مدل‌سازی یک مته

۱-۱- معرفی

در این مثال دو فرکانس طبیعی اول یک مته موردبررسی قرار می‌گیرد. هدف از انجام این مثال علاوه بر آشنایی بیشتر با آنالیز مودال آشنایی با دو قابلیت دیگر نرم‌افزار تحت عنوان AdjactionRegion و Archive Modelاست. کاربرد قابلیت Adjaction Region در مدل‌های پیچیده است.

به‌عنوان‌مثال دو بخش از یک مدل را در نظر بگیرید که به‌صورت جداگانه ساخته‌شده‌اند و در مرز مشترک شبکه‌بندی آن‌ها, محل گره‌ها با یکدیگر تطابق نداشته باشد و به کمک دستور Mergeنیز نتوان این دو بخش را باهم یکپارچه نمود. برای حل این مشکل در ANSYSقابلیت Adjaction Region پیش‌بینی‌شده است. روش کار آن به این صورت است که پس از معرفی گره‌های مرز مشترک مدلی که قرار است به مدل دوم بچسبد و سپس انتخاب المان‌های مرز مشترک مدل دوم، نرم‌افزار ANSYS به کمک میانیانی جابجایی با اضافه نمودن یکسری معادلات سازگاری به ماتریس سختی، به یکپارچه‌سازی مدل می‌پردازد. بدیهی است، توزیع جابجایی مرز مشترک پیوسته خواهد بود اما دلیلی برای پیوستگی توزیع تنش در ناحیه مرزی وجود ندارد.

در این مثال قصد داریم دو بخش مته (مارپیچ و سروته) را به‌صورت جداگانه با المان‌های سازه‌ای ۸ گره‌ای شبکه‌بندی نموده و باوجود عدم تطابق گره‌ها و المان‌های مرز مشترک دو قسمت، به کمک قابلیت Adjaction Region مرز مشترک را یکپارچه کنیم. قابل‌ذکر است که کل مراحل مدل‌سازی در محیط ANSYSانجام می‌شود. یکی دیگر از قابلیت‌های نرم‌افزار که در این مدل مورداستفاده قرارگرفته است Archive Model است. همان‌طور که ازنام آن معلوم است، به‌عنوان آرشیو و بایگانی مدل است. به‌عنوان نمونه دو مدل پیچ و مهره را در نظر بگیرید که به‌صورت جداگانه در دو فایل مختلف ساخته‌شده‌اند مقصد داریم این مدل‌ها (پیچ و مهره) را درکنار هم و در یک مدل واحد داشته باشیم. برای این کار با ذخیره‌سازی یکی از مدل‌ها به‌عنوان‌مثال مهره در آرشیو مدل‌ها وباز خوانی آن در محیطی که فایل مربوط به پیچ قرارگرفته است، می‌توان این دو مدل را درکنار هم قرارداد. در این مثال نیز دو بخش مته (مارپیچ وسر مته) به‌طور جداگانه در دو فایل مختلف ساخته و به کمک

روش Archive Model آن دو را درکنار هم قرار می‌دهیم و سپس با روش AdjactionRegion مرز مشترک را یکپارچه می‌کنیم.

قطر مته 16mmو طول مارپیچ mm(160/220)*60 و طول سر مته 40 mmاست. خواص ماده مته به‌صورت چگالی 8000 و مدول الاستیک 200E9و نسبت پوا سون 0.3می‌باشد حل مسئله با توجه به سیستم متریک انجام می‌شود.

۱-۲- حل

۱-۲-۱- تعیین المانهای موردنیاز وخواص ماده:

1)ANSYS Nain Menu >Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete

۲) در پنجره‌ی محاوره‌ی Element Types کلید Add…را فشار دهید.

۳) در جعبه‌ی محاوره‌ی Library of Element Types در پنجره‌ی سمت چپ از المان‌های خانواده‌ی سازه‌ای Structural نوع المان Solidرا انتخاب کنید و در پنجره‌ای مقابل ان المان Quad 4node 42 را انتخاب کنید و کلید Applyرا فشار دهید.

۴) در جعبه‌ی محاوره‌ی Library of Element Types در پنجره‌ی سمت چپ از المان‌های خانواده‌ی سازه‌ای Structural نوع المان Solidرا انتخاب کنید و در پنجره‌ای مقابل ان المان Brick 8node 45 را انتخاب کنید و کلید OK را فشار دهید.

۵) کلید Closeرا در پنجره‌ی Element Types فشار دهید.

6)ANSYS Main Menu > Preprocessor > Material Props > Material Models

۷) در جعبه‌ی محاوره‌ی Define Material Model Behavior در پنجره‌ی Material Models Available مسیر Structural > Linear > Elastic > Isotropic را طی کنید.

۸) در جعبه‌ی محاوره‌ی Linear Isotropic Properties for Material Number 1 در مقابل کادر EX عدد 200E9 و در کادر PRXY عدد 0.3 را وارد کنید و کلید OK را فشار دهید.

۹) در جعبه‌ی محاوره‌ی Define Material Model Behavior در پنجره‌ی Material Models Available مسیر Structural> Densityرا طی کنید.

۱۰) در جعبه‌ی محاوره‌ی Density for Material Number 1 در مقابل کادر DENS عدد 8000 را وارد کنید و کلید OK را فشار دهید.

