

[www.mientayvn.com](http://www.mientayvn.com)

Dịch tiếng anh chuyên ngành khoa học tự nhiên và kỹ thuật.

Dịch các bài giảng trong chương trình học liệu mở của học viện MIT, Yale.

Tìm và dịch tài liệu phục vụ cho sinh viên làm seminar, luận văn.






Tại sao mọi thứ đều miễn phí và chuyên nghiệp ???

Trao i tr c tuy n t i:

[www.mientayvn.com/chat\\_box\\_toan.html](http://www.mientayvn.com/chat_box_toan.html)

# KHÁI QUÁT VỀ MÔ HÌNH HOÁ TRONG PLAXIS


- **PM Plaxis** - ĐH công nghệ Delft - Hà Lan.  
Phiên bản *Plaxis V.1 (1987)* - phân tích các bài toán ổn định đê biển và đê sông tại các vùng bờ biển thấp tại Hà Lan.
- **GS. R.B.J Brinkgreve và P.A Vermeer** là những người khởi xướng.
- **Năm 1993** Công ty **PLAXIS BV** được thành lập và từ năm 1998, các phần mềm PLAXIS đều được xây dựng theo phần tử hữu hạn
- **Từ 2000 - 2007** - Bộ PM Plaxis hiện nay gồm 5 modul

Tên	Plaxis V.1	Plaxis V.3	Plaxis Dynamics	Plaxis 3D Tunnel	Plaxis V.8	Plaxis PlaxFlow	Plaxis 3D Found
Năm	1987	1990	2000	2001	2002	2003	2007
							


# Bộ phần mềm PLAXIS

- **Plaxis V.8 - 2D** Phân tích biến dạng và ổn định các bài toán ĐKT theo PTHH - 2D, trường hợp đất bão hòa và không bão hòa;
- **Phân tích động lực theo PTHH - 2D** do tác động nhân tạo và động đất gây ra - Không xét được hóa lỏng trong MT;
- **Plaxis PlaxFlow - V.1** - Phân tích thấm trong môi trường đất đá theo PTHH - 2D. Bài toán thấm ổn định và không ổn định, môi trường đẳng hướng và bất đẳng hướng;
- **Plaxis 3D Tunnel V.2** - Phân tích biến dạng và ổn định theo bài toán ba chiều trong thiết kế đường hầm theo PTHH;
- **Plaxis 3D Foundation - V.1** - Phân tích biến dạng và ổn định các móng bè, móng cọc và công trình biển theo PTHH.


# LỚP CHUYỂN GIAO PLAXIS V.7 CHO ĐẠI HỌC THỦY LỢI 29/10 – 2/11/2001 [Chính phủ Hà Lan tài trợ]



H.W.R.U



D.D.M.F.C

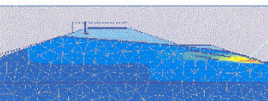


H.E.D.P.W.D

GEOTECHNICAL MODELLING

**PLAXIS SHORT COURSE**

Fundamentals, Theory and Application of Software



Hanoi, 29 October - 2 November 2001

## INTRODUCTION

The idea to organize this special subject course on Plaxis at Hanoi has been suggested by the Department of Science and International Cooperation to Ing. Peter J.W. Brand, one of the representatives of Plaxis BV, from 1997. Afterward this intention has been discussed again with Mr. Krystian Pilarczyk, R&D Manager of the Hydraulic Engineering Division (DWW), Rijkswaterstaat, Dutch Public Works Department, Delft on the occasion of the Coastal Engineering Workshop organized at HWRU on July 21 - 23 / 1999.

Perceiving that the Plaxis Software is an advanced technology that could successfully solve many problems in design of hydraulic structures, the Dutch Public Works Department, in the framework of long - term cooperation plan between two Ministries, has supported and financed to the transfer of this technology to the HWRU.

Outside the Netherlands, the basic Plaxis course has been given more than 100 times during the last years by Plaxis BV.

**PLAXIS 7.2** is a Dutch robust finite element software package, that can be used for the service of education, research, design and assessment of Civil Engineering structures (Hydraulic, Building Construction, Transport).

**PLAXIS 7.2** is equipped with special features to deal with the numerous aspects of complex geotechnical problems as deformation analysis, estimation of soil - rock mass stability, seepage - consolidation and stress - deformation with advanced constitutive models for the simulation of non-linear and time-dependent behaviour of soils.

**PLAXIS 7.2** also deals with special procedures like hydrostatic and non-hydrostatic pore pressures in the multi-phase soils and modelling of interaction between structures and soil medium with static and dynamic actions.

Therefore **PLAXIS 7.2** can meet our demands in solving actual geotechnical problems as construction of structures on soft soils, inserting construction of tower buildings in urban areas, estimation and treatment of seepage through earth dam - dyke body and foundation, estimation of slope stability and some of problems relating structures under dynamic actions.

Fully automatic mesh generation based on geometric input as well as absorb boundary in dynamic analysis and "User - Friendly"... are pre-eminence of **PLAXIS 7.2** in using.

With special network security key, **PLAXIS 7.2** also makes convenience for education at Civil Engineering Universities.

As for the concrete content of the course, Peter J.W. Brand's letter sent to us in 1997 will make clear. " *We do not intend to use our course as a marketing tool for selling the Plaxis program, we feel our courses serve a much wider goal. Our primary interest is to learn people the necessary backgrounds needed for successful application of the FE method in practical Geotechnical Engineering. Our lectures are not plain theoretical, we like to pay close attention to the aspects necessary to link theory to practice. The theoretical and practical contents of lectures is put into practice during examples for which, of course, we use the Plaxis program*"<sup>1</sup>.

So the participants shall experience it in this course with the balanced mixture of presentations and hands-on computer analyses using **PLAXIS 7.2** for Windows 98/NT/2000.

The participants shall experience it in this course afterwards.

Moreover, because of many time being learned abroad and in country, this course will be certainly inherited a lot of valuable experiences with speakers come from Tulip flower country, planted at place having ground level lower than sea water surface, *an worthy pride of the Dutch in common living with Ocean.*

**Prof. Nguyen Cong Man**  
Hanoi Water Resources University  
October-November/ 2001

<sup>1</sup> Letter dated July 11, 1997 from Dr. P.J.W. Brand, sent to Prof. N.C.Man; Subject: Software & course; Ref. 071197.3

# A. Đơn vị dùng trong Plaxis

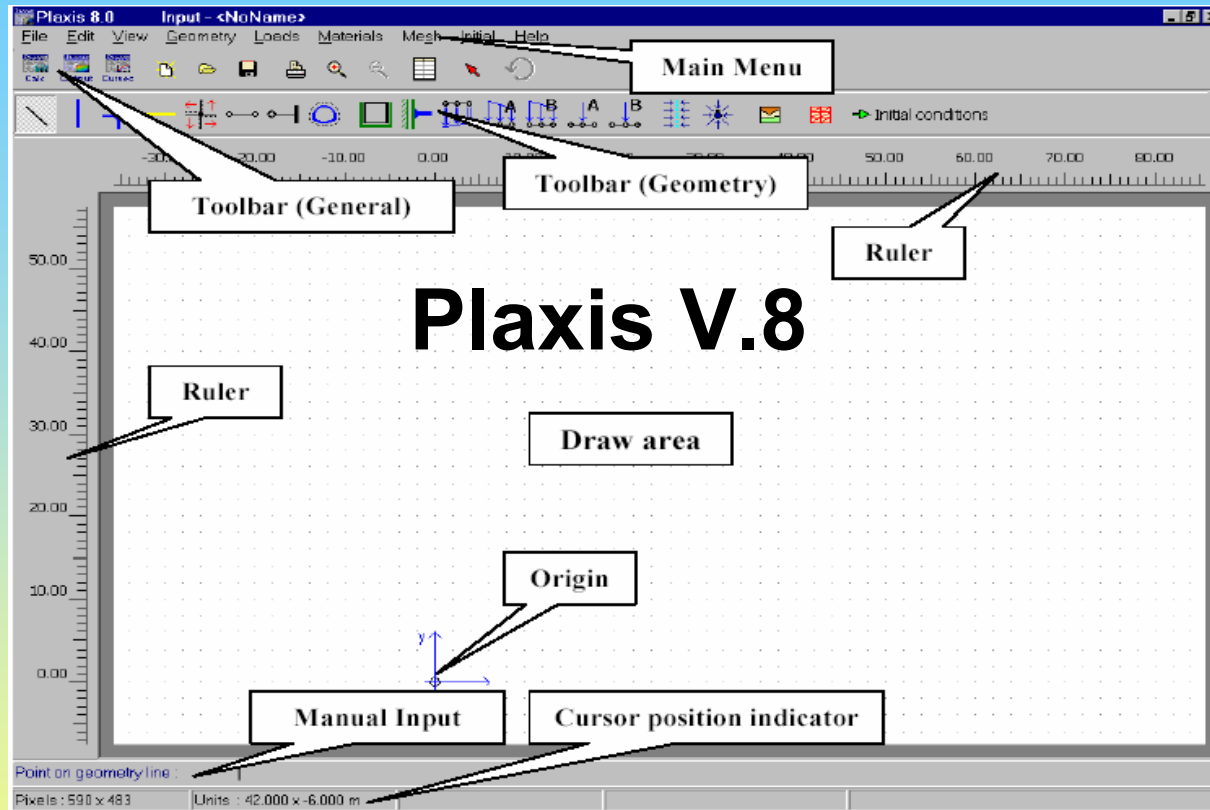
Loại đơn vị	Đại lượng	Hệ SI	Hệ Mỹ
Đơn vị cơ bản	Chiều dài	[m]	[in]
	Lực	[kN]	[lb]
	Thời gian	[ngày]	[sec]
Đơn vị hình học	Toạ độ	[m]	[in]
	Chuyển vị	[m]	[in]
Tính chất vật liệu	Môđun Young	[kN/m <sup>2</sup> ] = [kPa]	[psi]
	Lực dính đơn vị	[kPa]	[psi]
	Góc ma sát	[độ]	[độ]
	Góc chảy	[độ]	[độ]
	Trọng lượng đv	[kN/m <sup>3</sup> ]	[lb/cu in.]
	Hệ số thấm	[m/ngày]	[in/sec]
Lực và ứng suất	Lực tập trung	[kN]	[lb]
	Tải trọng tuyến	[kN/m]	[lb/in]
	Tải trọng phân bố	[kPa]	[psi]
	Ứng suất	[kPa]	[psi]
<b>Thấm</b>	<b>Lưu lượng giếng</b> <b>Thấm biên</b>	<b>[m<sup>3</sup>/day]</b> <b>[m/day]</b>	<b>[ft<sup>3</sup>/sec]</b> <b>[ft/sec]</b> <sub>4</sub>

# B. Khái quát về mô hình hoá trong PLAXIS

## B.1 Ba chương trình nhánh của PM Plaxis

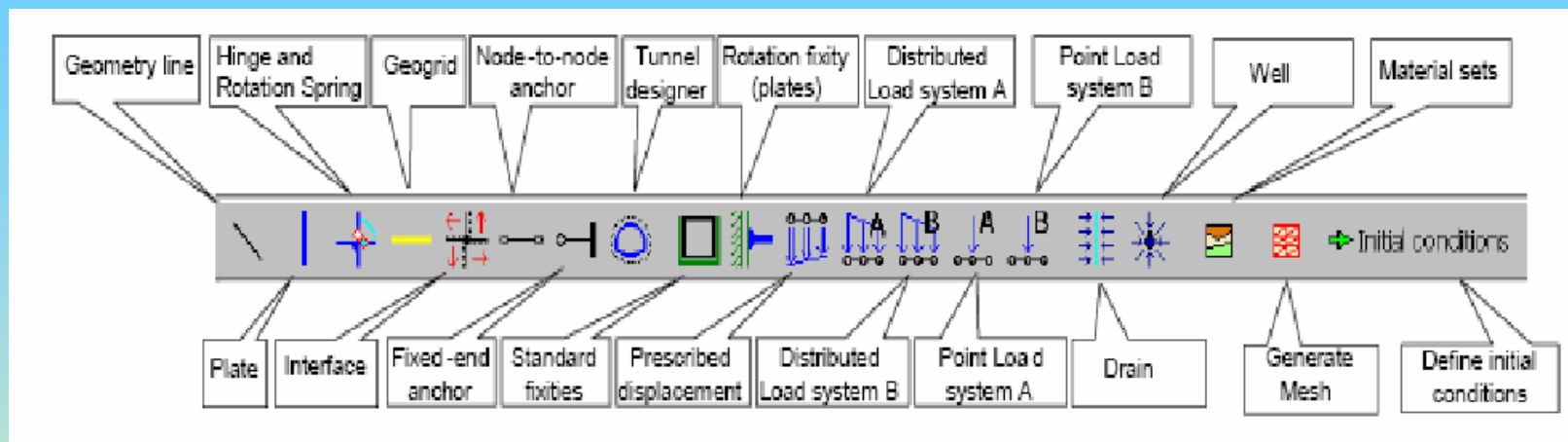
- **Thiết lập sơ đồ công trình - Input Program**
  - Lập *mô hình hình học* (sơ đồ tính toán) + gán các đặc trưng vật liệu cho các tầng đất và kết cấu
  - Lập lưới PTHH (tự động sinh lưới PTHH sau khi lập MH HH)
  - Xác định các điều kiện ban đầu
- **Xác định các “pha” phân tích + PT - Calculation Program**
- **Hiển thị các kết quả phân tích - Output, Curve [đồ thị, bảng biểu]**
  - ⇒ Chương trình dùng “*giao tiếp đồ hoạ*” [Màn hình là trang giấy, chuột là bút vẽ] - thuận tiện lập MH hình học + tự sinh lưới PTHH.
  - ⇒ Kết quả thể hiện bằng biểu đồ, các đường đẳng trị, các vectơ,...
  - cho nhận thức trực quan có định lượng, thuận tiện nhận biết kết quả do đó có thể nhanh chóng lựa chọn phương án.

# 1. Thiết lập sơ đồ công trình - **Input program**



Tùy theo mỗi phần mềm, Plaxis có các menu và thanh công cụ tương ứng nêu trong cửa sổ chính thuộc mỗi phần mềm để lập mô hình hình học, lập lưới PTHH, xác định các điều kiện ban đầu

# Công cụ định dạng hình học



## Tính năng của điểm, đường, cụm và lưới

### Điểm

- Xác định điểm đầu và cuối các đường
- Định vị các neo
- Lập các lực điểm (tập trung)
- Cố định điểm
- Làm mịn cục bộ lưới PTHH



# Công cụ định dạng hình học

## Đường

- Xác định các đường biên vật lý của MH hình học
- Xác định các gián đoạn trong MH hình học như:
  - Tường cừ, tải trọng phân bố
  - Phân cách các lớp vật liệu khác nhau hay các “pha” tính toán

*Vậy một đường có nhiều chức năng hoặc tính chất*

## Cum (đơn nguyên)

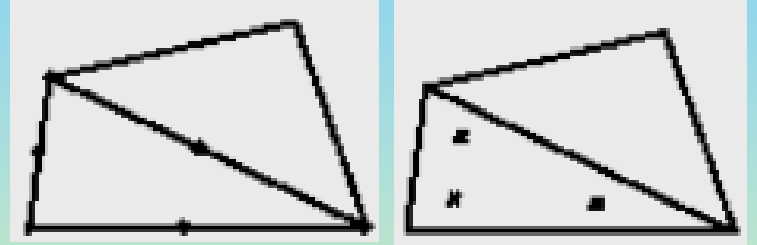
- Vùng khép kín được lập bởi các đường
- Đặc trưng cho tính đồng chất của vật liệu

# Công cụ định dạng hình học

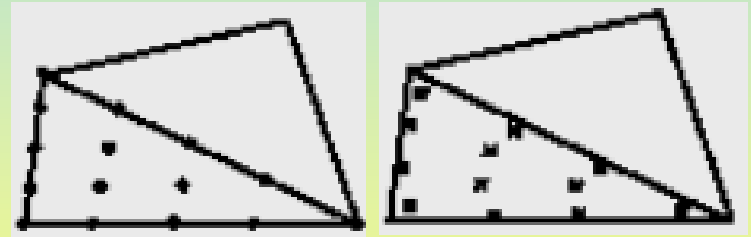
## Lưới

- Các phần tử tam giác

- 6 nút, 3 điểm ỨS



- 15 nút, 12 điểm ỨS



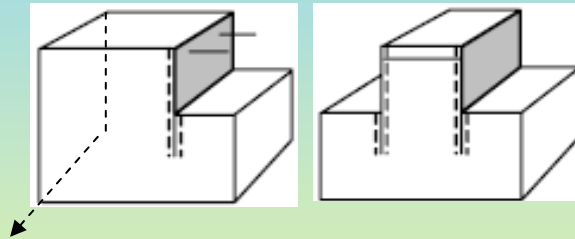
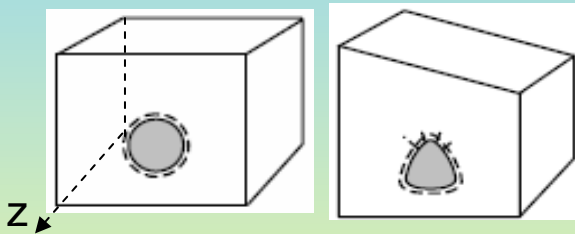
- Chuyển vị được tính tại vị trí nút
- Ứng suất được tính tại các điểm tích phân Gauss

# Các mô hình hình học thành phần



**Đường hình học** – tiếp giáp giữa các tầng đất, ...

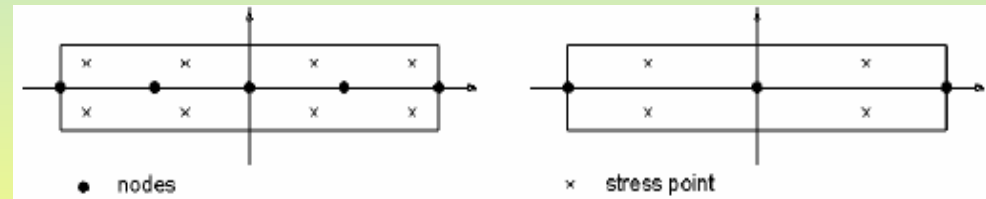
**Plate (Tấm)** - Kết cấu mỏng có độ cứng chịu uốn và pháp hướng tương đối lớn, (dùng Line) được tạo bởi các PT dầm. Ví dụ: bản, tường, vỏ (hầm).



