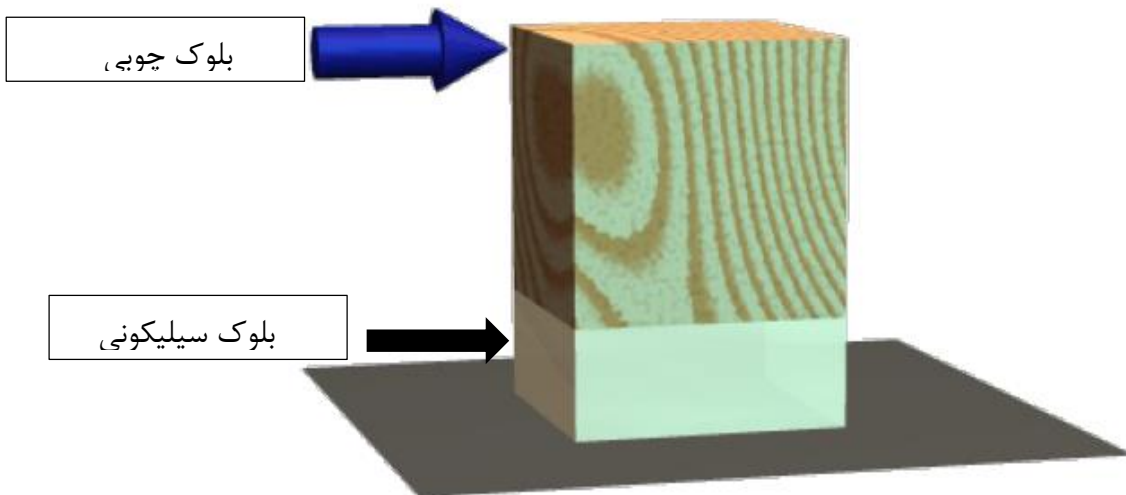


Substructuring-1

معرفی ۱-۱-

این آموزش با استفاده از انسیس ۱۲ کامل شده است. هدف این آموزش این است که چگونگی استفاده از Substructuring در انسیس را نشان دهد. Substructuring یک روشی است که گروهی از المان‌ها را متراکم و تبدیل به سوپر المان می‌کند.

این مسئله زمان مورد نیاز محاسبه را کاهش می‌دهد و هم چنین امکان حل مسئله‌های بسیار بزرگ را فراهم می‌کند. یک مثال ساده برای توضیح گام‌های مورد نیاز، نشان داده خواهد شد. با این وجود لطفاً توجه کنید که این مدل مدلی نیست که به استفاده از Substructuring نیاز داشته باشد. این مثال شامل یک بلوک چوبی ($E=10 \text{ GPa}$, $\nu=0.29$) است که متصل می‌شود به بلوک سیلیکونی ($E=2.5 \text{ MPa}$, $\nu=0.4$) که محکم به زمین متصل شده است. یک نیرو بر روی سازه باید به کار گرفته همان‌طور که در شکل زیر نشان داده شده است یک نیرو بر روی سازه باید به کار گرفته شود. برای این مثال از بلوک چوبی استفاده خواهد شد.



شکل ۱-۱- نیروی وارد بر بلوک چوبی

استفاده از Substructuring درانسیس یک فرایند سه مرحله‌ای است:

۱- گام تولید

سوپر المان را با متراکم کردن چند المان ایجاد کنید. درجه آزادی را برای ذخیره انتخاب کنید.

(master DOFs) و بارها را بر روی سوپر المان اعمال کنید.

(slave DOFs)

۲- گام مصرف

بر مدل کاملی شامل سوپر المان به وجود آمده در گام اول را ایجاد کنید. بارهای باقیمانده را روی مدل اعمال کنید راه حل، از حل کاهش یافته برای سوپر المان و حل کامل برای المان‌های غیر سوپری تشکیل شده است.

۳- گام توسعه

راه حل کاهش یافته را توسعه دهید تا حلی برای تمامی درجات آزادی سوپر المان به دست آید. توجه کنید که این روش یک Substructuring پایین به بالاست (هر سوپر المان به طور مجزا ایجاد می شود و سپس در فاز مصرف متراکم می شود). Substructuring پایین به بالا همچنین درانسیس امکان پذیر است. (مدل کامل ساخته شده سپس سوپر المان با انتخاب المان‌های مناسب ساخته می شود) این روش برای مدل‌های کوچک تر مناسب است و مزیت آن این است که برای سوپر المان‌های متعدد می تواند در پس پردازش ایجاد شود.

۱-۲- گام توسعه: ایجاد کردن سوپر المان

۱-۲-۱- پیش پردازنده: تعریف مسئله

۱- به گام تولید یک نام کاری بدهید.

Utility Menu > File > Change Jobname ...

GEN را برای نام کاری وارد کنید.

۲- منوی پیش پردازنده را باز کنید.

ANSYS Main Menu > Preprocessor
/PREP7

۳- هندسه سوپر المان را ایجاد کنید.

Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Rectangle > By 2 Corners
BLC4,XCORNER,YCORNER,WIDTH,HEIGHT

یک مستطیل با این وجود ابعاد ایجاد کنید (همه‌ی واحدها به میلی‌متر):

XCORNER (WP X) = 0
YCORNER (WP Y) = 40
Width = 100
Height = 100

۴- نوع المان را تعریف کنید:

Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete...

برای این مسئله ما PLANE42 را استفاده خواهیم کرد (جامد ساختاری 2D)) این المان ۴ گره دارد که هر کدام دو درجه آزادی دارد (در امتداد محور X و Y).
۵- خصوصیات ماده المان را تعریف کنید:

Preprocessor > Material Props > Material Models > Structural > Linear > Elastic > Isotropic

در پنجره‌ی ظاهرشده خصوصیات هندسی زیر را برای چوب وارد کنید:

- i. Young's modulus EX: 10000 (MPa)
- ii. Poisson's Ratio PRXY: 0.29

۶- اندازه مش را تعریف کنید.

Preprocessor > Meshing > Size Cntrls > Manual Size > Areas > All Areas ...

برای این مثال یک المان با طول لبه‌ی ۱۰ میلی‌متر استفاده خواهیم کرد.

۷- مش کردن بلوک

Preprocessor > Meshing > Mesh > Areas > Free > click 'Pick All'
AMESH,1

۱-۳- فاز حل: تعیین بارها و حل

۱- نوع آنالیز را تعریف کنید.

