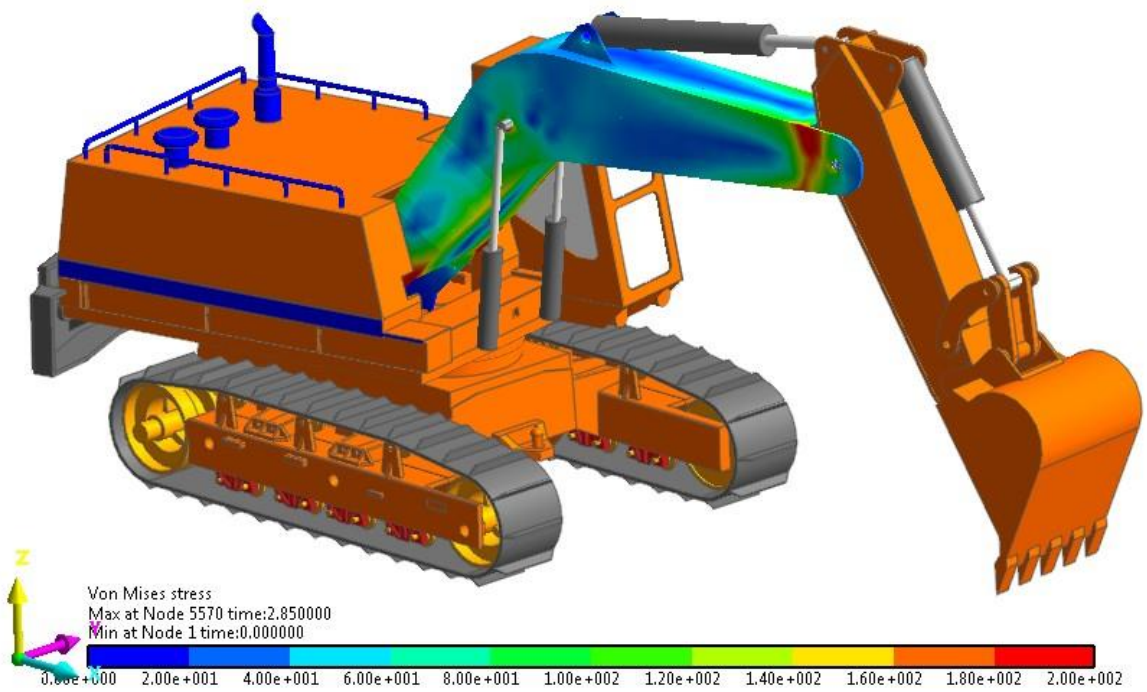




挖掘机教程 (RFlex)



Copyright © 2017 FunctionBay, Inc. All rights reserved

User and training documentation from FunctionBay, Inc. is subjected to the copyright laws of the Republic of Korea and other countries and is provided under a license agreement that restricts copying, disclosure, and use of such documentation. FunctionBay, Inc. hereby grants to the licensed user the right to make copies in printed form of this documentation if provided on software media, but only for internal/personal use and in accordance with the license agreement under which the applicable software is licensed. Any copy made shall include the FunctionBay, Inc. copyright notice and any other proprietary notice provided by FunctionBay, Inc. This documentation may not be disclosed, transferred, modified, or reduced to any form, including electronic media, or transmitted or made publicly available by any means without the prior written consent of FunctionBay, Inc. and no authorization is granted to make copies for such purpose.

Information described herein is furnished for general information only, is subjected to change without notice, and should not be construed as a warranty or commitment by FunctionBay, Inc. FunctionBay, Inc. assumes no responsibility or liability for any errors or inaccuracies that may appear in this document.

The software described in this document is provided under written license agreement, contains valuable trade secrets and proprietary information, and is protected by the copyright laws of the Republic of Korea and other countries. UNAUTHORIZED USE OF SOFTWARE OR ITS DOCUMENTATION CAN RESULT IN CIVIL DAMAGES AND CRIMINAL PROSECUTION.

Registered Trademarks of FunctionBay, Inc. or Subsidiary

*RecurDyn*TM is a registered trademark of FunctionBay, Inc.

*RecurDyn*TM/SOLVER, *RecurDyn*TM/MODELER, *RecurDyn*TM/PROCESSNET, *RecurDyn*TM/AUTODESIGN, *RecurDyn*TM/COLINK, *RecurDyn*TM/DURABILITY, *RecurDyn*TM/FFLEX, *RecurDyn*TM/RFLEX, *RecurDyn*TM/RFLEXGEN, *RecurDyn*TM/LINEAR, *RecurDyn*TM/EHD(Styer), *RecurDyn*TM/ECFD_EHD, *RecurDyn*TM/CONTROL, *RecurDyn*TM/MESHINTERFACE, *RecurDyn*TM/PARTICLES, *RecurDyn*TM/PARTICLEWORKS, *RecurDyn*TM/ETEMPLATE, *RecurDyn*TM/BEARING, *RecurDyn*TM/SPRING, *RecurDyn*TM/TIRE, *RecurDyn*TM/TRACK_HM, *RecurDyn*TM/TRACK_LM, *RecurDyn*TM/CHAIN, *RecurDyn*TM/MIT2D, *RecurDyn*TM/MIT3D, *RecurDyn*TM/BELT, *RecurDyn*TM/R2R2D, *RecurDyn*TM/HAT, *RecurDyn*TM/曲柄, *RecurDyn*TM/PISTON, *RecurDyn*TM/VALVE, *RecurDyn*TM/TIMINGCHAIN, *RecurDyn*TM/ENGINE, *RecurDyn*TM/GEAR are trademarks of FunctionBay, Inc.

Third-Party Trademarks

Windows and Windows NT are registered trademarks of Microsoft Corporation.

ProENGINEER and ProMECHANICA are registered trademarks of PTC Corp. Unigraphics and I-DEAS are registered trademark of UGS Corp. SolidWorks is a registered trademark of SolidWorks Corp. AutoCAD is a registered trademark of Autodesk, Inc.

CADAM and CATIA are registered trademark of Dassault Systems. FLEX/m is a registered trademark of GLOBEtrotter Software, Inc. All other brand or product names are trademarks or registered trademarks of their respective holders.

Edition Note

These documents describe the release information of *RecurDyn*TM V9R1.

目录

预备工作	4
目标	4
方法	4
读者	5
前提条件	5
步骤	5
大约完成时间	6
45 分钟	6
打开初始模块	7
任务目标	7
预计完成时间	7
启动 RecurDyn	8
对刚体臂进行初始仿真	10
查看结果	10
替换 RFlex 体	11
任务目标	11
在 RecurDyn 中替换 RFlex 体	12
观察轮廓应力结果	14
显示结果	16
任务目标	16
绘制斗杆的平面外倾斜曲线	17
RFlex 体的回顾以及调整	20
任务目标	20
检查 RFlex 体	21
改进仿真性能	24
附录一：创建 RecurDynRFlex 输入 (RFI) 文件	26
任务目标	26
准备 Nastran 数据文件	27
模态还原法	27
超单元方法	29
附录 B：支持的有限元模型	32
Ansys 单元库	32
MSC/NASTRAN 单元库	32
I-DEAS 单元库	33

