

The Difference between Pro/Engineer and ANSYS in FEA

Fenfen Ma, Yahui Cui, Hongjiang Wang

School of Mechanical and Instrument Engineering, Xi'an University of Technology, Xi'an Shaanxi
Email: mafenfen1027@126.com

Received: Dec. 3rd, 2015; accepted: Dec. 16th, 2015; published: Dec. 23rd, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

To get the stress distribution and deformation of mechanical parts, we can imitate the stress and deformation under the load and restraint by FEA. This paper does static analysis for parts by using Pro/Engineer and ANSYS. Different meshes will affect the result seriously, because FEA is used in ANSYS, but GEA is used in Pro/E. As a result, the stress in Pro/E is little bigger than in ANSYS. The more suitable method for solving the stress and deformation under some condition is gotten by comparing the two results and analyzing them.

Keywords

Pro/Engineer, ANSYS, CAE, FEA

Pro/Engineer与ANSYS进行零件有限元分析的 差异研究

马粉粉, 崔亚辉, 王宏江

西安理工大学, 机械与精密仪器工程学院, 陕西 西安
Email: mafenfen1027@126.com

收稿日期: 2015年12月3日; 录用日期: 2015年12月16日; 发布日期: 2015年12月23日

摘要

为了了解零部件应力的分布与变形情况,通过有限元分析技术可以仿真模拟零件在相应载荷和约束下所对应的变形,本文分别利用两种不同软件Pro/Engineer和ANSYS对零件进行静力学有限元分析,ANSYS采用有限元分析,不同的网格划分对结果影响很大,Pro/E则采用几何单元网格划分,所求应力比ANSYS所求应力略大,比较结果,分析原因以得出在确定条件下选取更优的方法求解零部件的应力分布与变形。

关键词

Pro/Engineer, ANSYS, CAE, 有限元分析

1. 引言

利用 Pro/E 与 ANSYS 对叉架类零件进行静力学有限元分析, ANSYS 是一款大型有限元分析软件,其在静力学分析时,可采用有限元分析(FEA),需要大量的“H-element”单元来模拟出真实的几何边界来进行分析,可处理大变形和非线性材料带来的非线性问题,可以处理数量不受限制的和各种类型的边界条件,模型需许多单元拟合,收敛靠足够细的网格;而 Pro/E 的 Mechanical 采用几何单元分析(GEA),采用“P-element”的单元,最高阶数可以达到 9 次,少量单元即可模拟复杂边界,网格自适应,收敛通过增加形函数阶次达到[1]。本文通过两种软件对零件在静力学方面的研究对比,可知 Pro/E 在线性静力方面同样很出色,且更方便。

2. 模型分析

如图 1 所示,是一支座模型示意图,单位为 mm,该支座分别由底板,侧板以及半圆柱工作台组成。底板与侧板的四个圆柱空分别为固定孔,在工作状态时固定支座,半圆柱孔工作时承受 1000 pa 的均布压力,计算在该工作状态下整个结构上所承受的应力分布与总位移。该支座材料为碳钢材料。

模型的尺寸为:底板长为 350 mm,宽为 200 mm,高为 40 mm;侧板长度为 100 mm,厚度为 40 mm,半径 35 mm 的圆角;工作台高于底板 80 mm,工作半径为 60 mm,长度为 150 mm。底板与侧板的固定孔径为 $\varnothing 30$ mm。

