

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP.HCM
KHOA CƠ KHÍ CHẾ TẠO MÁY



HCMUTE

MÔN HỌC: ỨNG DỤNG CAE TRONG THIẾT KẾ

BÁO CÁO:
PHÂN TÍCH MÔ PHỎNG CHI TIẾT BOLT-NUT

GVHD: TRẦN MAI VĂN

SVTH: MSSV

PHAN VĂN NHUẬN 16144336

Lớp thứ 3 – Tiết 789

Mục Lục:

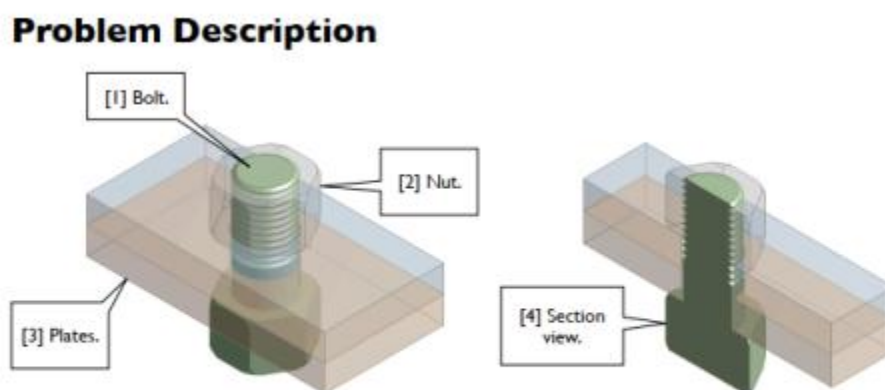
Chương I : Giới thiệu	2
Chương II:Cơ sở dữ liệu	4
2.1. Dữ liệu đầu vào	4
2.1.1. Loại phân tích	4
2.1.2. Biên dạng hình học	5
2.1.3. Điều kiện biên.	5
2.1.3.1. Hệ số ma sát (Friction)	5
2.1.3.2. Formulation	6
2.1.3.3. Frictionless Support	6
2.1.3.4. Contact region	8
2.1.3.5. Mesh	9
2.2. Dữ liệu đầu ra	10
2.2.1. Total Deformation	10
2.2.2. Normal stress	10
2.2.3. Equivalent stress	10
Chương III Phân tích - Kết quả.	11
3.1 Phân tích:	11
3.2 Kết quả.	14
3.2.1 Chuyển vị.	14
3.2.2 Ứng suất.	15
Chương IV Kết Luận	16

Chương I : Giới thiệu

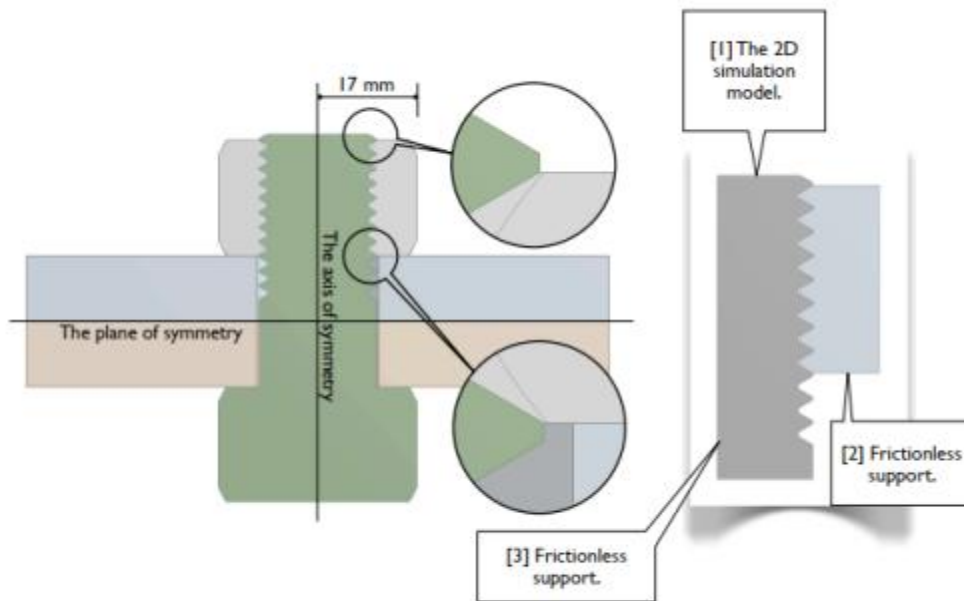
Với sự phát triển nhanh chóng của máy móc kỹ thuật như đường sắt, vận tải, hàng không vũ trụ... và các ngành công nghiệp lớn khác, các thiết bị cơ cấu hạng nặng được sử dụng trong các loại thiết bị chính. Để hỗ trợ tốt cho việc này cần phải đảm bảo được sự liên kết giữa các chi tiết lại với nhau, một trong những bộ phận không thể thiếu đó là Bolt-Nut(B-N), trực tiếp hỗ trợ chính của máy móc, đóng vai trò quan trọng trong các đặc tính tĩnh. Biến dạng của những mối nối này sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình hoạt động của thiết bị làm cho hiệu suất của máy bị ảnh hưởng. Do đó nghiên cứu về sự biến dạng của mối nối B-N có ý nghĩa rất lớn để cải thiện độ chính xác và hiệu quả của thiết bị máy móc.

