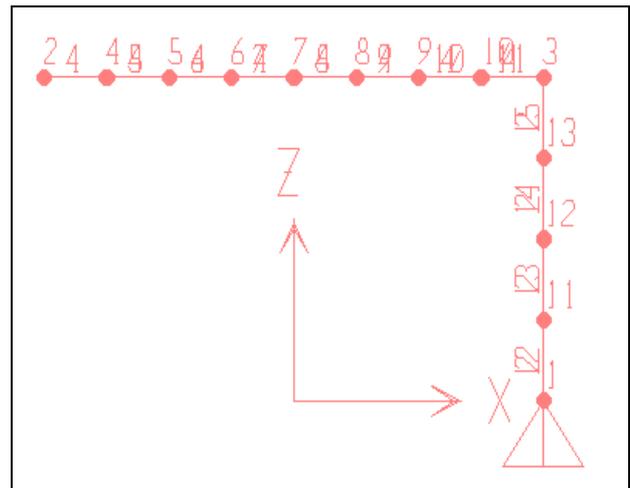
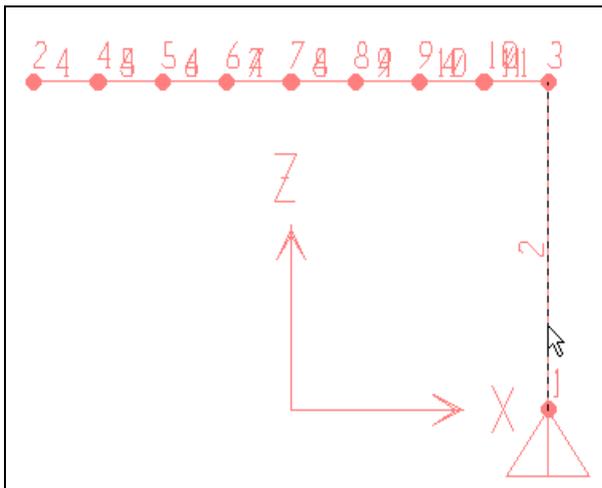


- Trong hộp thoại **Divide Selected Frames** tại mục **Divide into** bạn nhập vào giá trị : **8 Frames**, trong mục **Last / first radio** là 1
- Sau cùng nhấp chọn **OK** để đóng hộp thoại.

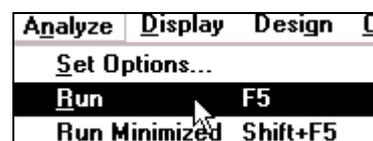


Hình khi thực hiện xong

- Tương tự như vậy bạn dùng chuột nhấp vào cột và khai báo tại tại mục **Divide into** bạn nhập vào giá trị : **4 Frames**, trong mục **Last / first radio** là 1 sau cùng nhấp chọn vào **OK** để đóng hộp thoại.

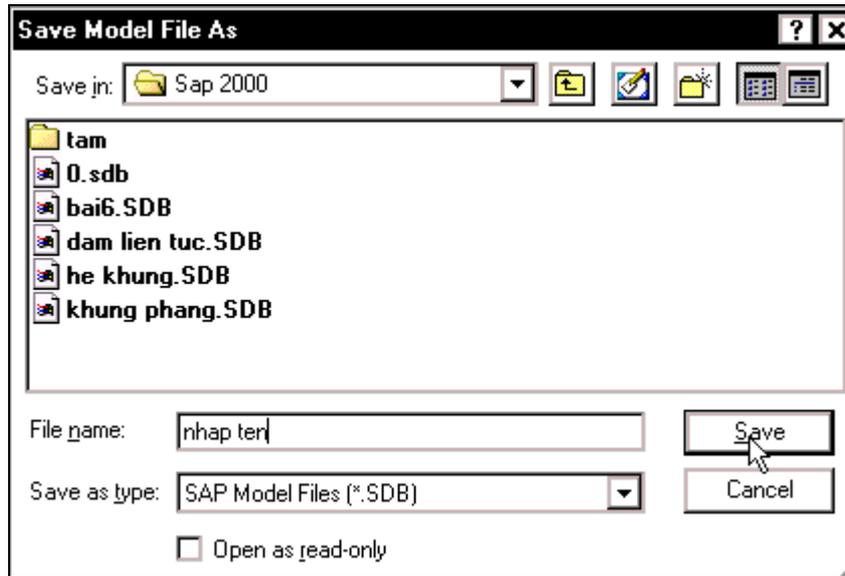


- Thực hiện giải bằng cách vào trình đơn **Analyze > Run** hay dùng phím **F5** trên bàn phím.