۱۱) در جعبه‌ی محاوره‌یDefine Material Model Behavior مسیر Material>Exit را در

منوی بالا طی کنید تا پنجره بسته شود.

۱-۲-۲- مدل‌سازی مارپیچ مته:

1) ANSYS Main Menu> Preprocessor > Modeling > Create > Areas > circle > solid circle

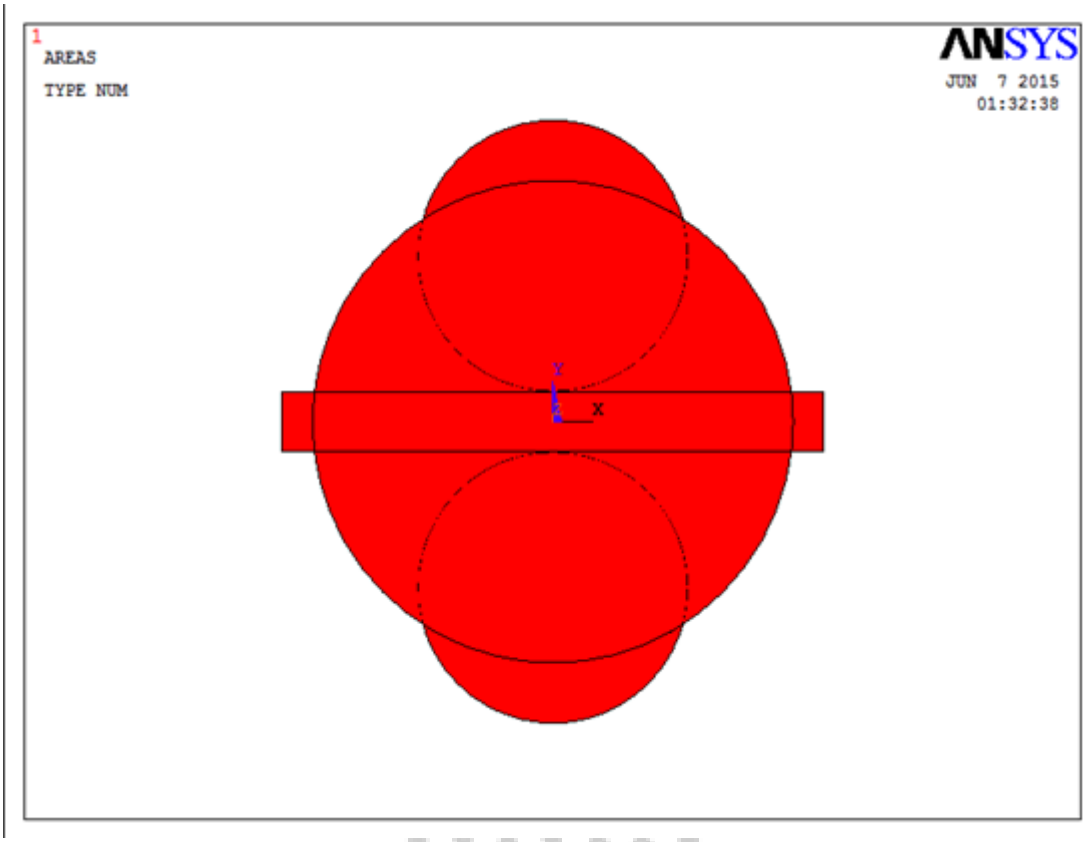
۲) در پنجره‌ی تولید دایره در کادر WP X عدد 0.0 و در کادر WP Y عدد 0.0 و در کادر Radiusعدد 8را وارد نموده و کلید Applyرا فشار دهید.

۳) در پنجره‌ی تولید دایره در کادر WP X عدد 0.0 و در کادر WP Y عدد 5.5 و در کادر Radiusعدد 4.5را وارد نموده و کلید Applyرا فشار دهید.

۴) در پنجره‌ی تولید دایره در کادر WP X عدد 0.0 و در کادر WP Y عدد 5.5- و در کادر Radiusعدد 4.5را وارد نموده و کلید OKرا فشار دهید.

5) ANSYS Main Menu> Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Rectangle > By Center & Corner

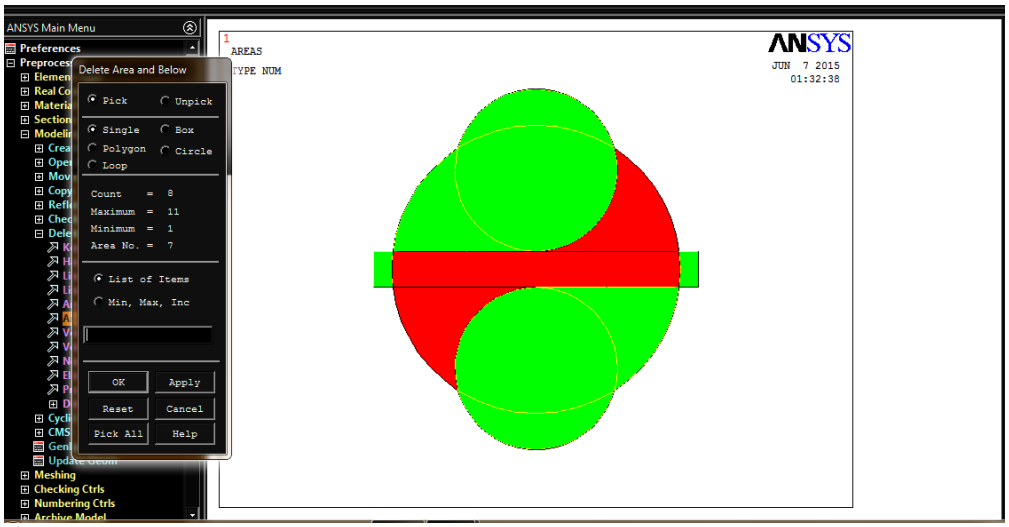
۶) در پنجره‌ی تولید مستطیل در قسمت WP Xعدد 0.0 و در قسمت WP Yعدد 0.0 و در کادر Widthعدد 18 و در کادر Heightعدد 12 را وارد نموده و کلید OK را فشار دهید.