Thông qua việc sử dụng phần mềm phân tích các phần tử hữu hạn, đã phân tích được sự biến dạng của B-N từ việc thiết kế, thông qua mặt cắt ngang trong không gian, vật liệu, cấu trúc, và các yếu tố khác... Từ đó giải thích được sự ảnh hưởng của nó đến quá trình hoạt động của máy. Cuối cùng đưa ra giải pháp tối ưu hóa cải thiện được những đặc tính tĩnh của B-N.

Dùng những phương pháp cũ trước đây như cơ lý thuyết, sức bền vật liệu để tính toán thì chưa gần với điều kiện thực tế vì thế cần có công cụ khác đáp ứng được vấn đề này đó là: ANSYS có thể nói là công cụ phân tích các phần tử hữu hạn tốt có thể liên kết với các phần mềm thiết kế mô hình học 2D và 3D để phân tích trường ứng suất biến dạng có thể xác định độ bền mỏi và độ phá hủy của chi tiết một cách chính xác và có độ tin cậy cao. Đồng thời dễ dàng thay đổi nhiều thông số về vật liệu cũng như lực tác động, ma sát...(Hình 1.1)



Hình 1.1 Giới thiệu chi tiết.



Hình 1.2 Kết cấu của chi tiết và vị trí ma sát

Chương II: Cơ sở dữ liệu

Trong chương này sẽ trình bày một số khái niệm cũng như cơ sở lý thuyết những dữ liệu đầu vào và dữ liệu đầu ra, giúp người đọc có thể hiểu được những cơ sở dữ liệu trước khi tới phần phân tích

2.1. Dữ liệu đầu vào

Giải thích một số khái niệm cơ bản về hình học vật liệu, ứng suất, điều kiện biên... Tính toán để biết được vùng lực tác động nằm trong khoảng nào

2.1.1. Loại phân tích

Việc mô phỏng 3D trong trường hợp này là không cần thiết vì chi tiết có dạng đối xứng, do đó nên chọn loại phân tích mô phỏng trong 2D để đơn giản hóa. Chi tiết có dạng trụ đối xứng giữa nên chỉ việc phân tích một nửa. Hai tấm không được đưa vào phân tích để giảm bớt phức tạp và ma sát tiếp xúc giữa Bolt-Nut

2.1.2. Biên dạng hình học

Biên dạng ren là tam giác đều hoặc tam giác cân vì dùng để kẹp chặt không dùng để truyền động hay tải

Ren M20x2.5

Đặc tính : Symmetric (phân tích kiểu đối xứng) vì chi tiết có dạng đối xứng trục

Vật liệu: Thép C45

Độ bền kéo: 250 MPa (Độ bền kéo)

Độ bền nén: 250 MPa (Độ bền nén)

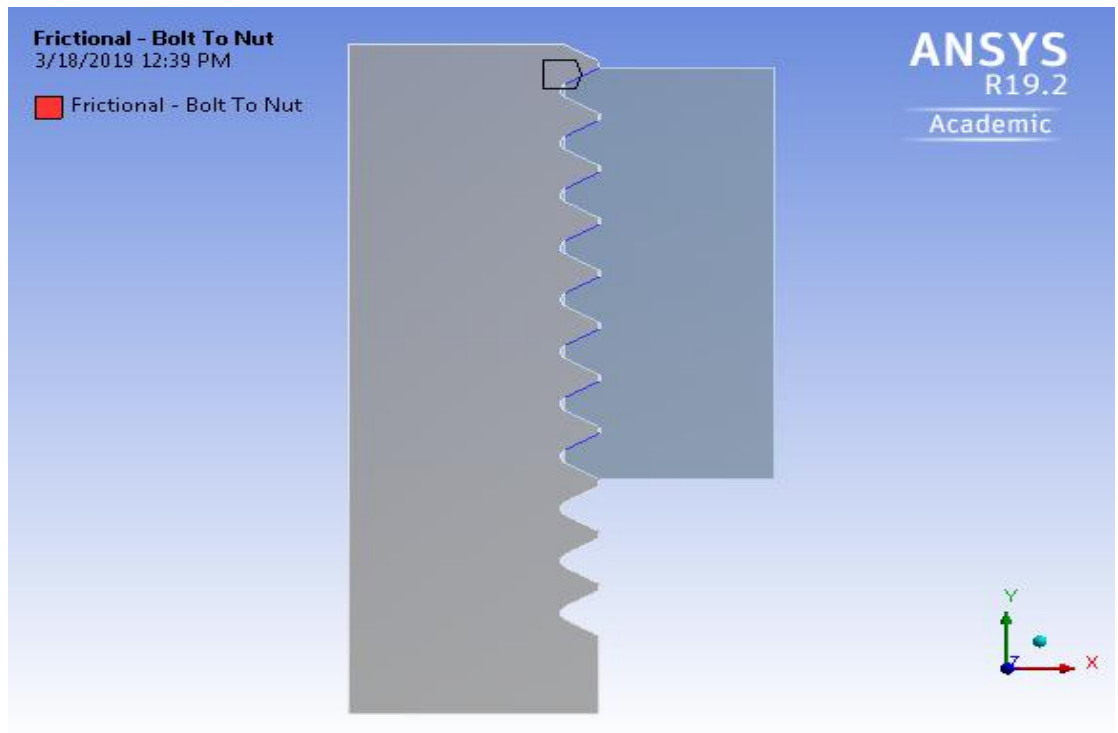
Young's Modulus: 2×10^5 MPa

Possion's Ratio: 0.3

2.1.3. Điều kiện biên.