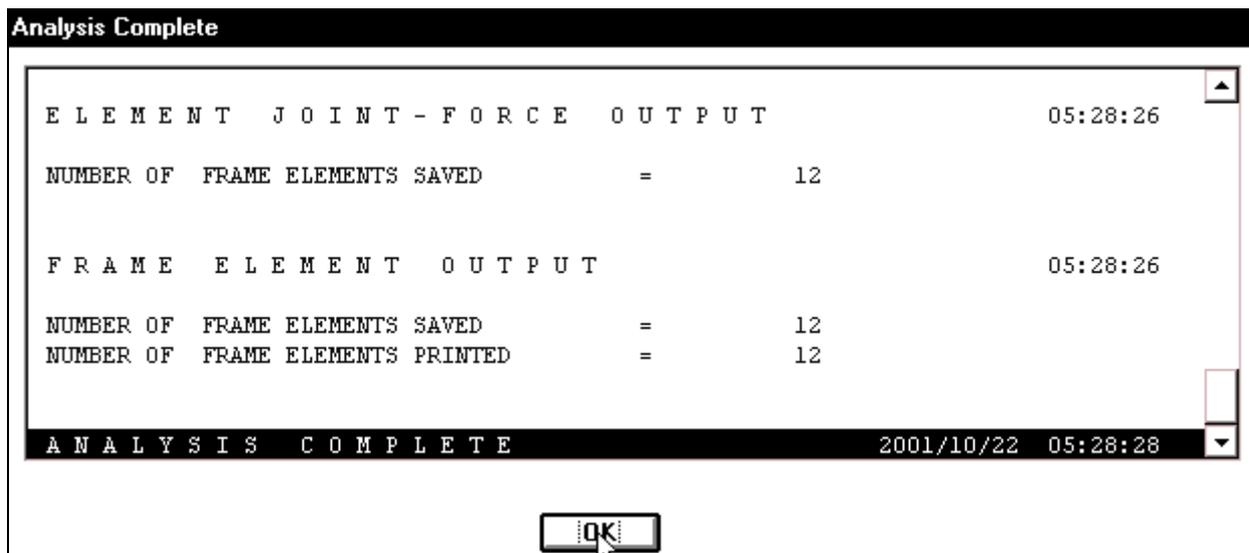


Hộp thoại **Save Model File As** xuất hiện :

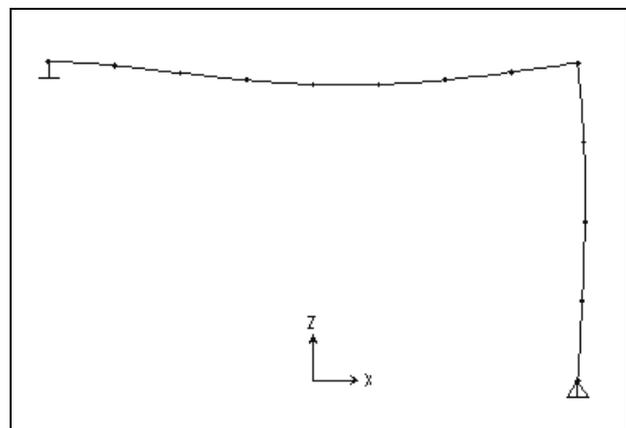
Khi đó bạn thấy xuất hiện hộp thoại **Save Model File As**, trong mục **Save in** của hộp thoại **Save Model File As** bạn chỉ đường dẫn để lưu file, trong mục **File name** bạn đặt tên cho file và nhấp chọn **Save** để file được lưu.



Bây giờ máy tiến hành giải, khi máy giải xong sẽ xuất hiện hộp thoại **Analysis Complete** nếu xuất hiện dòng **Error** bạn phải tiến hành khai báo lại.



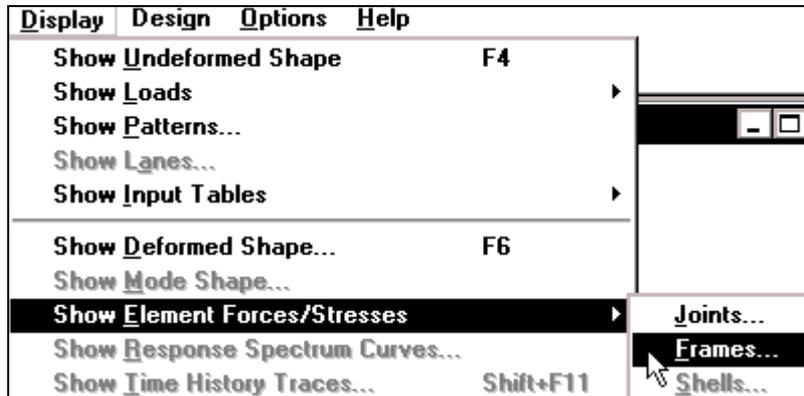
- Trong hộp thoại **Analysis Complete** bạn nhấp chọn **OK** để xem kết quả chuyển vị như hình sau:



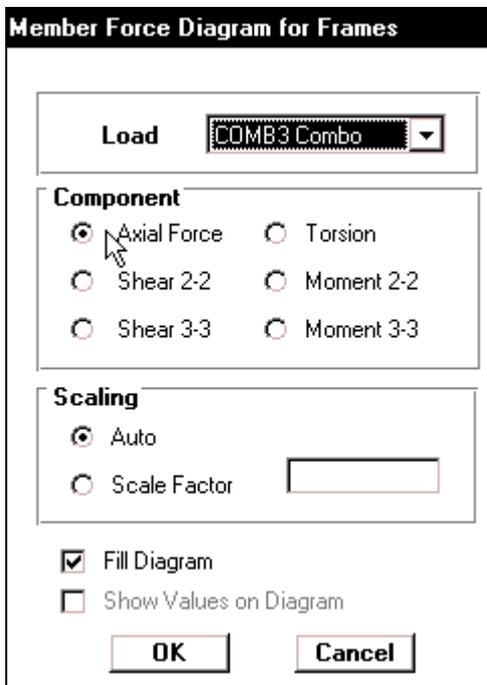
Hình chuyển vị

## 16. XEM KẾT QUẢ

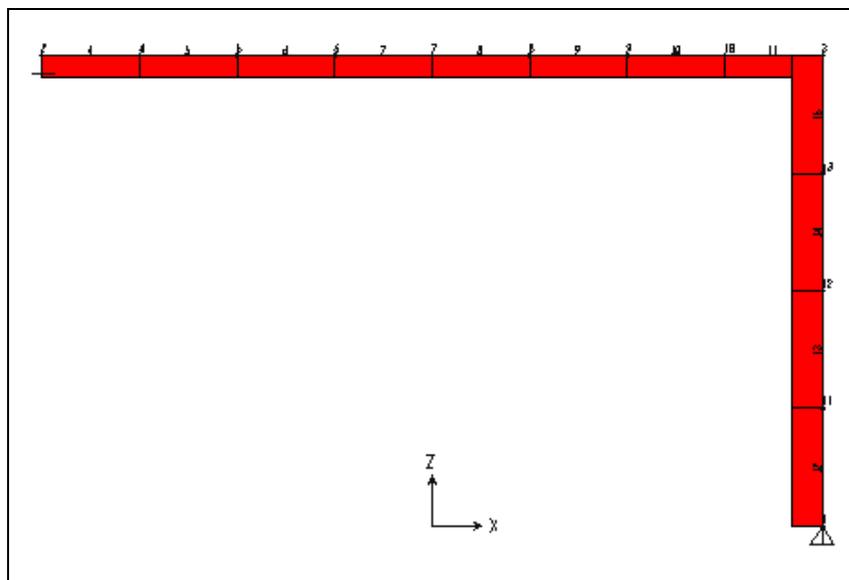
Để xem kết quả bạn thực hiện như sau : Đầu tiên bạn vào trình đơn **Display > Show Element Forces / Stresses> Frames**.

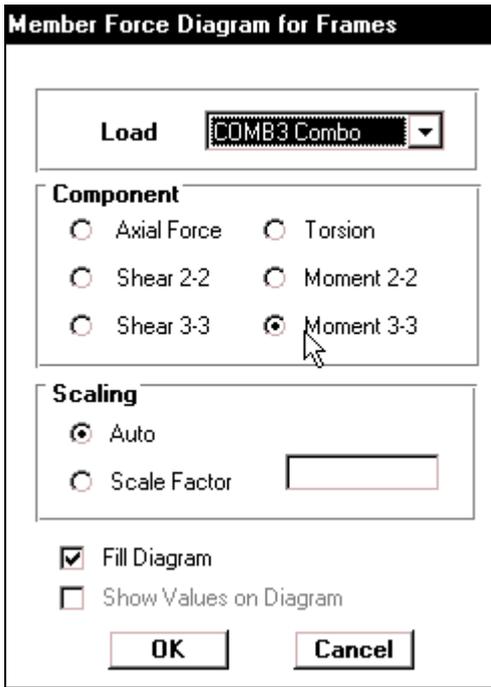


Hộp thoại **Member Force Diagram for Frames** xuất hiện :