Thông số MH: **EI** và **EA**

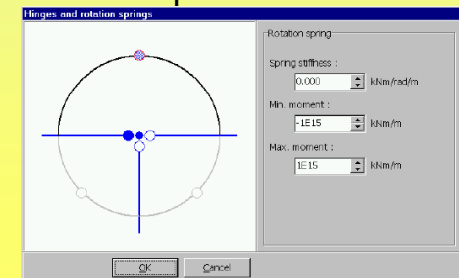
Bề dày:  $d_{eq} = \sqrt{12 \frac{EI}{EA}}$

Các PT tấm 3 và 5 nút có 2 độ CV tự do:  $u_x$ ,  $u_y$  và 1 độ xoay tự do trên mặt x,y.



Điểm US nằm cách trên và dưới đường tâm tấm một đoạn  $1/2d_{eq}\sqrt{3}$

**Hinges (Bản lề)** và **Rotation Springs** (Lò so xoay)  
MH nối tiếp, xoay tự do (liên tục và không liên tục)  
tại giao điểm các PT dầm

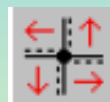
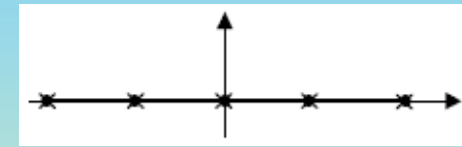
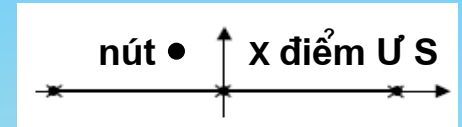


# Các mô hình học thành phần

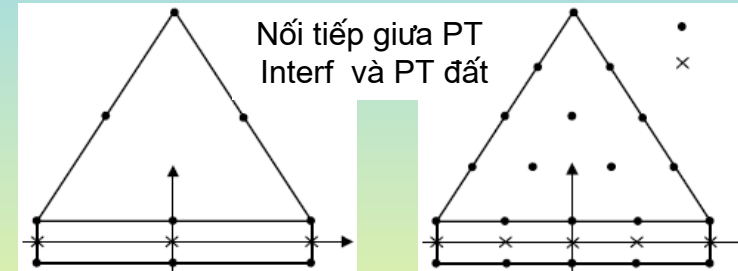


**Geogrids** - PT 3 hay 5 nút, CV 2 độ tự do:  $u_x$   $u_y$ ;

- Vật liệu đàn hồi tuyến tính;
- Không có độ cứng chịu uốn (EI), chỉ có độ cứng pháp hướng (EA - chỉ chịu kéo, không chịu nén)
- Tương tác Đất/Geogrid  $\Rightarrow$  dùng MH "Interfaces"



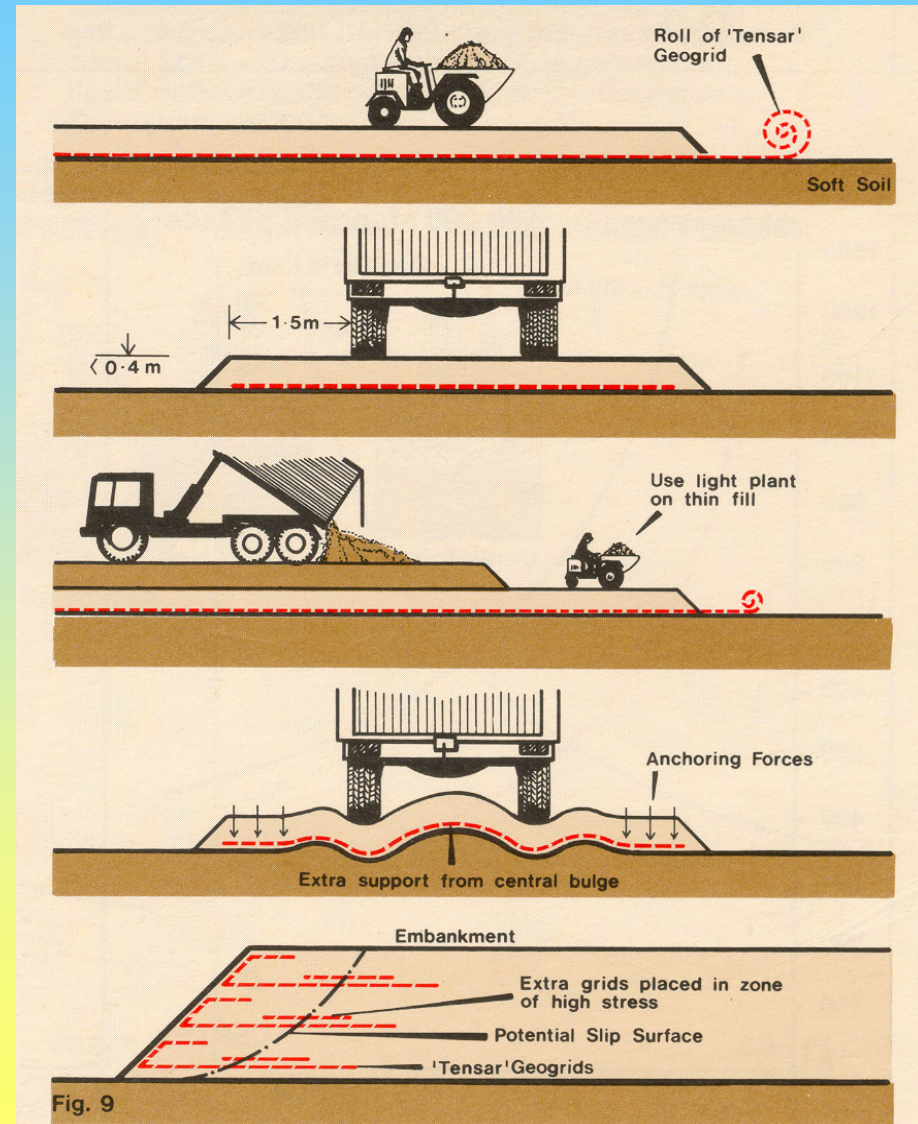
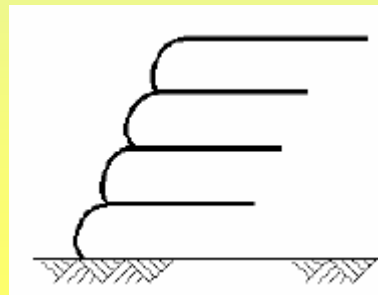
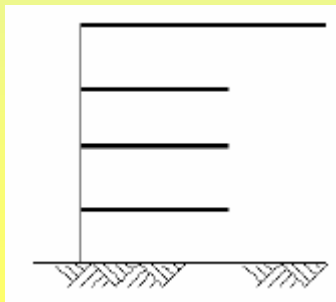
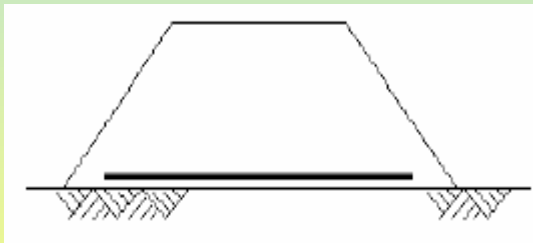
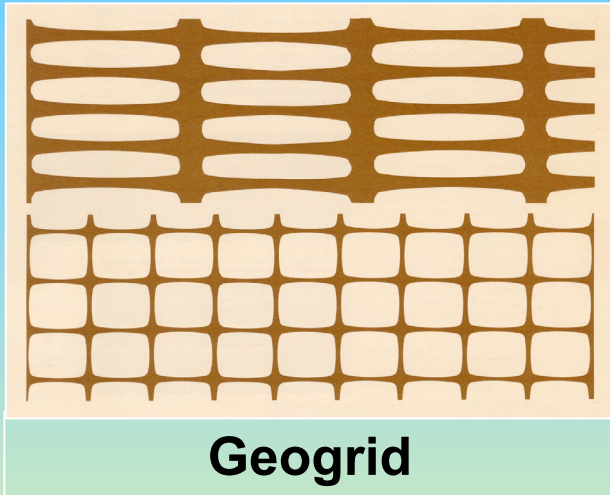
**Interface (Giao diện)**. Phần tử nối tiếp có độ dày ảo, MH hoá sự *trượt* giữa đất - kết cấu tấm, *ngăn cản dòng thấm* vuông góc với PT trong phân tích thấm và cố kết thấm.



Tính chất vật liệu, đặc trưng bởi  $C_{inter} \Rightarrow$  hệ số triết giảm:  $C_{inter} = R_{inter} \cdot C_{soil}$  và  $\tan \varphi_{inter} = R_{inter} \cdot \tan \varphi_{soil}$  với:

- Interaction sand/steel =  $R_{inter} \approx 2/3$
- Interaction clay/steel =  $R_{inter} \approx 0.5$
- Interaction sand/concrete =  $R_{inter} \approx 1.0 - 0.8$
- Interaction clay/concrete =  $R_{inter} \approx 1.0 - 0.7$
- Interaction soil/geogrid =  $R_{inter} \approx 1.0$  (interface may not be required)
- Interaction soil/geotextile =  $R_{inter} \approx 0.9 - 0.5$  (foil, textile)

# Ví dụ sử dụng GEOGRID



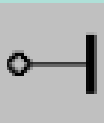
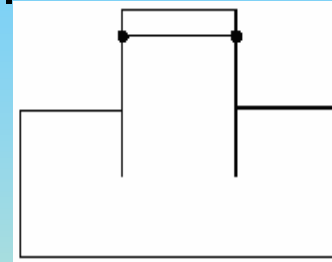
# Các mô hình học thành phần



**Node-To-Node Anchors.** Để MH neo, cột và thanh chống.

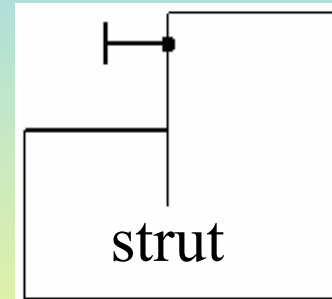
- Phần tử đàn dẻo
- Nối hai điểm hình học
- Đặt ứng suất trước.

ƯD: anchor, column, rod

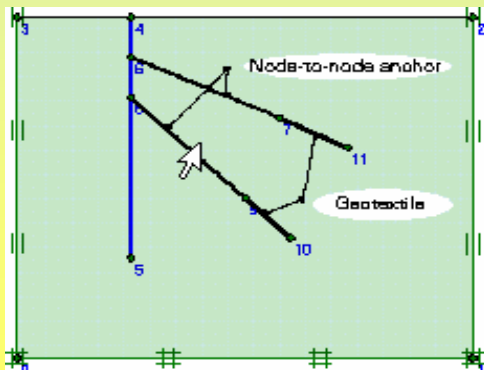


**Fixed-End Anchors.** Để MH neo, thanh chống, cột chống

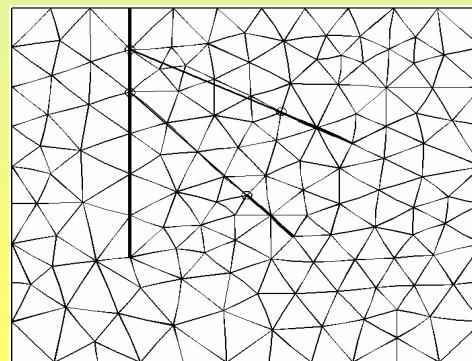
- Phần tử đàn hồi;
- Một đầu đặt vào vật hình học, đầu kia đặt cố định
- Đặt theo góc tùy ý và có thể tạo ứng suất trước



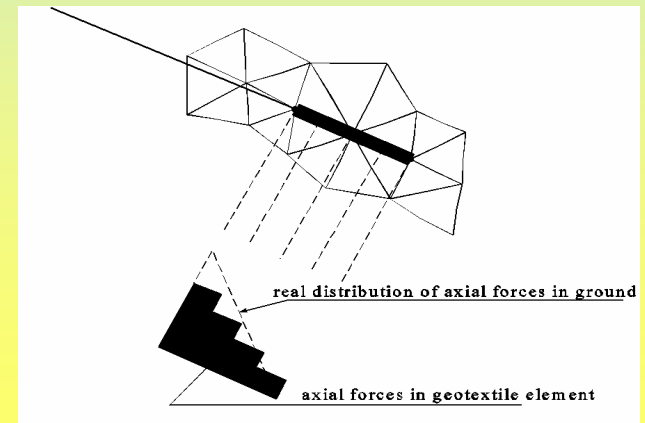
**Ví dụ mô hình hoá “Ground Anchor”**



Input geometry



Generated mesh

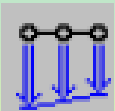
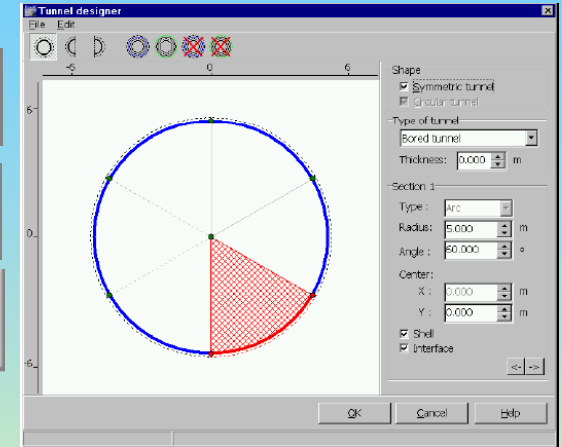


Axial forces in ground anchor<sup>1,2</sup>

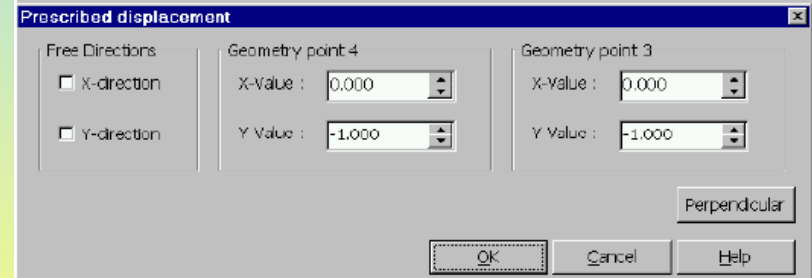
# Các mô hình học thành phần



- **"Tunen"**. Tạo mặt cắt tunen tiết diện tròn hoặc không tròn: vỏ chống và giao diện. Cửa sổ "Tunnel Designer" cho tạo "Input".
- Cho 3 loại tunen: Bore Tunnel, NATM Tunnel (New Austrian Tunneling Method) và Tunnel người dùng tự lập.