Thể hiện một số đặc tính của chi tiết như : Hệ số ma sát, Formulation, Frictionless Support, Mesh, Contact Region...

2.1.3.1. Hệ số ma sát (Friction): 0.3-0.7 dành cho thép ở điều kiện ma sát thô không có bôi trơn theo <https://hypertextbook.com/facts/2005/steel.shtml> (ma sát giữa hai mặt ren)

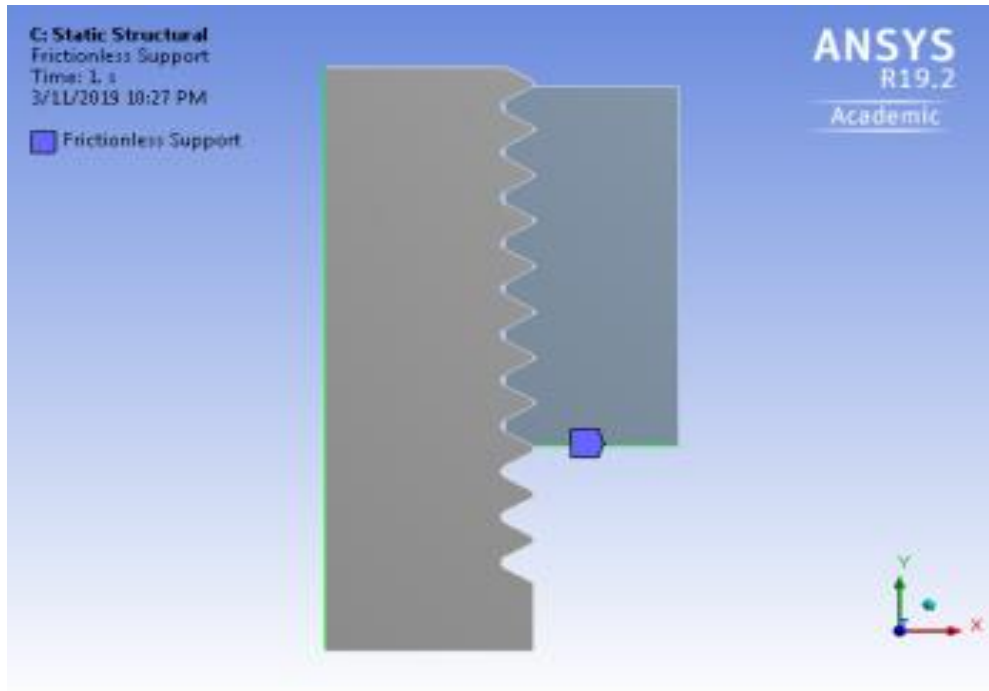


Hình 2.1 Vị trí ma sát giữa hai chi tiết

2.1.3.2. Formulation : Augmented Lagrange

2.1.3.3. Frictionless Support : không để ma sát ở vị trí hai cạnh tô đỏ như hình

Chọn vì ở vị trí này không chịu ma sát khi tác dụng lực



Hình 2.2 Vị trí ma sát của hai chi tiết với hai tấm

Force: lực tác dụng trong khoảng 10000 N đến 20000 N

bulong 8.8 M20 (tiêu chuẩn Âu Châu)

F là ứng suất bền, với bulong cấp bền 8.8 có ứng suất bền là

$$880 * 80\% = 704 \text{ Mpa}$$

$$T = A \cdot F / s$$

với A là tiết diện bulong: $A = 3.1416 * (D - 0.938p)^2$

trong đó D là đường kính, p là bước ren.

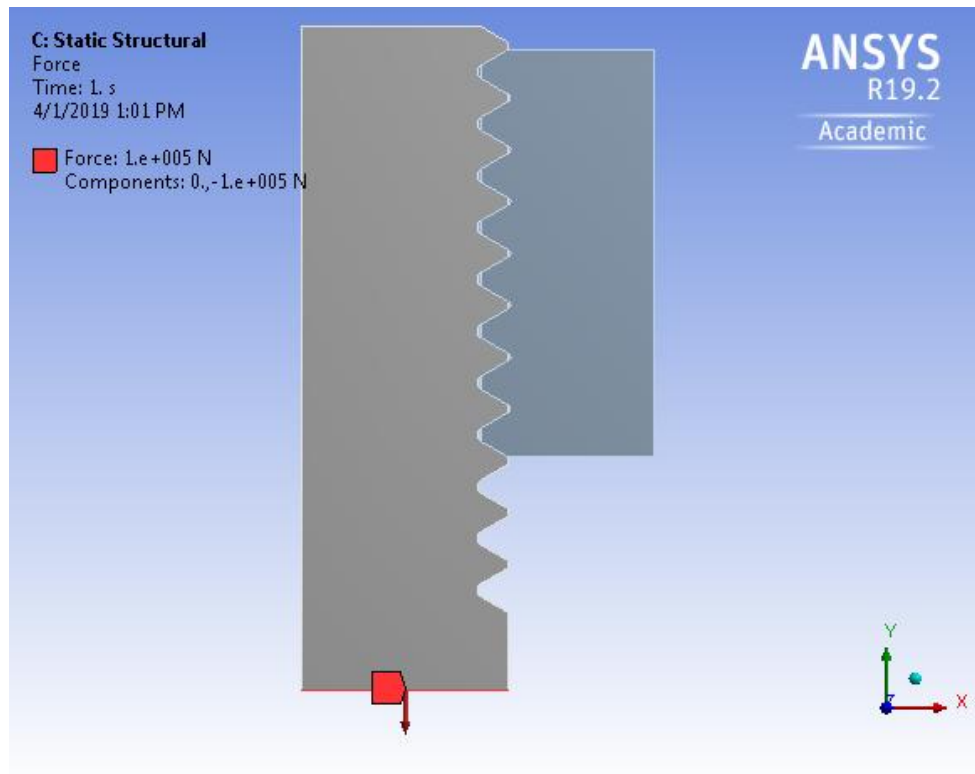
$$A = [3.14 * (20 - 0.938 * 2.5)^2] / 4 = 244,68 \text{ mm}^2$$

