

KHẢO SÁT BÀI TOÁN MẤT ỔN ĐỊNH CỦA TẤM MỎNG CHỊU ỨNG SUẤT TẬP TRUNG BẰNG PHẦN MỀM SAP2000

MỤC LỤC

I.	LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN.....	1
II.	BÀI TOÁN CỤ THỂ	3
III.	TÍNH TAY THEO LÝ THUYẾT	5
IV.	KHẢO SÁT MỘT VÀI VỊ TRÍ KHÁC.....	7
V.	NHẬN XÉT CHUNG	7

I. LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN

- Bài toán tìm giá trị lực tới hạn của tấm dưới tác động của ứng suất được xây dựng dựa trên phương trình vi phân :

$$\Pi_i = \int_0^a \int_0^b \left\{ \frac{1}{2} \left[D_{11} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right)^2 + D_{22} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right)^2 \right] + D_{12} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + 2D_{66} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)^2 \right\} dy dx$$

$$\Pi_e = -\frac{1}{2} \lambda \int_0^a \int_0^b \left(\sigma_x \left(\frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 + \sigma_y \left(\frac{\partial w}{\partial y} \right)^2 + 2\tau_{xy} \frac{\partial w}{\partial x} \frac{\partial w}{\partial y} \right) dy dx$$

$$\Pi = \Pi_i + \Pi_e \rightarrow \min \quad (*)$$

○ Trong đó :

- w là hàm độ võng, τ_{xy} là ứng suất tiếp
 - $D_{11}, D_{22}, D_{12}, D_{66}$ là hệ số vật liệu
 - a là bề dài tấm
 - b là bề rộng tấm
 - λ là hệ số lực tới hạn thỏa mãn (*)
- Hàm độ võng là cho tấm chữ nhật, kê 4 biên có dạng :

$$w = \sum_{i=1}^{\infty} \sum_{j=1}^{\infty} \phi_{ij} \sin\left(\frac{\pi i x}{a}\right) \sin\left(\frac{\pi j y}{b}\right)$$

○ Với ϕ_{ij} là hệ số thỏa mãn (*)

- Và dạng của phương trình (*) thuận tiên khi ta đã biết được hàm $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ hoặc khi các ứng suất này trong tấm là hằng số.

- Nhưng trong các bài toán khảo sát mất ổn định của tấm, đặc biệt là khi trường ứng suất bị tác động bởi các “ngoại lực lạ”, không theo quy luật, thì việc khảo sát hàm thuần túy “công thức” $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ để đại diện cho trường ứng suất trong tấm được xem như là bất khả thi, và lúc này thì chúng ta sẽ dùng phương pháp “FEA” (Finite Element Analysis, Phần tử hữu hạn) để khảo sát lại trường này và rời rạc vùng ứng suất tiếp ra để tính. Lúc này, công thức tính Π_e sẽ được viết lại dưới dạng :