Chapter

1

预备工作

目标

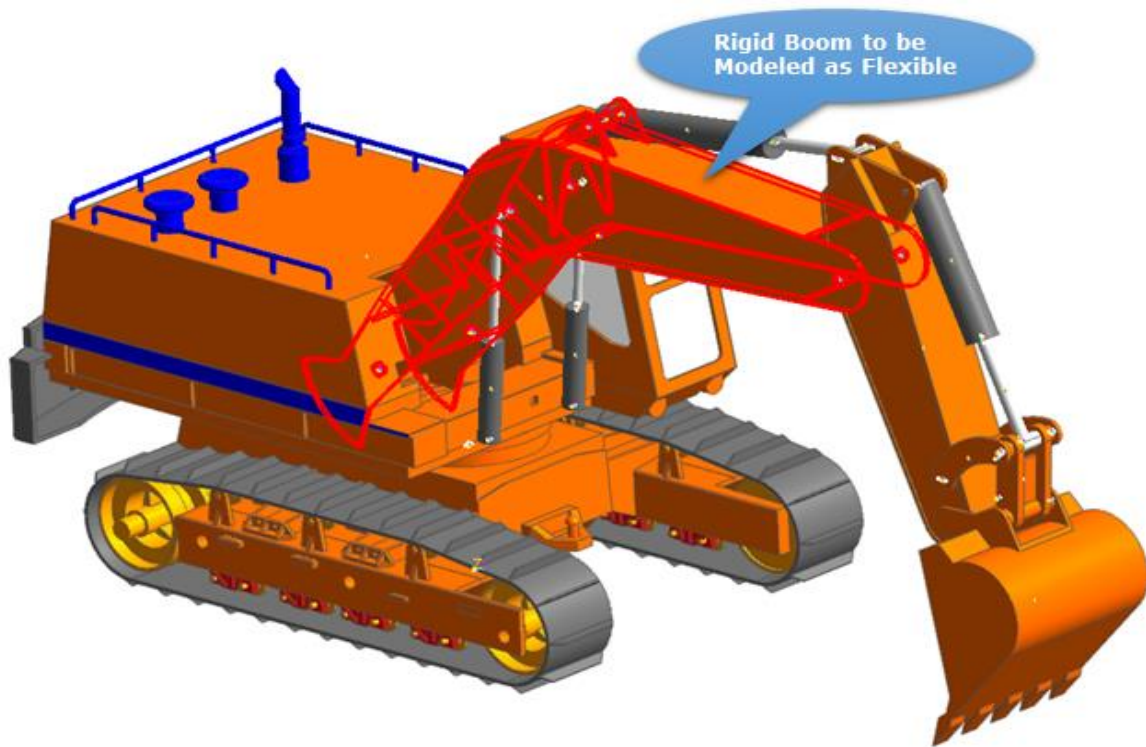
本教程学习如何仿真一个柔性体模型。从一个已经存在的全刚体模型开始，并用 **RecurDyn Rflex** 体替换其中的一部分。**RecurDyn Rflex** 利用自然模态和连接处的约束模态叠加的方法来近似表示柔性体。当柔性体与其它物体之间只用固定副连接时，这种方法是适用的。如果它与其它体之间有滑动或滚动接触，就应该使用 **RecurDyn FFlex** 结点（或网格）的方法来表示柔性体。

方法

从一个挖掘机模型开始，如下所示，它包括了所有的机械部件。在这个模型中的所有机构都是刚性的。模型的原理是：挖掘机在进行挖掘和卸载运动时，它是绕着驾驶室周围的垂直轴旋转。

然后导入 **RecurDyn Rflex Input (RFI)** 文件，它代表一个柔性臂。创建 **RFI** 文件的方法是使用 **NX Advance Simulation** 对柔性臂的几何部分进行网格划分，将仿真结果导出到 **Nastran** 批量数据文件中，然后使用 **NX Nastran** 读取大容量数据文件并创建 **RFI** 文件。

本教程提供 **RFI** 文件。想了解如何在 **Nastran** 批量数据文件中创建 **RFI** 文件，请查看附录。



读者

本教程适用于已经学习过如何创建几何体、接触和力的 **RecurDyn** 中级用户。所有新的任务都会仔细解释。

前提条件

已经学习过 **3D Crank-Slider and Engine with Propeller** 教程，并且具有基本的物理知识。

需要 **RecurDyn** 中 **RFlex** 模块的许可证。

步骤

本教程包括以下步骤。大约完成每一个步骤的时间显示在下表中。

任务	时间 (分钟)
打开初始模型	10
导入并连接 Rflex 柔性体	20
绘制结果	5
创建 RecurDyn Rflex 输入文件 (RFI)	10

总计:

45



大约完成时间

45分钟

Chapter

2

打开初始模块

任务目标

打开初始模型，运行仿真，并观察挖掘/卸载运动。



预计完成时间

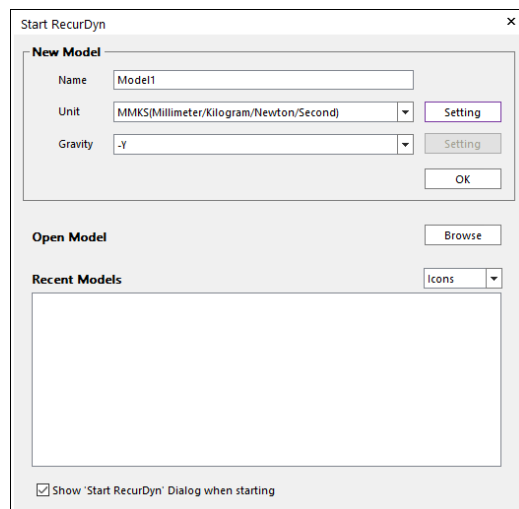
10 分钟

启动 RecurDyn

启动 RecurDyn，并打开初始模块

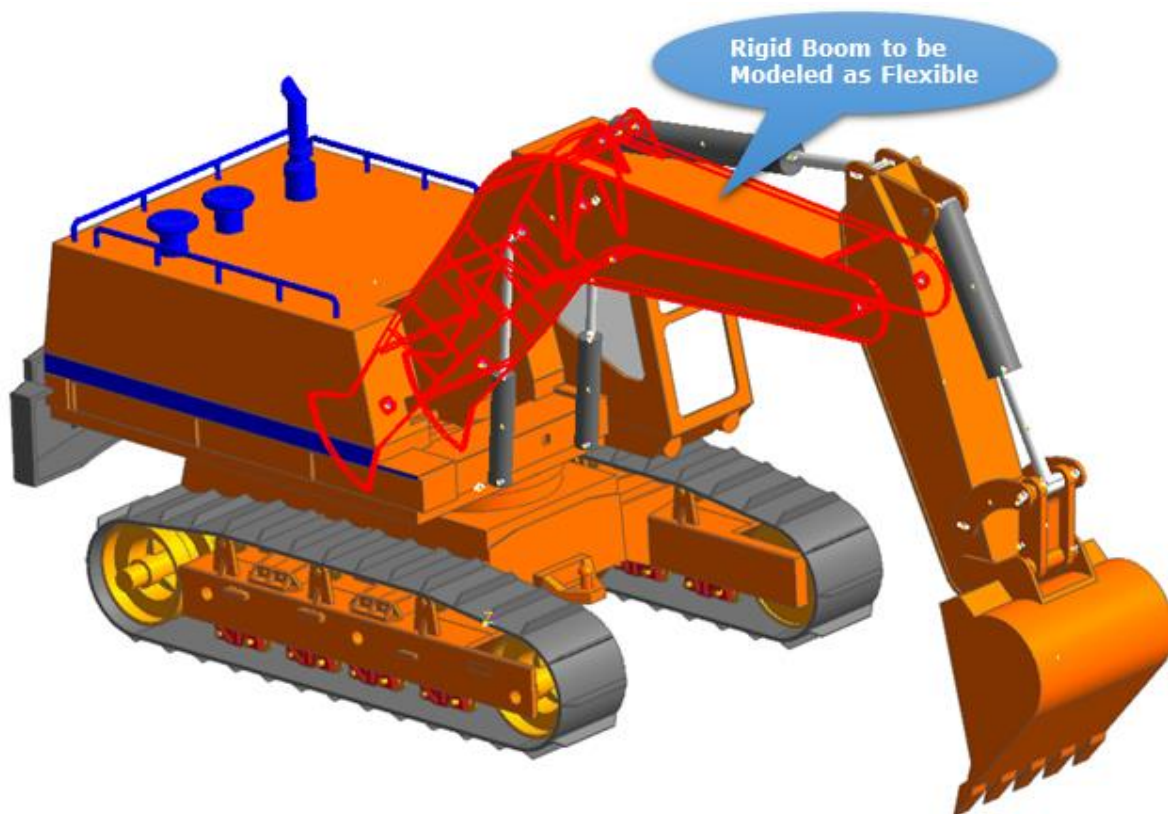


1. 双击桌面上的 RecurDyn 图标。
2. 当 Start RecurDyn 对话框出现时关闭它，因为不用创建一个新的模型而是使用一个已经存在的模型。
3. 在 File 菜单中, 点击 Open。
4. 在 RFlex 教程目录中, 选择文件 RD_Excavator_Start.rdyn. (文件位置: <Install Dir> \Help \Tutorial \Flexible \Rflex\Excavator, 如果找不到文件位置, 就使用查询功能目录位置进行查询)
5. 点击 Open。



模型如下图所示。

在驾驶室和斗杆之间的动臂是这个模型的刚体部分，稍后要将这一部分变成柔性体。



保存初始模型:

1. 在 **File** 菜单中, 点击 **Save As**。
2. 将模型保存在不同目录中, 因为不能在教程目录中进行模拟。

对刚体臂进行初始仿真

现在，对模型进行初始的仿真，理解它将要经历的运动。

运行初始仿真：

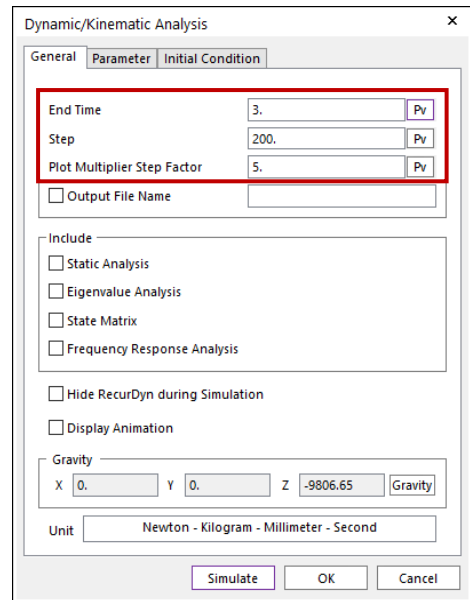
1. 在 **Analysis** 标签中的 **Simulation Type** 组中，点击 **Dyn/Kin.**

弹出 **Dynamic/Kinematic Analysis** 对话框。

2. 如下所示定义 **End Time** 和 **Step** 数值：

- **End Time:** 3.0
- **Step:** 200
- **Plot Multiplier Step Factor:** 5

3. 点击 **Simulate**。运行仿真将在 10s 内运行，这取决于电脑的速度。



查看结果

查看结果：

- ▶ 在 **Analysis** 标签中的 **Animation Control** 组中，点击 **Play/Pause**。

挖掘机首先绕着垂直轴旋转，然后进行挖掘运动后，再进行卸载运动。这是由旋转副绕着驾驶室旋转产生的运动，并在液压缸平移副产生的运动。

替换 RFlex 体

任务目标

本章学习如何导入表示柔性臂的 **RFlex** 文件。使用 **RFlex**“柔性体替换”的功能，也可以同步替换刚体。然后，用新的柔性臂进行仿真，并查看其应力云图。



预计完成时间

20 分钟

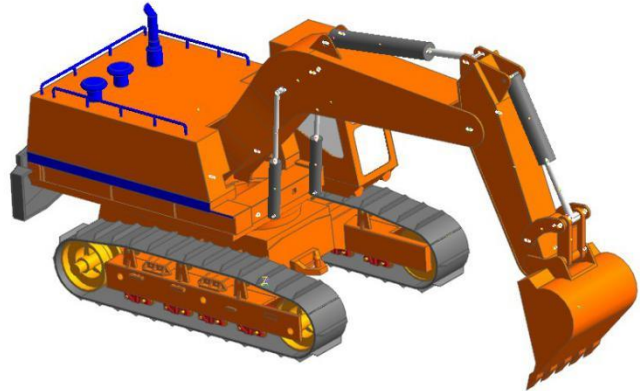
在 RecurDyn 中替换 RFlex 体

导入表示柔性臂的 RecurDynRFlex Input (RFI)文件。同步替换相应的刚性臂。

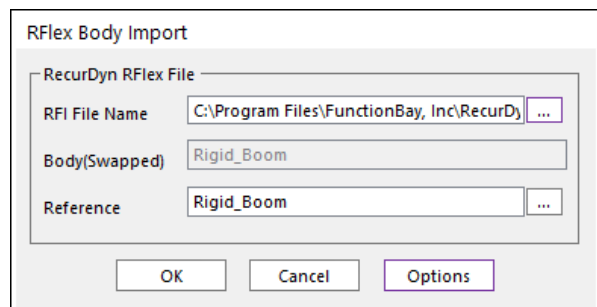
在 RFlex 体中替换:



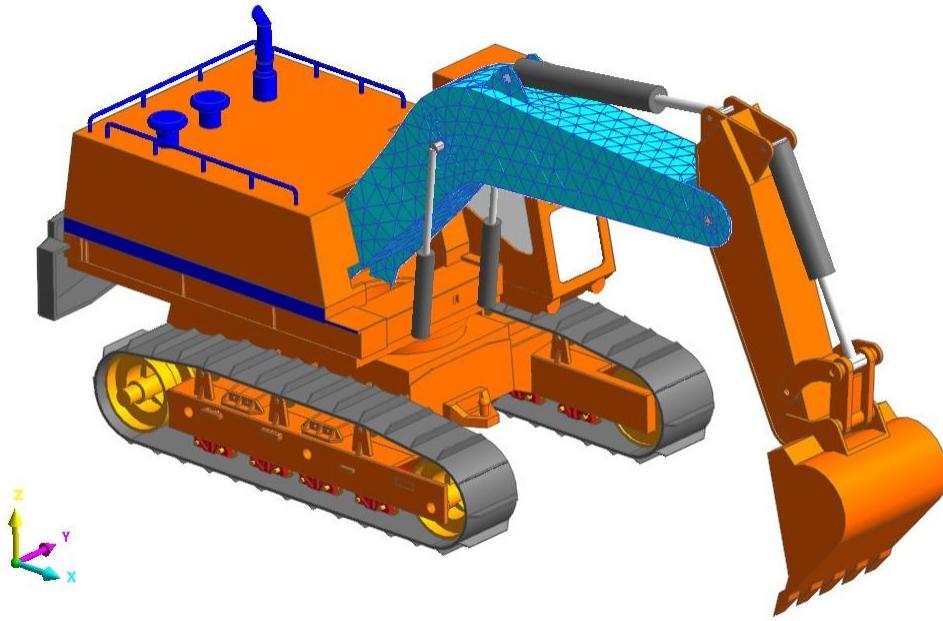
1. 在 Flexible 标签中的 RFlex 组中, 点击 Import RFI。
2. 在 Command Toolbar 中, 设置 Creation Method 为 body 模式。
3. 在 Working window 中, 选择 Rigid_Boom。