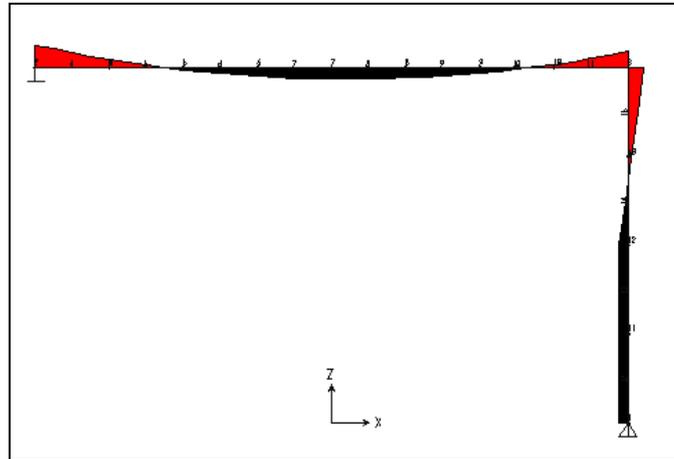


- Trong hộp thoại **Member Force Diagram for Frames** tại **Load** bạn dùng chuột nhấp chọn vào tam giác bên phải để chọn **COMB3Combo**
- Tại mục **Component** nhấp chuột vào **Axial Force** để xem lực dọc như hình bên dưới.
- Nhấp chọn vào **OK** để đóng hộp thoại.



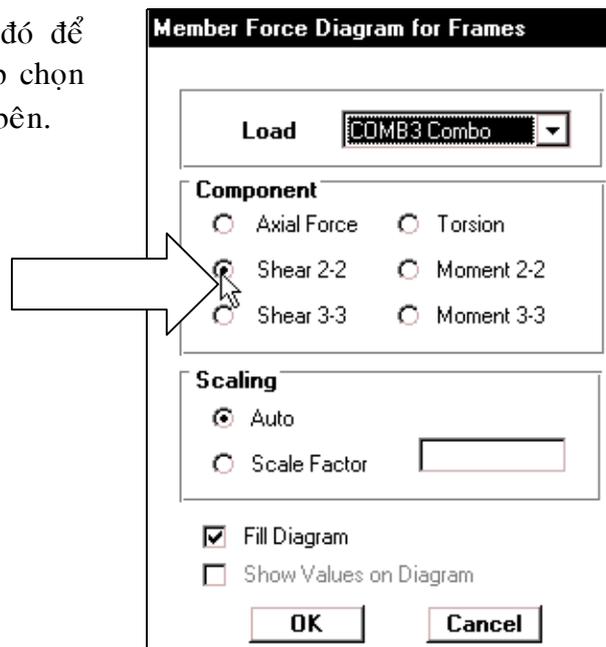


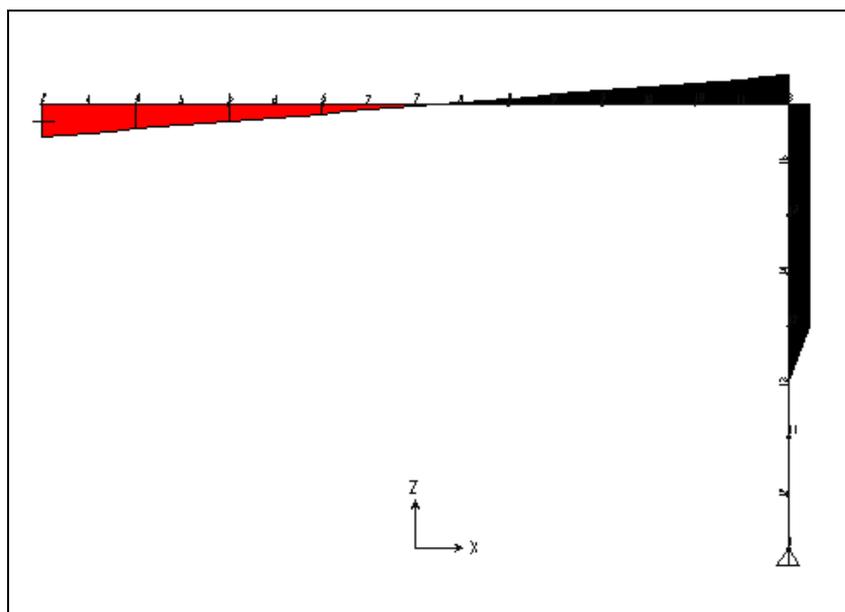
- Cách thực hiện tương tự như trên : Vào trình đơn **Display > Show Element Forces / Stresses> Frames.**
- Trong hộp thoại **Member Force Diagram for Frames** tại **Load** bạn dùng chuột nhấp chọn vào tam giác bên phải để chọn **COMB3Combo**
- Tiếp theo dùng chuột nhấp vào **Moment 3-3** để xem Moment xoắn quanh trục địa phương 3-3.



Biểu đồ momen

- Thực hiện như bước trên. Sau đó để xem lực cắt bạn dùng chuột nhấp chọn vào **Shear 2-2** như hộp thoại hình bên.





Biểu đồ lực cắt

Chúc bạn thành công.