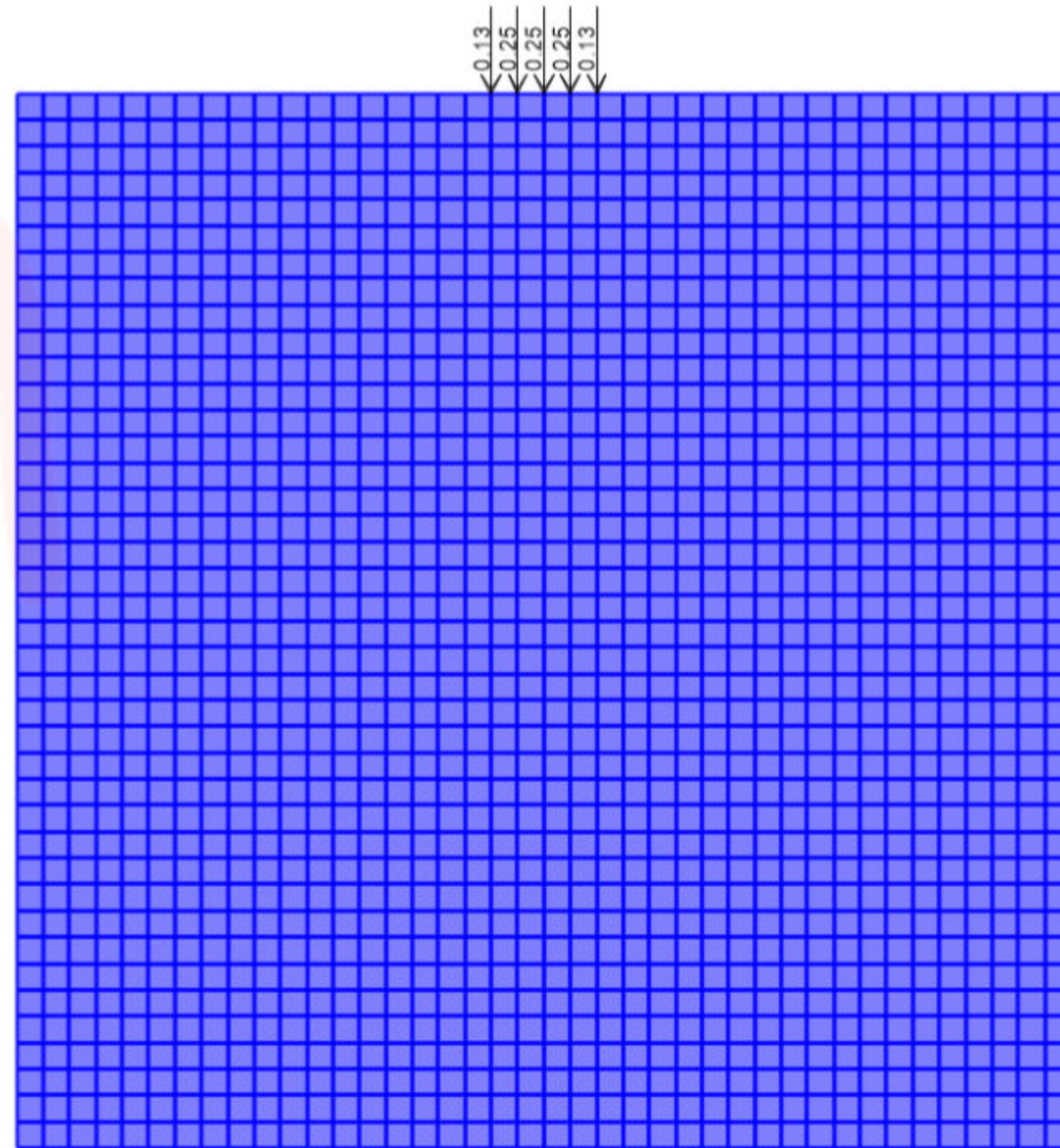
$$\Pi_e = -\frac{1}{2} \sum_{n \in e} \left(\sigma_x^e \left(\frac{\partial w}{\partial x} \right)_{x=x_e}^2 + \sigma_y^e \left(\frac{\partial w}{\partial y} \right)_{y=y_e}^2 + 2\tau_{xy}^e \left(\frac{\partial w}{\partial x} \frac{\partial w}{\partial y} \right)_{x=x_e}^{y=y_e} \right) \quad (**)$$

o Với :