4. 在 RFLex Body Import 窗口中, 点击浏览按钮(...).
5. 在 RFlex 教程目录中, 选择文件名为 boom_tet_mesh_rfi_0.rfi, 然后点击 Open.(文件位置: <Install Dir> \Help \Tutorial \Flexible \RFlex \Excavator, 如果不能找到文件位置就使用查询功能目录位置进行查询)。
6. 点击 OK, 导入文件。



此时, RFlex 臂应该已经替换了刚性臂, 如下图所示(也许颜色不同)。通过查看数据库窗口, 应该注意到刚性臂已经不在模型中了。



重点: 在下一步骤中, 将模型保存到不同的文件名, 新的文件结果可以与旧的文件结果进行比较。

7. 将模型保存为 `RD_Excavator_Rflex.rdyn`。
8. 运行新的模拟。大概需要两分钟, 这取决于电脑的速度。

观察应力云图

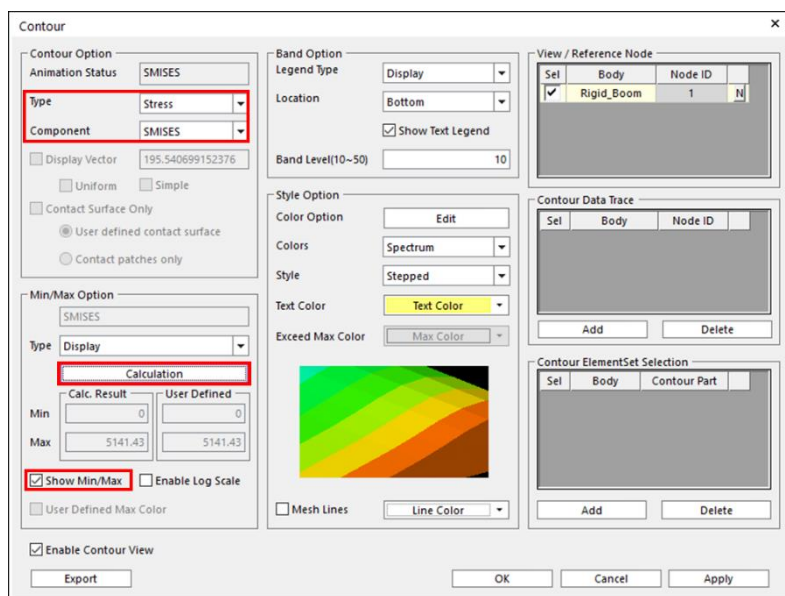
使用 **RecurDyn** 查看在进行挖掘/卸载运动时，柔性臂的高应力区域。

观察应力云图：



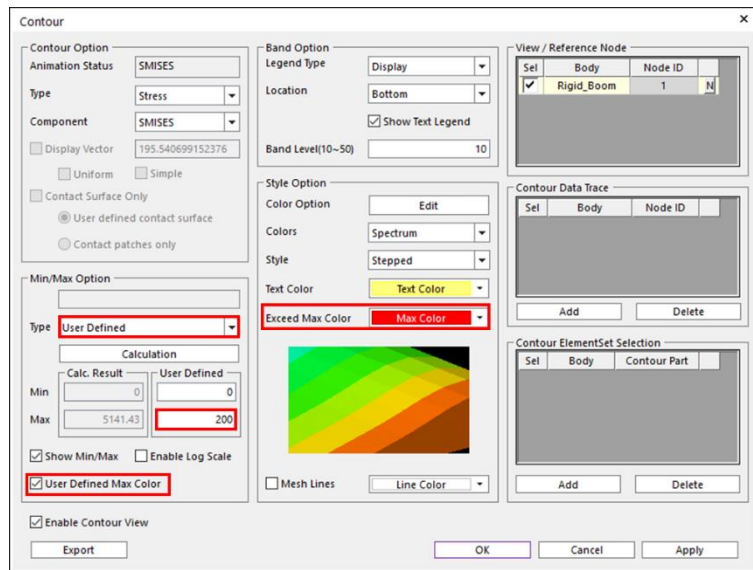
1. 在 **Flexible** 标签中的 **RFlex** 组中，点击 **Contour**。
2. 在 **Contour Dialog** 的左下区域，选择 **Enable Contour View** 旁边的检查框。
3. 在 **Contour Option** 的下方，**Type** 的右侧，选择 **Stress**。
4. 在列表中选择 **SMISES**。
5. 在 **Min/MaxOption** 下方，点击 **Calculation** 按钮。

这将确定柔性臂在模拟过程中的最小和最大应力。**Min** 和 **Max** 的数值应该被更新，如下所示。



6. 现在调整最大值，使云图显示一个较小的范围内的应力：

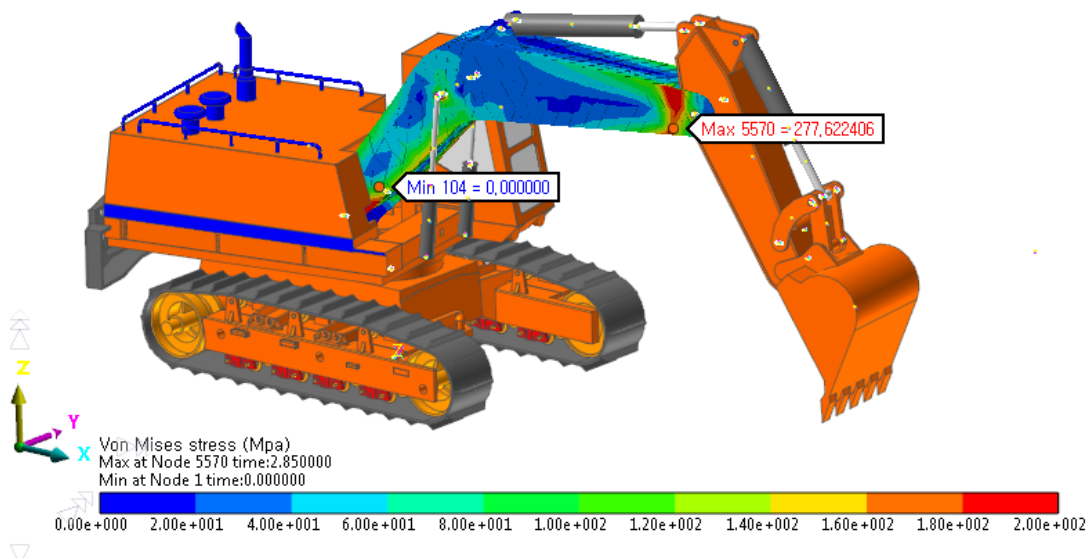
- 将 **Type** 设置为 **User Defined**。
- 在 **Max** 数值中输入 200。
- 在 **Show Min/Max** 旁，点击检查框。
- 在 **User Defined Max Color** 旁，点击检查框。
- 将 **Exceed Max Color** 改成红色。




7. 点击 **OK**。

8. 播放动画。

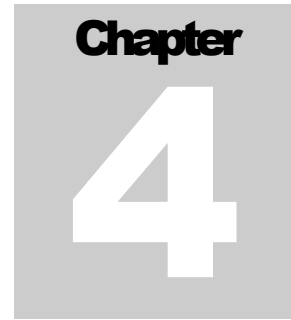
柔性臂的应力云图 (动画帧数 15，如下图所示)



9. 如果动画在的电脑中运行缓慢，可以采取下面的方法：

使用快进按钮每 5 帧演示一次。 

将动画导入到 **avi** 文件中，然后使用 **Windows Media Player** 来演示动画。

A gray square graphic with the word "Chapter" in a bold, black, sans-serif font at the top, and a large, white, bold number "4" in the center.

