بسمه تعالی

آنالیز غیر خطی تیر سگ دست

استاد راهنما:

دکتر راغبی

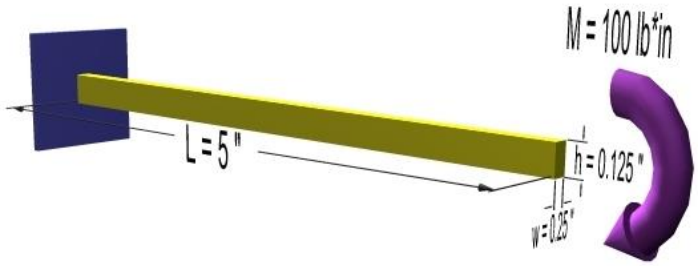
دانشجو:

علی کردکتولی

۸۸۱۲۳۰۸۲۸۶

مقدمه

این آموزش بر مبنای ansys 7.0 ... ایجاد شده است. هدف این آموزش راجع به مراحل مورد نیاز برای حل آنالیز غیر خطی ساده یک تیر سگ دست است. که در زیر نشان داده شده است.



دلایل متعددی برای رفتار غیر خطی از قبیل تغییر وضعیت (برای مثال در عناصر تماسی)، غیر خطی سازی ماده، غیر خطی سازی هندسی (تغییر در پاسخ ناشی از تغییر شکل های بزرگ) وجود دارد. این آموزش به طور خاص با غیر خطی سازی هندسی سر و کار دارد.

در حل این مسئله بارها به صورت تدریجی افزوده می شوند. بعد از هر افزایش، ماتریس سفتی قبل از افزایش بار محاسبه خواهد شد. و در انتها حل با حل مشابهی که از پاسخ خطی استفاده کرده است مقایسه خواهد شد.

پیش پردازش: تعریف مسئله

۱- تعیین عنوان

مسیر زیر را انتخاب کنید:

Utility Menu > File > Change Title ...

۲- ایجاد نقاط کلیدی (keypoints)

مسیر زیر را انتخاب کنید:

Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS

ما میخواهیم 2 نقطه ی کلیدی(دو سر تیر)، برای این ساختار تعریف کنیم تا تیری با طول ۵ اینچ بوجود بیاوریم.

Keypoint	Coordinates (x,y)
1	(0,0)
2	(5,0)

۳- تعریف خطوط

مسیر زیر را انتخاب کنید:

Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > Straight Line

این کار باعث ایجاد یک خط بین نقطه ی کلیدی اول و نقطه ی کلیدی دوم خواهد شد.

۴- تعریف نوع عناصر

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

برای این مساله ما از عنصر Beam3 (تیر الاستیک دوبعدی) استفاده خواهیم کرد. این عنصر سه درجه آزادی(حرکت انتقالی در راستای محور X و Y و چرخش حول محور Z) دارد. با سه درجه ی آزادی عنصر Beam3 فقط در آنالیز دو بعدی می تواند استفاده شود.

۵- تعریف ثابت های حقیقی

Preprocessor > Real Constants... > Add...

در پنجره ی «real constant for beam 3» خواص هندسی زیر را وارد کنید.

۱- ناحیه ی مقطعی area: 0.03125

۲- منطقه ی لحظه ی سکون IZZ: 4.069*e-5

۳- کل ارتفاع تیر HEIGHT: 0.125

این خواص عنصری مستطیل شکل را تعریف می کند که محور x را در طول های 0.25 و 1.25 اینچ قطع خواهد کرد.

۶- تعریف خواص ماده

مسیر زیر را انتخاب کنید:

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

در پنجره ی ظاهر شده خواص هندسی زیر را برای فولاد وارد کنید

۱- مدول یانگ EX: 30e6

۲- نسبت پواسون PRXY: 0.3

اگر از اینکه چرا یک مدل خطی انتخاب شده در حالی که این مثال غیر خطی است، متعجب شده اید؛ به خاطر این است که این مثال برای یک هندسه ی غیر خطی است و نه یک ماده با خواص غیر خطی! اگر ما برای مثال یک جعبه ی چوب را در نظر می گرفتیم؛ ما مجبور بودیم یک مساله ی غیر خطی برای ماده ای با خواص غیر خطی را حل کنیم.