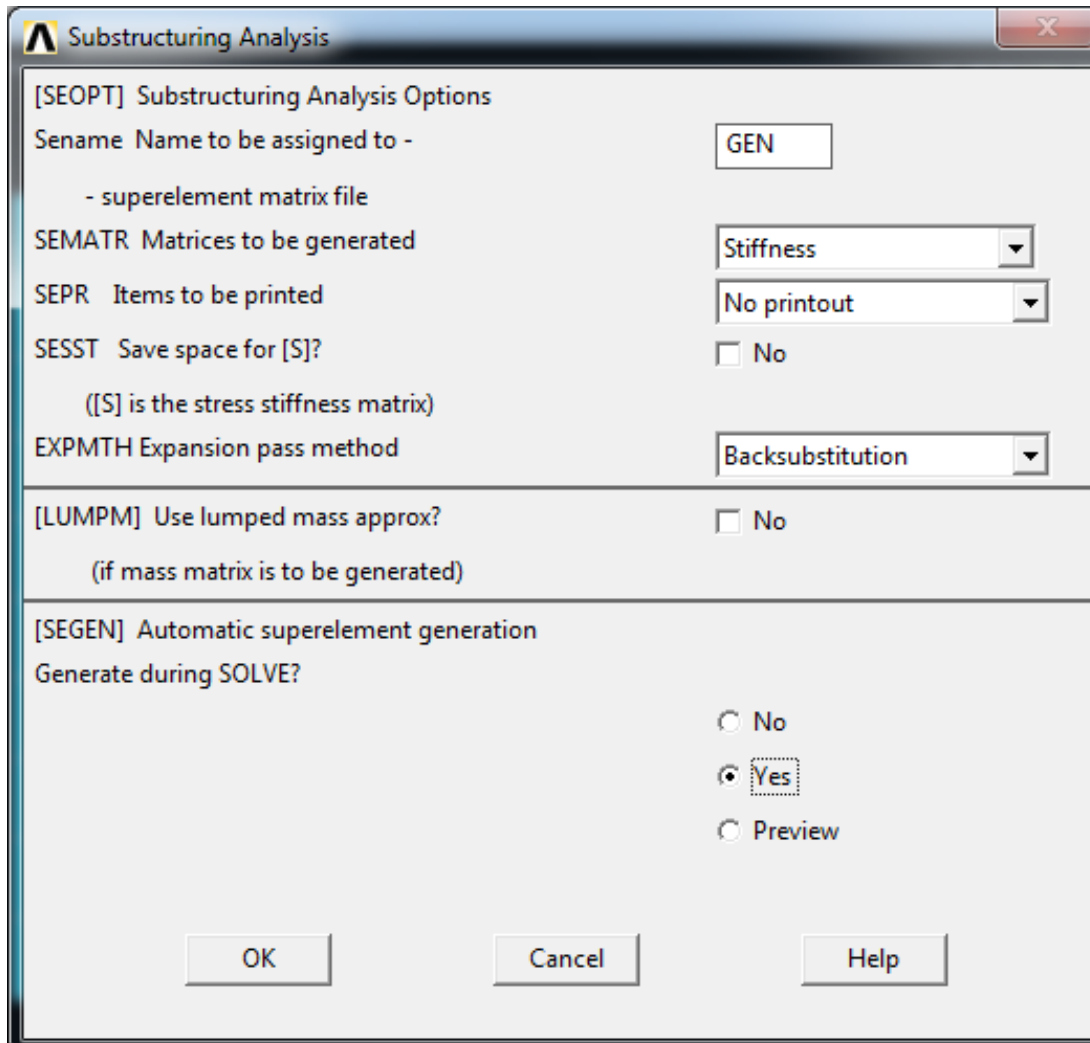
Solution > Analysis Type > New Analysis > Substructuring
ANTYPE,SUBST

۲- گزینه‌های آنالیز را انتخاب کنید. ضروری است که گزینه‌های آنالیز تعریف شود.

* مسیر زیر را انتخاب کنید:

Solution > Analysis Type > Analysis Options

* پنجره زیر ظاهر خواهد شد. مطمئن شوید گزینه‌ها همان‌طور که نشان داده شده است پر شده‌اند



شکل ۱-۱- SUBSTRUCTURING ANALYSIS

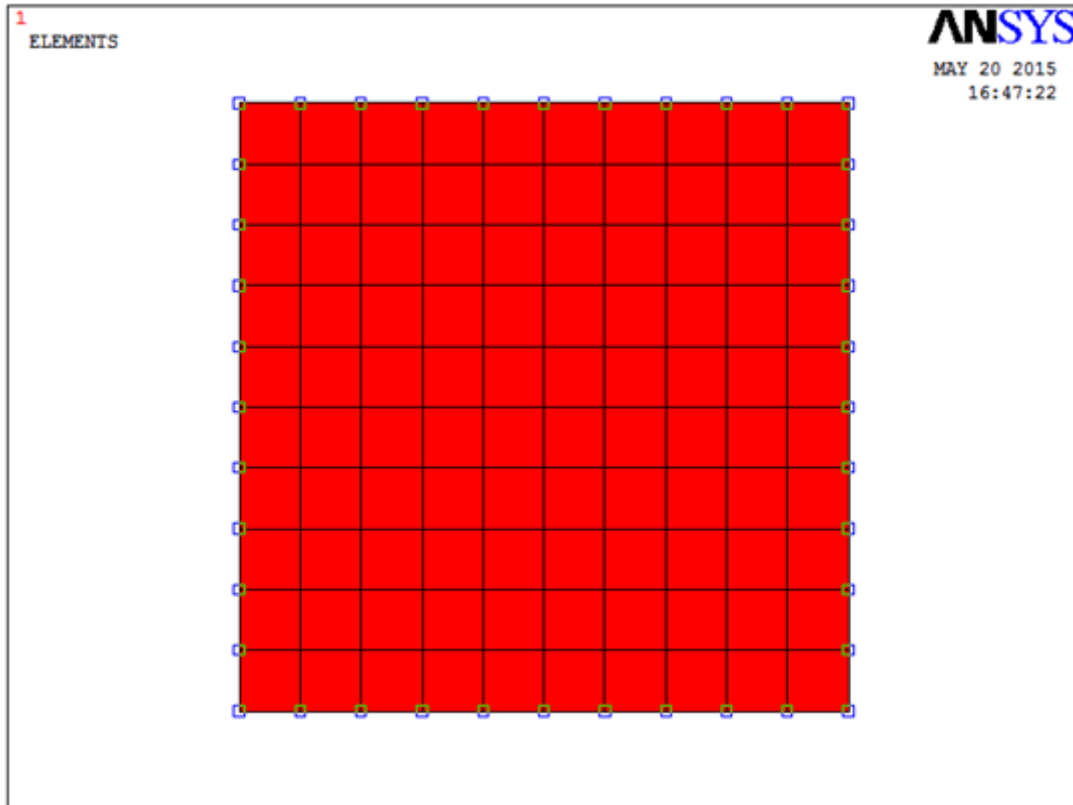
* (نام فایل ماتریکس سوپر المان) به‌طور پیش‌فرض به‌عنوان jobname انتخاب خواهد شد.
* در این مورد ماتریکس سختی تولید می‌شود.
* با استفاده از گزینه‌ی SEPR ماتریکس سختی یا ماتریکس بار، پنجره‌ی خروجی در صورت نیاز پرینت شود.