شکل ۱-۱- سطوح نهایی ایجادشده

7) ANSYS Main Menu> Preprocessor > Modeling > Operate > Booleans > Partition >Areas

۸) کلید Pick Allرا در پنجره‌ی انتخاب فشار دهید.



شکل ۱-۲- انتخاب سطوح اضافی مدل برای حذف کردن

اکنون سطح اضافی مقطع را پاک نموده تا مقطع نهایی مارپیچ تولید شود.

1) ANSYS Main Menu> Preprocessor > Modeling > Delete > Area and Below

۲) مطابق با شکل زیر سطوح شماره‌ی 5,7,9,10,11,12,13,14 را در پنجره‌ی گرافیکی انتخاب نموده و کلید OK را در پنجره‌ی انتخاب فشار دهید.

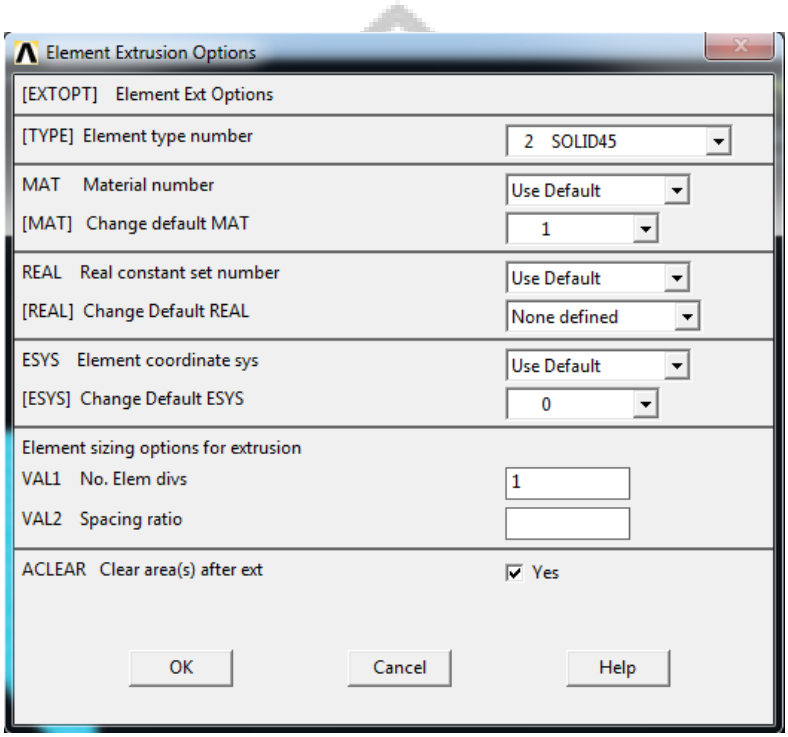
3) ANSYS Main Menu> Preprocessor > Meshing > Mesh Tool

۴) در جعبه‌ابزار Mesh Tool کلید Meshرا فشار دهید.

۵) در پنجره انتخاب کلید Pick All را فشار دهید تا سطح مقطع مارپیچ شبکه‌بندی شود.

اکنون برای تولید اولین حجم مارپیچ عملیات زیر را انجام دهید:

1) ANSYS Main Menu> Preprocessor > Modeling >Operate>Extrude>Elem Extops



شکل ۱-۳- Element Extrution Options

۲) در جعبه محاوره Element Extrution Optionsدر قسمت Elemnt type numberاز منوی مقابل آن المان دوم 2SOLIDE45را انتخاب کرده و سپس برای تعیین تعداد المان‌های قرارگرفته در جهت کشش در قسمت Element Sizing Options for Extrutionدر مقابل VAL1NO.of Elem divsعدد 1 را وارد کنید و با توجه به اینکه پس از کشیده شدن مقطع وجود المان‌های

دوبعدی روی مقطع موردنیاز نیست در قسمت ACLEAR Clear areas after ext? گزینه آن را فعال (Yes) کرده و سپس کلید OKرا فشار دهید.

3)ANSYS Utility Menu >WorkPlane >Change Active CS to>Global Cylindrical
4)ANSYS Main Menu>Preprocessor>Modeling>Operate>Extrude>Areas>By XYZ Offset

۵) کلید Pick Allرا در پنجره انتخاب فشار دهید.