۷- تعریف اندازه مش

Preprocessor > Meshing > Size Cntrls > ManualSize > Lines > All Lines...

برای این مثال ما یک عنصر با طول 0.1 اینچ را مشخص کرده ایم. 50 عنصر در طول خط تعریف می شوند.

۸- مش بندی قاب

Preprocessor > Meshing > Mesh > Lines > click 'Pick All'
LMESH,ALL

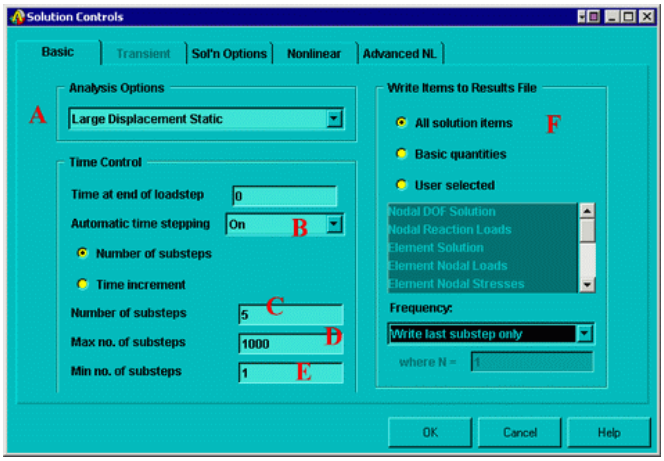
حل: تعیین نیرو ها و حل مساله

۱ – تعریف نوع آنالیز

Solution > New Analysis > Static
ANTYPE,0

۲ – تنظیم کنترل های حل:

تصویر زیر ظاهر خواهد شد:



مطمئن شوید که نکات زیر بوجود آمده اند (مانند شکل بالا)

A : مطمئن شوید جابجایی های بزرگ استاتیکی در محدوده ی مجاز اند.(که شامل اثرات انحراف بزرگ در نتایج است)

B: مطمئن شوید که پله خودکار زمان روشن است. پله خودکار زمان به ANSYS اجازه می دهد تا اندازه های مناسب را برای شکستن بار و تقسیم بندی آن مشخص کند. کاهش دادن اندازه پله معمولا باعث افزایش دقت می شود گرچه باعث بیشتر شدن زمان خواهد شد. خصوصیات پله زمان خودکار یک تعادل مناسب را مشخص می کند. این خصویت همچنین خصوصیات دوبخشی ANSYS را فعال می کند. که در صورت شکست همگرایی حل باعث امکان بازیابی را بدست می دهد.

C : عدد 5 را به عنوان تعداد زیر پله ها مشخص کنید. این عمل باعث تقسیم زیر پله های ابتدایی به یک-پنجم بار کل خواهد شد.

مثالی که در ادامه می آید این نکته را توضیح می دهد: فرض می کنیم که بار اعمال شده 100 lb*in باشد. اگر پله خودکار زمان خاموش باشد، 5 پله ی بار وجود خواهد داشت. و هر افزایش به اندازه یک- پنجم کل بار خواهد بود.

- 20 lb*in
- 40 lb*in
- 60 lb*in
- 80 lb*in
- 100 lb*in

حال در صورت روشن بودن پله خودکار زمان، پله یا مرحله ی اول بار باز هم همان 20 lb*in خواهد بود. گرچه باقیمانده ی زیر پله ها بر اساس پاسخ ماده به افزایش بار قبلی مشخص خواهند شد.

D : بیشترین تعداد زیر پله ها را 1000 قرار دهید. این عدد در صورتی که حل پس از هزار پله یا مرحله همگرا نشده باشد باعث متوقف شدن برنامه خواهد شد.

E : کمترین تعداد زیر پله ها را 1 قرار دهید.

F : مطمئن شوید که تمام خواسته های حل در پرونده ی نتایج نوشته شده است.

توجه:

جزئیات متعددی وجود دارند که مقادیر ابتدایی شان تغییر نخواهد کرد. برای اطلاعات بیشتر از این دستورات کلمه ی help را به همراه command در خط دستورات(command line) یادداشت کنید.