**Prescribed Displacement**  
(Chuyển vị quy định) Đặt vào MH để kiểm soát chuyển vị của một điểm

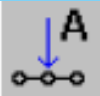


**(Standard) Fixities** – MH chuyển vị bằng không. Phân biệt  $u_x = 0, u_y = 0$  và  $u_x = u_y = 0$ . Ví dụ: dùng để mô phỏng bài toán cửa lật.



**Rotation Fixities (Định vị xoay)** - MH gắn độ tự do xoay của một tấm quanh trục z.

# Các mô hình học thành phần



## Tải trọng tập trung A.

Point load - static load system A

Geometry point 1

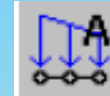
X-Value : 0.000 kN/m

Y-Value : -1.000 kN/m

OK Cancel

Input window for point load

Theo mặc định,  
các giá trị đưa  
vào lấy bằng -1.  
Tăng tải bằng  
( $\Sigma MloadA$  hay  
 $\Sigma MloadB$ )



## Tải trọng phân bố A.

Distributed load - static load system A

Geometry point 0

X-Value : 0.000 kN/m<sup>2</sup>

Y-Value : -1.000 kN/m<sup>2</sup>

Geometry point 1

X-Value : 0.000 kN/m<sup>2</sup>

Y-Value : -1.000 kN/m<sup>2</sup>

Perpendicular

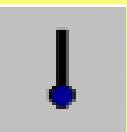
OK Cancel Help

Input window for distributed load



**Drains (Tiêu thoát nước).** Mô phỏng các đường trong MH hình học tại đó áp lực nước lỗ rỗng dư lấy bằng 0.

Lựa chọn này chỉ dùng khi phân tích cố kết thấm hoặc tính dòng thấm của nước dưới đất.



**Well (Giếng).** Mô phỏng các điểm quy định trong MH hình học tại đó lưu lượng bị rút đi từ nguồn hoặc bù vào khối đất.



# Các mô hình học thành phần



## Tạo lập và gán các tệp dữ liệu

- Vào các thông số MH và “data sets” trong “data base” vật liệu
- Gán tệp dữ liệu cho các thành phần hình học (clusters) bằng “drag và drop”



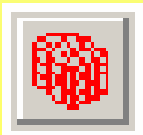
## Tạo lưới các PTHH 2D

- Hoàn toàn tự động tạo lưới trong MH hình học
- Lựa chọn làm mịn tổng thể và cục bộ lưới

## Tạo lưới các PTHH 3D

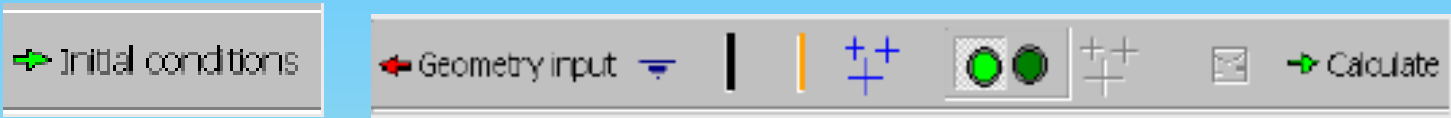


***MH 3D –Tunnel***

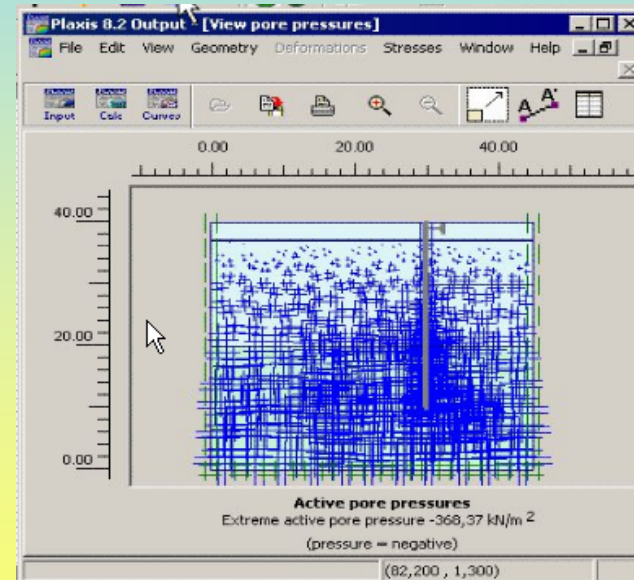
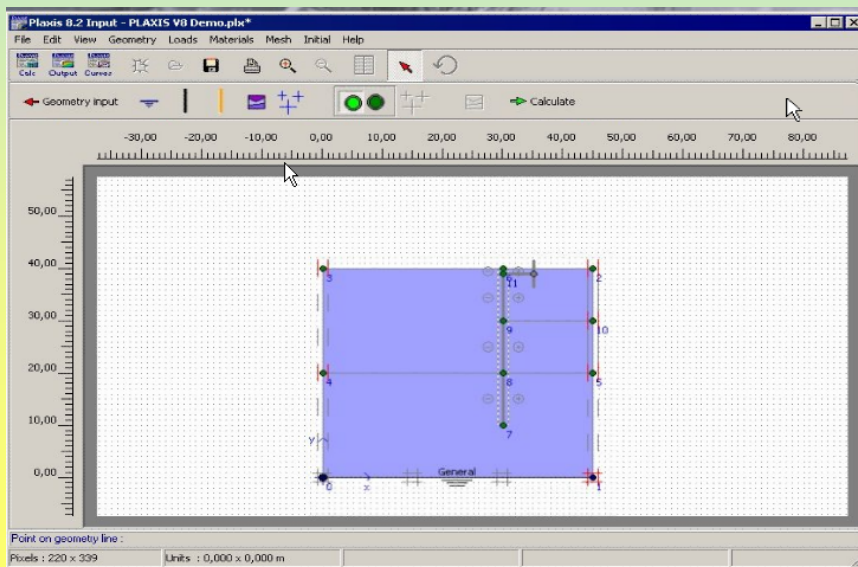


***MH 3D – Foundation***

# Lập các điều kiện ban đầu



- Tạo lập áp suất lỗ rỗng ban đầu bằng đường mặt nước hoặc từ tính thấm: nhập TLĐV của nước và lập cao trình đường mặt nước trước khi tạo lập áp suất nước lỗ rỗng



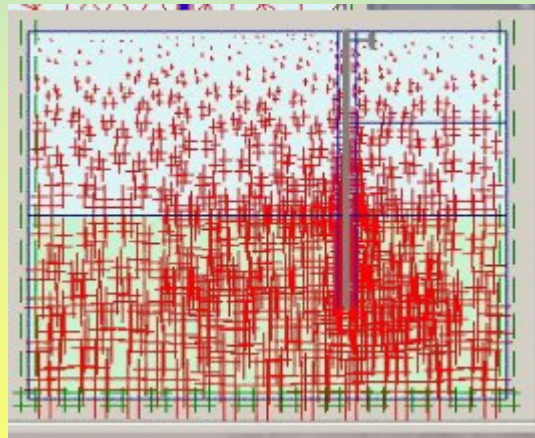
**Active Pore Pressure**

# Lập các điều kiện ban đầu

- Chuyển nút: tạo lập US ban đầu và “geometry mode”

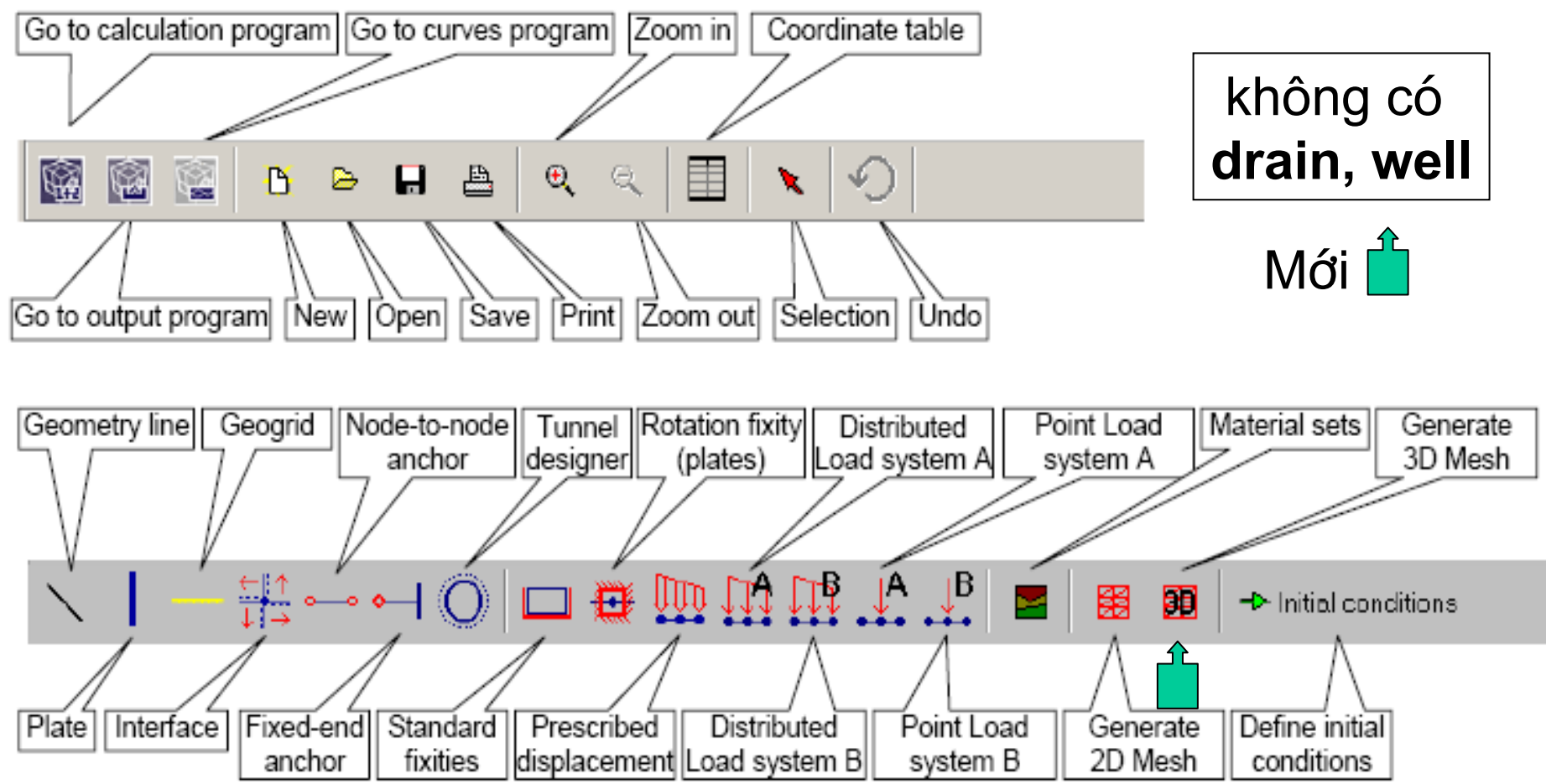


- Lập dạng hình học ban đầu
- Tạo lập các ứng suất ban đầu ( $K_0$  procedure)