۳- درجات آزادی را انتخاب کنید.

Master DOFs ها باید در ارتباط بین سوپر المان و سایر المانها تعریف شود. همچنین نقاطی که بارها و محدودیتها اعمال می شود.
* مسیر زیر را انتخاب کنید.

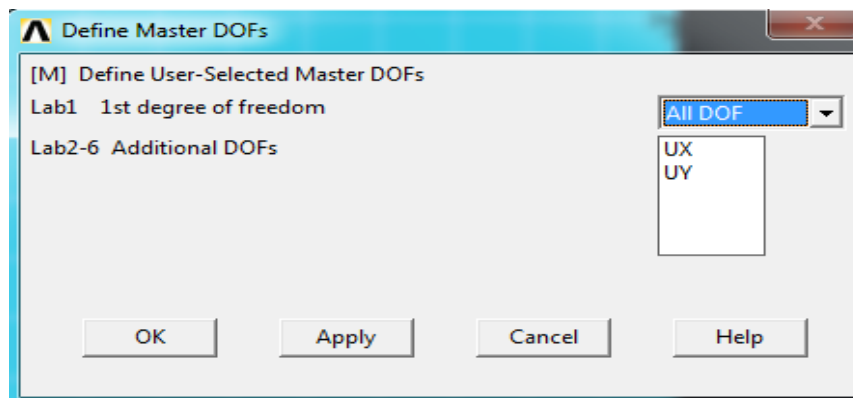
Solution > Master DOFs > User Selected > Define

Master DOF را همان طور که در شکل زیر نشان داده شده است، انتخاب کنید.



شکل ۱-۲ - MASTER DOFS

*در پنجره‌ی ظاهرشده Lab 1 را بر روی همه‌ی درجات آزادی تنظیم کنید.



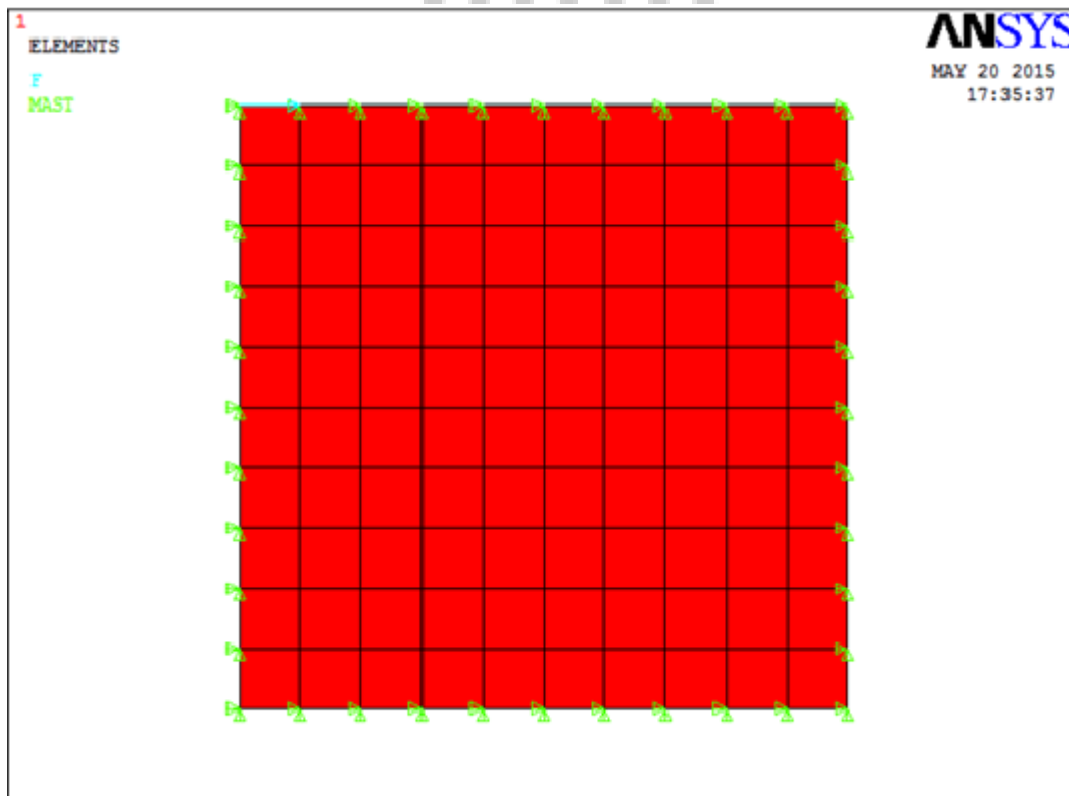
شکل ۱-۳- تعریف Master DOF

۴- بارها را اعمال کنید.

Solution > Define Loads > Apply > Structural > Force/Moment > On Nodes

یک بار را در مسیر X در بالای سمت چپ گره قرار دهید.

مدل باید همان طور که در شکل زیر نشان داده شده، ایجاد شود.



شکل ۱-۴ - مدل حاصل از اعمال بار

۵- داده‌های پایه را ذخیره کنید.

Utility Menu > File > Save as Jobname.db
SAVE

داده‌های پایه را ذخیره کنید تا دوباره در گام توسعه استفاده شوند.

۶- حل سیستم

Solution > Solve > Current LS
SOLVE

۱-۴- گام مصرف: استفاده از سوپر المان

در فاز مصرف ما مدل کامل را شامل سوپر المان‌های گام تولید ایجاد می‌کنیم.

۱-۴-۱- پیش پردازنده: تعریف مسئله

۱- داده‌های پایه موجود را پاک کنید.

Utility Menu > Clear & Start New

۲- به گام مصرف یک نام کاری بدهید.

Utility Menu > File > Change Jobname ...
FILENAME, USE

"USE" را برای نام کاری وارد کنید.

۳- منوی پیش پردازنده را باز کنید.

ANSYS Main Menu > Preprocessor
/PREP7

حال باید سوپر المان را وارد مدل کنیم.

۴- نوع سوپر المان را تعریف کنید.

Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete...

سوپر المان MATRIX50 را انتخاب کنید.

۵- هندسه المان‌های غیر سوپر را ایجاد کنید (سیلیکون)

Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Rectangle > By 2 Corners
BLC4, XCORNER, YCORNER, WIDTH, HEIGHT

یک مستطیل با این ابعاد ایجاد کنید.

XCORNER (WP X) = 0

YCORNER (WP Y) = 0

Width = 100

Height = 40

۶- نوع المان غیر سوپر را تعریف کنید.

Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete...

دوباره از PLANE42 استفاده خواهیم کرد.

۷- خصوصیات ماده المان را تعریف کنید.

Preprocessor > Material Props > Material Models > Structural > Linear > Elastic > Isotropic

در پنجره‌ای که ظاهر می‌شود خصوصیات هندسی زیر را برای سیلیکون را وارد کنید:

i. Young's modulus EX: 2.5 (MPa)

ii. Poisson's Ratio PRXY: 0.41

۸- اندازه مش را تعریف کنید.

Preprocessor > Meshing > Size Cntrls > Manual Size > Areas > All Areas ...

برای این بلوک ما دوباره یک المان با طول لبه‌ی ۱۰ متر را استفاده خواهیم کرد. توجه کنید که

ضروری است که گره‌های المان غیر سوپر با MDOFs های المان سوپر مطابق باشد.

۹- بلوک را مش بندی کنید.

Preprocessor > Meshing > Mesh > Areas > Free > click 'Pick All'

AMESH,1

۱۰- شماره گر جبرانی

وقتی سوپر المان و المان غیر سوپر هر دو مستقلاً ایجاد شدند. آن‌ها دارای گره‌های شمرده‌شده‌ی

مشابه هستند. (به این معنی که هر دوشی گره #۱ را خواهند داشت) اگر ما به المان سوپر به گره با

شماره مشابه برسیم گره‌های موجود در المان غیر سوپر بازنویسی می‌شوند.

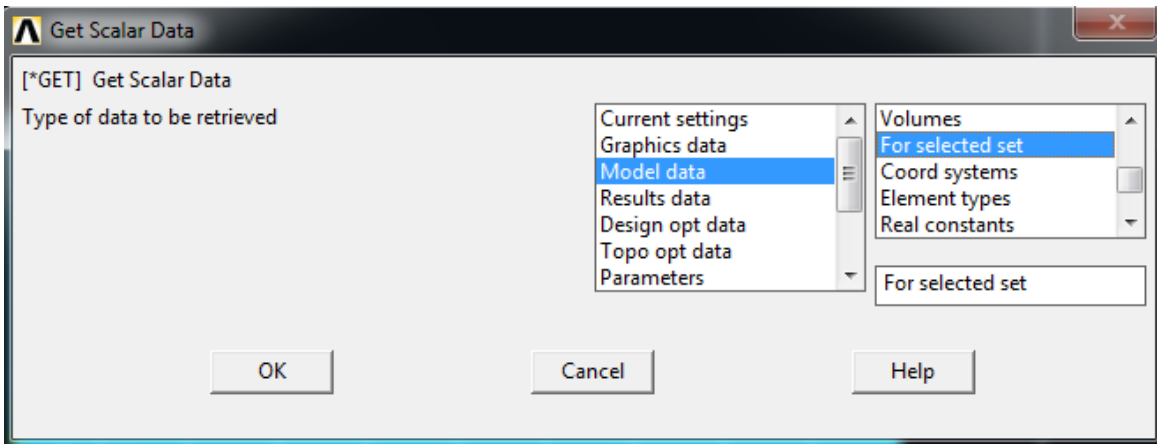
بنابراین ما نیاز داریم گره‌های المان سوپر را جبران کنیم.

تعداد گره‌های مدل موجود را تعیین کنید.

* مسیر زیر را انتخاب کنید.

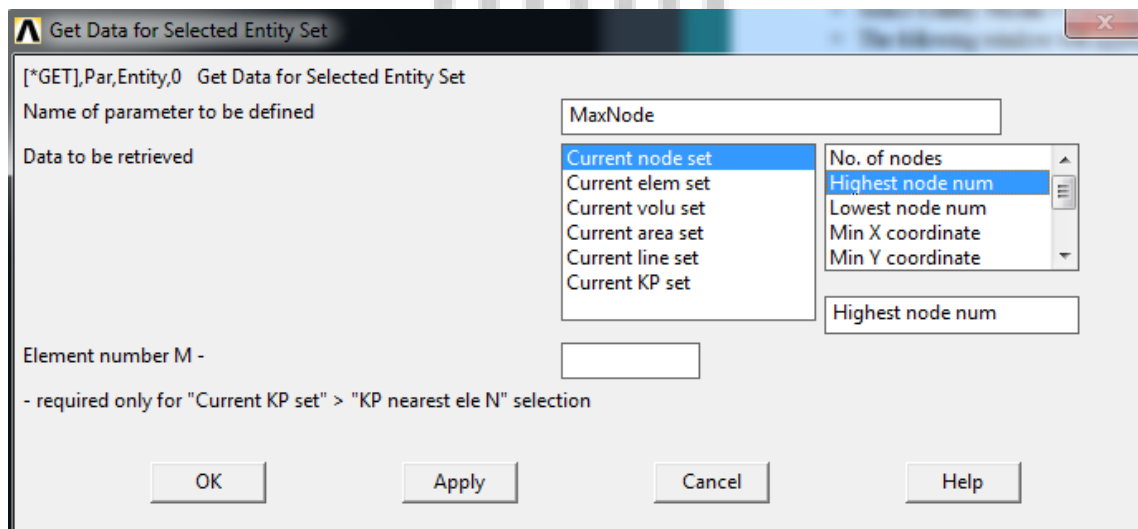
Utility Menu > Parameters > Get Scalar Data

* پنجره زیر ظاهر خواهد شد. موارد نشان داده شده را انتخاب کنید.