2.1. 利用 Pro/E 建立模型并分析

- 1) 利用 Pro/E 建立支座模型并保存[2],其三维模型如图 1 所示。

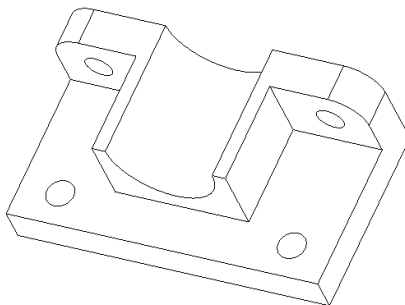
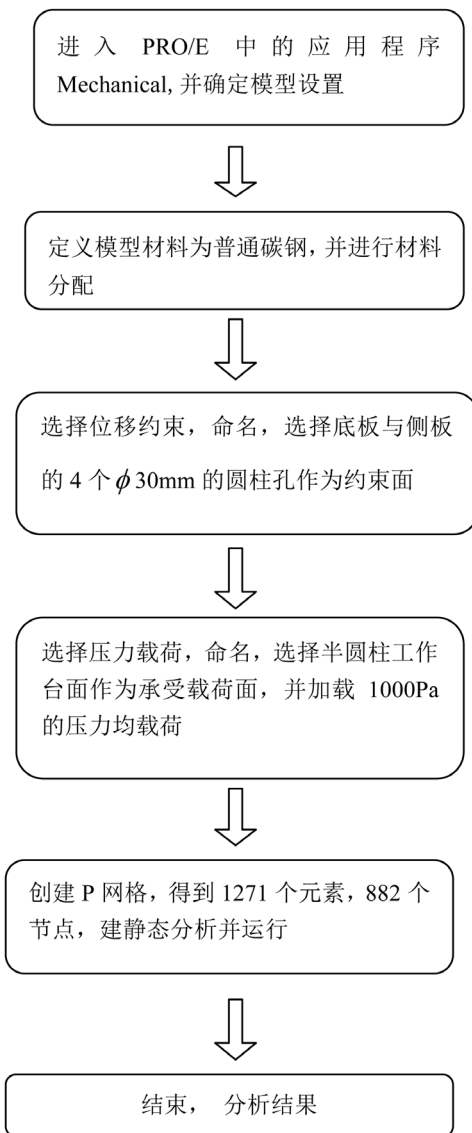


Figure 1. The model of pedestal
图 1. 支座模型图

2) 在 Pro/E 中的 Mechanical 中进行应力分析步骤如下[1]:



3) 通过结果分析工具栏查看零件的有限元分析结果。

支座模型的应力、位移分布图为图 2, 图 3。

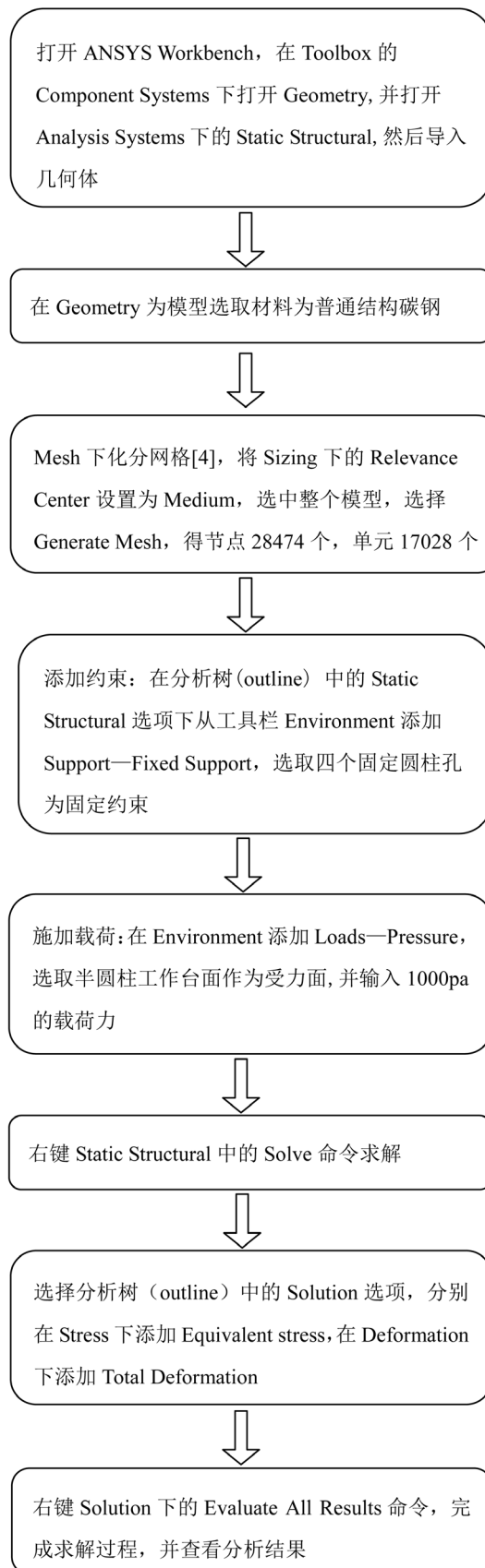
由应力云图可以看出, 应力最大处位于底板的圆柱面处, 最大应力值 11,400 pa, 最小应力为 3.902 pa; 而位移云图表明最大位移位于圆柱工作台面的前半部, 最大位移为 5.758×10^{-6} mm, 符合实际情况的变形。