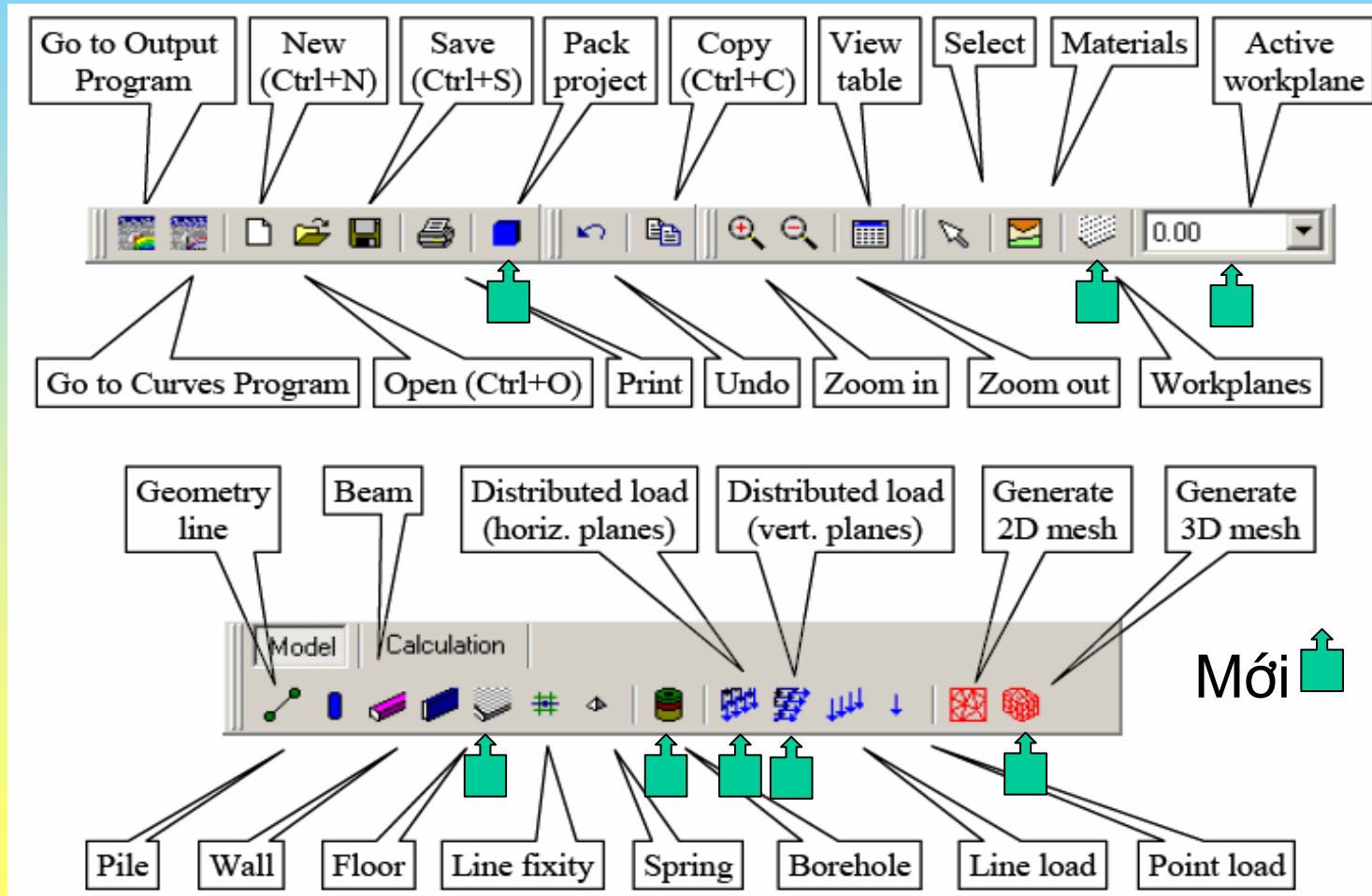


**Initial Stresses**

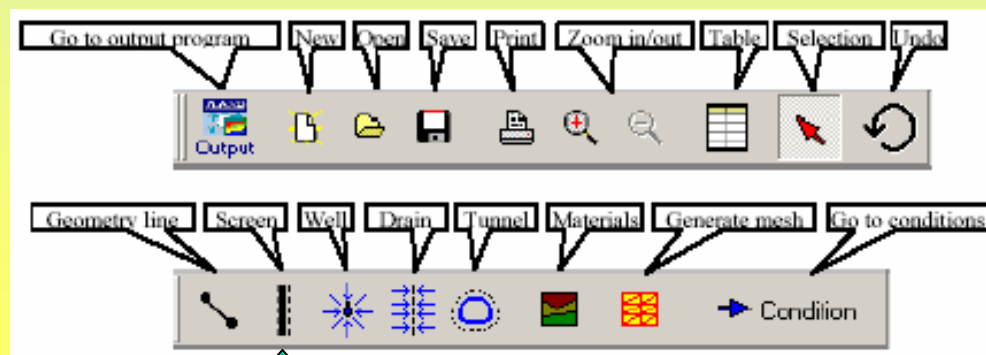
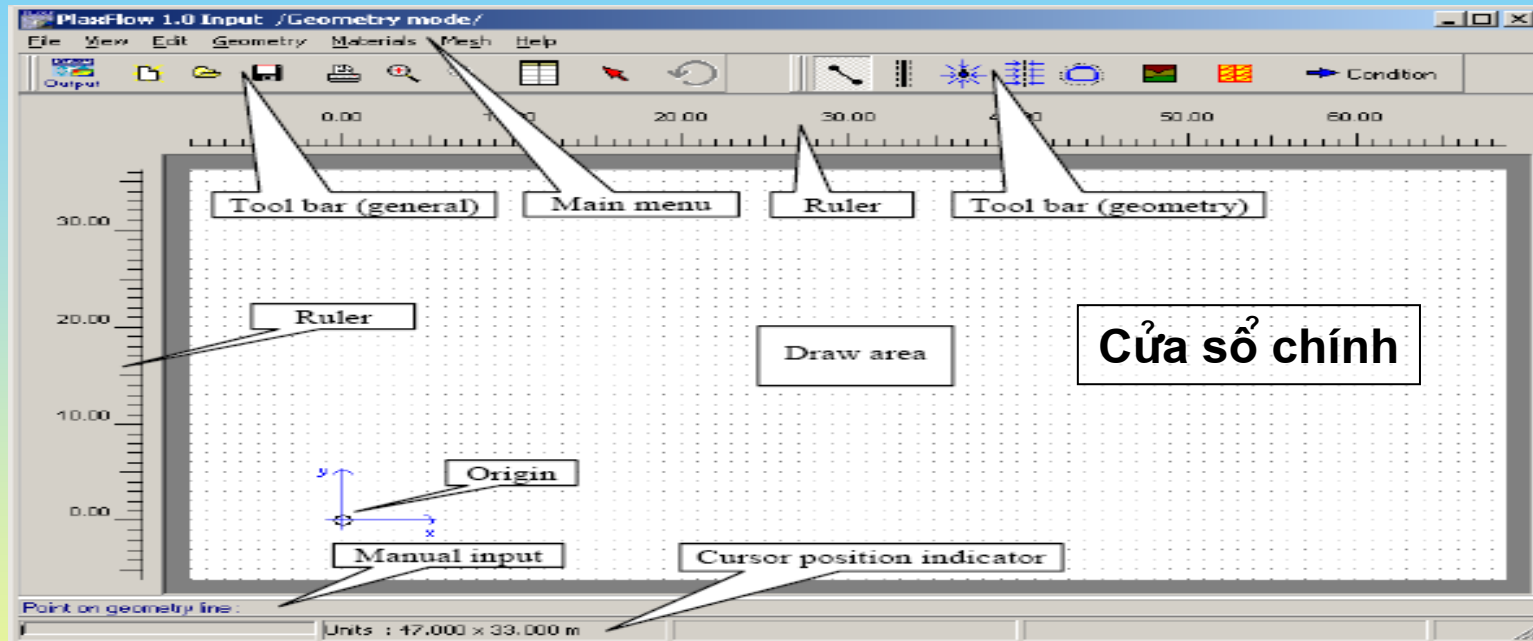
# Công cụ định dạng hình học của PLAXIS 3D Tunnel



# Công cụ định dạng hình học của PLAXIS 3D Foundation



# Công cụ định dạng hình học của Plaxis - PlaxFlow



# 2. Xác định các “pha” tính toán và phân tích

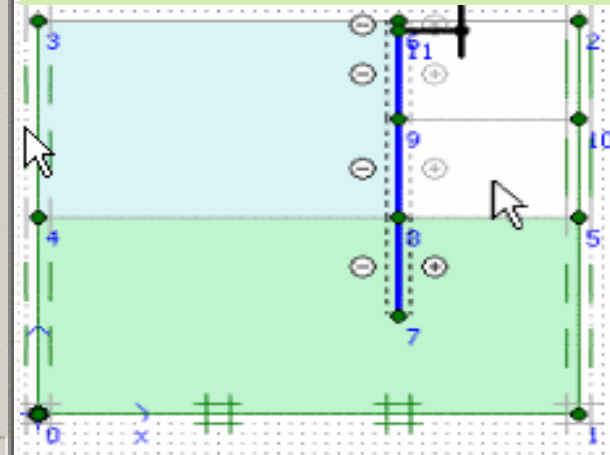
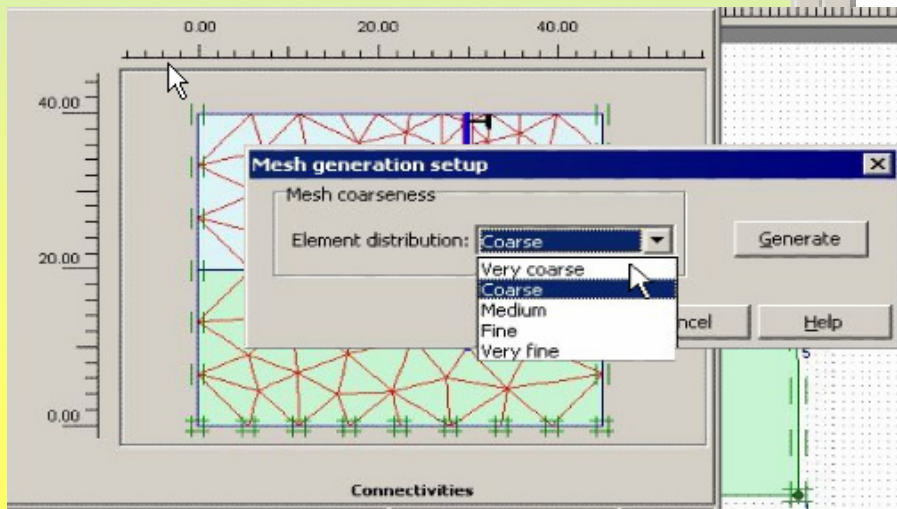
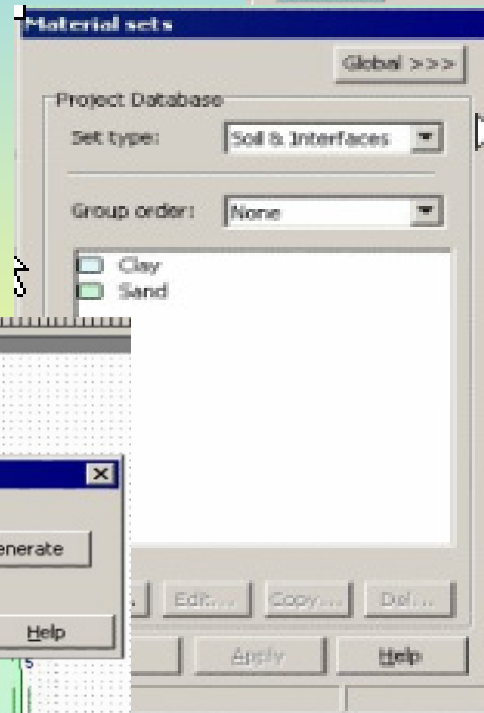
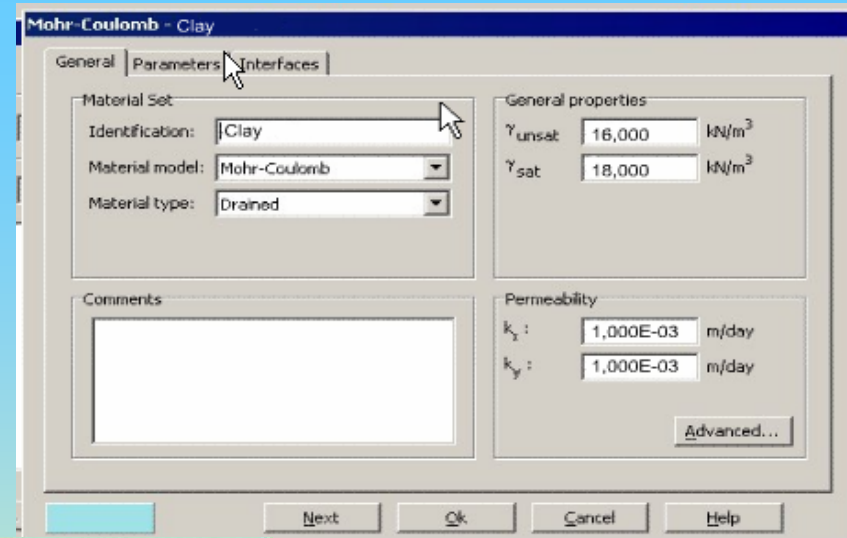
## Calculation Program

- Tính toán theo đàn hồi, cố kết, triết giảm Phi/c và phân tích động
- Cập nhật lưới
- Nhập gia tải: “Multipliers” hay lập “Staged Construction”
- Thay đổi điều kiện mực nước
- Các pha tính có thể xác định trước và thực hiện tức thời

The screenshot shows the 'Plaxis 8.2 Calculations - Lesson 3.plx' window. The 'General' tab is active, displaying settings for the calculation phase. The 'Phase' section includes 'Number / ID.: 2', '<Phase 2>', and 'Start from phase: 1 - <Phase 1>'. The 'Calculation type' is set to 'Plastic'. The 'Log info' field contains the text 'Prescribed ultimate state fully reached'. The 'Comments' field is empty. Below the settings are buttons for 'Next', 'Insert', and 'Delete...'. At the bottom, a table lists the calculation phases:

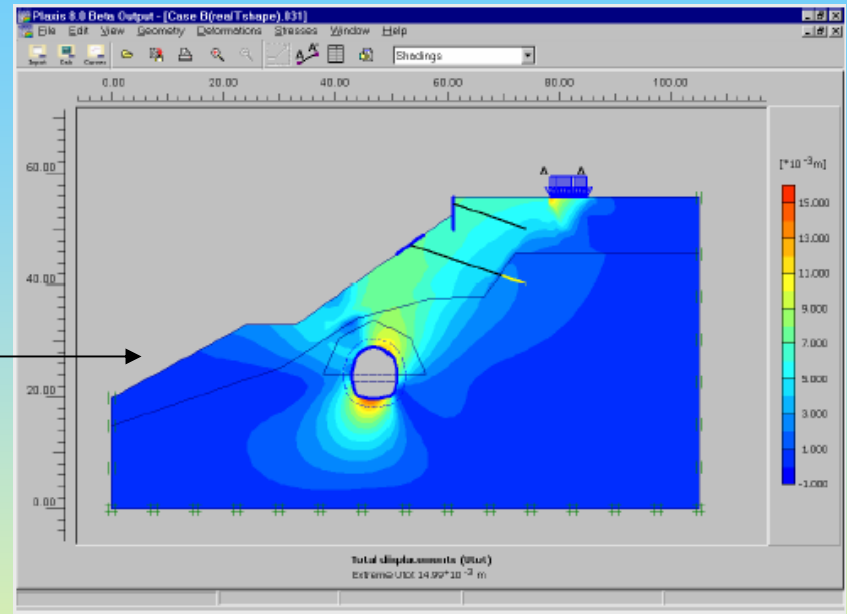
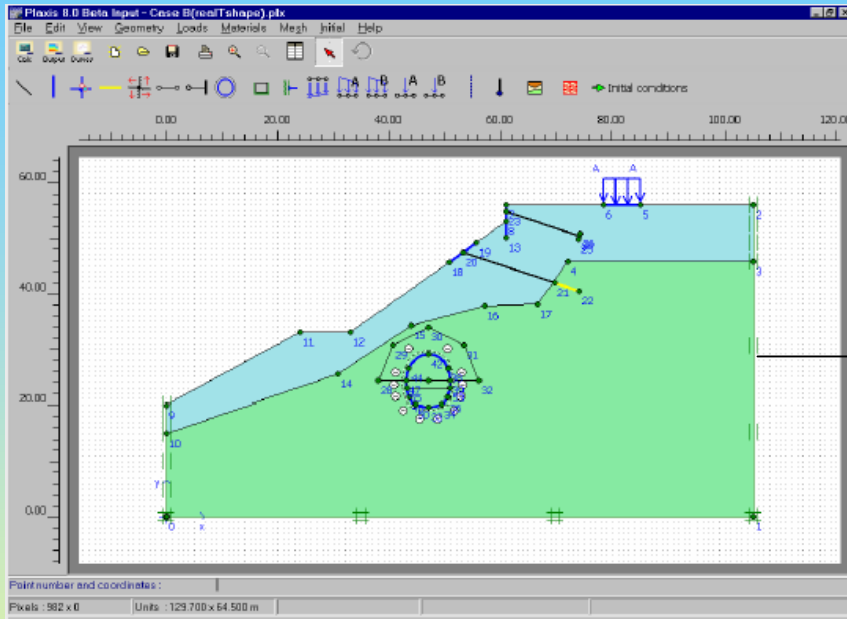
Identification	Phase no.	Start from	Calculation	Loading input	Time	Water	Fir
Initial phase	0	0	N/A	N/A	0.00 ...	0	0
✓ <Phase 1>	1	0	Plastic	Total multipliers	0.00 ...	0	1
✓ <Phase 2>	2	1	Plastic	Staged construction	0.00 ...	2	6

# Lấy và gán dữ liệu vào MH HH Làm mịn lưới Tính toán – phân tích



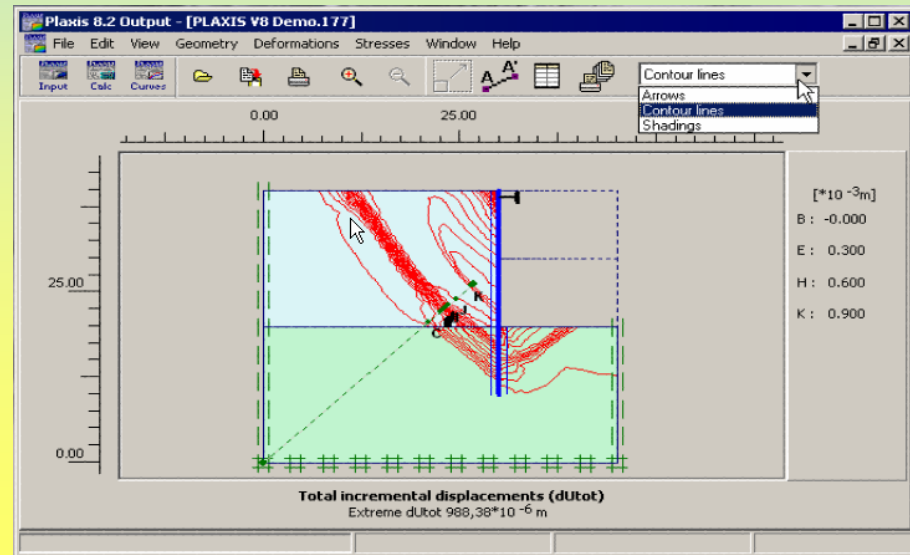
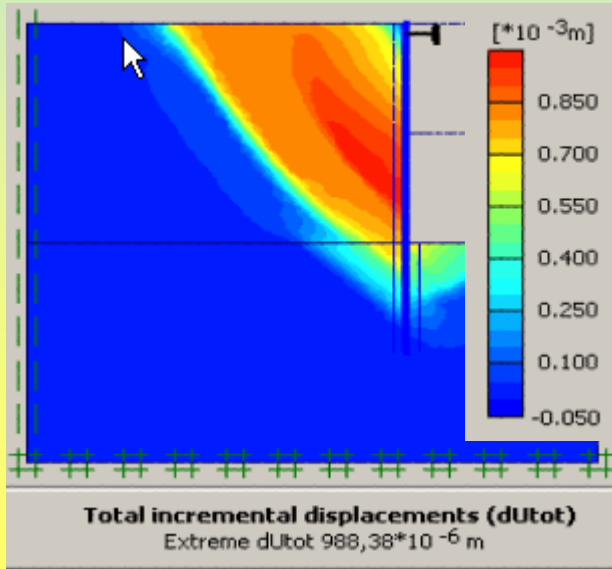
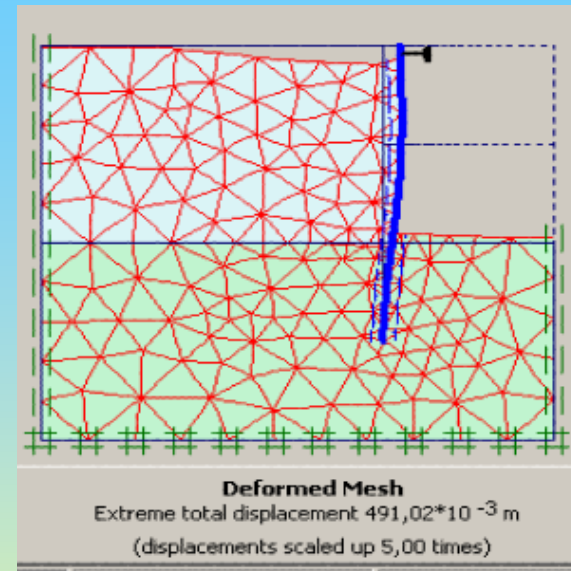
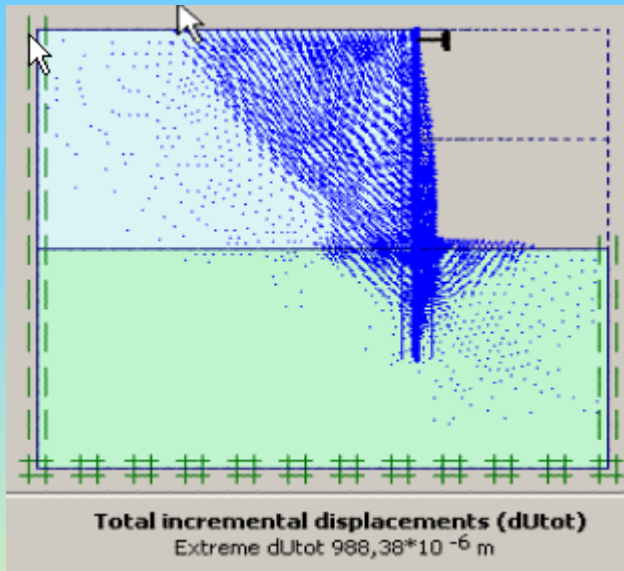