شکل ۱-۵ - GET SCALAR DATA

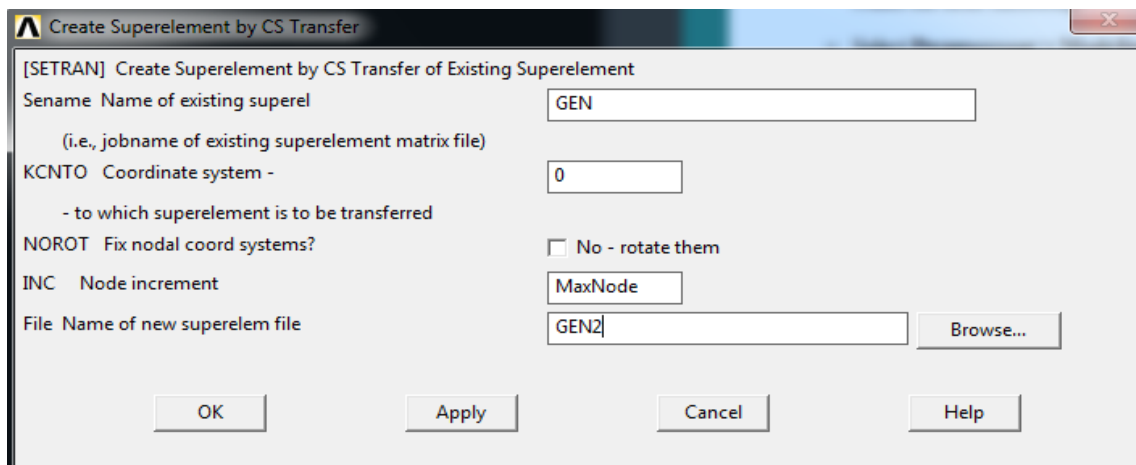
* در پنجره‌ی زیر موارد خواسته شده را انتخاب کنید.



شکل ۱-۶ - شماره گذاری گره جبرانی

* مسیر زیر را انتخاب کنید.

Preprocessor > Modeling > Create > Elements > Super-elements > BY CS Transfer



شکل ۷-۱-۷ CREATE SUPER ELEMENT

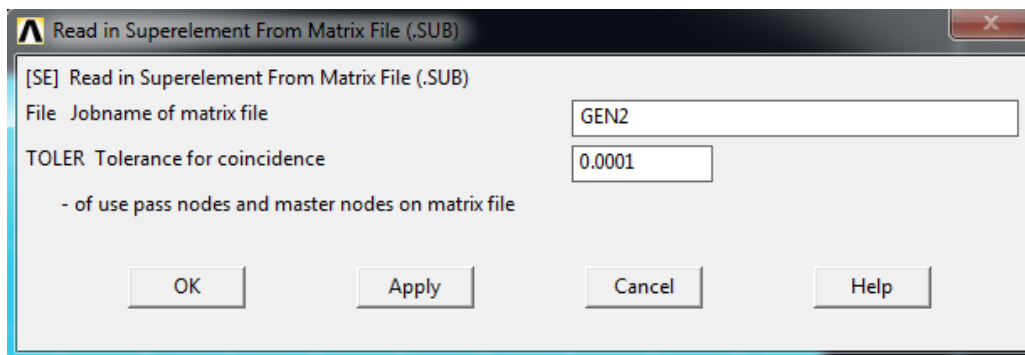
* پنجره زیر را همان طور که نشان داده شده روی شماره گر جبرانی پر کنید و فایل را به عنوان GEN2 ذخیره کنید.

ماتریکس المان سوپر را بخوانید.

* مسیر زیر را انتخاب کنید.

Preprocessor > Modeling > Create > Elements > Super-elements > From.SUB .
File...

* عنوان 'GEN2' را در اولین کادر شکل زیر وارد کنید.



شکل ۸-۱-۸- نام گذاری سوپر المان

Utility Menu > Plot > Replot *

۱۱- جفت گره‌ها در ارتباط المان سوپر با المان‌های غیر سوپر جفت می‌شوند.

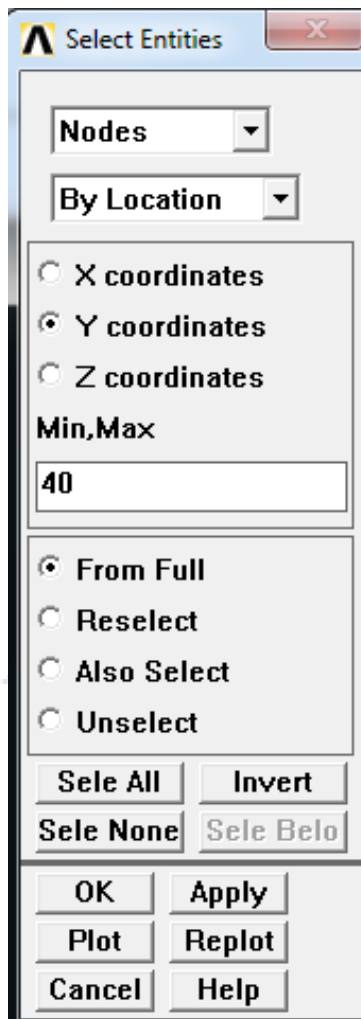
گره‌ها را در رابطه انتخاب کنید.

* مسیر زیر را انتخاب کنید.

Utility Menu > Select > Entities ...

* پنجره زیر ظاهر خواهد شد 40 By Location, Y coordinates, را همان‌طور که نشان

داده‌شده است, انتخاب کنید.



شکل ۱-۹- SELECT ENTITIES

جفت گره‌ها را در رابطه به هم وصل کنید.

* مسیر زیر را انتخاب کنید همه‌ی گره‌ها را دوباره انتخاب کنید.

Preprocessor > Coupling / Ceqn > Coincident Nodes

* مسیر زیر را انتخاب کنید.

Utility Menu > Select > Entities ...

در پنجره‌ای که ظاهر می‌شود بر روی مسیر زیر کلیک کنید.

'Nodes > By Num/Pick > From Full > Sele All'

۱-۵- فاز حل: تعیین بارها و حل

۱- نوع آنالیز را تعریف کنید.

Solution > New Analysis > Static
ANTYPE,0

۲- محدودیت‌ها را اعمال کنید.

Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On Lines

خط پایین را ثابت کنید (همه‌ی درجات آزادی محدود شده‌اند).

۳- جهت‌های بار سوپر المان را اعمال کنید.

*تعداد سوپر المان را تعیین کنید.

مسیر زیر را انتخاب کنید.

Utility Menu > PlotCtrls > Numbering...

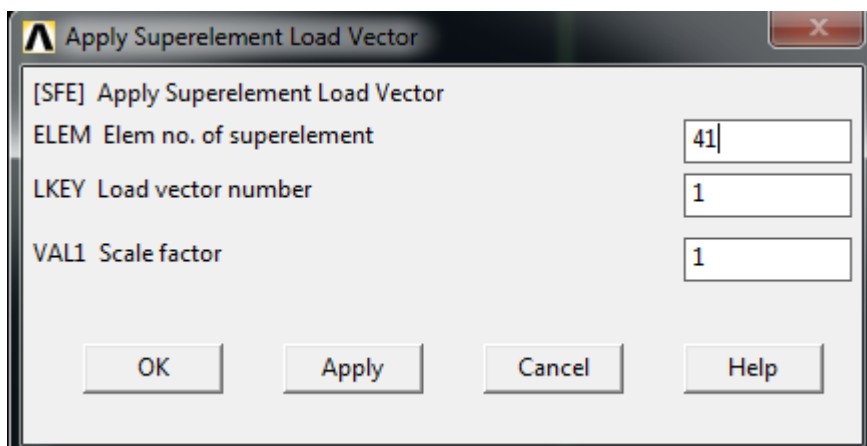
شما باید بدانید که نوع المان سوپر المان ۴۱ است.