F là ứng suất bền, với bulong cấp bền 8.8 có ứng suất bền là 640Mpa

s = 1,33 là Hệ số an toàn khi thi công

$$T = 132595,65 = 13 \text{ tấn}$$

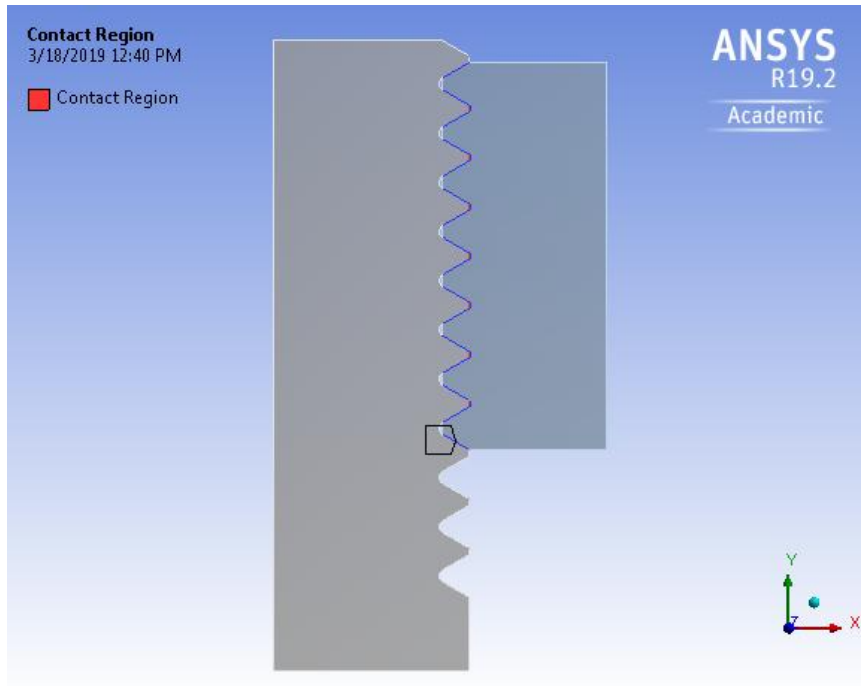
Theo <https://meslab.org/threads/hoi-ve-kha-nang-chiu-tai-cua-bulong.51871/>



Hình 2.3 Vị trí đặt lực tải trọng

2.1.3.4. Contact region

Trong quá trình tạo lưới sẽ tạo ra những phần tử tiếp xúc giữa các cạnh contact (di chuyển) và target (đứng yên). Do đó cần phải thiết lập sự trùng giữa các mắt lưới của hai chi tiết trên các bề mặt tiếp xúc, khi chọn các cạnh để tiếp xúc với nhau cần phải đảm bảo sự đối xứng.



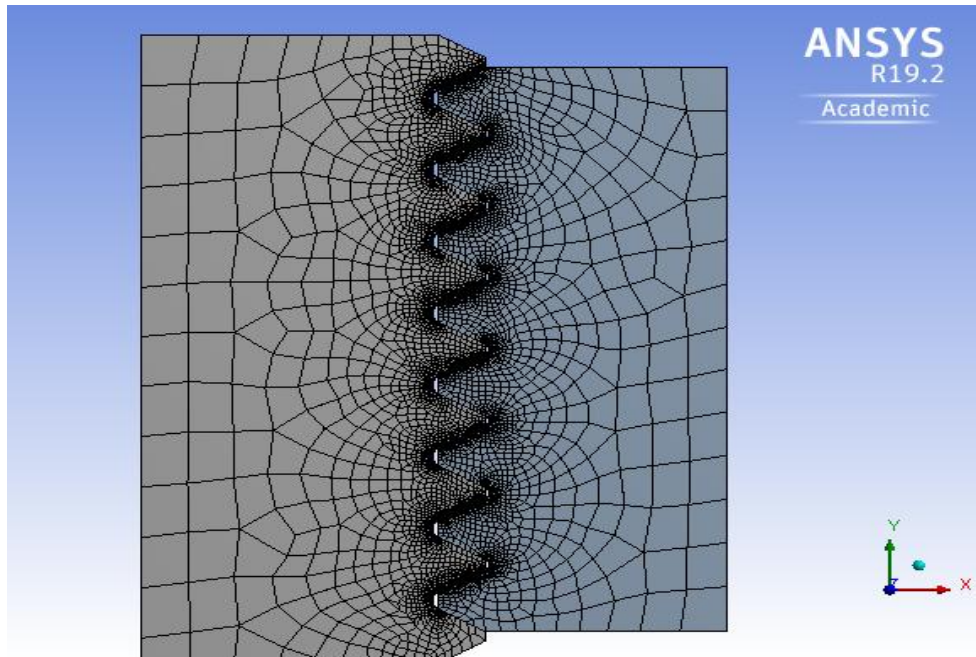
Hình 2.4 Vị trí cần chia lưới nhỏ để cải thiện độ chính xác

2.1.3.5. Mesh

Để đảm bảo được độ hội tụ khi phân tích cần phải có những lựa chọn thích hợp khi tiến hành chia lưới cho chi tiết

Đối với bài toán trên ta chọn phương pháp chia lưới theo kiểu phần tử tuyến tính 2D là các tam giác với các cạnh thẳng để đảm bảo được khối lượng tính toán nhẹ hơn nhờ vào việc phần tử 2D đơn giản hơn và có số lượng ít hơn so với 3D.