عملکرد	دستور	توضیحات
تقسیم بندی بار- مرحله ای کردن بار	**KBC**	بار ها یا خطی درون یابی می شوند از یک زیر پله به یک زیر پله ی دیگر(به عنوان مثال بار از 10 lb تا 20 lb در روش خطی افزایش می یابد) و یا تابع پله هستند.(به عنوان مثال پله های بار مستقیما از 10 lb تا 20 lb باشند). در ابتدا بار نگه داشته می شود. ممکن است که شمابخواهید از بارگزاری پله ای برای رفتار وابسته به سرعت و یا پله های گذرای بار استفاده کنید.
خروجی	**OUTRES**	این دستور اطلاعات حل را که در پایگاه داده نوشته شده است کنترل می کند.

Stress Stiffness	**SSTIF**	این دستور اثرات () رادر آنالیز غیر خطی اعمال می کند. زمانی که تغییر شکل های ثابت () بزرگی مانند این مثال اتفاق می افتند () به طور خودکار اعمال می شود. در مورد این مساله ی خاص غیر خطی این می تواند باعث واگرایی مساله شود.

۳-اعمال شرایط مرزی

مسیر زیر را انتخاب کنید:

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

نقطه ی کلیدی 1 (keypoint 1) را ثابت کنید.

۴-بارگزاری

مسیر زیر را انتخاب کنید:

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

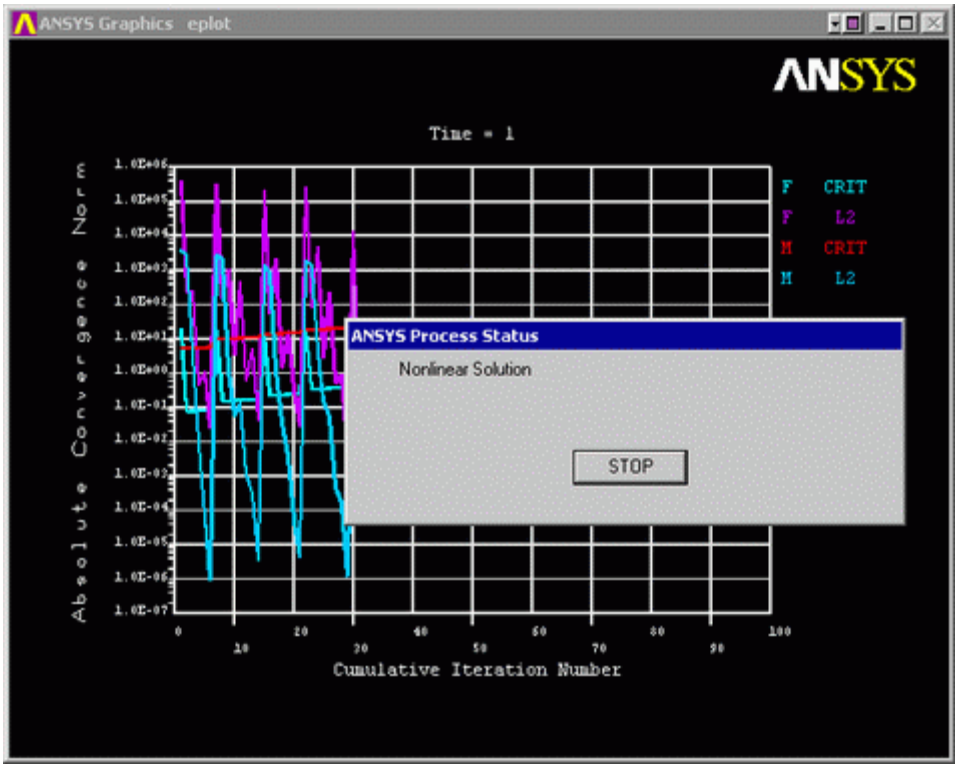
یک گشتاور 100 lb*in در جهت محور در انتهای سمت راست تیر قرار دهید. (نقطه ی کلیدی 2)

۵- حل مساله

مسیر زیر را انتخاب کنید:

Solution > Solve > Current LS
SOLVE

پنجره ی زیر ظاهر خواهد شد:



این نمودار همگرایی حل را نشان می دهد.