* مسیر زیر را انتخاب کنید.

Solution > Define Loads > Apply > Load Vector > For Super-element

* پنجره زیر نمایش داده خواهد شد. موارد خواسته‌شده را مطابق شکل پر کنید تا جهت بار سوپر

المان اعمال شود.



شکل ۱-۱۰-۱- جهت بار سوپر المان

۴- دیتا بیس را ذخیره کنید.

Utility Menu > File > Save as Jobname.db
SAVE

دیتابیس را ذخیره کنید تا دوباره در گام توسعه استفاده شود.

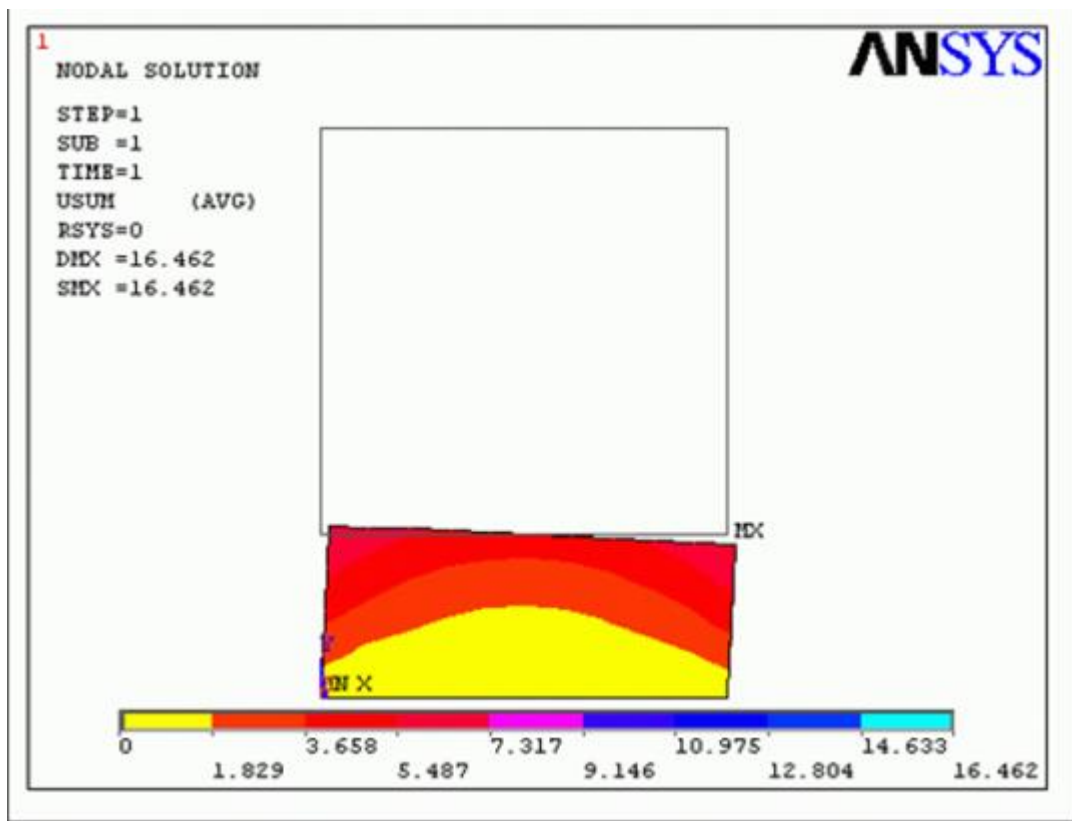
۵- حل سیستم

Solution > Solve > Current LS
SOLVE

۱-۶- پیش پردازنده اصلی: مشاهده نتایج

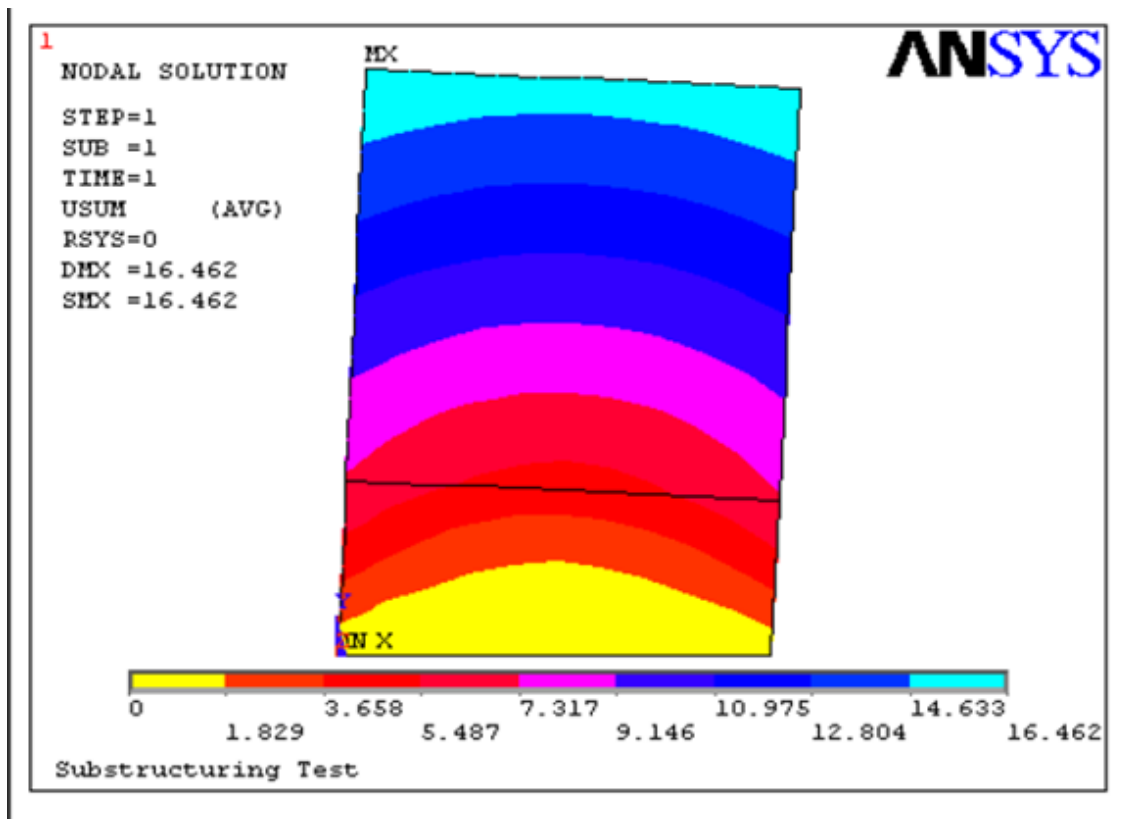
۱- طرح جابجایی کانتور را نشان دهید.