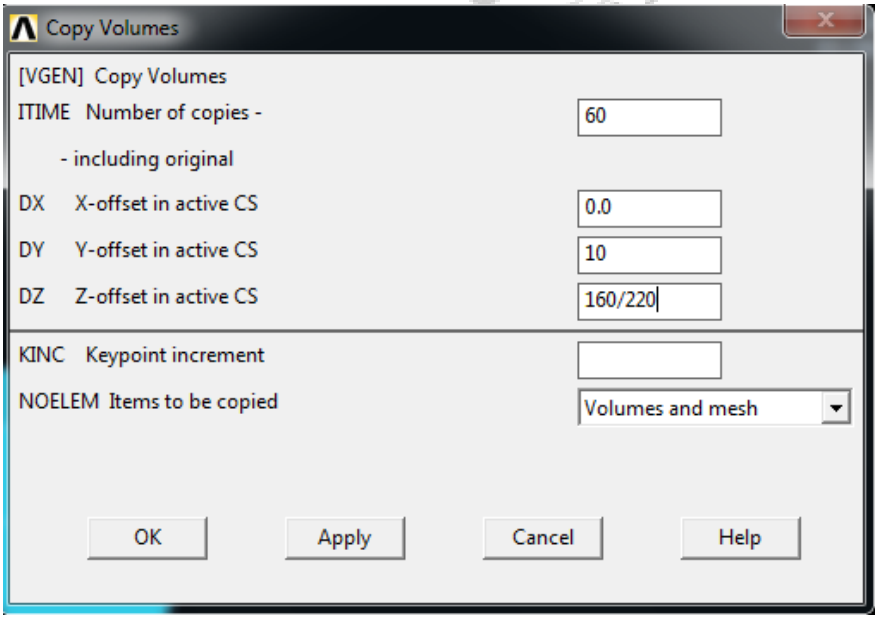
۶) در جعبه‌ی محاوره‌ی Extrude Areas by XYZ Offset در مقابل کادر DX,DY,DZ Offsets for extrution به ترتیب اعداد 0,10,160/220را وارد کنید و کلید OKرا فشار دهید.

برای تولید کل مارپیچ بایستی حجم تولیدشده‌ی فوق را به تعداد کل 60حجم افزایش دهید:

1) ANSYS Main Menu>Preprocessor>Modeling> Modeling > Copy > Volumes

۲) کلید Pick Allرا در پنجره انتخاب فشار دهید.

۳) مطابق شکل زیر در جعبه‌ی محاوره‌ی Copy Volumes در قسمت ITIME Number of Copies عدد 60 را وارد نموده و در قسمت DX X-offset in active CS عدد 0.0 و در کادر DY Y-offset in active CS عدد 10 و در کادر DZ Z-offset in active CS عدد 160/220 را وارد نموده و کلید OKرا فشار دهید.



شکل ۱-۴- تعیین تعداد 60کپی با مقادیر معلوم

برای یکپارچه نمودن احجام تولیدشده عملیات زیر را انجام دهید:

1) ANSYS Main Menu>Preprocessor> Numbering Ctrls > Merge Items

۲) در جعبه‌ی محاوره‌ی Merge Coincident or Equivalently Defined Itemsدر قسمت Label Type of item to be mergeاز منوی آن گزینه‌ی All را انتخاب نموده و کلید OK را فشار دهید.

۱-۲-۳- ذخیره‌سازی مدل در فایل DRILL.DB:

1) ANSYS Utility Menu > File > Save as ….

۲) در جعبه‌ی محاوره‌ی Save Data Base در کادر Save Data Base to نام DRILL.DB را تایپ نموده و کلید OKرا فشار دهید.

3) ANSYS Utility Menu > File > Clear & Start New

۴) در جعبه‌ی محاوره‌ی Clear Data Base and Start Newکلید OKرا فشار دهید.

۵) کلید Yes را در پنجره‌ی Verifyفشار دهید.

۱-۲-۴- مدل‌سازی سر مته و ذخیره‌ی آن در Archive:

1) ANSYS Main Menu>Preprocessor>Element Type>Add/Edit/Delete

۲) در پنجره محاوره‌ی Element Type کلید …Addرا فشار دهید.

۳) در جعبه محاوره‌ی Library of Element Typeدر پنجره‌ی سمت چپ از المان‌های خانواده سازه‌ای Structuralنوع المان Solideرا انتخاب کنید و در پنجره‌ی مقابل آن المان Quad 4node42 را انتخاب کنید و کلید Applyرا فشار دهید.

۴) در جعبه‌ی محاوره‌ی Library of Element Type در پنجره‌ی سمت چپ از المان‌های خانواده‌ی سازه‌ای Structuralنوع المان Solideرا انتخاب کنید و در پنجره‌ی مقابل آن المان Brick 8node45را انتخاب نموده و کلید OK را فشار دهید.

۵) کلید Closeرا در پنجره‌ی Element typeفشار دهید.

برای مدل‌سازی قسمت سرمته عملیات زیر را انجام دهید:

1) ANSYS Main Menu>Preprocessor>Modeling>Create>Areas>Circle>Solide Circle

۲) در پنجره‌ی تولید دایره در کادر WP X عدد 0.0و در کادر WP Yنیز عدد 0.0 و در کادر Radius عدد ۸ را وارد نموده و کلید OKرا فشار دهید.

3) ANSYS Main Menu>Preprocessor>Meshing>Mesh Tool

۴) در جعبه‌ابزار Mesh Tool کلید Mesh را در جعبه‌ابزار فوق فشار دهید.

۵) در پنجره انتخاب کلید Pick Allرا فشار دهید تا سطح مقطع دسته‌ی مته شبکه‌بندی شود.