2.2. 利用 ANSYS Workbench 进行有限元分析

1) 进入 ANSYS Workbench 界面, 首先双击 Geometry (几何体) 导入支座模型。

2) 在 Engineering Data 添加所需要的材料, 本例选取结构钢来分析本支座的受力变化, 然后返回 Workbench 主界面。

3) 进入 Model 项, 进行应力分析, 具体步骤如下所示[3]:



网格化分是进行应力分析的前提条件，本文采用自动网格划分，所得结果如图 4 所示。

4) 得支座等效应力分布云图为图 5 和等效位移的分布云图为图 6。

由应力云图可以看出，应力最大处同样位于底板的圆柱面处，最大应力值为 11,258 pa，最小应力为 3.0666 pa；而位移云图表明最大位移位于圆柱工作台面的前半部，最大位移为 5.894×10^{-6} mm，并且位移最大处与 Pro/E 所分析得到的位置基本相符，符合实际情况的变形。

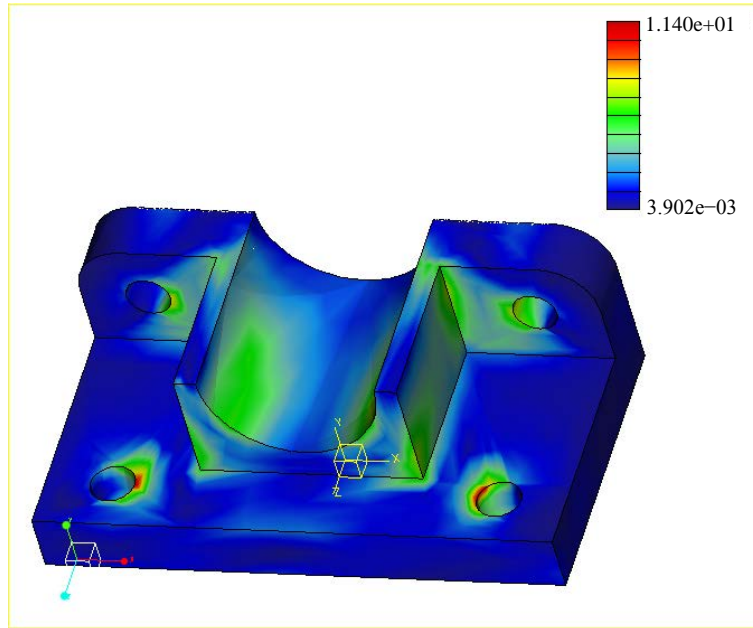


Figure 2. The stress nephogram of the pedestal