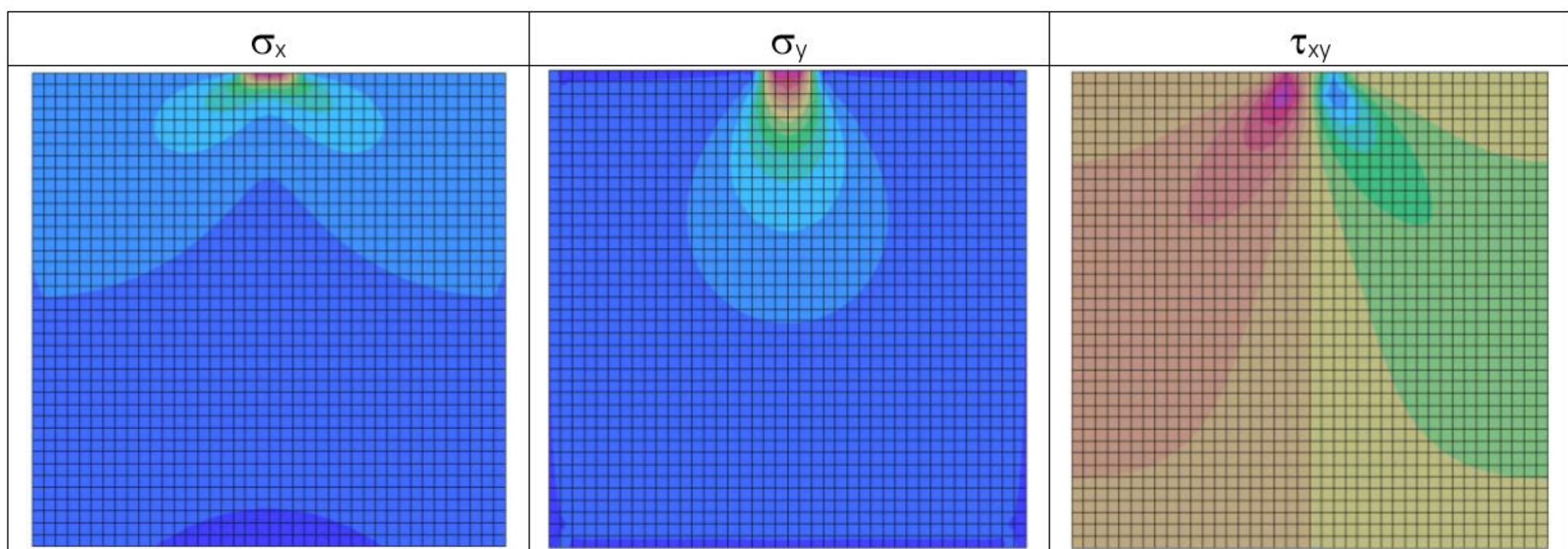
- x_e, y_e lần lượt là tọa độ của phần tử e
- $\sigma_x^e, \sigma_y^e, \tau_{xy}^e$ là ứng suất tính cho phần tử thứ e