General Postproc > Plot Results > Contour Plot > Nodal Solution ... > DOF
solution, Translation USUM
PLNSOL,U,SUM,0,1



شکل ۱-۱۱- شکل نهایی المان غیر سوپر

توجه کنید که فقط تغییر شکل برای المان‌های غیر سوپر رسم شود. این نتایج با آنچه بدون استفاده از به دست آمده موافق است. (شکل را ببینید)



شکل ۱-۱۲- شکل نهایی سوپر المان

۱-۷- گام توسعه:

نتایج را به سوپر المان توسعه دهید.

۱-۷-۱- پیش پردازنده: تعریف مسئله

۱- دیتا بیس موجود را پاک کنید.

Utility Menu > File > Clear & Start New

۲- نام کاری به نام کاری گام تولید تغییر دهید.

Utility Menu > File > Change Jobname ...

FILNAME, GEN

'GEN' را برای jobname وارد کنید.

۳- دیتا بیس گام تولید را ادامه دهید.

Utility Menu > File > Resume Jobname.db ...

RESUME

۸-۱- فاز حل: تعیین بارها و حل

۱- گام توسعه را فعال کنید.

* با انتخاب Solution > Main Menu > حالت حل را وارد کنید.

* 'EXPASS,ON' را داخل نوار فرمان تایپ کنید تا گام توسعه آغاز شود.

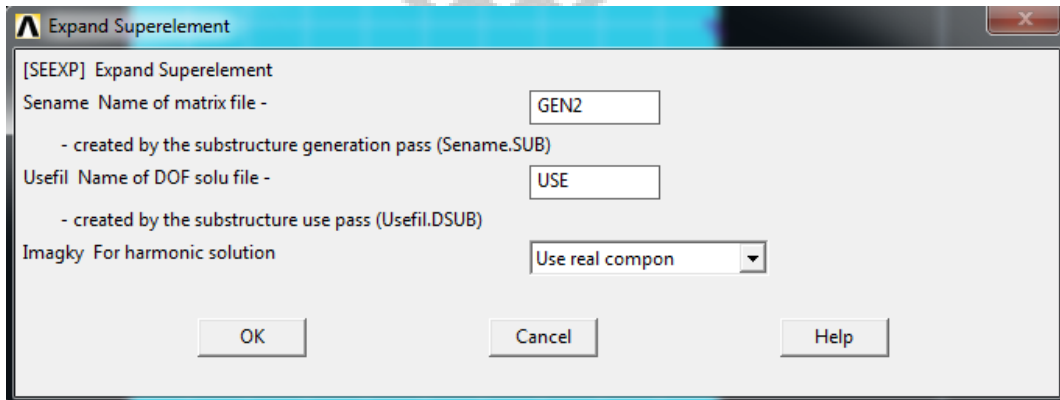
۲- نام سوپر المان را وارد کنید.

* مسیر زیر را انتخاب کنید.

Solution > Load STEP OPTS > ExpansionPass > Single Expand > Expand
Superelem ...

* پنجره زیر ظاهر خواهد شد آن را برای انتخاب سوپر المان همان طور که نشان داده شده

پر کنید.



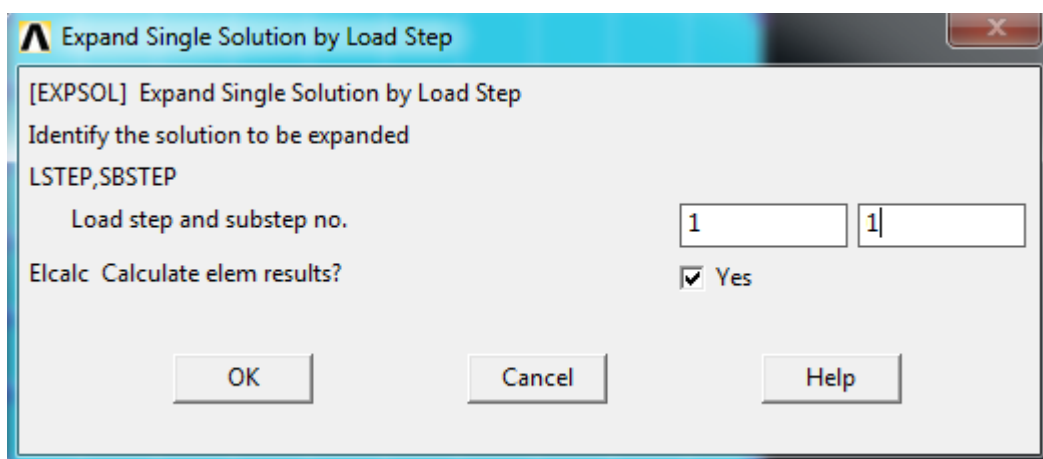
شکل ۱-۱۳- EXPAND SUPER ELEMENT

۳- نام سوپر المان را وارد کنید تا گسترش یابد.

* مسیر زیر را انتخاب کنید.

Solution > Load Step Opts > ExpansionPass > Single Expand > By Load Step...

* پنجره زیر را همان طور که نشان داده شده پر کنید تا حل گسترش یابد.