图 2. 应力分布云图

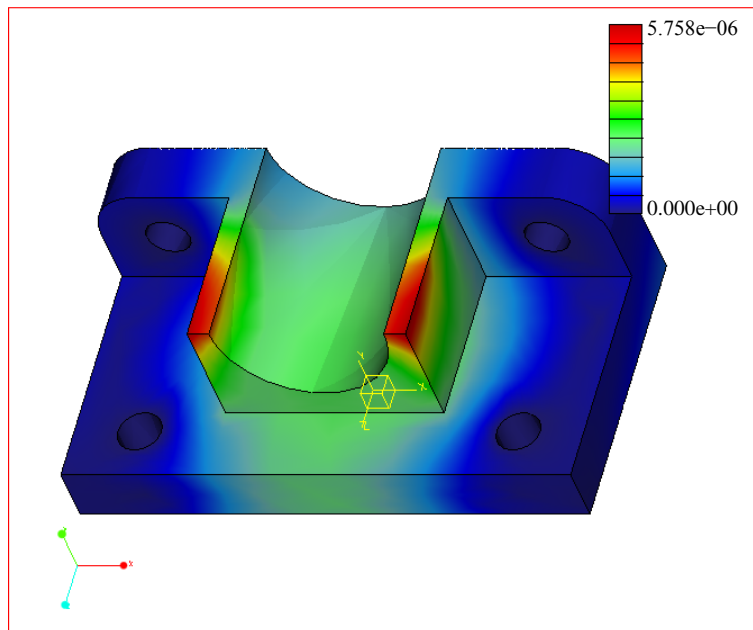


Figure 3. The total deformation nephogram of the pedestal
图 3. 位移分布云图

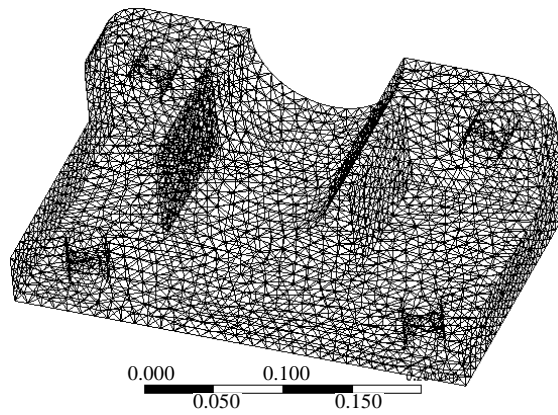


Figure 4. The mesh finite element model of the pedestal
图 4. ANSYS 网格化分

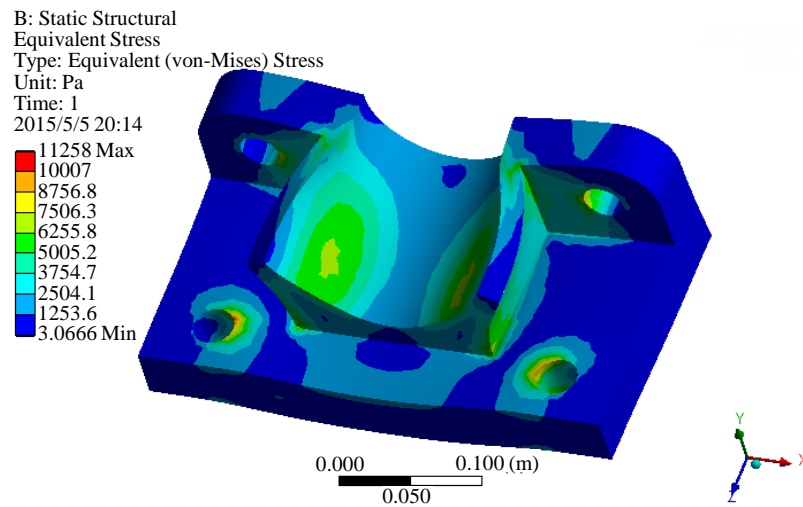


Figure 5. The equivalent stress nephogram of the pedestal
图 5. 等效应力分布云图

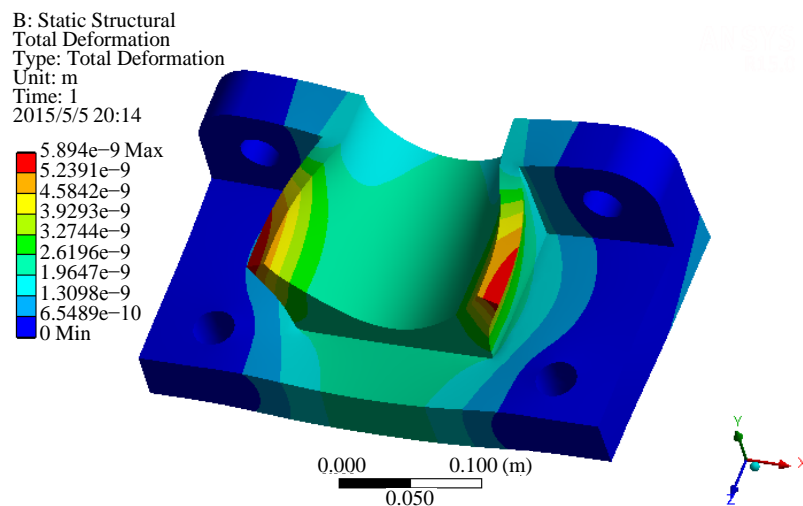


Figure 6. The equivalent total deformation nephogram of the pedestal
图 6. 等效位移分布云图