# 3. Xem kết quả - Output – Curves

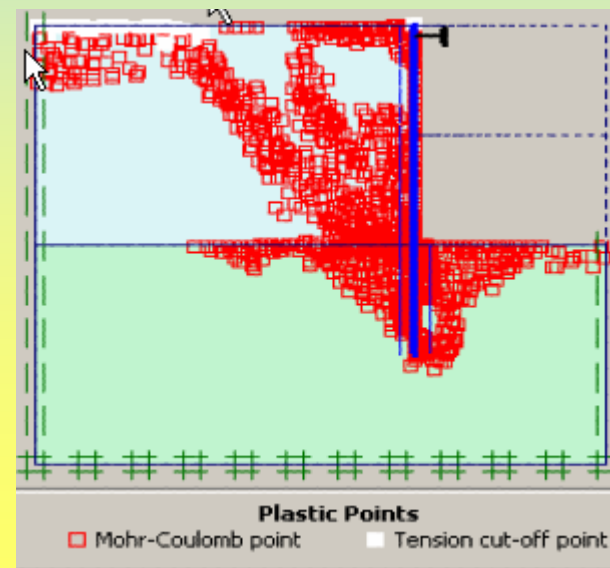
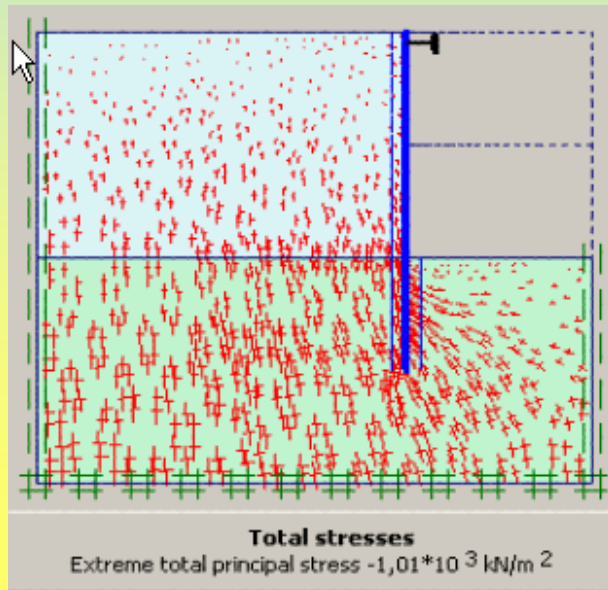
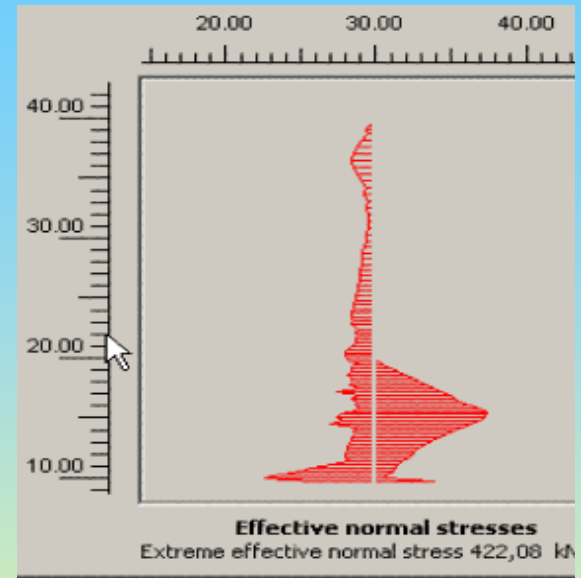
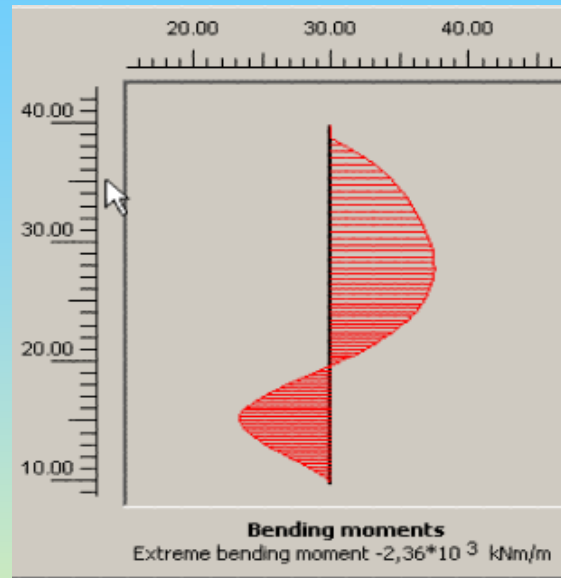
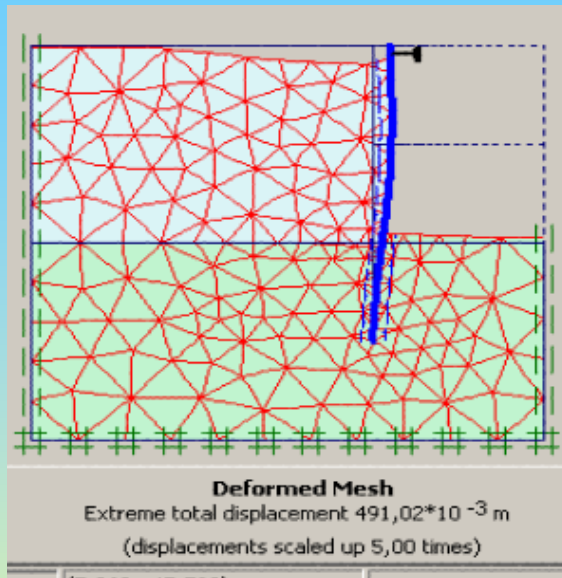


- Xuất đồ thị và bảng của các giá trị chuyển vị, ứng suất và các lực kết cấu
- Các “Output” trong các mặt cắt
- Có thể mở đồng thời các cửa sổ “output” để so sánh – đối chiếu các kết quả

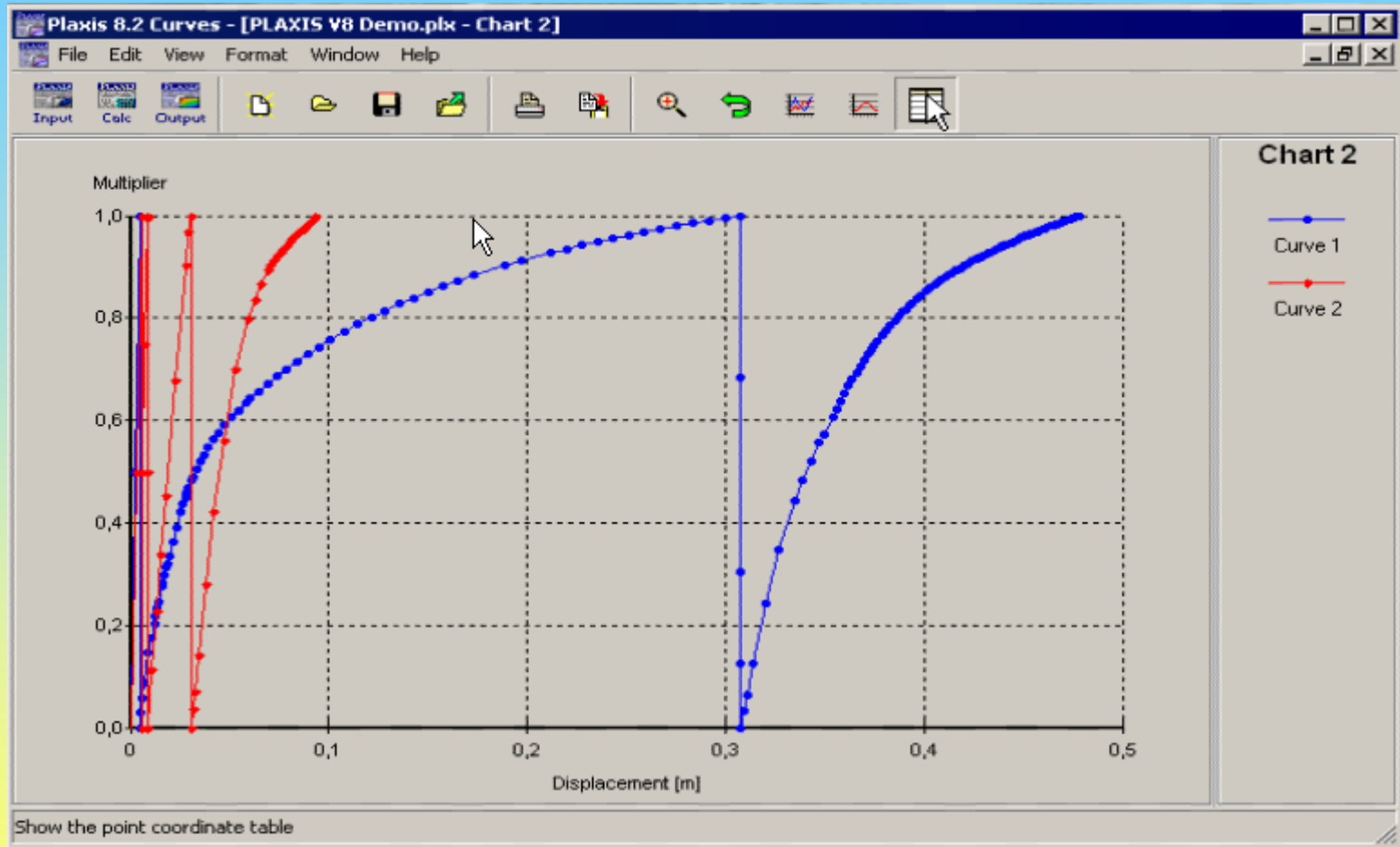
# Ví dụ một số output Plaxis 8.2



# Ví dụ một số output Plaxis 8.2



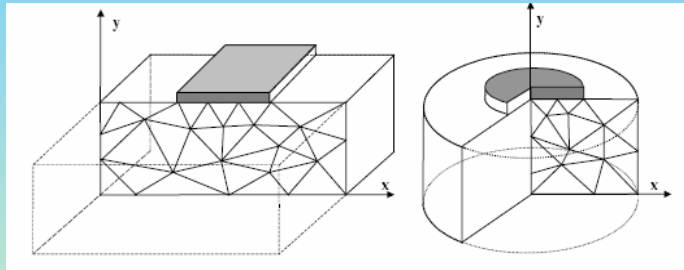
# Ví dụ một số output Plaxis 8.2



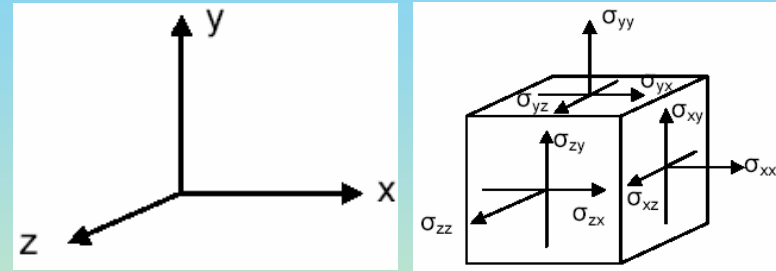
The curves are generated on the basis of the selected option.  
In this example the displacement is set against the progress of excavation 27

# B.2 Các loại bài toán trong PLAXIS

## 1. Bài toán biến dạng phẳng và đối xứng trục, tích hợp với PlaxFlow để xét ảnh hưởng thấm



biến dạng phẳng      đối xứng trục



- *Hệ quy chiếu*

BT phẳng: MH được tạo trên mặt x,y;

BT đối xứng trục: x - tọa độ bán kính, y - tọa độ trục, z - phương tiếp tuyến.