- n_e là tổng số phần tử “lưới” có trong tấm để phân tích FEA (Phần tử hữu hạn).

II. BÀI TOÁN CỤ THỂ

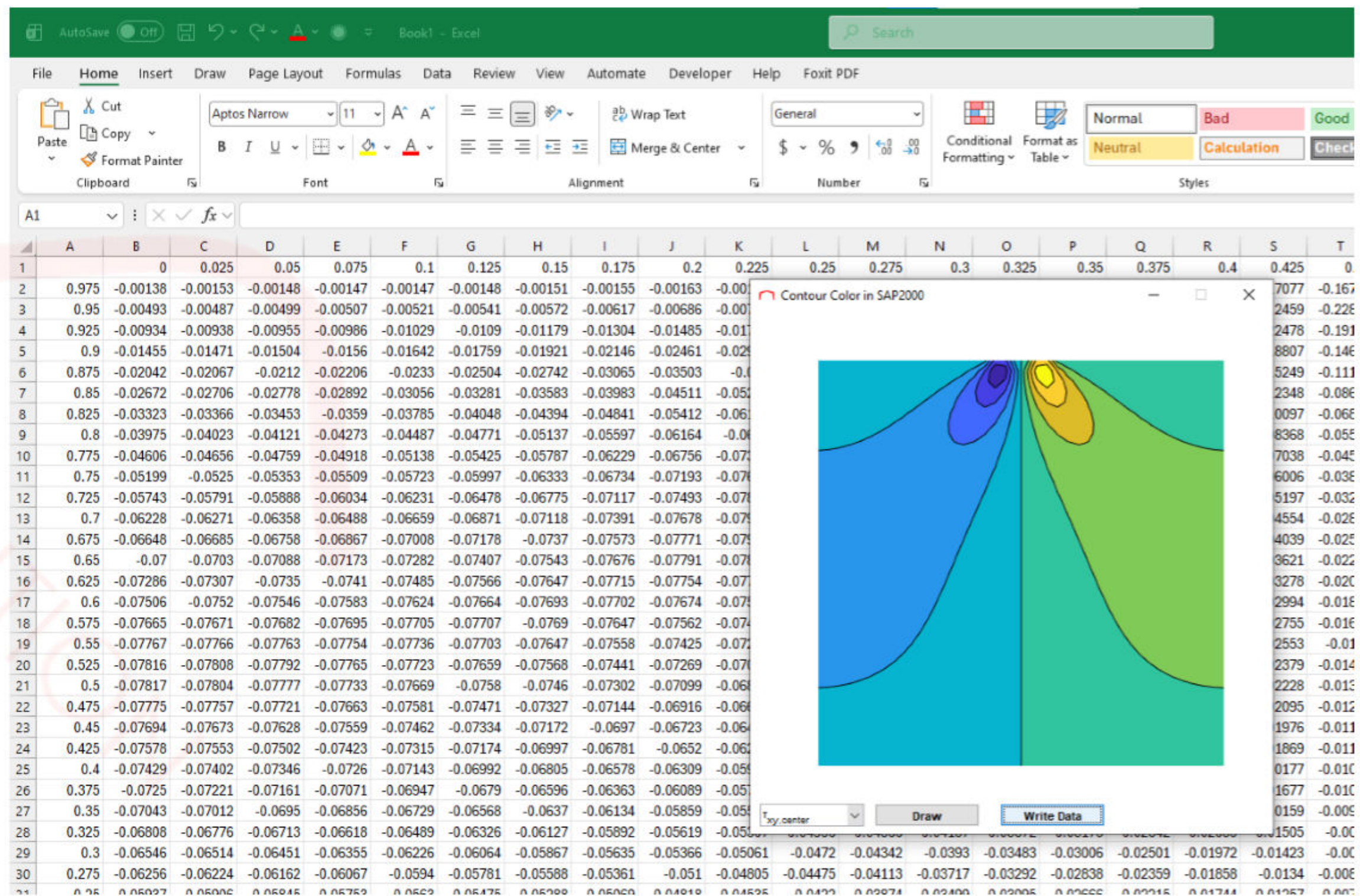
Cho một tấm chịu một ngoại lực bên ngoài như bên dưới