Cần chia lưới ở những cạnh tiếp xúc giữa hai chi tiết (cạnh ren) sao cho trùng hợp giữa các mắc lưới với nhau để đảm bảo được độ chính xác và hội tụ của chi tiết khi phân tích



Hình 2.5 Quá trình chia lưới

2.2. Dữ liệu đầu ra

Cho biết được kết quả của quá trình phân tích như chuyển vị, ứng suất tập trung theo các hướng khác nhau, độ bền kéo, nén... từ đó đưa ra được những nhận định đúng khi thiết kế chi tiết để đưa vào làm việc.

2.2.1. Total Deformation : Chuyển vị (Biến dạng toàn phần)

Dùng để cho thấy được sự biến đổi so với trước khi chịu tác động của ngoại lực qua đó có thể xác định được vị trí của chi tiết khi chịu tác động lực.

2.2.2. Normal stress : Ứng suất pháp tuyến

Hay còn gọi là ứng suất áp lực là nội lực trên một đơn vị diện tích. Dùng trong việc đánh giá độ bền của chi tiết

2.2.3. Equivalent stress: Ứng suất tương đương

Đặc trưng bởi ba thành phần ứng suất pháp và ba thành phần ứng suất tiếp. Là một đại lượng vô hướng, thuận lợi cho việc đánh giá độ bền...

Chương III

Phân tích - Kết quả.

Thể hiện quá trình phân tích chọn lọc để đưa ra kết quả của việc phân tích

3.1 Phân tích:

Theo kết quả tính toán ở chương II :

Lực tác động trong khoảng: 10 tấn đến 13 tấn

Hệ số ma sát trong khoảng : 0.3 đến 0.7

Theo biểu đồ mesh:

Độ hội tụ khi phân tích chia lưới: 0.2 mm/phần tử

Độ hội tụ khi xác định hệ số ma sát 0.3

Dựa vào những dữ liệu vào kết hợp với quá trình mô phỏng trên Ansys sẽ có được bản sau