- *Quy ước dấu* - U.S & lực nén, AL lỗ rỗng: Âm.  
- U.S & lực kéo: Dương

- *Đơn vị dùng*: Hệ SI (Hệ đơn vị quốc tế) và hệ Anh - Mỹ

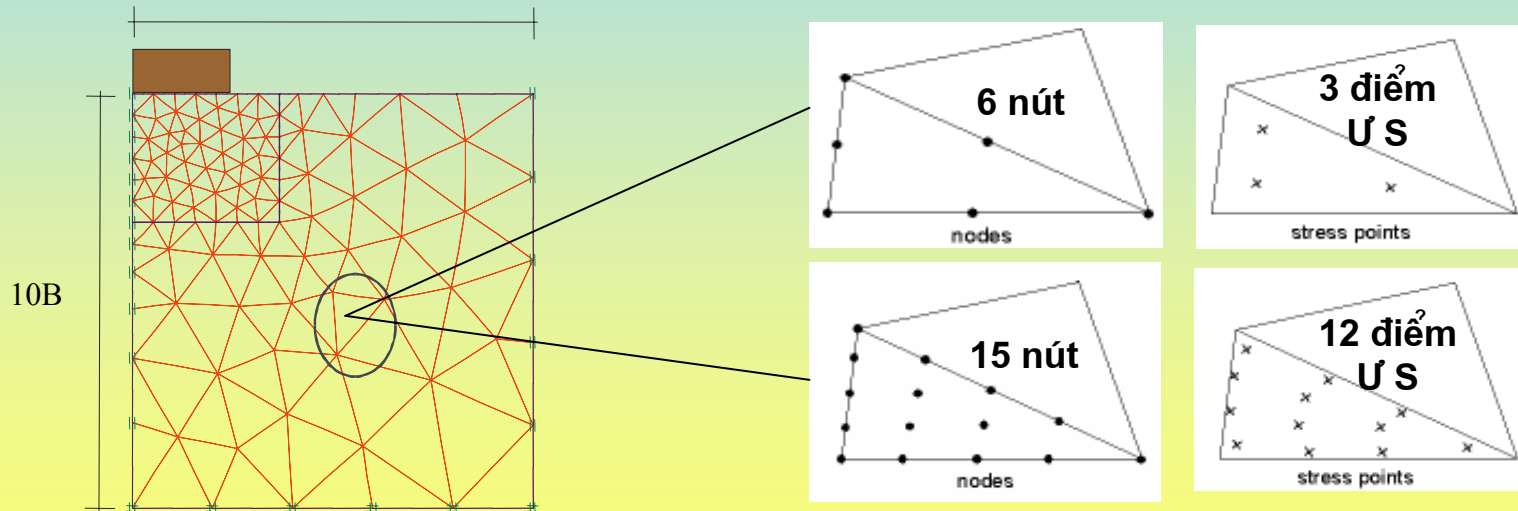
- Gia tốc, trọng lượng và khối lượng:  $g = 9,8\text{m/sec}^2$ ;  $m = \gamma/g$ ; 28

# Lưới các phần tử

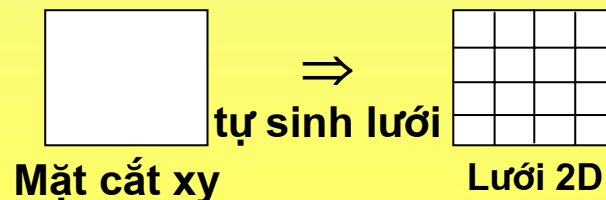
- Bộ PM Plaxis được xây dựng theo phương pháp PTHH:
  - Rời rạc hoá miền liên tục ==> các điểm rời rạc ==> lưới các PT
  - Các phương trình toán học liên tục ==> các PTr toán học rời rạc (đại số)
- Lưới các PT ==> tam giác: điểm, đường và lưới



**MH 2D - Plaxis** - Có 2 lựa chọn số PT: PT 6 nút và PT15 nút  
10B



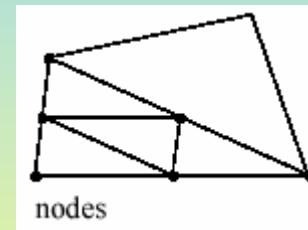
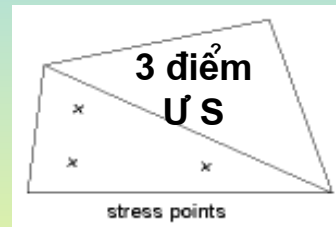
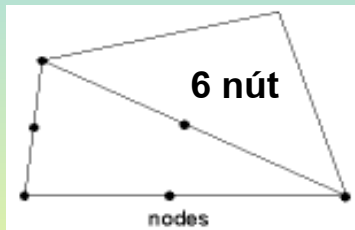
-Sau khi lập xong MH hình học  
==> tự sinh lưới



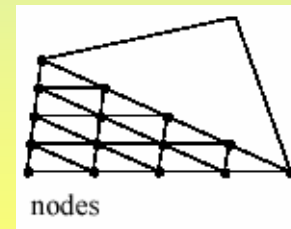
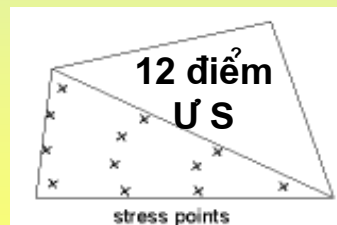
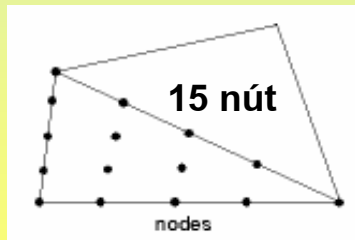
# Lưới các phần tử



***MH 2D – PlaxFlow*** – Trong phân tích thấm, PlaxFlow vẫn dùng KN “Plane strain” để “tích hợp” với MH 2D của Plaxis V8 [ tương tự SEEP/W - SIGMA/W ], song PlaxFlow luôn dùng PT 3 nút, 1 điểm US.



*PT 6 nút thành  
4 PT 3 nút*



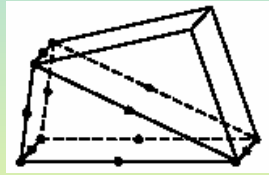
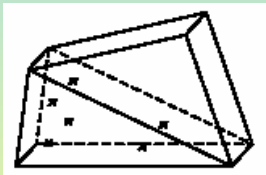
*PT 15 nút thành  
16 PT 3 nút*

# Lưới các phần tử

## 2. Bài toán 3D

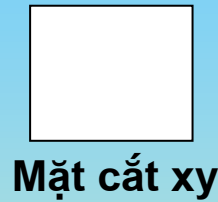
### **3D** MH 3D –Tunnel

Tạo chiều thứ 3 cho MH bằng "z-planes" và "slices"  
**Tự sinh lưới**

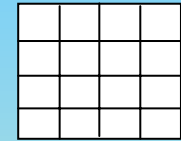


Tất cả 15 nút

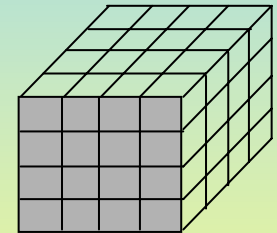
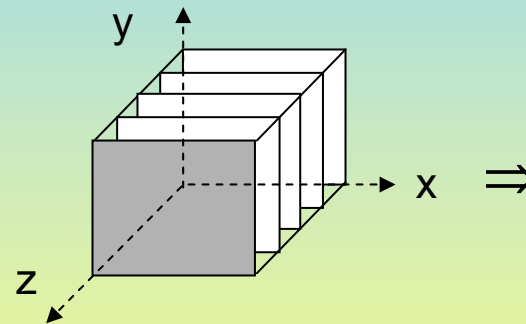
Dùng chung cho cả 3D Tun  
và 3D Found.



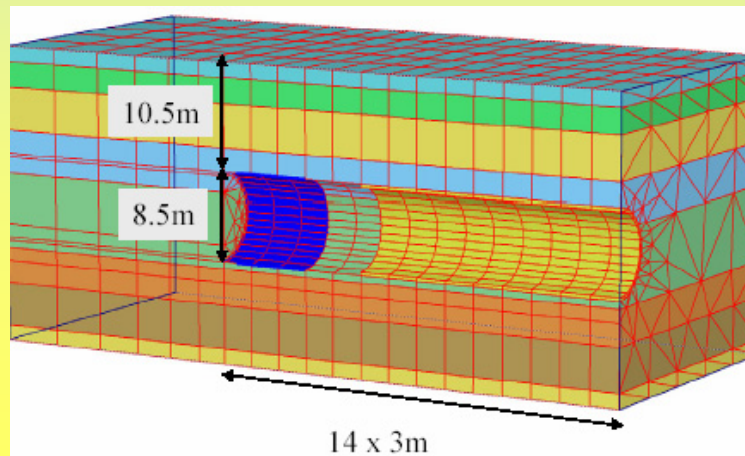
⇒  
tự sinh lưới



Lưới 2D

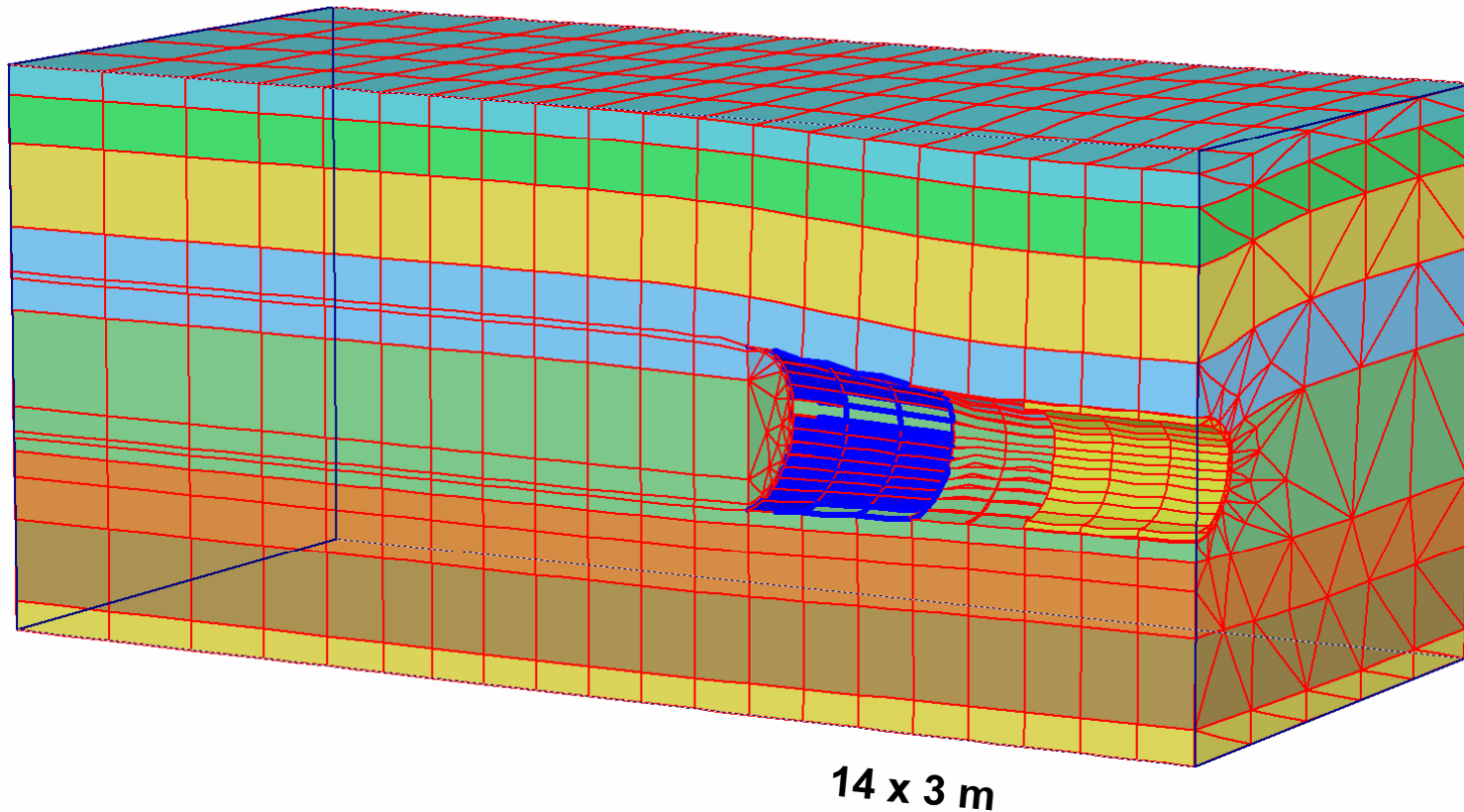


Lưới 3D



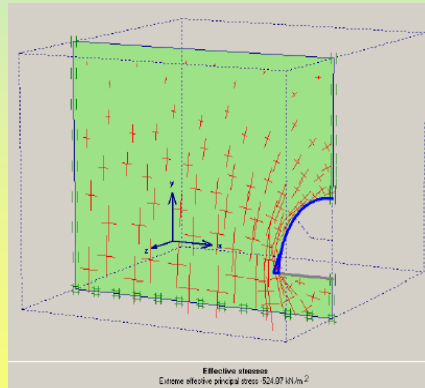
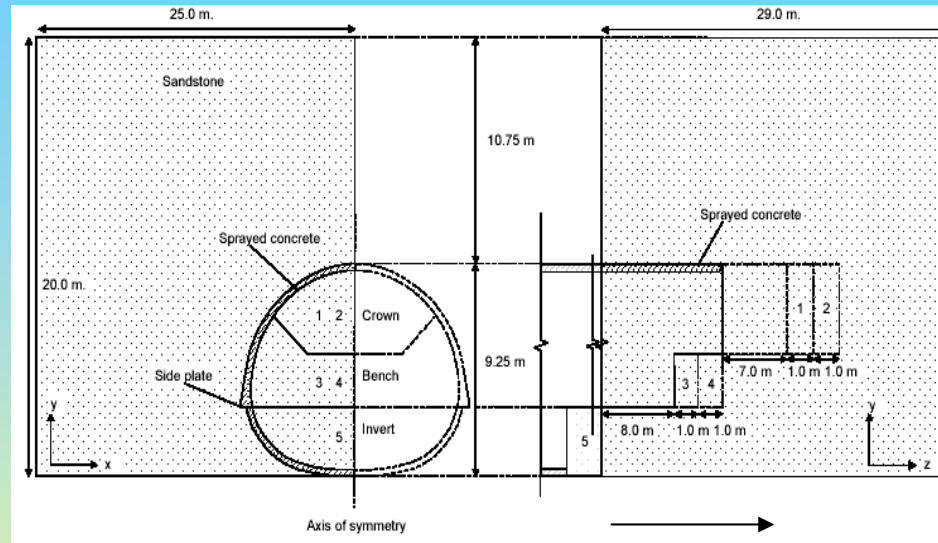


# Lưới biến dạng trong khi đào theo giai đoạn Hàm tiết diện tròn

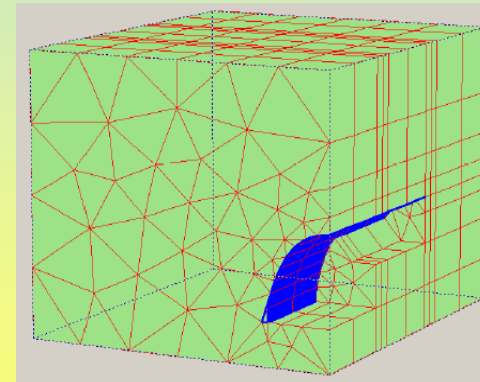


Movie: Lưới biến dạng  $\Rightarrow$  co bóp mặt cắt trong quá trình đào

# Lưới biến dạng trong khi đào theo giai đoạn Đường hầm NATM



Phân bố các ứng suất hiệu quả quanh đường hầm trên một mặt phẳng vuông góc với trục hầm

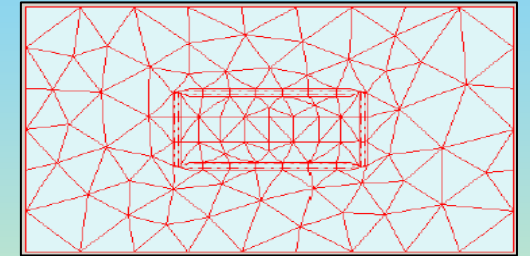
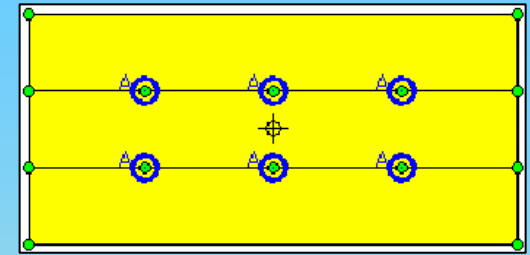
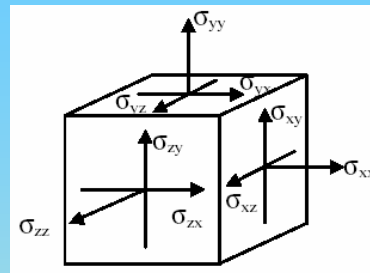
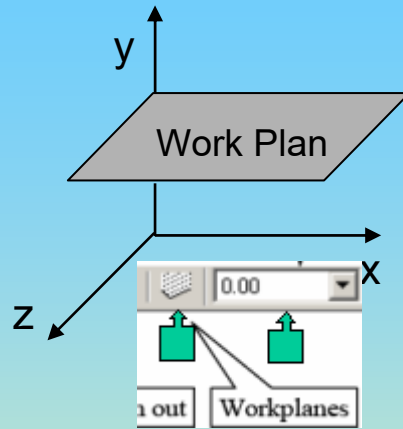
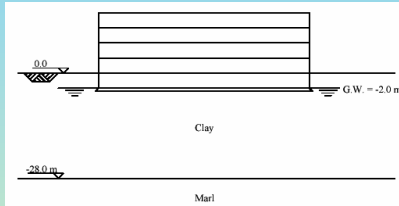
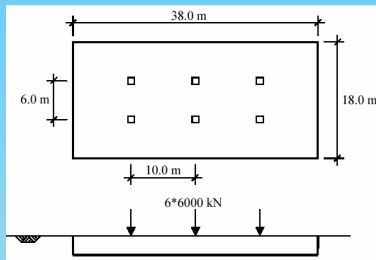