显示结果

本章对模型施加柔性处理后仿真结果进行绘图。

任务目标

学习如何对不同模型的仿真结果，进行绘图和比较，并观察柔性臂对结果的影响。



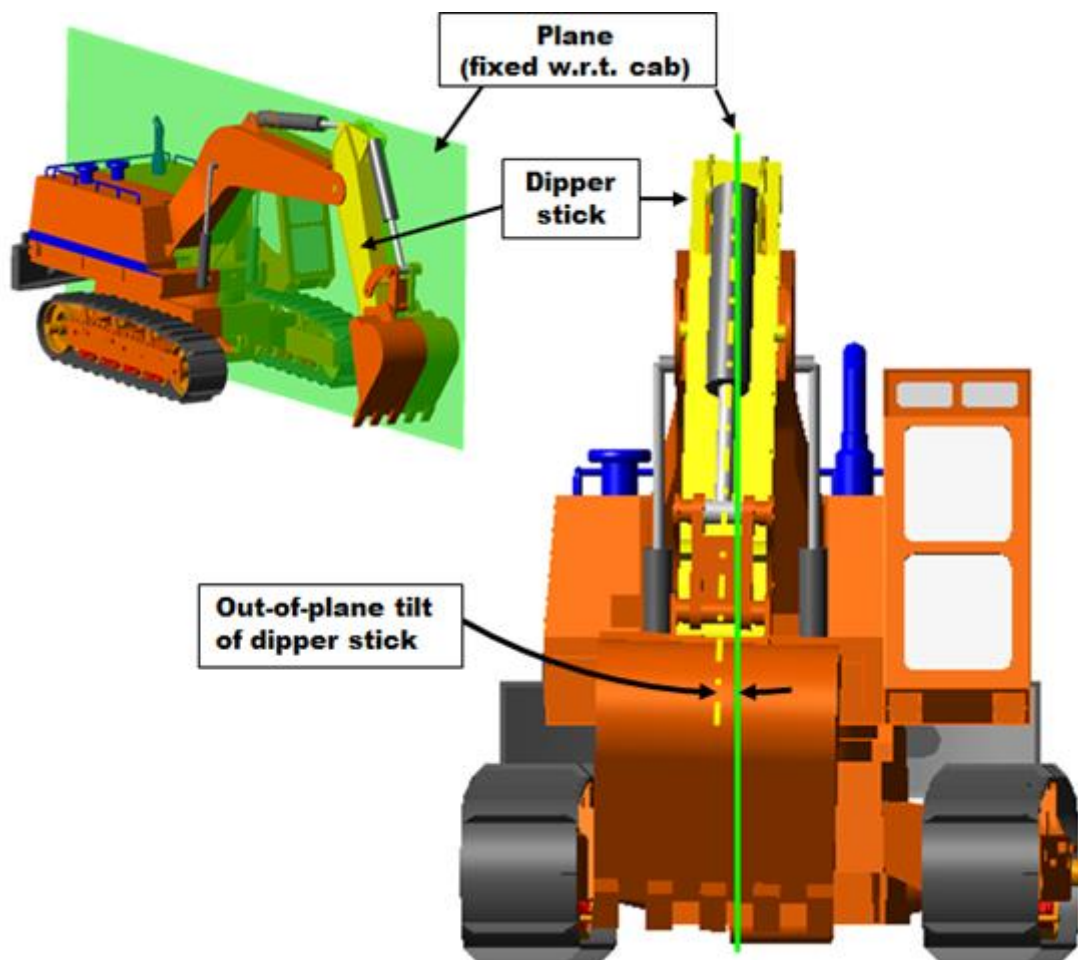
预计完成时间

5分钟

绘制斗杆的平面外倾斜曲线

当挖掘机的驾驶室围绕底盘旋转时，挖斗和铲斗杆的质量使铲斗杆发生倾斜，如下图所示。注意，虽然在挖掘机基础模型中所有构件都认为是刚体，由于构件连接着轴套力，在某种程度上，造成了模型具有一定的柔性。

如下图所示，斗杆用黄色显示，驾驶室所在平面用绿色显示。动臂和运动副（衬套力）的柔性越大，倾斜的角度就越大。



显示倾斜平面：



1. 在 **Analysis** 标签的 **Plot** 组中，点击 **Plot Result**。

当前的模型结果会自动加载到右边的数据库窗口中。下面加载原刚体模型的结果。

2. 在 **File** 菜单，点击 **Import file**，并选择 **RD_Excavator_Start.rplt**。

原刚体模型的结果应该显示在数据窗口中，在 **RD_Excavator_RFlex** 的下方。

3. 显示结果：

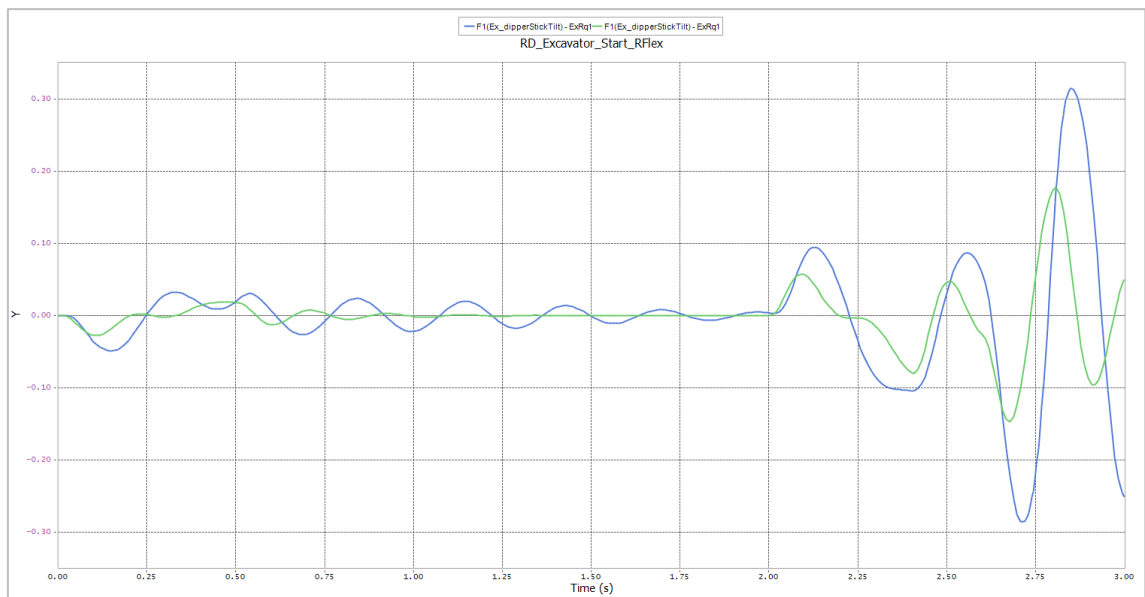
- RD_Excavator_RFlex → Request → Expressions → ExRq1 → F1(Ex_dipperStickTilt)
- RD_Excavator_Start → Request → Expressions → ExRq1 → F1(Ex_dipperStickTilt)

注意：在数据库窗口中出现的 *Request* 项目，是在模型中创建了一个用于创建表达式的绘图数据请求。如果要回到模型，会看到一个叫 *Ex_dippersticktilt*，具有如下形式：