- Tấm dày 10mm, $a = 1\text{m}$, $b = 1\text{m}$, sử dụng thép có $E = 200\text{ GPa}$
- Trường ứng suất pháp σ_x , σ_y và τ_{xy} được phân tích từ SAP2000 (v26) :

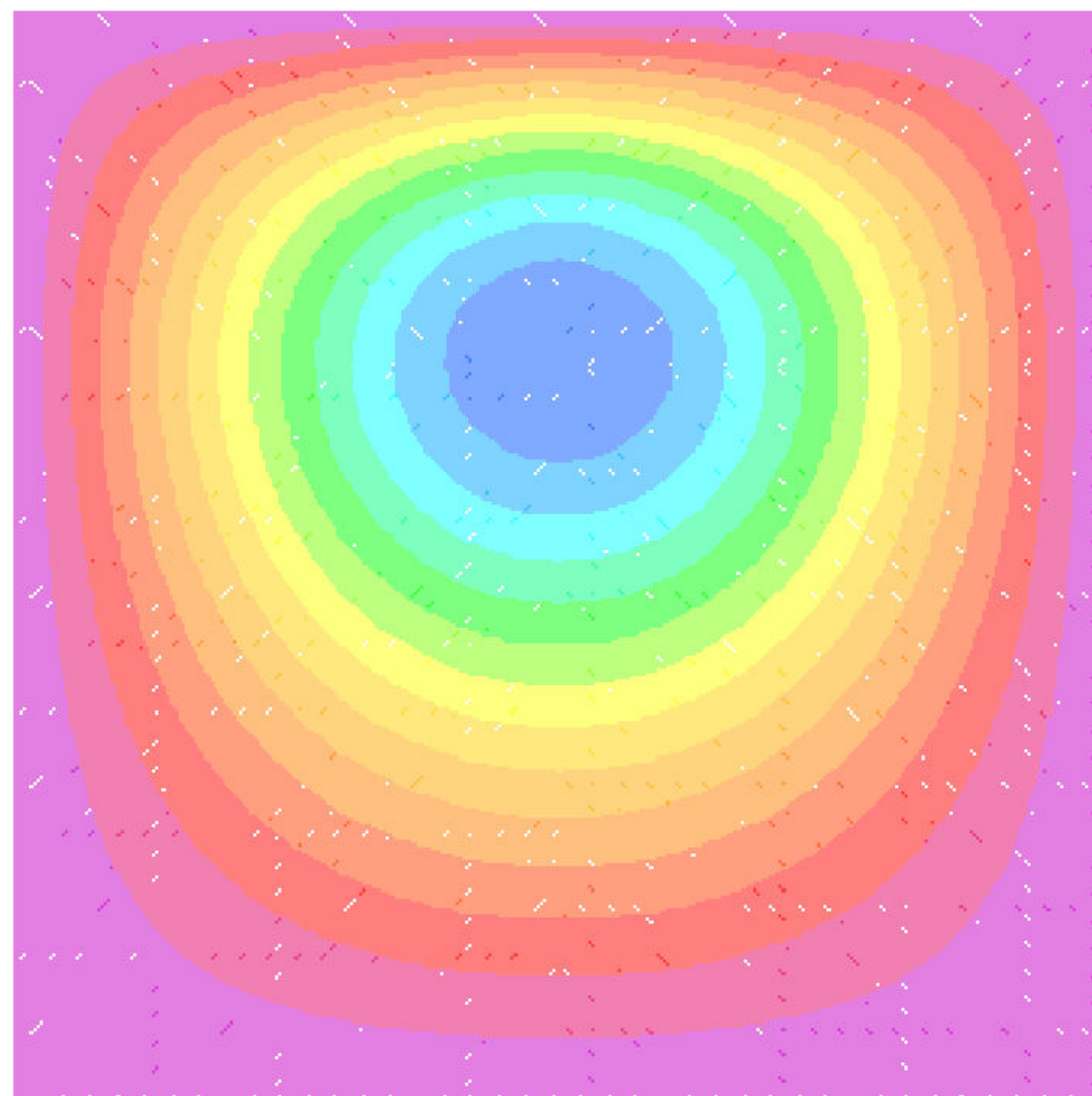


Dùng phần mềm nContour để tách các trường ứng suất này ra.



Kết quả của SAP2000 ra hệ số buckling 588.79632 (Phiên bản SAP2000 v26)