$\sigma(x)$ (MPa) : Ứng suất pháp tuyến theo trục X

$\sigma(y)$ (MPa) : Ứng suất pháp tuyến theo trục Y

$\sigma(z)$ (MPa) : Ứng suất pháp tuyến theo trục Z

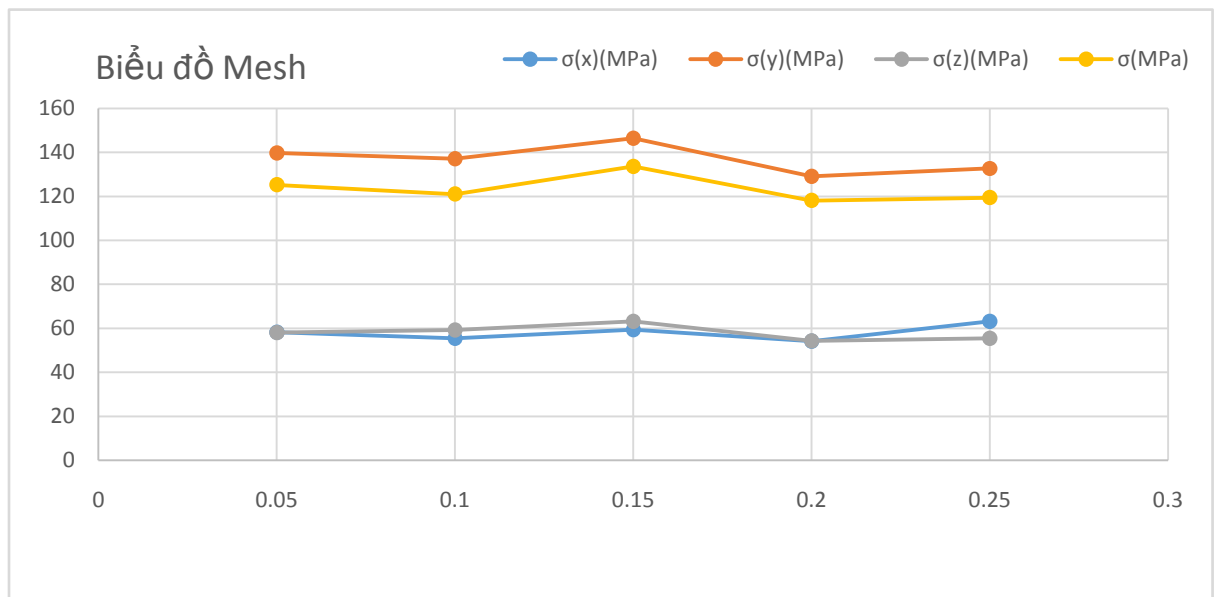
u (mm) : Chuyển vị của chi tiết

σ (MPa) : Ứng suất tương đương

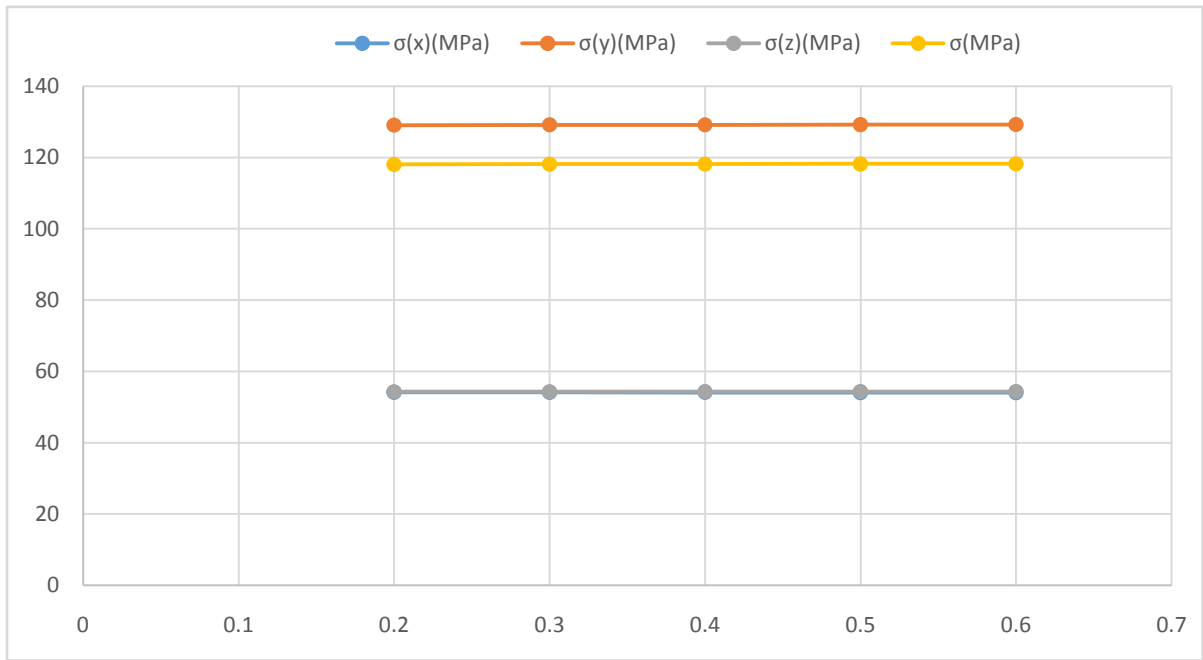
Bảng 3.1: Giá trị ứng suất và chuyển vị

Case	InPut			OutPut				
	Mesh	Force	μ	$\sigma(x)$ (MPa)	$\sigma(y)$ (MPa)	$\sigma(z)$ (MPa)	u (mm)	σ (MPa)
1	0.05			58.185	139.76	58.083	0.0040475	125.26
2	0.1			55.497	137.08	59.245	0.0040085	121.04
3	0.15	10000	0.3	59.337	146.44	63.138	0.004001	133.61
4	0.2			54.125	129.12	54.32	0.0041628	118.13
5	0.25			63.192	132.7	55.501	0.0041613	119.45
6	0.2	10000	0.3	54.125	129.12	54.32	0.0041628	118.13

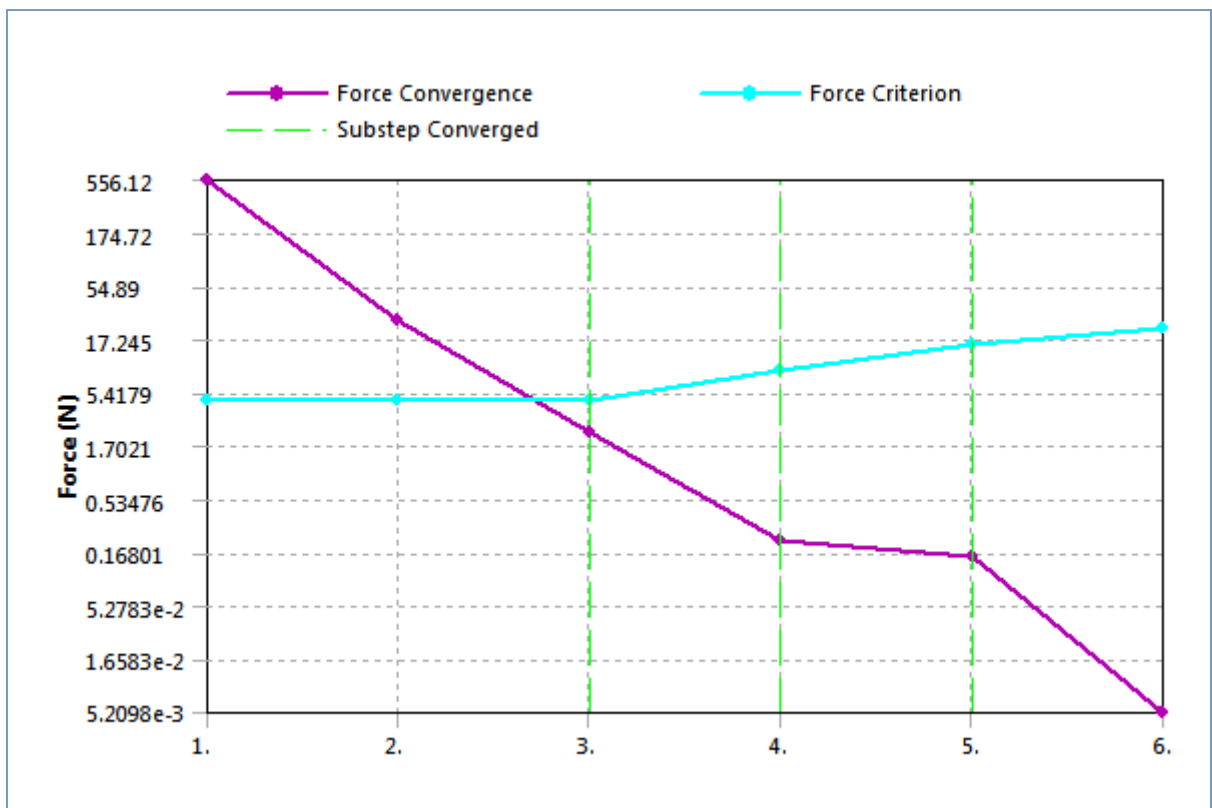
7	15000			81.147	193.67	81.48	0.0062441	177.18
8	20000			108.06	258.19	108.63	0.008325	236.21
9	25000			134.86	322.67	135.76	0.010406	295.19
10	30000			161.51	387.09	162.87	0.012486	354.11
11		0.2		54.151	129.07	54.303	0.0041634	118.08
12		0.3		54.125	129.12	54.32	0.0041628	118.13
13	0.2	10000	0.4	54.098	129.16	54.337	0.0041622	118.16
14			0.5	54.073	129.2	54.353	0.0041617	118.2
15			0.6	54.05	129.24	54.367	0.0041612	118.23