- $AX(DipperStick\ CM, Cab\ CM)$

表达式表示铲斗柄的质量中心绕着驾驶室的质量中心 *X* 轴旋转。

10. 看到绘图应该与下图显示的图类似。



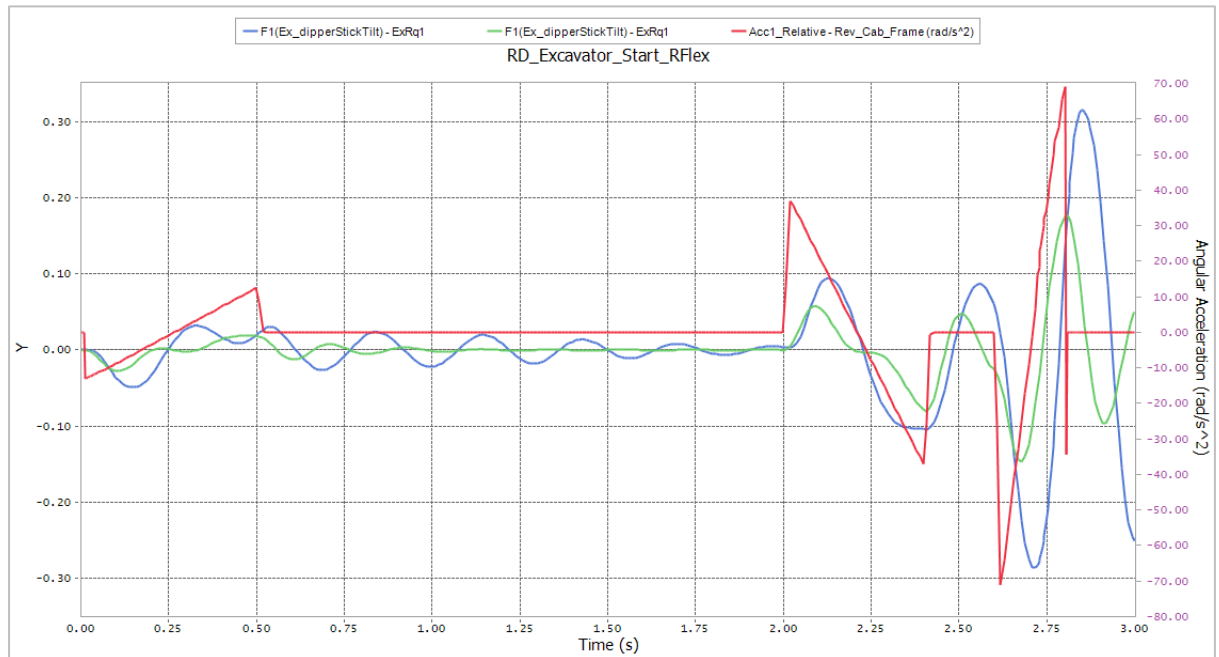
图形显示出柔性臂比刚性臂的振幅大得多，并且柔性臂的系统自然频率（由峰值之间的时间间距体现出来的）偏小。

为了使绘图更有意义，可以添加驾驶室的旋转加速度，即导致斗杆发生倾斜的运动输入。但首先要创建一个 *Y* 坐标轴，使得加速度和倾斜数据可以显示出来。

绘制驾驶室的旋转加速度:

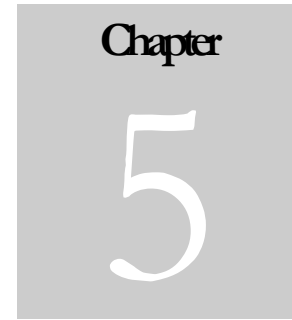
- 绘制以下结果
 - RD_Excavator_RFlex → Joints → Rev_Cab_Frame → Acc1_Relative

图形类似于下图。



可以观察到运动输入和柔性臂与刚性臂的对于输入的响应。从 0.5s 到 2s，相对于刚性臂的响应，柔性臂的瞬态响应需要更长的时间。绘图清晰表明，挖掘机模型中柔性臂的重要性。

注意，在驾驶室中的旋转加速度曲线中，存在着噪波。噪声是使用小积分步长的 **STEP** 函数的结果。减小 **Dynamic/Kinematic Analysis** 对话框中 **Parameter** 选项卡的 **Maximum Time Step**，可以几乎完全消除这种情况。然而，这样会使仿真求解时间增长 2 到 3 倍。因此，考虑到本教程（快速求解）的目的，将会使用默认的求解器参数。



RFlex 体的回顾以及调整

任务目标

本章学习如何查看 RFlex 体的模态形状，以及如何改进仿真的性能。



预计完成时间

20 分钟

查看 RFlex 体

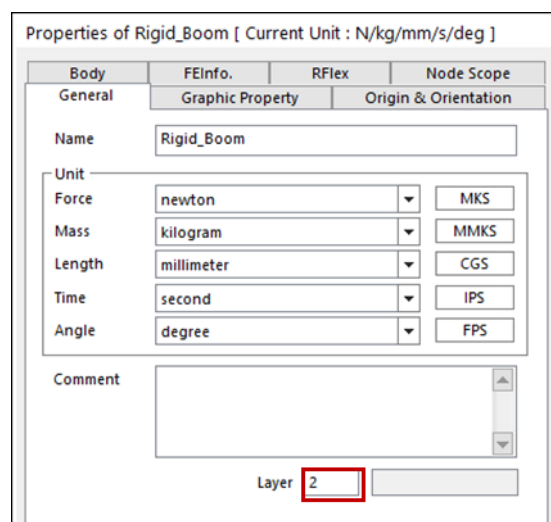
如前所述，RFlex 依赖于模态柔性体的线性叠加，而模态则由 FEA 方法的模态分析获得。具体而言，使用了两种类型的模态。**Constrained Normal Modes** 是所有的连接结点都被固定时的模型。**Constraint Modes** 或者 **Craig-Bampton** 模态则通过对每个附着结点的六自由度中的一个自由度施加一个单元的位移，同时保持所有其它附着结点固定时的结果。约束模态是必要的，它提供部件对于载荷和施加在附着结点上的位移的精确响应。

RecurDyn 运用正交化对正交模态和约束模态进行分析。因此，在查看 RecurDyn 的柔性体模态时，模态振型可能不完全对应之前提到过的 **Constrained Normal Modes** 和 **Constraint Modes**。然而，基于实际的工程经验，仍然可以通过观察这些模态振型，然后凭直觉决定在分析中是否包含或去掉相应的模态。

在查看柔性体的模态之前，可为它设置自己的层，以便于观察模型。

设置柔性体单独的层:

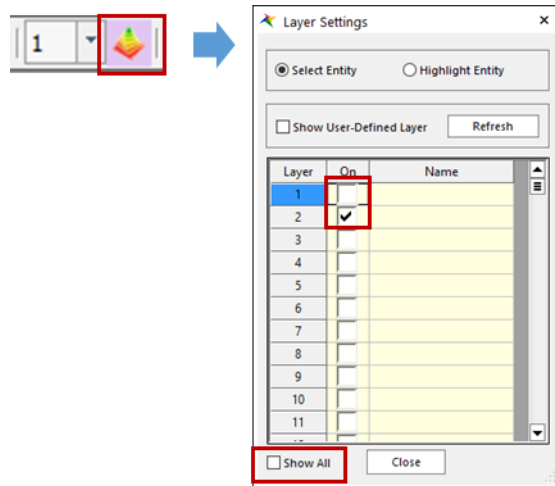
1. 返回 **Modeling window**。
2. 打开 **Rigid_Boom** 柔性体的 **Properties** 窗口。
3. 在 **General** 标签下，设置 **Layer Number** 为 2。
4. 点击 **OK**。



5. 在 **Toolbar** 中, 按照以下参数进行设置:

- **Layer Filter:** Multi Layer
- **Layer Setting:** Checking On about 2

此时，仅显示柔性臂，这样就便于观察柔性体的模态。

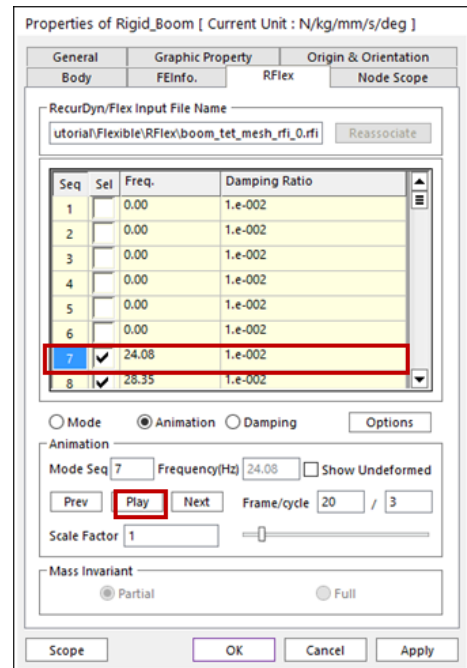


查看 RFlex 柔性体的模态:

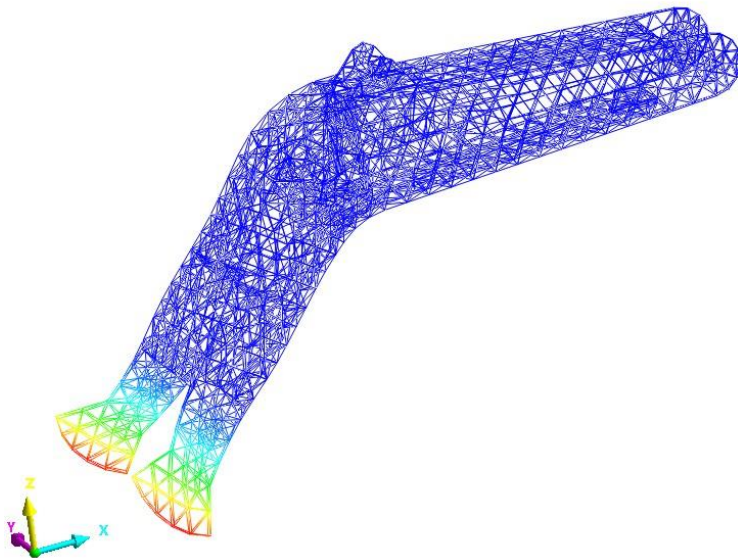
1. 再次打开 **Rigid_Boom** 的 **Properties** 窗口。

该模态列出了他们的频率和临界阻尼比。前六个模态是刚体模态，默认刚体模态不包括在内。

2. 选择 **mode 7**，如右面所示。
3. 点击 **Play** 按钮。



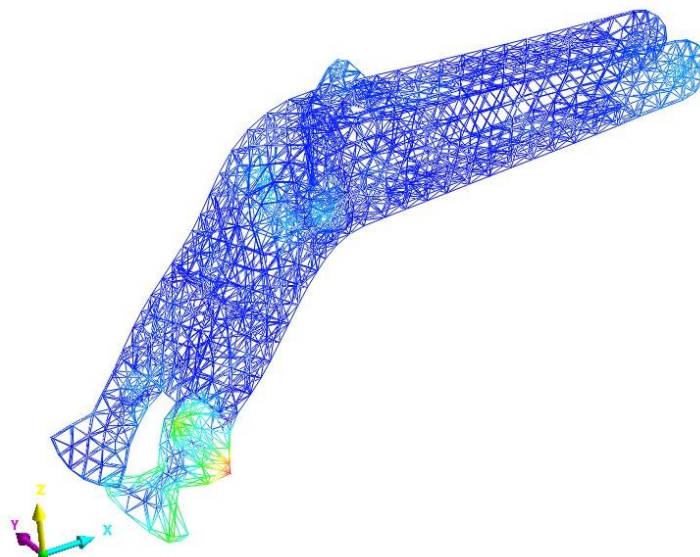
模态 7 如下图所示。



查看低频模态可揭示结构的哪些部分是最薄弱的，最容易发生振动。

4. 选择 **mode 68**，然后点击 **Play** 按钮。

模态应该如下图所示。



注意，最大变形多发生在局部区域，结构高度扭曲。此外，此模态频率是相当高的，在 1007.28 赫兹左右。如果类似部件的模态试验表明此模态不真实，那么在模型中可以剔除此模态，以提高仿真性能。

还可注意到，这种模态的阻尼比为 1，这是比较高的。一个特定模态对于整体柔性体行为影响的多少是由阻尼比所控制的。如果阻尼比较小，那么该模态对整体行为的影响很大。如果阻尼比较大，该模态将迅速衰减，对整体行为影响不会很大。从模态 7 开始，阻尼比为 0.01。模态 13（107.46 赫兹），阻尼比增加到 0.1。最后，在模态 68（1007.28 赫兹），阻尼比增加到 1，这意味着，模态 68 对整体结构行为影响不会很大。

默认情况下，**RecurDyn** 中，基于模态频率的阻尼比值如下：

- $0 < f < 100 \text{ Hz}$: **Damping Ratio = 0.01**
- $100 \leq f < 1000 \text{ Hz}$: **Damping Ratio = 0.1**
- $1000 \text{ Hz} \leq f$: **Damping Ratio = 1**

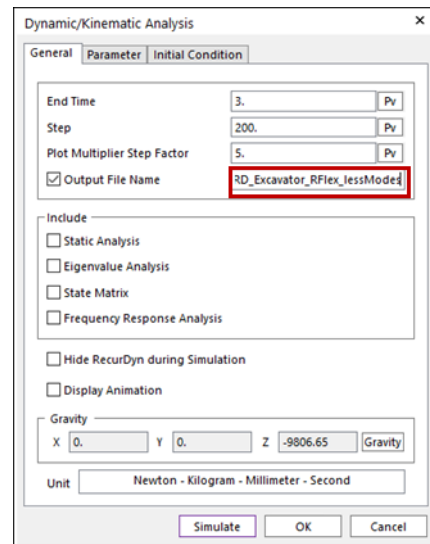
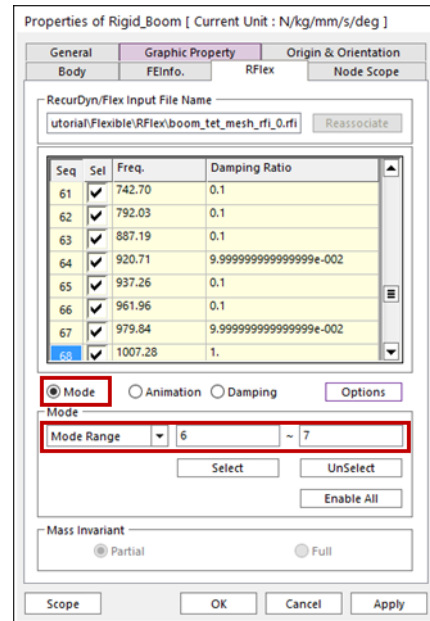
该设置在大型结构，如在建筑设备和汽车中运用的很好。然而，如果有一个小型结构，且高频率模态很重要，那么阻尼比可以自行设置。也可以导入包含每一个模态的阻尼比的文件。更多信息，请参考 **RFlex User's Guide**。

改进仿真性能

尽管有些模态不是主模态，**RecurDyn** 在分析结构整体的行为时还会将它考虑进去。考虑的模态过多，会增加计算的时间。因此，为了提高仿真性能，可以剔除某些次要模态。此模型中，剔除所有频率大于 1000Hz 的模态。