Deformed Shape (BUCKLING) - Mode 1; Factor 588.79632

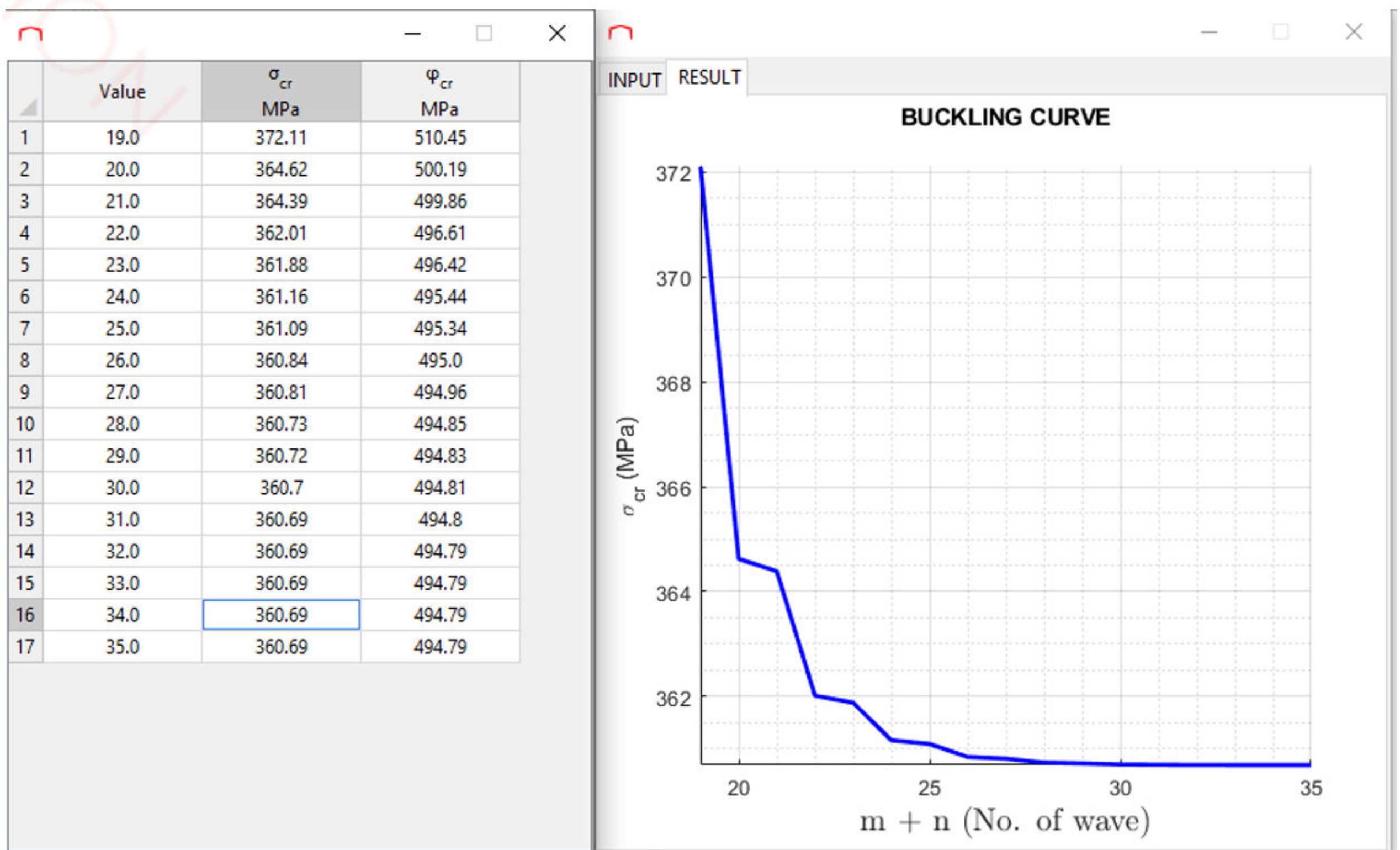


0.001206	-0.00117	3.90E-05	0.000127	-0.00031	0.000102	-0.00018	6.96E-05	-3.10E-05	-5.14E-06
-0.00117	0.004173	-0.00309	8.03E-06	0.00033	-6.19E-05	0.000252	-0.00034	0.00012	-4.82E-05
3.90E-05	-0.00309	0.009115	-0.00605	2.08E-05	2.31E-05	-0.00013	0.000476	-0.00056	0.000195
0.000127	8.03E-06	-0.00605	0.016099	-0.01005	1.36E-05	3.90E-05	-0.00026	0.000804	-0.00084
-0.00031	0.00033	2.08E-05	-0.01005	0.025113	-2.87E-05	2.63E-05	8.25E-05	-0.00046	0.001236
0.000102	-6.19E-05	2.31E-05	1.36E-05	-2.87E-05	-0.00039	-0.00054	-0.00041	9.65E-05	-0.00012
-0.00018	0.000252	-0.00013	3.90E-05	2.63E-05	-0.00054	0.001113	-0.0014	-0.00088	0.000306
6.96E-05	-0.00034	0.000476	-0.00026	8.25E-05	-0.00041	-0.0014	0.003721	-0.00251	-0.00163
-3.10E-05	0.00012	-0.00056	0.000804	-0.00046	9.65E-05	-0.00088	-0.00251	0.007232	-0.0038
-5.14E-06	-4.82E-05	0.000195	-0.00084	0.001236	-0.00012	0.000306	-0.00163	-0.0038	0.011608

Dùng phần mềm Excel để tính toán ra giá trị λ , ta được :