اکنون برای تولید حجم دسته‌ی مته عملیات زیر را انجام دهید:

1) ANSYS Main Menu>Preprocessor>Modeling>Operate>Extrude>Elem ExtOpts

۲) در جعبه محاوره Element Extrution Optionsدر قسمتElemnt type number از منوی مقابل آن المان نوع دوم 2 SOLID 45 را انتخاب کرده و سپس برای تعیین تعداد المان‌های قرارگرفته در جهت کشش در قسمت Element sizing options for extrusion در مقابل VAL1 No. of Elem divs عدد 20 را وارد کنید و با توجه به اینکه پس از کشیده شدن مقطع وجود المان‌های دوبعدی روی مقطع موردنیاز نیست در قسمت ACLEAR Clear area(s) after ext? گزینه‌ی آن را فعال (yes)کرده و سپس کلید OK را فشار دهید.

3) ANSYS Main Menu>Preprocessor>Modeling>Operate>Extrude> Areas > B;XYZ offset

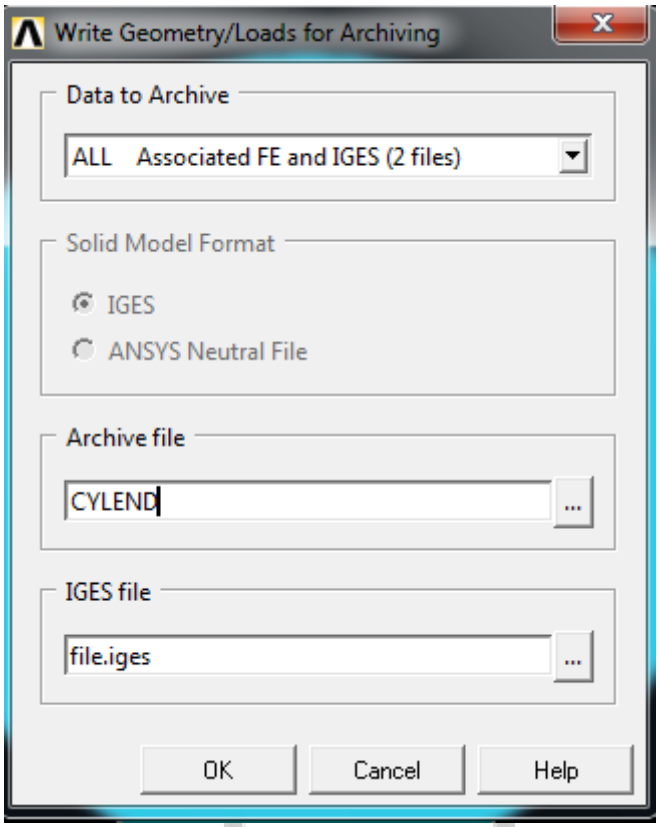
۴) کلید Pick Allرا در پنجره‌ی انتخاب فشار دهید.

۵) در جعبه‌ی محاوره‌ی Extrude Areas by XYZ offsetدر مقابل کادر DX,DY,DZ offset for extrusion به ترتیب اعداد 0,0,-40 را وارد کنید و کلید OK را فشار دهید.

اکنون مدل دسته‌ی مته آماده بوده بایستی آن را در آرشیو مدل‌های نرم‌افزار ذخیره نمود:

1) ANSYS Main Menu>Preprocessor> Archive Model > Write

۲) مطابق شکل زیر در جعبه‌ی محاوره‌ی Write Geometry/Load for Archive در قسمت Fname Archive file to writeنام دلخواه نظیر CYLENDرا تایپ نموده و کلید OKرا فشار دهید.



شکل ۱-۵- ذخیره‌ی مدل در آرشیو نرم‌افزار

3) ANSYS Utility Menu > File > Clear & Start New

۴) در جعبه‌ی محاوره‌ی Clear Data Base and Start New کلید OKرا فشار دهید.

۵) کلید Yes را در پنجره‌ی Verifyفشار دهید.

۱-۲-۵- خواندن فایل آرشیو در فایل DRILL.DB:

1) ANSYS Utility Menu > File > Resume from…

۲) در جعبه‌ی محاوره‌ی Resume DataBase در قسمت Resume DataBase From فایل DRILL.DB را انتخاب نموده و کلید OK را فشار دهید.

3) ANSYS Main Menu>Preprocessor> Archive Model > Read

۴) مطابق شکل زیر در جعبه‌ی محاوره‌ی Read Archive Geometry / Loads در قسمت Fname Archive file to read نام نظیر CYLENDرا تایپ نموده و کلید OKرا فشار دهید.

5)ANSYS Utility Menu > PlotCtrls>Pan Zoom Rotate

۶) در جعبه‌ابزار فوق کلید Isoرا فشار دهید و سپس آن را ببندید.

7) ANSYS Utility Menu > Plot > Volumes

اکنون برای ایجاد اتصال بین مرز مشترک مارپیچ و دسته‌ی مته بایستی ابتدا المان‌های ردیف اول مارپیچ و سپس گره‌های ردیف اول دسته در محل تماس را انتخاب نموده:

1) ANSYS Utility Menu > Select > Entities….

۲) در جعبه‌ابزارSelect Entities تنظیمات Volumes ,By Location ,Z coordinates را انجام داده و سپس در کادر Min,Max محدوده‌ی 0,160/220 را وارد نموده و کلید Applyرا فشار دهید.

۳) در جعبه‌ابزار Select Entities تنظیماتVolumes , Attached to, Elements را انجام داده و کلید Applyرا فشار دهید.