提高仿真性能：

1. 选择 **Mode**。
2. 在下拉菜单中，选择 **Mode Range**。
3. 清除已经选择的模态：
 - 点击 **Enable All** 按钮。
按钮会转换成 **Disable All**。
 - 点击 **Disable All** 按钮。
4. 输入模态的范围，从 7 到 67。
5. 点击 **Select** 按钮。
6. 点击 **OK**。
7. 现在运行另一个仿真，但是这次将输出文件保存成另外一个名称 **RD_Excavator_RFlex_lessModes**。
这次仿真时间应该比之前缩短了两倍。



这次仿真的结果与原始结果进行对比，如果没有明显的差距，那么可以将这次选择的模态应用到之后的仿真中。

比较改进前后的结果:

1. 返回 **Plotting window**。
2. 导入最近的 **RecurDyn Plot** 文件， **RD_Excavator_RFlex_lessModes.rplt**。
3. 绘制下面的结果:
 - **RD_Excavator_RFlex_lessModes** → **Request** → **Expressions** → **ExRq1** → **Ex_dipperStickTilt**

绘制的结果应该与下面的类似。



图形表明刚刚斗杆分析结果与上一次结果吻合的非常好（黄线覆盖着蓝线）。事实上，如果比较峰值偏移约 2.85 秒的值，会看到，误差小于 1%。因此，消除上述 1000 赫兹的模态，既成功地减少了仿真时间，同时保持良好的效果。

感谢参与本教程学习!



附录一：创建 RecurDynRFlex 输入 (RFI) 文件

本章节学习如何从 **Nastran Bulk Data** 文件中创建 **RecurDynRFlex Input (RFI)** 文件。

任务目标

学习在 **Nastran Bulk Data** 文件中增加相关信息，从而运行 **NX Nastran**，生成包含完整应力云图信息的 RFI 文件。注意到，由 **Ansys** 输出中生成一个 **RFI** 文件也采用类似方法。此过程在 **RFlex** 的文档中有详细描述。



预计完成时间

10 分钟


```
$ - Output stress and strain for elements defined in Set 5, above.
STRESS=5
STRAIN=5
$*
$ - Indicate beginning of surface or volume commands.
OUTPUT (POST)
$ - Define Set 6 as the same as Set 2 defined above.
SET 6 = 1 THRU 4086
$ - Set the volume for which strains and stresses are calculated. Here, direct
$ stresses and strains are requested.
VOLUME 1 SET 6,DIRECT,SYSTEM CORD 0
$ - NOTE: If shell elements are used in the mesh, the SURFACE command should
$ be used instead, as shown below:
$
$ SURFACE 1 SET 6,FIBRE ALL,SYSTEM CORD 0
$
$ If you will be displaying contour plots, though, it is recommended that
$ solid meshes be used to create RFlex bodies. This is because, for shell
$ elements, RecurDyn only displays contour plots for midplane stress, strain,
$ and displacement - data for the top or bottom surfaces cannot be displayed.
$*
$*$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$
$*
$*$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$
$*
$* BULK DATA
$*
$*$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$
$*
BEGIN BULK
$ - Define the units of measurement to be used.
DTI,UNITS,1,KG,MN,MM,S
$
$ - Select nodes as the connection points to the flexible body. Here, nodes
$ 9001 - 9008 are all master nodes of RBE2 elements in the mesh.
$
ASET1,123456,9001,THRU,9008
$*
$*
$* SOLUTION CARDS
$*
$ - First modal solution:
$ - Specify the frequency range or number of constrained normal
$ modes desired.
$ - Frequency range should be at least 2x the range of interest in the MBD
$ solution.
$ - In this solution, ASET DOF are constrained.
$ - This is selected by RSMETHOD in the Case Control section, above.
$
EIGRL 100 40 0 7 MASS
$
$ - Modal reduction DOFs:
$ - Number of SPOINTs requested (ns) should be as follows:
$ ns>= n + (6 + p)
$ where:
$ n = number of modes requested in first modal solution (in this case,
$ the EIGRL solution above)
$ p = number of load cases = (number of ASET DOFs) * (number of ASET nodes)
$ - Extra SPOINTs are ignored.
```



```

$$$$
SESET          2          1      THRU  8999
$$$$
$ - Modal reduction DOFs:
$ - Number of SPOINTs requested (ns) should be as follows:
$   ns >= n + (6 + p)
$   where:
$     n = number of modes requested in first modal solution (in this case,
$         the EIGRL solution below)
$     p = number of load cases = (number of ASET DOFs) * (number of ASET nodes)
$ - Extra SPOINTs are ignored.
$ - SPOINT DOFs need to be selected into the Q set for the superelement.
$ - ID numbers for SPOINT and QSET should be higher than any node or element
$   IDs.
$$$$
SPOINT        200001      THRU  200100
SEQSET1       2          0  200001      THRU  200100
$$$$
$ - Superelement modal solution:
$ - Specify the frequency range or number of constrained normal modes
$   desired.
$ - Frequency range should be at least 2x the range of interest in the MBD
$   solution.
$ - This is selected by METHOD in the Case Control section, above.
$$$$
EIGRL         100          40          0          7          MASS
$*
$* PARAM CARDS
$*
PARAM        AUTOSPC      YES
PARAM        GRDPNT       0
PARAM        K6ROT        100.0
PARAM        MAXRATIO     1.0+8
PARAM        POST         -2
PARAM        POSTEXT      YES
PARAM        RESVEC       YES
PARAM        USETPRT      0
$*

```

这样，完成对 Nastran 文件修改，接下来会生成 RFI 文件，然后输入到 RecurDyn 模型中。



附录 B：支持的有限元模型

本章节介绍 RecurDyn 支持的有限元单元。更多的信息，请参考 RFlex 中的 RecurDyn Help。

Ansys 单元库

Type	ANSYS elements
1D Element	Link1, Link8, Link10, Link11, Beam3, Beam4, Beam23, Beam24, Beam44, Beam54, Beam188 Pipe16, Pipe20, Pipe59, Pipe288, Pipe289
2D Element	Plane2, Plane25, Plane42, Plane82, Plane83, Plane182, Plane183 Shell28, Shell41, Shell43, Shell63, Shell91, Shell93, Shell99, Shell181
3D Element	Solid45, Solid46, Solid64, Solid65, Solid72, Solid73, Solid92, Solid95, Solid185, Solid186, Solid187
Rigid Element	Combin14, Combin37, Combin39, Combin40
Mass Element	Mass 21

MSC/NASTRAN 单元库

Type	MSC/NASTRAN elements
1D Element	CBAR, CBEAM, CBEND, CONROD, CROD, CTUBE
2D Element	CTRIA3, CTRIA6, CQUAD4, CQUAD8, CSHEAR

3D Element	CTETRA, CPENTA, CHEXA
Rigid Element	RBAR, RBE2, RBE3, RROD, CBUSH, CBUSH1D, CELAS1, CELAS2
Mass Element	CONM1, CONM2

I-DEAS 单元库

Type	I-DEAS elements
1D Element	Rod, Linear Beam, Tapered Beam, Curved Beam
2D Element	Thin Shell Linear Triangle, Thin Shell Parabolic Triangle, Thin Shell Linear Quadrilateral, Thin Shell Parabolic Quadrilateral, Plane Stress Linear Triangle, Plane Stress Parabolic Triangle, Plane Stress Linear Quadrilateral, Plane Stress Parabolic Quadrilateral, Plane Strain Linear Triangle, Plane Strain Parabolic Triangle, Plane Strain Linear Quadrilateral, Plane Strain Parabolic Quadrilateral
3D Element	Solid Linear Tetrahedron, Solid Parabolic Tetrahedron, Solid Linear Wedge, Solid Parabolic Wedge, Solid Linear Brick, Solid Parabolic Brick
Rigid Element	Rigid, Rigid Bar, Node To Node Translational Spring, Node To Node Rotational Spring
Mass Element	Lumped Mass