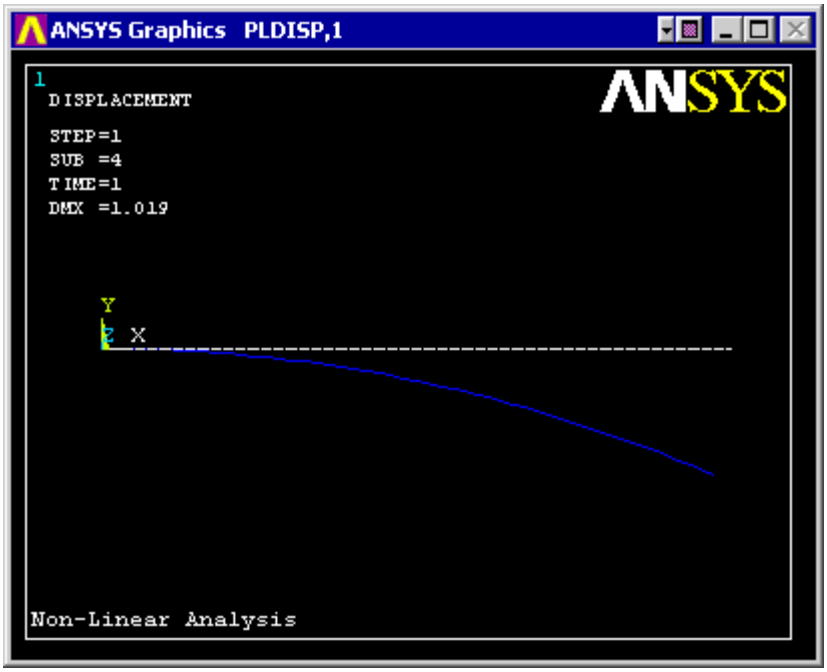
پس پردازش عمومی: دیدن نتایج

۱- دیدن تغییر شکل تیر

مسیر زیر را وارد نمایید:

General Postproc > Plot Results > Deformed Shape... > Def + undeformed
PLDISP,1

پنجره ی زیر ظاهر خواهد شد:



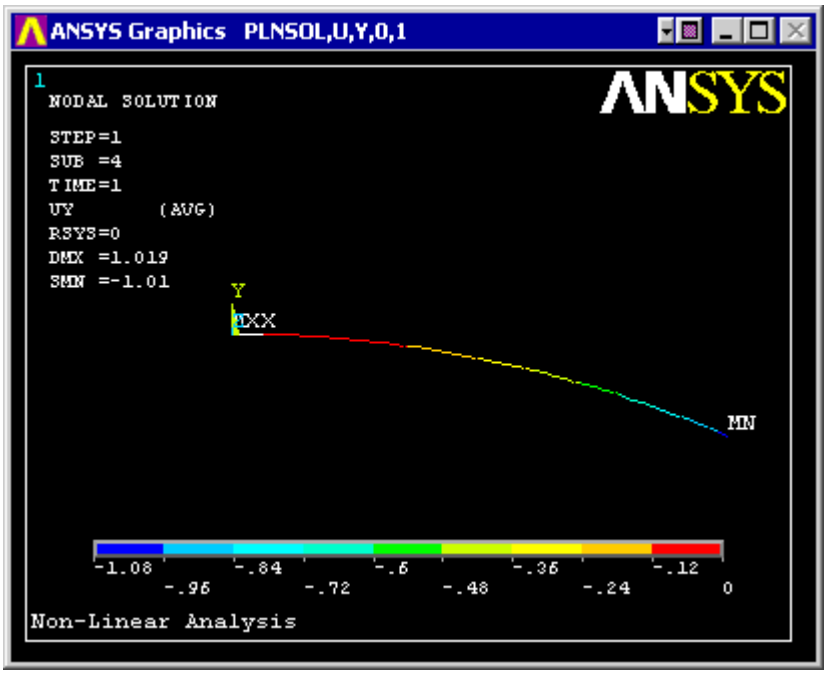
۲- دیدن طرح رنگی خمش تیر

مسیر زیر را انتخاب کنید:

General Postproc > Plot Results > Contour Plot > Nodal Solu... > DOF solution, UY

PLNSOL,U,Y,0,1

پنجره ی زیر ظاهر می شود:



۳- لیست کردن جابجایی های افقی

اگر این مثال به صورت خطی انجام می شد؛ با فرض خمش های کوچک، هیچ گره خمشی در جهت افقی وجود نمی داشت. گرچه در همان صورت هم برای خمش های بزرگ دیگر الاستیک نمی بود. اما در مدل سازی سیستم غیر خطی این تغییر شکل و خمش ها بوسیله ی ansys محاسبه می شود.

مسیر زیر را انتخاب کنید:

General Postproc > List Results > Nodal Solution...> DOF solution, UX

برای بدست آوردن نتایج دیگر می توان از مثال های آنالیز ثابت(static) در همین سایت استفاده کرد.

پس پردازش زمانی: دیدن نتایج

همان طور که در مثال های دیگر دیده اید شما می توانید نتایج (مانند خمش، تنش و نمودار گشتاور خمشی) را از راه های مشابه مثال های دیگر در قسمت پردازش عمومی بدست آورید. اما شما ممکن است بخواهید نتایجی مانند خمش یا اندازه ی گام های بارگزاری را بر حسب زمان(time history results) داشته باشید.

همان طور که به خاطر دارید بارگزاری به صورت مرحله ای انجام می شد. اندازه ی گام ها به طور خودکار در ansys مشخص شده اند.

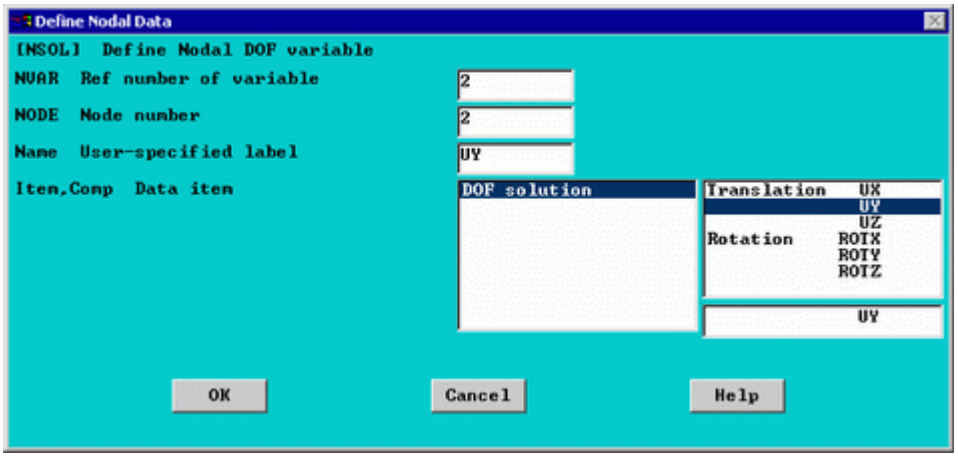
۱- تعیین متغیر ها

مسیر زیر را انتخاب کنید:

TimeHist Postpro > Define Variables > Add... > Nodal DOF results

نقطه ی کلیدی 2 یا گره 2 (keypoint or node) را انتخاب کنید.

پنجره ی زیر را برای تعریف جابجایی های متحرک (translational displacement) در راستای محورY همان طور که نشان داده شده است کامل کنید.