4) ANSYS Utility Menu > Plot > Areas

۵) در جعبه‌ابزارSelect Entities تنظیمات From Full, By Num/Pick, Areas را انجام داده و کلید Applyرا فشار دهید.

۶) در پنجره‌ی گرافیکی سطح دایروی مربوط به دسته‌ی مته را در مرز مشترک دسته مارپیچ انتخاب نموده و کلید OK را در پنجره‌ی انتخاب فشار دهید.

۷) در جعبه‌ابزارSelect Entities تنظیمات From Full, all, Areas, Attached to, Nodes را انجام داده و کلید OK را فشار دهید.

8) ANSYS Main Menu>Preprocessor> Coupling/Ceqn > Adjacent Regions

۹) در جعبه‌ی محاوره‌ی Constraint Equation Connecting Adjacent Regionsبدون تغییر کلید OK را فشار دهید.

10) ANSYS Utility Menu > Select > Everything ……

11) ANSYS Main Menu> Preprocessor>Modeling > Delete > Lines and Below

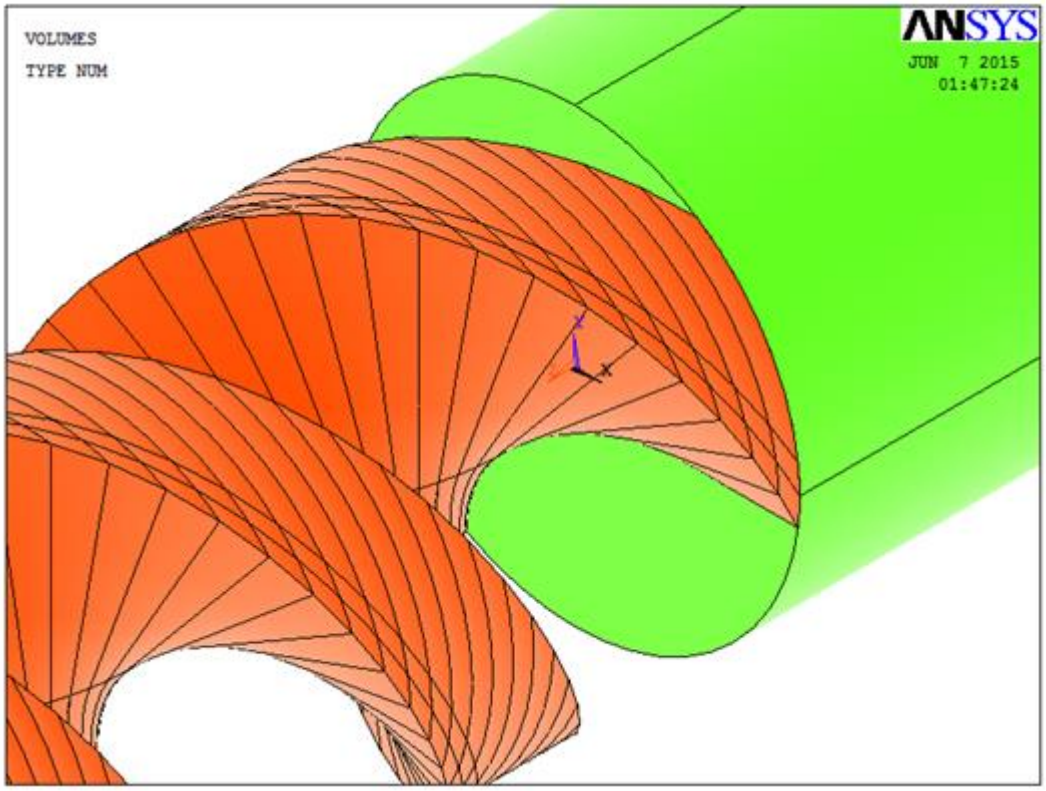
۱۲) در پنجره‌ی انتخاب کلید Pick All را فشار دهید و در تمامی پنجره‌های خطا کلید OKرا فشار دهید.

با توجه به مدل شدن مسئله در ابعاد میلی‌متری بایستی آن را به ابعاد متری تبدیل نمود:

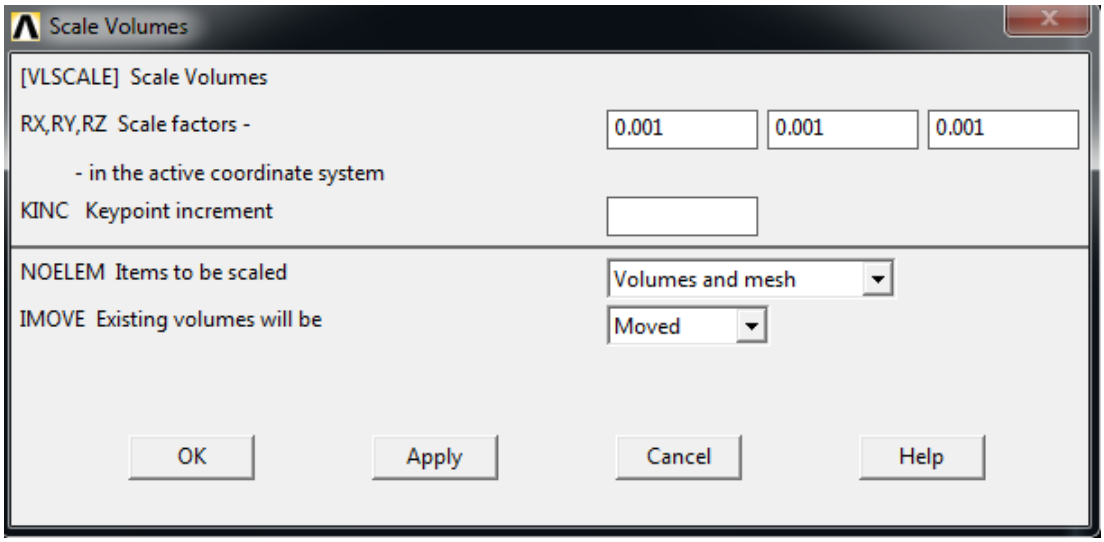
1) ANSYS Main Menu> Preprocessor>Modeling > Operate > Scale > Volumes