Lưới biến dạng và quá trình đào Đường hầm NATM (New Austrian Tunneling Method)<sup>33</sup>

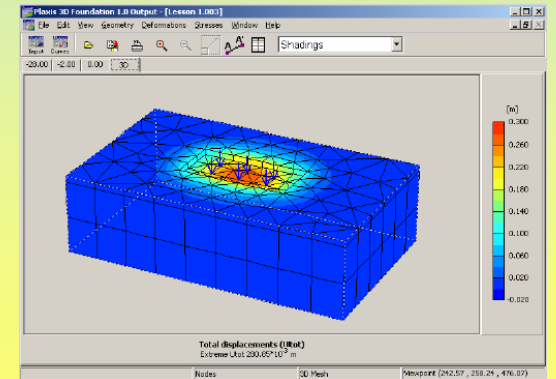
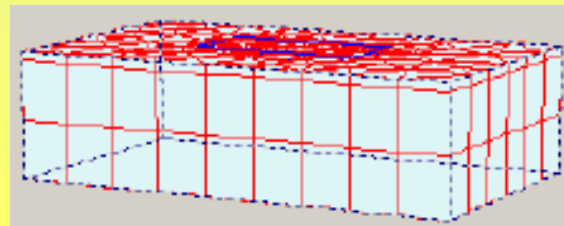
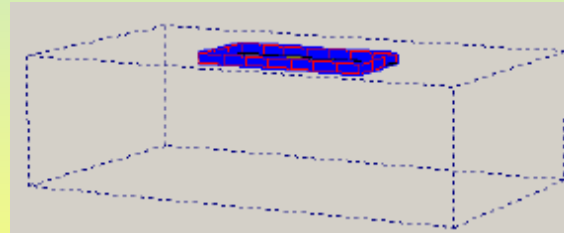
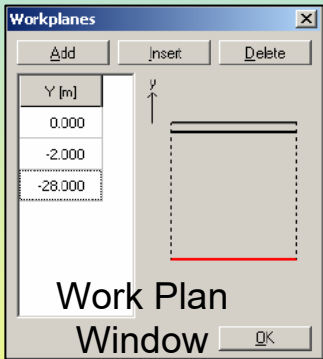
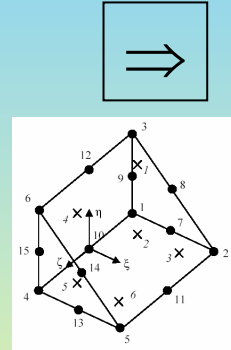




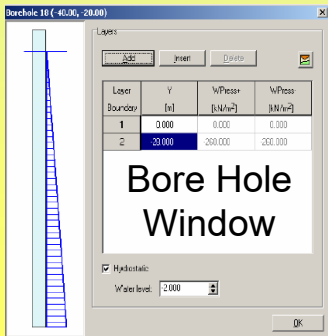
# MH 3D – Foundation



PT nôm 15 nút,  
6 điểm US



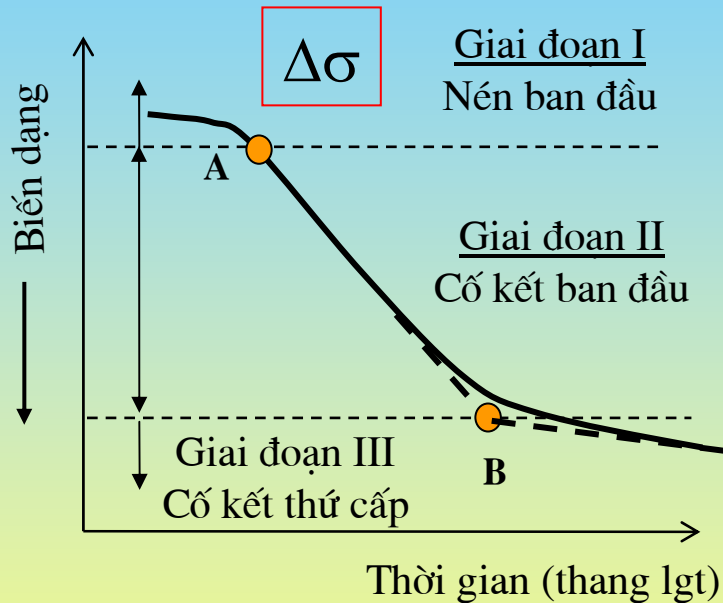
Shadings of total displacements



# B.3. MH tính chất và đặc điểm vật liệu

## 1. Nhắc lại một số khái niệm.

- Ba giai đoạn biến dạng theo t.gian của mẫu đất - TN oedômet



I. *Biến dạng tức thời*, chủ yếu do sự “bóp méo”, làm thay đổi h×nh dạng, không thay đổi thể tích và do sự thoát một phần khí khỏi lỗ rỗng của đất.

II. *Biến dạng cố kết thấm*, kiểm soát bởi tốc độ thoát nước dư trong lỗ rỗng của đất – quá tr×nh chuyển hoá từ ứng suất trung hoà sang ứng suất có hiệu quả - tới khi biến thiên áp suất lỗ rỗng bằng

không. Biến dạng cố kết thấm chiếm khoảng 90% tổng biến dạng có thể đối với đất hạt mịn.

III. *Biến dạng từ biến*, kiểm soát bởi sự trượt lên nhau giữa các hạt đất qua màng nước liên kết sau khi cố kết thấm kết thúc, tại áp suất hiệu quả không đổi

Tổng biến dạng

$$S = S_e + S_c + S_{cr}$$

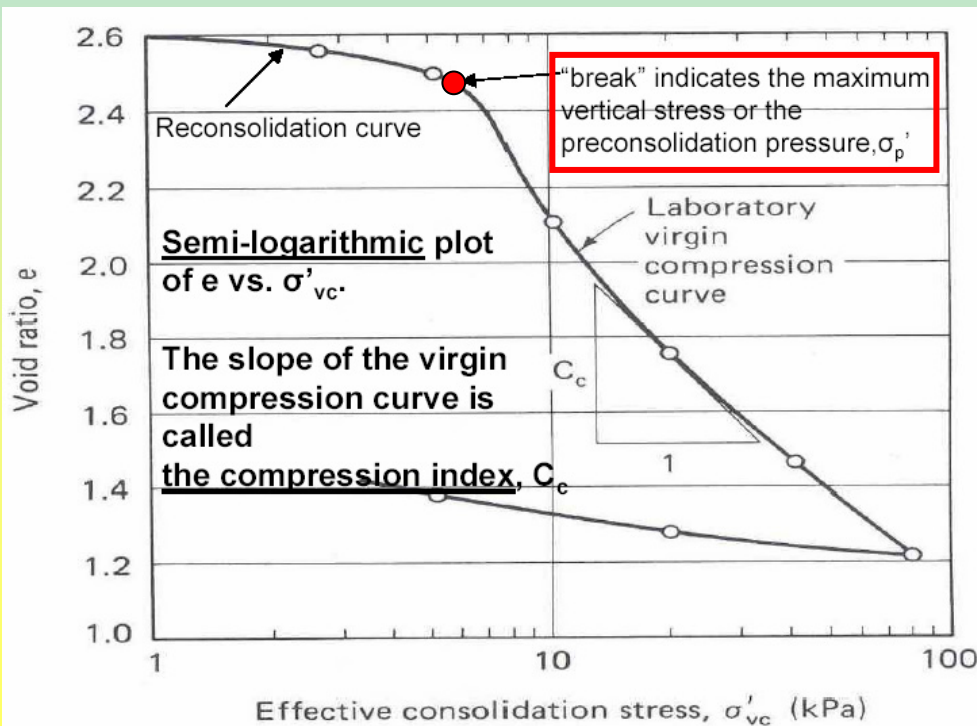
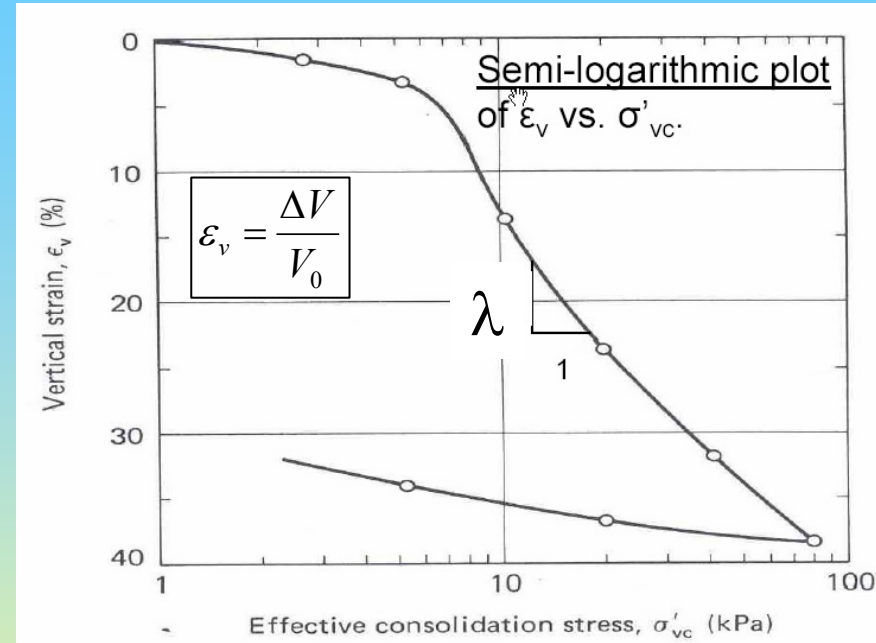
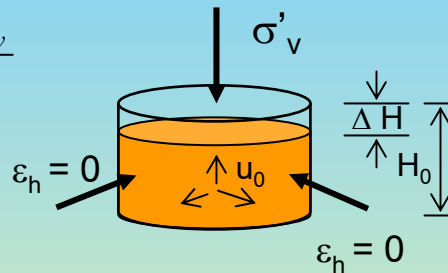
# • Biểu thị kết quả TN nén ôđômet theo bán lôgarit

$$C_c = \frac{-de}{d \log \sigma'_v} = \frac{e_1 - e_2}{\log \sigma'_2 - \log \sigma'_1} = \frac{\Delta e}{\log \frac{\sigma'_2}{\sigma'_1}}$$

$$\sigma'_2 = \sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v$$

$$s_c = C_c \frac{H_0}{1+e_0} \log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

$C_c$  - chỉ số nén



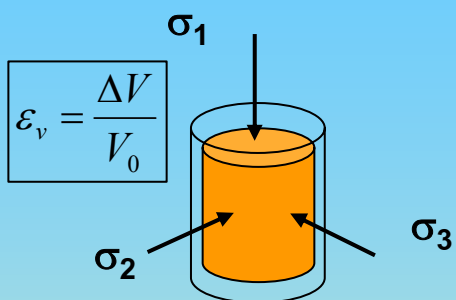
$$\lambda = \frac{\Delta \epsilon_v}{\log \frac{\sigma'_2}{\sigma'_1}}$$

$$s_c = \lambda \cdot H_0 \log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

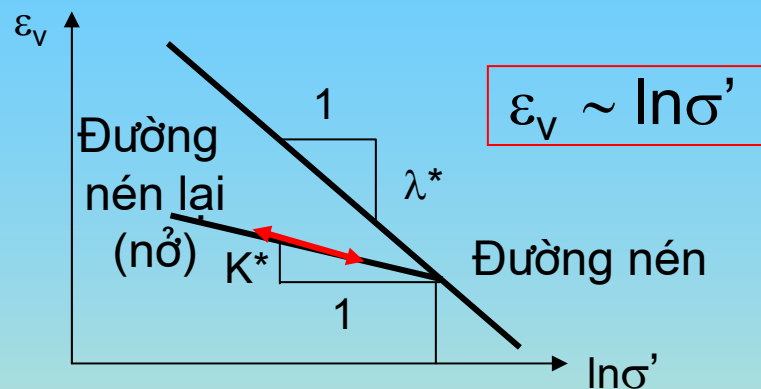
$$\lambda = \frac{C_c}{1+e_0}$$

$\lambda$  - chỉ số nén thể tích

# • Biểu thị kết quả TN nén ba trục đẳng hướng



$$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$$



Xác định  $\lambda^*$  và  $k^*$  cải biên theo các cách viết khác nhau

Cam-clay:  $\lambda^* = \frac{\lambda}{1+e}$   $k^* = \frac{k}{1+e}$

Quốc tế:  $\lambda^* = \frac{C_c}{2.3(1+e_0)}$   $k^* = \frac{C_s}{2.3(1+e_0)}$

$\lambda^*$  - HS nén cải biên

$k^*$  - HS nén lại (nở) cải biên

$$\text{Ln}(x) = \text{Ln}(10) \log_{10}(x) \Rightarrow \log_{10}(x) = \text{Ln}(x) / \text{Ln}(10) \text{ vì } \text{Ln}10 = 2.3$$

## 2. Các MH tính chất vật liệu

### 2.1. Sàn hồi tuyến tính đẳng hướng [BD tuyến tính đẳng hướng]

QH tốc độ VS hiệu quả và tốc độ biến dạng:

$$\underline{\dot{\sigma}} = \underline{\underline{M}} \underline{\dot{\varepsilon}}$$

Trong đó: M – ma trận cứng, và *không tồn tại áp lực lỗ rỗng*:

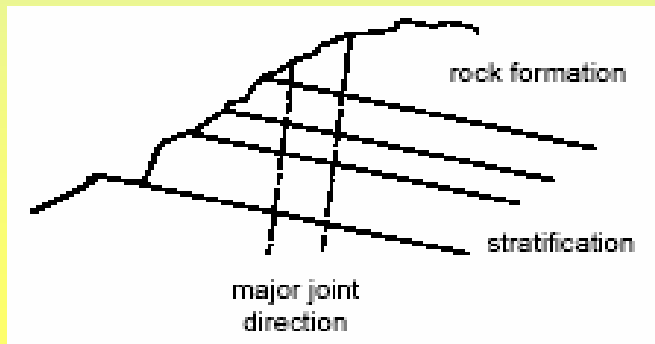
$$\begin{bmatrix} \dot{\sigma}_{xx} \\ \dot{\sigma}_{yy} \\ \dot{\sigma}_{zz} \\ \dot{\sigma}_{xy} \\ \dot{\sigma}_{yz} \\ \dot{\sigma}_{zx} \end{bmatrix} = \frac{E}{(1-2\nu')(1+\nu')} \begin{bmatrix} 1-\nu' & \nu' & \nu' & 0 & 0 & 0 \\ \nu' & 1-\nu' & \nu' & 0 & 0 & 0 \\ \nu' & \nu' & 1-\nu' & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2}-\nu' & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2}-\nu' & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2}-\nu' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{\varepsilon}_{xx} \\ \dot{\varepsilon}_{yy} \\ \dot{\varepsilon}_{zz} \\ \dot{\gamma}_{xy} \\ \dot{\gamma}_{yz} \\ \dot{\gamma}_{zx} \end{bmatrix}$$