3. 对两种分析方法所得结果进行比较

通过 Pro/E 分析,对实体进行 p 网格化分共得到 1271 个元素,882 个节点,利用 ANSYS Workbench 对模型进行实体网格划分共得到节点 28,474 个,单元 17,028 个,我们知道,Pro/E 中的 Mechanical 是采用几何单元分析(GEA)的 P 单元划分模型,其单元形函数为高次多项式(1~9 阶),少量单元即可模拟复杂边界,网格自适应,收敛通过增加形函数阶次达到;ANSYS 采用有限元分析(FEA)的 H 单元划分模型,单元形函数为线性(最大二次),模型需许多单元拟合,应力梯度大的地方需更多网格,收敛靠足够细的网格;因此 ANSYS 的节点数与单元数比 Pro/E 大很多。两个分析所得的最大应力与最小应力,最大位移与最小位移的对比如表 1 所示。

运用 Pro/E 和 ANSYS 对简单的零件进行线性静力学有限元分析,通过上述分析结果发现,两者的应力分布稍有差别,这是因为 Pro/E 能在设计人员给定的参数范围内找到最佳设计方案,计算速度快,其敏感度和优化分析是 ANSYS 无法比拟的,但是只适合搞结构和热方面的分析,ANSYS 可以分析所有结构,热、电、磁流体等,但对网格划分依赖非常强。与 ANSYS 分析相比,最大应力集中位置基本相同,都在底板的定位孔上,位移的最大位置也基本一致,最大应力比 ANSYS 的最大应力略微偏大 1.26%,最大位移比 ANSYS 的最大位移小 2.31%。可见 Pro/E 在线性结构分析方面也可以得到较理想的结果,而且在相等条件下比 ANSYS 收敛速度更快,所需时间更短。分析其原因如下:

1) Pro/E 分析的准确性对网格的依赖程度不是很大,这是因为 Pro/E 采用几何单元分析(GEA),它只需要很少的单元就能模拟出复杂的边界,大大减少了单元的数量,计算速度更快,灵敏度高,并且几何单元分析采用 P 单元来模拟模型,单元形函数为高次多项式,最高阶数可达 9 阶[1],一般自动划分的网格就可以满足需要,收敛通过增加形函数阶次达到。

2) ANSYS 如果没有合适的网格划分所计算出的结果与真实结果相差甚远,其采用有限元分析(FEA),这种分析使用 H 单元来划分模型,与几何单元分析(GEA)使用的 P 单元相比需要大量网格来模拟模型边界,单元形函数为线性,最高阶数最大为二次,并且在应力梯度大的地方需要更密的网格才能得出更接近真实的应力值。并且在 ANSYS 中,随着网格的加密,计算出来的应力值越高,收敛需要靠足够细的网格,计算机求解大量的线性方程组。

4. 结论

运用 Pro/E 对零件进行线性静力学分析,在相同受力约束下得出的最大应力值比 ANSYS 所得的应力值要大。

可见 Pro/E 在线性静力方面同样很出色,而且 Pro/E 更方便。

Table 1. The contrast of result
表 1. 分析数据结果对比

	Pro/E	ANSYS Workbench
均布压力载荷 pa	1000	1000
最大应力 pa	11,400	11,258
最小应力 pa	3.902	3.0666
最大位移 mm	5.758×10^{-6}	5.894×10^{-6}
最小位移 mm	0	0

同样 ANSYS 在结构非线性分析等方面具有明显优势，故在实际应用中可以将 Pro/E MECHANICA 与 ANSYS 结合起来，使两者各自的优势得以充分发挥，从而得到更加理想的分析结果。

参考文献 (References)

- [1] 万启超. Pro/ENGINEER Wildfire3.0 结构、热、运动分析基础与典型范例[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008.
- [2] 陈桂山, 王扬, 杨文正, 编著. Pro/E Wildfire 5.0 必学技能 100 例[M]. 北京: 电子工业出版社, 2014.
- [3] 凌桂龙, 编著. ANSYS Workbench 15.0 从入门到精通[M]. 北京: 清华大学出版社, 2014: 86-110.
- [4] 浦广益, 编著. ANSYS Workbench 12.0 基础教程与实例详解 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2010.