Biểu đồ thể hiện độ hội tụ của quá trình Mesh



Biểu đồ thể hiện độ hội tụ của quá trình thay đổi thông số ma sát



Biểu đồ thể hiện mức độ hội tụ của lực

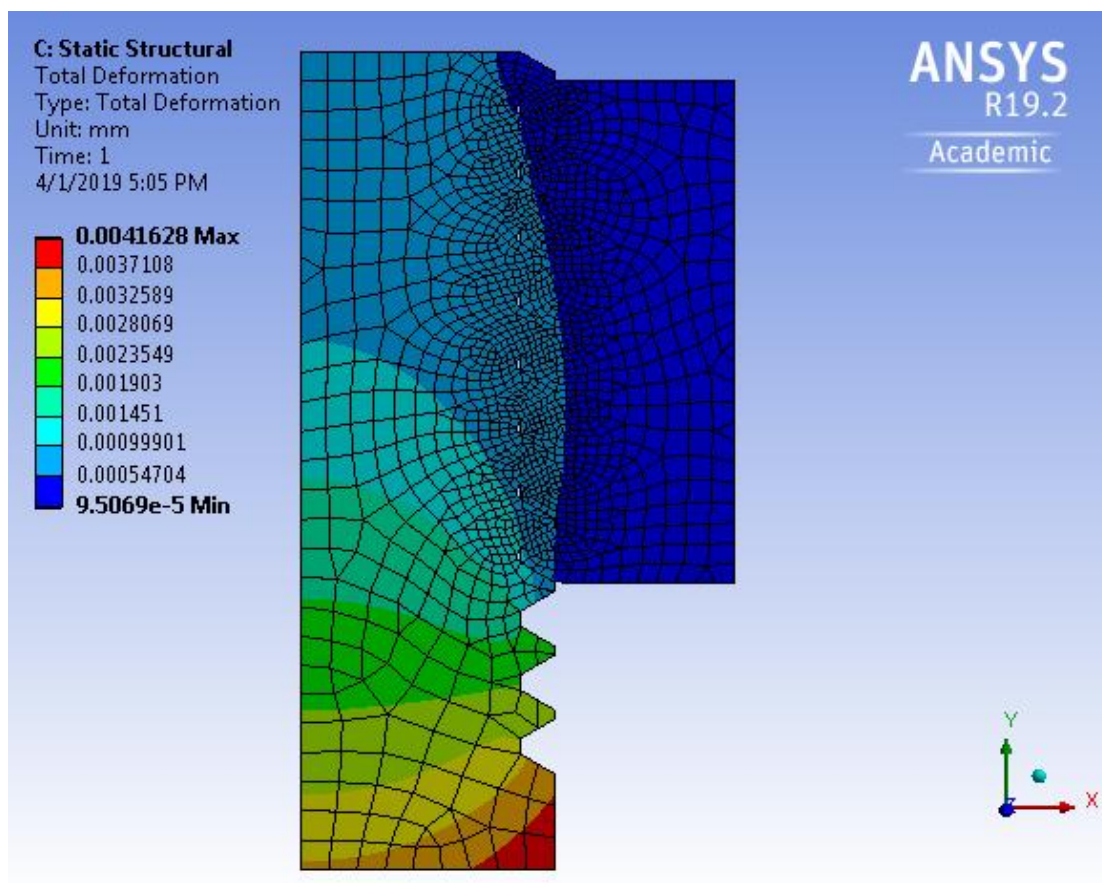
Đường có độ dốc cao bắt đầu từ điểm (1,556.12) đến (6,5.2098e-3) không cân bằng về lực nên không thể hiện được độ hội tụ. Đường còn lại bắt đầu từ điểm (1,5.41790 đến (6,18.2454) cân bằng hơn nên thể hiện được sự hội tụ của lực.