شکل ۱-۱۴-EXPAND SINGLE SOLUTION

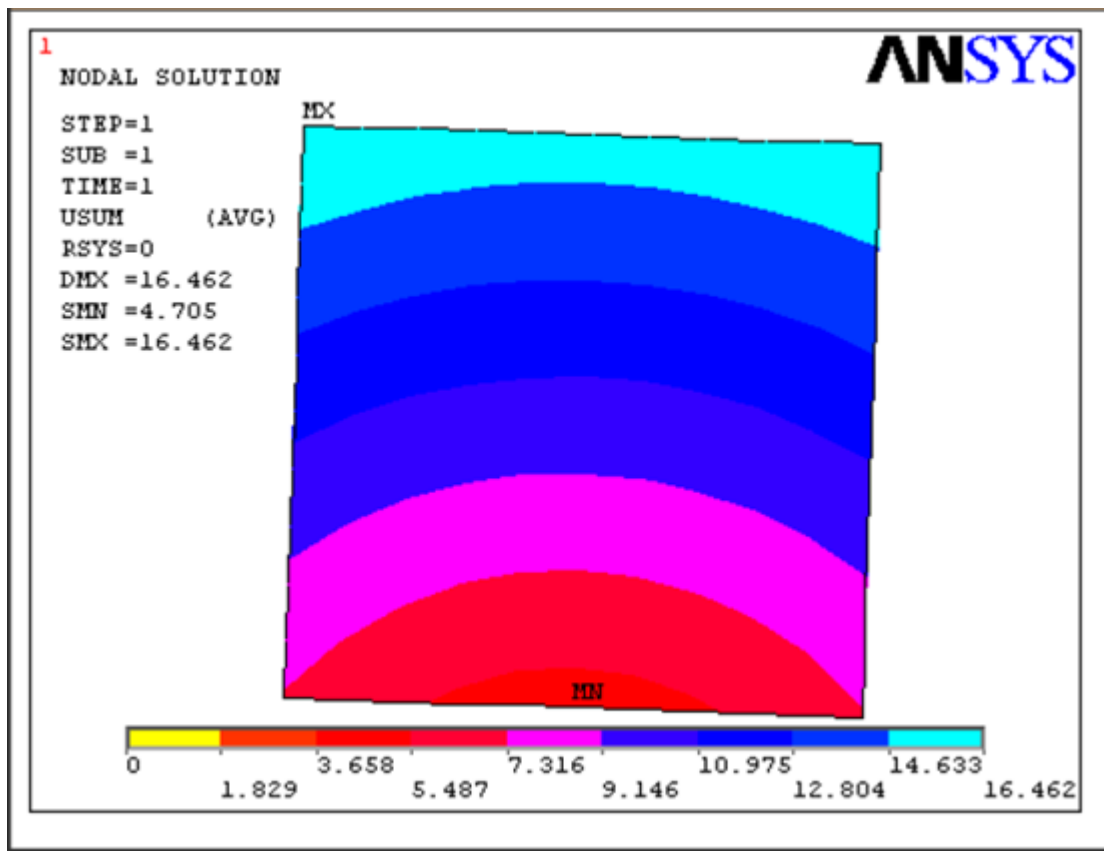
۴- حل سیستم

Solution > Solve > Current LS
SOLVE

۱-۹- پیش پردازنده اصلی: نمایش نتایج

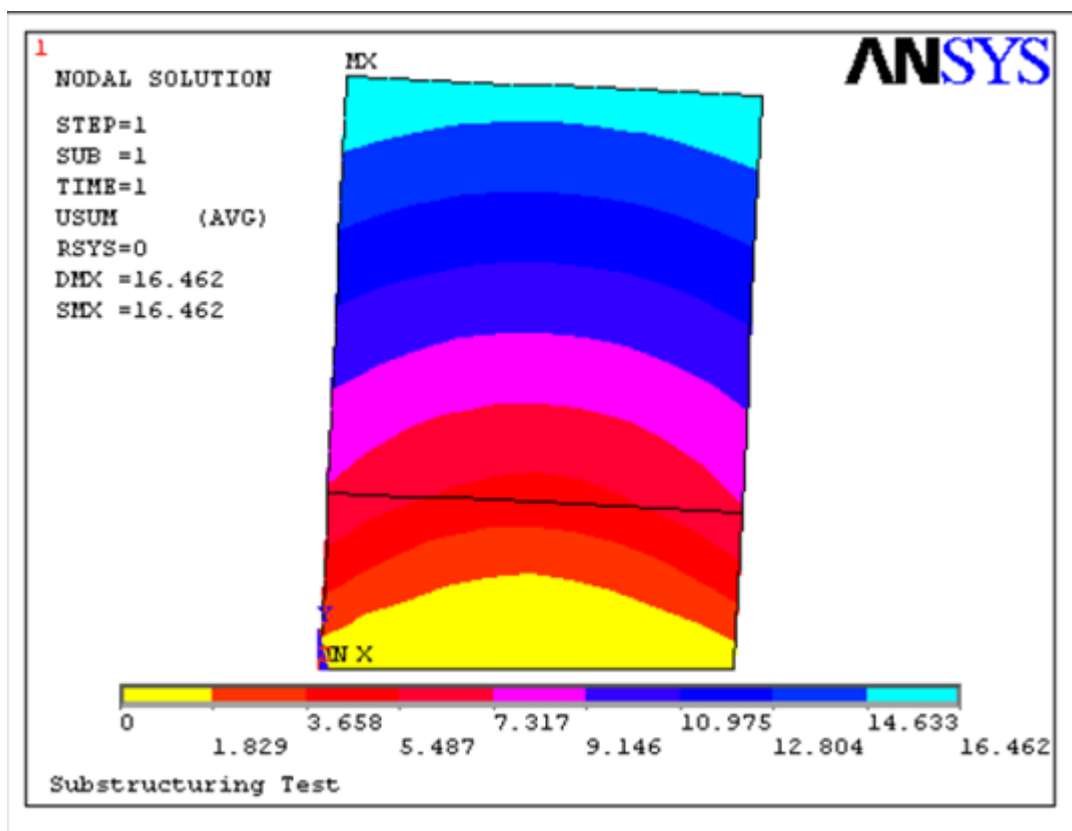
۱- طرح جابجایی کانتور را نشان دهید.

General Postproc > Plot Results > (Contour Plot-) Nodal Solution ... > DOF
solution, Translation USUM
PLNSOL,U,SUM,0,1



شکل ۱-۱۵- تغییر شکل سوپر المان

توجه کنید که تغییر شکل برای المان سوپر رسم شده است (اینکه فواصل کانتور اصلاح شده است تا در صفر شروع شود) این نتایج موافق با چیزی است که بدون استفاده از به دست آمده است (شکل را ببینید).



شکل ۱-۱۶- تغییر شکل نهایی

۱-۱۰- حالت فایل فرمان حل

مثال بالا با استفاده از ترکیبی از رابط کاربر گرافیکی یا رابط زبان فرمان انسیس حل شده است. این مسئله همچنین با استفاده از زبان فرمان انسیس حل شده است؛ که شما ممکن است بخواهید فایل آن را داخل دفترچه یا یک ویرایشگر متن مشابه وارد کنید و در کامپیوترتان ذخیره کنید اکنون مسیر زیر را انتخاب کنید و فایل ورژن برای پرینت در دسترس است.

'File > Read input from....'