۲) در پنجره‌ی انتخاب کلید Pick All را فشار دهید.

۳) مطابق شکل زیر در جعبه‌ی محاوره Scale Volumes در قسمت RX,RY,RZ Scale Factors در هر سه کادر عدد 0.001 را وارد نموده و سپس در قسمت IMOVE Existing Volumes will be از منوی آن گزینه‌ی Moved را انتخاب نموده (که به مفهوم انجام تصحیح بر روی همین مدل است و بدون آنکه نسخه‌ی دومی از مدل تولید شود حجم به سیستم متریک تبدیل شود) و کلید OK را فشار دهید.



شکل ۱-۶- مدل در سیستم متریک



شکل ۱-۷- مقیاس کردن مدل از میلی‌متر به متر

۱-۲-۶- بارگذاری و حل:

1) ANSYS Main Menu>Solution > Analysis Type > New Analysis

۲) در جعبه‌ی محاوره‌ی New Analysis گزینه‌ی Modalرا انتخاب کنید.

۳) کلید OKرا فشار دهید.

اکنون باید نوع حل‌کننده‌ی مسئله و همچنین تعداد فرکانس‌های طبیعی و شکل موردنظر را برای نرم‌افزار تعریف کنید تا محاسبه شود. در این مسئله از حل‌کننده‌ی Subspace استفاده کنید.

1) ANSYS Main Menu>Solution > Analysis Type > Analysis Options

۲) در جعبه‌ی محاوره‌ی Modal Analysis در مقابل کادر Mode extraction methodگزینه‌ی Subspace را فعال کنید و سپس برای تعیین محاسبه‌ی تعداد فرکانس‌های طبیعی در مقابل کادر NMODE NO. of modes to extract عدد 2 را وارد کنید و در مقابل کادر Modes to expandنیز عدد 2را وارد کنید.

۳) کلید OKرا فشار دهید.

۴) در جعبه‌ی محاوره‌ی Subspace Modal Analysis در مقابل کادر FREQB start Freq عدد 0.0 و در مقابل کادر FREQE End Frequency عدد 5000 را وارد کنید کلید OKرا فشار دهید.

در این مسئله گره‌های مقطع عقبی دسته‌ی مارپیچ دارای شرایط مرزی در هر سه جهت ثابت، هستند. برای قرار دادن شرایط مرزی ابتدا کلیه‌ی گره‌های مربوط به سطح را که ازلحاظ مکانی در جهت محور Z دارای موقعیت 0.04-هستند، انتخاب کنید.

1) ANSYS Utility Menu > Select > Entities….

۲) در جعبه‌ابزار Select Entities از منوی اول عبارت Nodesو از منوی دوم گزینه‌ی By Location را انتخاب کرده و در زیر آن گزینه‌ی Z coordinates را فعال کنید و سپس در کادر Min,Maxعدد 0.04- را وارد کرده و دقت کنید گزینه‌ی From Full فعال باشد و کلید OKرا فشار دهید.

3) ANSYS Utility Menu > Plot > Nodes

4)ANSYS Main Menu >Solution>Define Loads > Apply > Structural >Displacment > ON Node

۵) در پنجره انتخاب کلید Pick All را انتخاب کنید.

۶) در جعبه محاوره Apply U,ROT on Nodesدر مقابل پنجره Lab 2 DOFs to be constraind گزینه ALL DOFرا انتخاب کنید.

۷) کلید OK را فشار دهید.

مسئله آماده حل است ولی قبل از شروع حل باید کلیه‌ی گره‌های مدل را انتخاب کنید. برای این کار عمل زیر را انجام دهید:

8)ANSYS Utility Menu>Select>Everythings….

برای حل مسئله عملیات زیر را انجام دهید:

1) ANSYS Main Menu>Solution >Solve > Current LS

۲) محتویات پنجره سفیدرنگSTATUS/ را خوانده و آن را ببندید.

۳) جهت شروع حل مسئله کلید OKرا در پنجره Solve Current Loads Stepفشار دهید.

۴) در صورت مشاهده پیغام اخطار کلید Yesرا در پنجره Verify فشار دهید علت این اخطار وجود المان‌های با اخطار المانی است.

۵) با مشاهده پیغام Solution is done حل مسئله کامل است.

۱-۲-۷- مشاهده نتایج در Post 1:

1) ANSYS Utility Menu>PlotCtrls>Device Options…

۲) در جعبه محاوره Device Optionsدر مقابل Use extra colors for[/SHOW]از منوی آن گزینه‌ی Contours WIN32C را انتخاب و کلید OKرا فشار دهید.