λ 501.654
Hội tụ 0.000 %

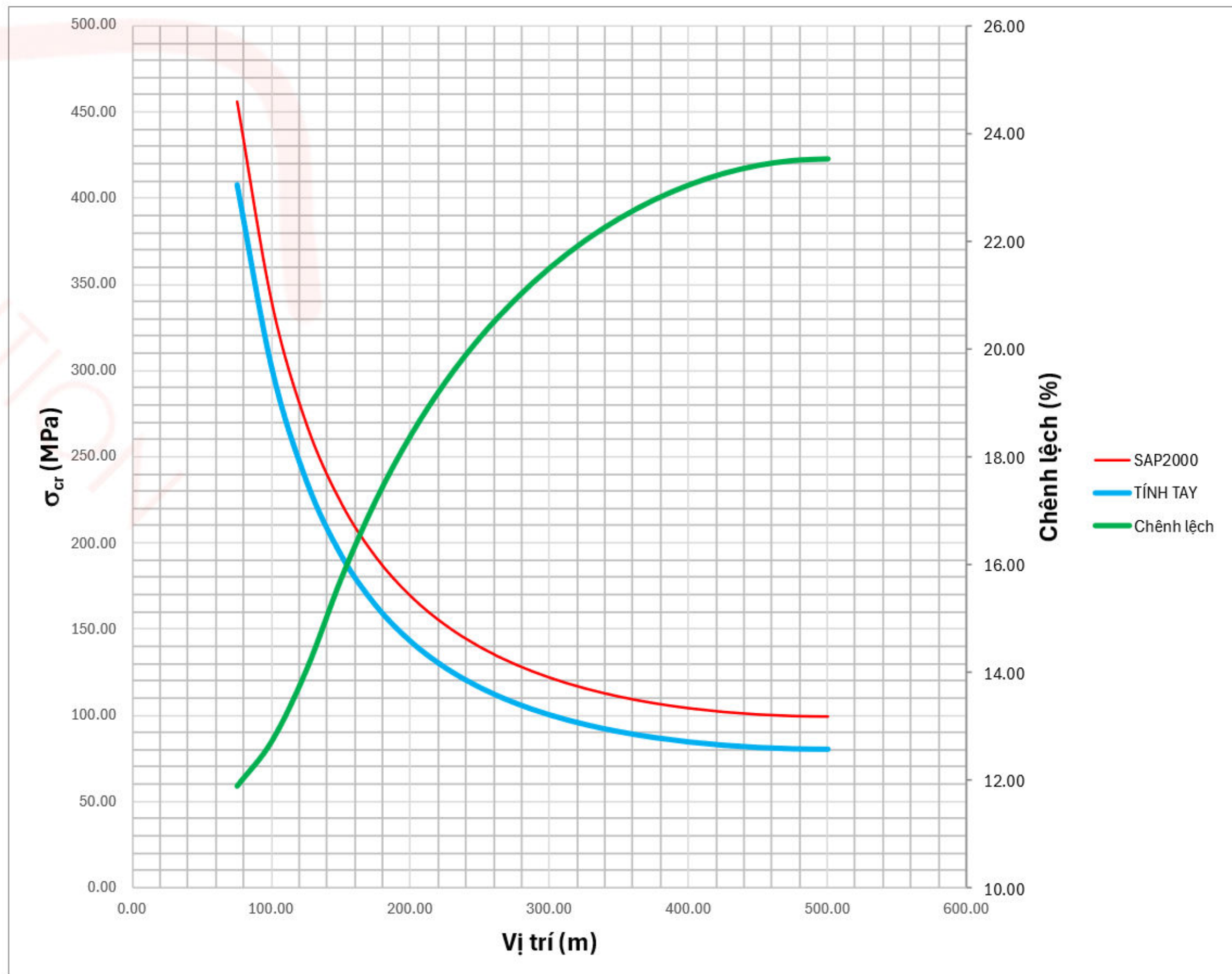
Khảo sát cho các giá trị khác i và j chạy :



Từ đồ thị trên cho ta độ hội tụ cuối cùng của hệ số λ là 494.79.

IV. KHẢO SÁT MỘT VÀI VỊ TRÍ KHÁC

- Sử dụng mô hình trên, thay đổi lực $q = 40 \text{ kN/m}$, chiều dài lực $L = 150 \text{ mm}$.
- Kết quả tính toán được khảo sát dựa trên SAP2000 và phương pháp tính tay. Cho ta kết quả ở bảng bên dưới :



V. NHẬN XÉT CHUNG

- Từ các lý thuyết tính toán bên trên, và các kết quả tính toán cho ta một vài nhận xét sau :
 - Tấm chịu ứng suất cục bộ cho thấy rằng kết quả tính toán từ phần mềm SAP2000 đang cao hơn so với phương pháp tính toán từ lý thuyết. Khoảng lệch cao nhất là 25% khi vị trí lực cục bộ tiến vào giữa.
 - Trường ứng suất được sử dụng từ trường ứng suất mà SAP2000 sinh ra, nhưng lại có sự chênh lệch về kết quả tính toán so với Excel, là một phần mềm quen thuộc. Vì vậy, giá trị λ được sinh ra từ Π_e đang có sự sai khác.
 - Vì vậy, việc khảo sát tấm chịu ứng suất cục bộ nên được tính toán theo lý thuyết từ lý thuyết đàn hồi và cần có thêm các khảo sát khác từ SAP2000 nếu như muốn đưa vào thực tiễn thiết kế.