Thông qua bảng phân tích ở trên và hai biểu đồ cho thấy được độ hội tụ của quá trình phân tích nằm trong khoảng sau lực tác dụng là 10000N, hệ số ma sát 0.3, mesh 0.2mm

3.2 Kết quả.

Cung cấp những số liệu của quá trình phân tích trước đó về mặt chuyển vị và ứng suất.

3.2.1 Chuyển vị.

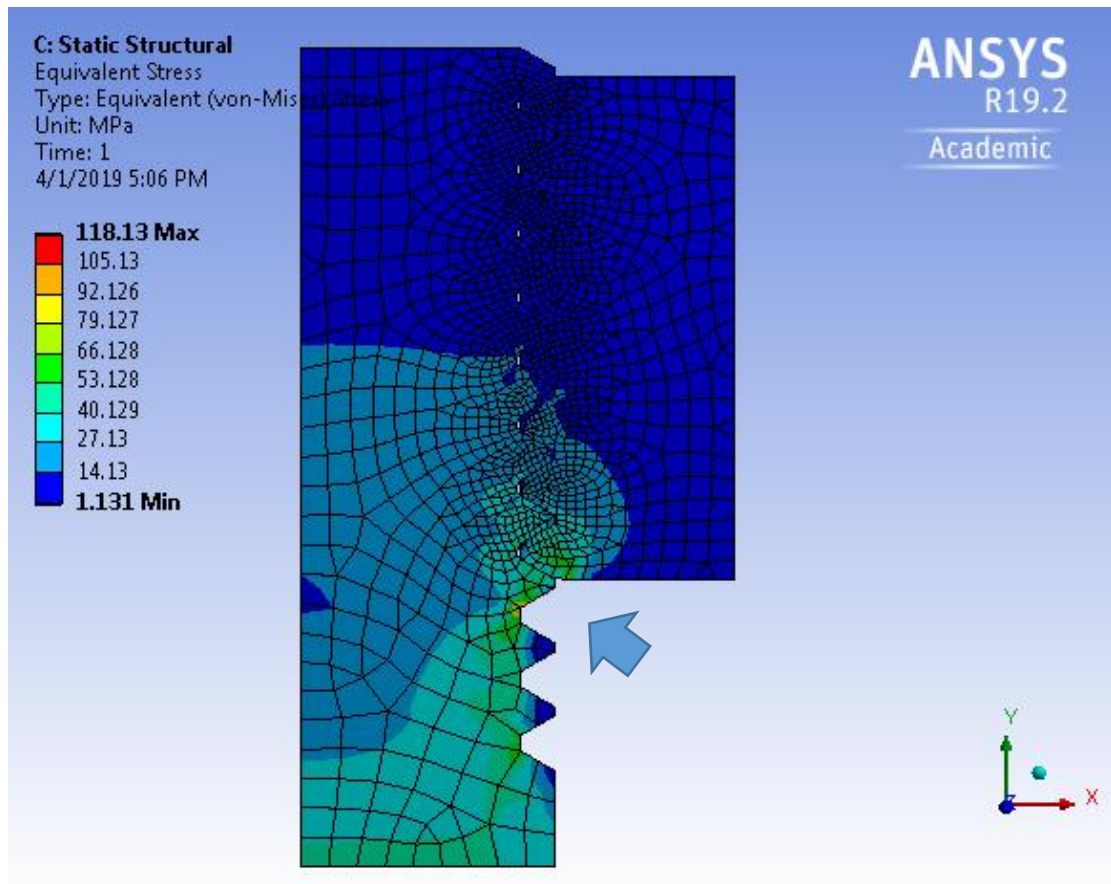


Hình 3.1 Kết quả của chuyển vị

Mặt dưới theo như hình vẽ thì không có mặt phẳng đỡ nên không thể hiện được ma sát tại vị trí của cạnh dưới. Do đó lực đặt ở vị trí mặt dưới của Bolt

Thông qua kết quả cho thấy được vùng chuyển vị nhiều nhất nằm ở mặt dưới của Bolt với mức độ là 0.0041628 mm

3.2.2 Ứng suất.



Hình 3.2 Phân tích ứng suất

Ứng suất lớn nhất tập trung ở vùng tiếp xúc giữa Bolt-Nut như hình vẽ (màu đỏ)

Với giá trị 118.13 MPa

So sánh với ứng suất cho phép của độ bền kéo (không nên xuống dòng)

$$118.13\text{MPa} < 250\text{ MPa}$$

Nhỏ hơn so với ứng suất cho phép nên chi tiết vẫn làm việc được.

Chương IV

Kết Luận

Qua quá trình phân tích ở trên ta thấy được với công cụ hỗ trợ tính toán nhanh và có độ tin cậy giúp ta đưa ra được kết quả chính xác hơn so với những phương pháp cũ trước đây.

Bằng cách thực hiện những phương pháp để xác định độ hội tụ về nhiều mặt như lực tác động, hệ số ma sát, quá trình chia lưới... từ đó đưa ra được những thông số đầu vào như lực tác động là 10000N, hệ số ma sát là 0.3, và kích thước chia lưới của từng phần tử là 0.2mm.

Kết hợp với việc sử dụng phần mềm Ansys để phân tích từng trường hợp cụ thể cho ra được kết quả là chi tiết hoạt động tốt trong điều kiện sau: lực tác động dưới 13000N, hệ số ma sát từ 0.3 đến 0.5.