3) ANSYS Utility Menu>PlotCtrls>Style> Contours>Uniform Contours…

۴) در جعبه محاوره Uniform Contours در مقابل NCONT Number of contoursعدد ۱۲۸ را وارد نموده و کلید OK را فشار دهید.

جهت مشاهده فرکانس‌های طبیعی به‌صورت لیست شده عملیات زیر را انجام دهید.

1) ANSYS Main Menu>General Postproc>List Results> Results Summary

۲) مطابق شکل (۳-۲-۲۳) فرکانس‌های طبیعی را مشاهده کنید. و پس از اتمام مشاهدات پنجره فوق را فشار دادن کلید Closeببندید.

جهت مشاهده شکل مود اول باید عمل زیر را انجام دهید.

1) ANSYS Main Menu>General Postproc>Read Results >First Set

با این عمل اولین فرکانس طبیعی خوانده می‌شود (اولین نتیجه) اکنون جهت مشاهده فرم تغییر شکل یافته مدل تحت این فرکانس عمل زیر را انجام دهید.

2) ANSYS Main Menu>General Postproc>Plot Results> Deformed Shape

۳) در جعبه محاورهPlot Deformed Shape در مقابل کادر KUND Items to be plotted گزینه Def+undeformedرا انتخاب کنید تا شکل اولیه و نهایی هم‌زمان نمایش داده شوند.

۴) کلید OKرا فشار دهید تا فرم تغییر شکل یافته مته تحت فرکانس طبیعی اول مشاهده شود.

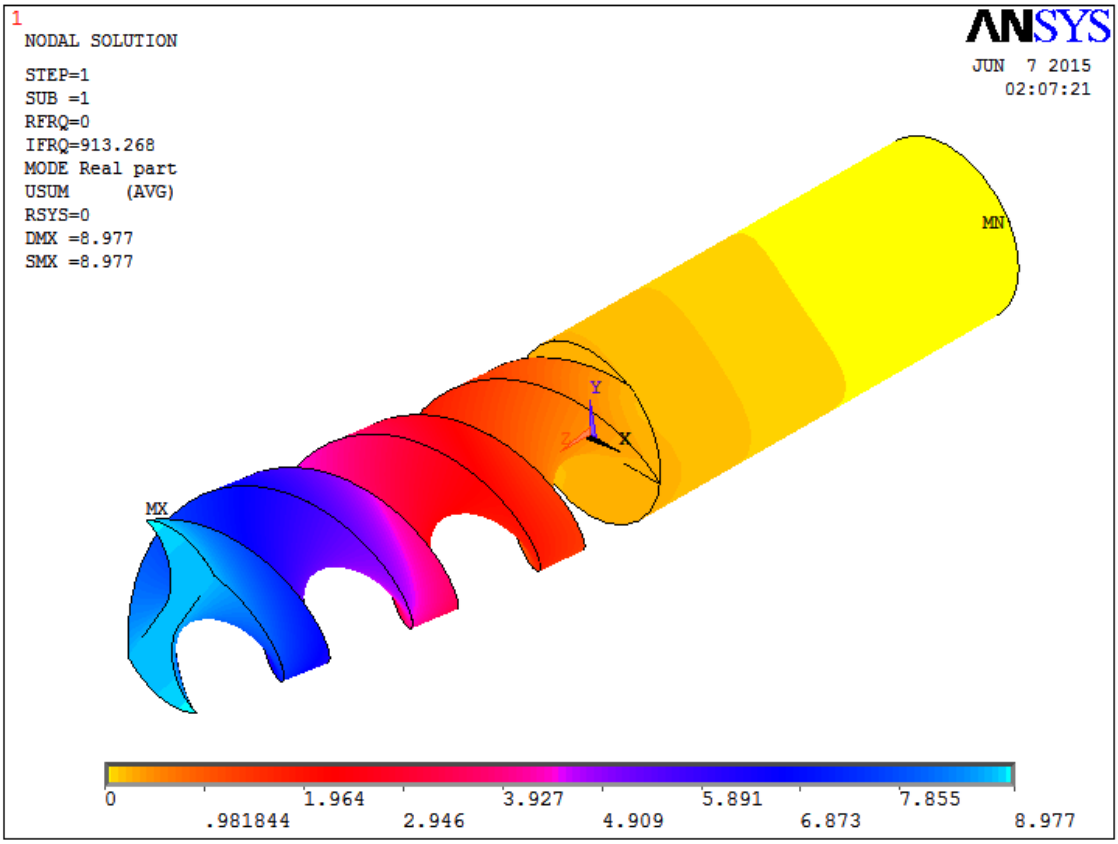
برای مشاهده میزان جابجایی در جهت محور Yتحت فرکانس طبیعی اول عملیات زیر را انجام دهید.

1) ANSYS Main Menu>General Postproc>Plot Results>Contour Plot>Nodal Solu

۲) در جعبه محاوره Contour Nodal Solution Dataدر مقابل کادر Item to be contoured Item, Compدر پنجره سمت چپ گزینه DOF Solutionرا انتخاب کرده و در پنجره مقابل آن عبارت Translation –USUM را انتخاب کنید.

۳) کلید OKرا فشار دهید.

مطابق شکل (۳-۲-۲۴) کانتور جابجایی کل تحت فرکانس طبیعی اول نمایان می‌شود.



شکل ۱-۸- کانتور جابجایی کل مته تحت فرکانس طبیعی اول