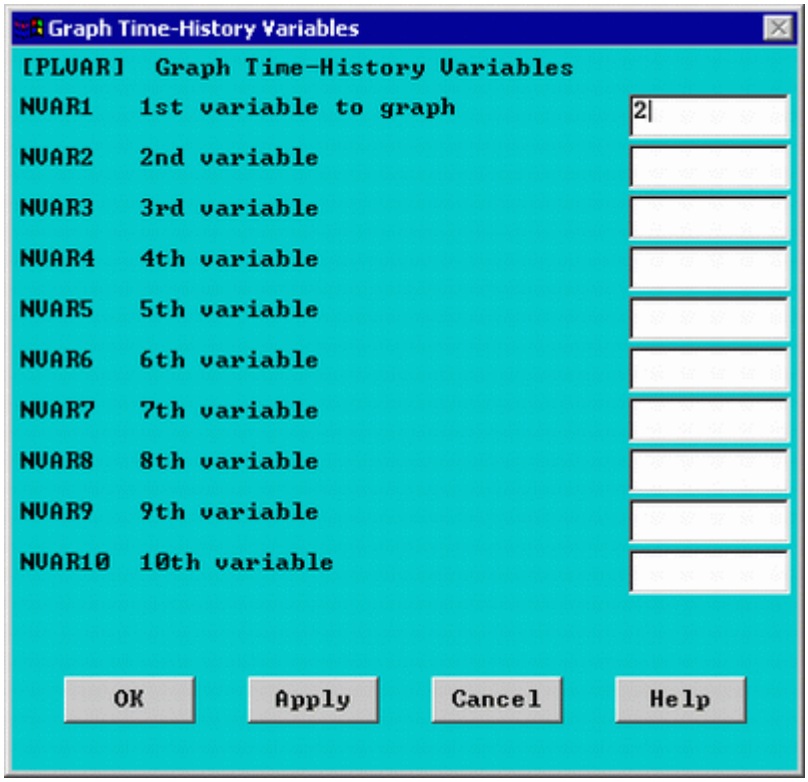
حالا جابجایی های متحرک (Translational displacement) به عنوان متغیر 2 ذخیره شده است. (متغیر 1 زمان است.)

۲- نمودار نتایج بر حسب زمان

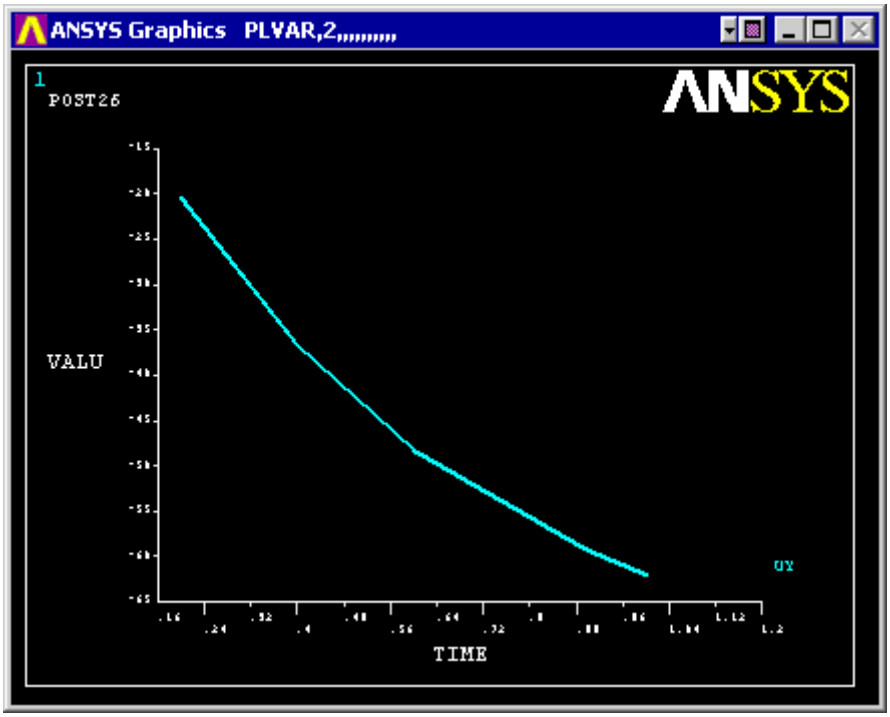
مسیر زیر را انتخاب کنید:

TimeHist Postpro > Graph Variables...

عدد 2 (در جهت محور Y) به عنوان اولین متغیر مانند آنچه که در زیر پنجره ی زیر مشاهده می کنید؛ وارد کنید.



نمودار زیر مشاهده می شود:


ANSYS Graphics PLVAR,2,,,,,,,,
1
POST26
ANSYS
VALU
TIME
UY