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

$$E_{oed} = \frac{(1-\nu)E}{(1-2\nu)(1+\nu)}$$

$$K = \frac{E}{3(1-2\nu)}$$

### 2.2. Sàn hồi tuyến tính bất đẳng hướng – MH đá phân tầng

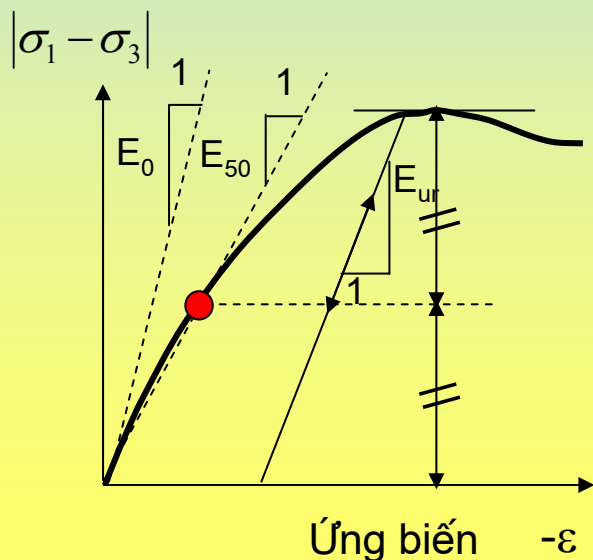
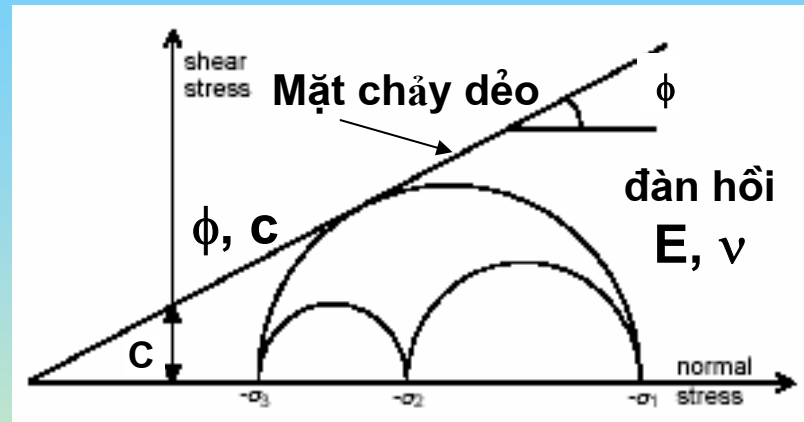
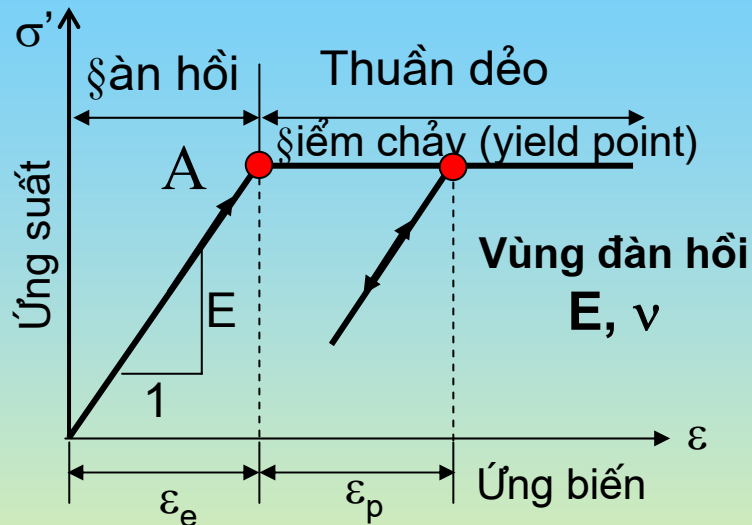


- Theo nguyên tắc, các PT VS, biến dạng trên được viết theo ba hướng với các đặc trưng vật liệu theo ba hướng;

- Khối đá bất đẳng hướng:  $E_1, E_2, \nu_1, \nu_2, G_2; c_i, \phi_i, \psi_i$  và VS kéo giới hạn.

# MH tính chất vật liệu trong PLAXIS

## 2.3. Sàn dẻo (Mohr-Coulomb - MC) – 5 thông số MH: $E$ , $\nu$ ; $\phi$ , $c$ , $\psi$

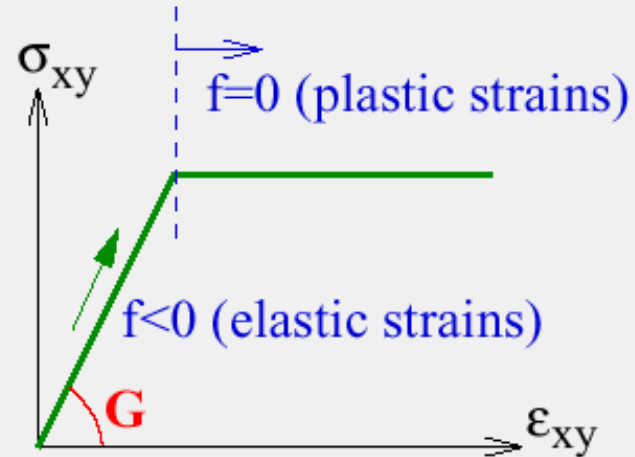
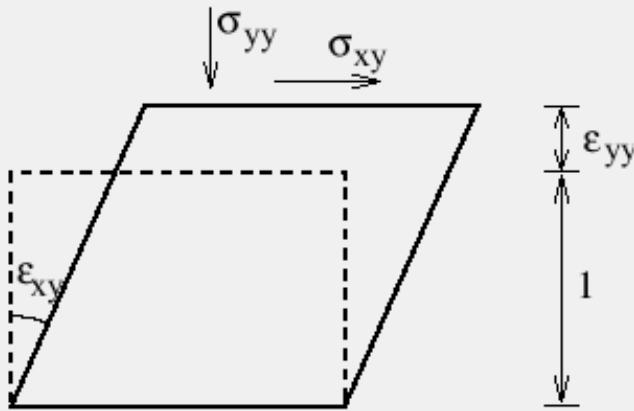


- Chọn  $E$ : - Phạm vi đàn hồi rộng, dùng  $E_0$
- Khi gia tải trên đất: dùng  $E_{50}$
- Khi nén lại (đào tunen, hố đào):  $E_{ur}$
- Xét đặc tính quá nén, điều kiện ban đầu khi phân tích biến dạng và xét sự tăng độ cứng và độ bền dính  $c$  theo chiều sâu



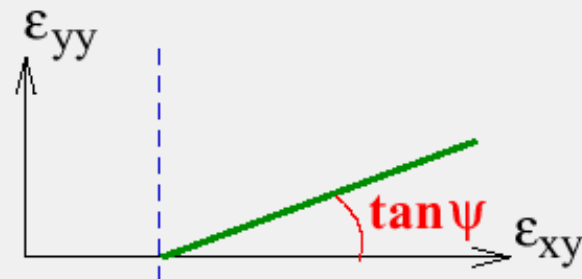
# MH Mohr – Coulomb

## Simple shear test (drained)



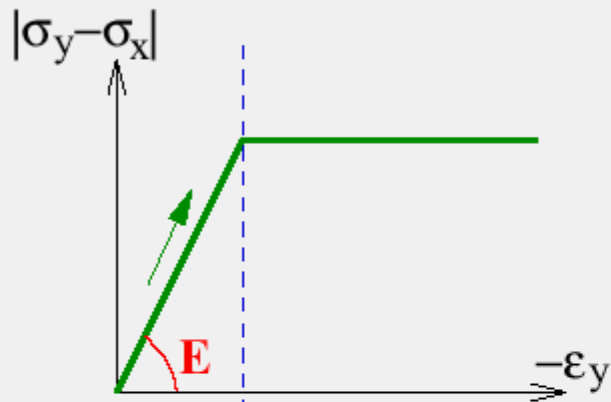
$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)}$$

$$\tan \psi = \frac{\Delta \epsilon_{yy}}{\Delta \epsilon_{xy}}$$

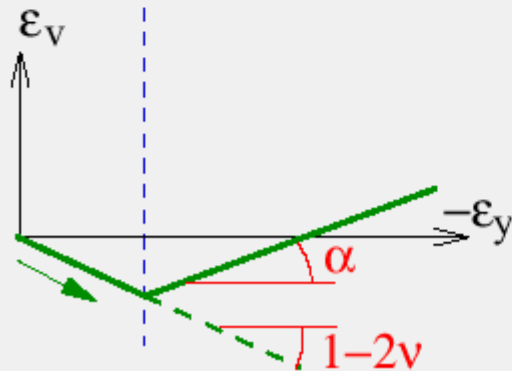


# MH Mohr – Coulomb

## Triaxial test (drained)



$$E = \frac{\Delta |\sigma_y - \sigma_x|}{\Delta |\epsilon_y|} = 2G(1 + \nu)$$



$$\epsilon_v = 2\epsilon_x + \epsilon_y$$

$$\tan \alpha = \frac{2 \sin \psi}{1 - \sin \psi}$$

# MH tính chất vật liệu trong PLAXIS

Cửa sổ cho các thông số  
MH MC

$E_{50}^{ref}$  TN nén ba trục

$E_{oed}$  TN Oeđômet

Mohr-Coulomb - 3DF - Lesson 1 - Lacustrine Clay

General Parameters Interfaces

Stiffness

$E_{ref}$  : 3000.000 kN/m<sup>2</sup>

$\nu$  (nu) : 0.300

Strength

$C_{ref}$  : 10.000

$\phi$  (phi) : 30.000

$\psi$  (psi) : 0.000

Alternatives

$G_{ref}$  : 1153.846 kN/m<sup>2</sup>

$E_{oed}$  : 4038.000 kN/m<sup>2</sup>

Advanced...

Next Ok Cancel

**Basic parameters**

Advanced parameters Mohr-Coulomb

Stiffness

$E_{increment}$  : 0.000 kN/m<sup>2</sup>/m

$Y_{ref}$  : 0.000 m

Strength

$C_{increment}$  : 0.000 kN/m<sup>2</sup>/m

$Y_{ref}$  : 0.000 m

Tension cut off

Tensile strength : 0.000 kN/m<sup>2</sup>

Undrained behaviour

Standard settings

Manual settings

Skempton-B : 0.978

$\nu_u$  : 0.495

$K_{v,rel} / n$  : 1.125E+05 kN/m<sup>2</sup>

Consolidation

$C_{v,ref}$  : N/A m<sup>2</sup>/day

$C_{v,rel} = \frac{k_y \cdot E_{ced}}{\gamma_w}$

OK Cancel Default

**Advance parameters**

$$E_{oed} = \frac{2G(1-\nu)}{1-2\nu}$$

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

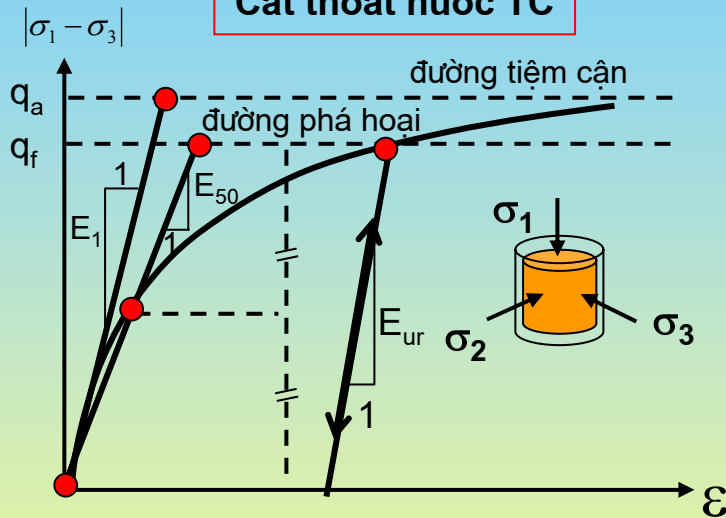
$$E_{oed} = \frac{(1-\nu)E}{(1-2\nu)(1+\nu)}$$

# MH tính chất vật liệu trong PLAXIS

## 2.4. Hardening Soil M (HS) [isotropic hardening]

US lệtch

KQTN nén ba trục  
Cắt thoát nước TC



• Quan hệ  $q = \sigma_1 - \sigma_3 \approx \varepsilon$  (đường cong)

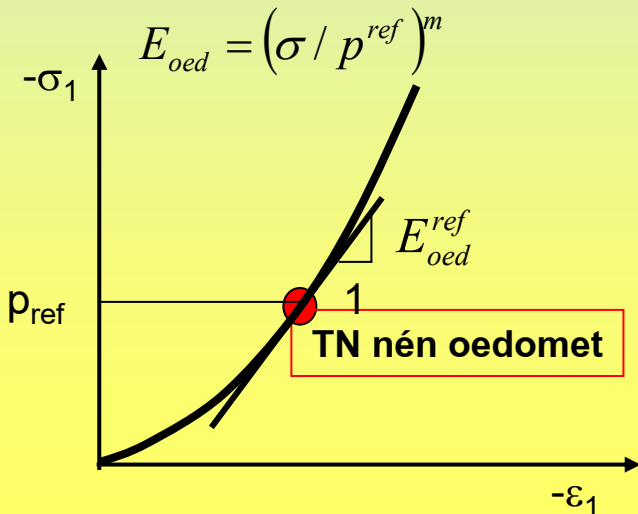
• Các đặc trưng vật liệu  $c, \phi, \Psi$

$$M \approx 0,5, \quad E_{50}^{ref}, \quad E_{oed}^{ref}, \quad E_{ur}^{ref} = 3E_{50}^{ref} \quad \nu_{ur} = 0.2$$

$$p_{ref} = 100 \text{ đv US}, \quad K_0^{nc} = 1 - \sin \phi$$

$$R_f = q_f / q_a \quad (R_f = 0,9) - \text{hệ số phá hoại}$$

$$\sigma_{\text{tension}} = 0, \quad c_{\text{increment}} = 0$$



$$E_{oed}^{ref} = \frac{p^{ref}}{\lambda^*} \quad \text{với} \quad \lambda^* = \frac{\lambda}{(1+e)}$$

$$E_{ur}^{ref} = \frac{2p^{ref}}{k^*} \quad \text{với} \quad k^* = \frac{k}{(1+e)}$$

# Cửa sổ cho các thông số MH HS

**Hardening soil model - <NoName>**

General Parameters Interfaces

Stiffness

$E_{50}^{ref}$  : 2.400E+04 kN/m<sup>2</sup>

$E_{oed}^{ref}$  : 2.000E+04 kN/m<sup>2</sup>

$E_{ur}^{ref}$  : 6.000E+04 kN/m<sup>2</sup>

power (m) : 0.500

Strength

$c_{ref}$  : 1.000

$\varphi$  (phi) : 32.000

$\psi$  (psi) : 2.000 °

Alternatives

Use alternatives

$C_c$  : 0.0172

$C_s$  : 0.0052

$e_{init}$  : 0.5000

Advanced...

Next Ok Cancel

## Basic parameters

**Advanced parameters Hardening Soil**

Stiffness

$\nu_{ur}$  (nu) : 0.200

$p^{ref}$  : 100.000 kN/m<sup>2</sup>

$K_0^{ref}$  : 0.470

Strength

$c_{increment}$  : 0.000 kN/m<sup>3</sup>

$\gamma_{ref}$  : 0.000 m

$R_f$  : 0.900

Tension cut off

Tensile strength : 0.000 kN/m<sup>2</sup>

Undrained behaviour

Standard settings

Manual settings

Skempton-B : 0.987

$\nu_u$  : 0.495

$K_w^{ref}$  : 0.000 kN/m<sup>2</sup>

**Advance parameters**

Ok Cancel Default

$$E_{oed} = \frac{2G(1-\nu)}{1-2\nu}$$

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

$$E_{oed} = \frac{(1-\nu)E}{(1-2\nu)(1+\nu)}$$

# MH tính chất vật liệu trong PLAXIS

## \* Các PT về từ biến theo thí nghiệm oedômet

- Buisman (1936):  $\varepsilon = \varepsilon_c - C_B \log \left[ \frac{t}{t_c} \right] \Rightarrow \varepsilon = \varepsilon_c - C_B \log \left( \frac{t_c + t'}{t_c} \right)$   $\left\{ \begin{array}{l} \text{với } t > t_c \\ \text{và } t' > 0 \end{array} \right.$

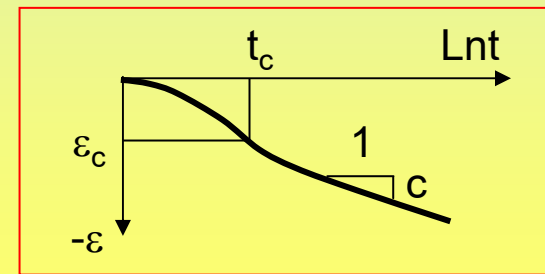
↓  
Biến dạng cố kết thắm

- Bjerrum (1967) & Garlanger (1972):  $e = e_c - C_\alpha \log \left( \frac{\tau_c + t'}{\tau_c} \right)$   $\left\{ \begin{array}{l} e - \text{HS rỗng} \\ C_\alpha = C_B(1+e_0) \\ t' > 0 \end{array} \right.$

- Butterfield (1979) & Den Haan (1994):  $\varepsilon^H = \varepsilon_c^H - C \ln \frac{\tau_c + t'}{\tau_c}$

Trong đó:  $\varepsilon^H = \ln \left( \frac{V}{V_0} \right) = \ln \left( \frac{1+e}{1+e_0} \right)$

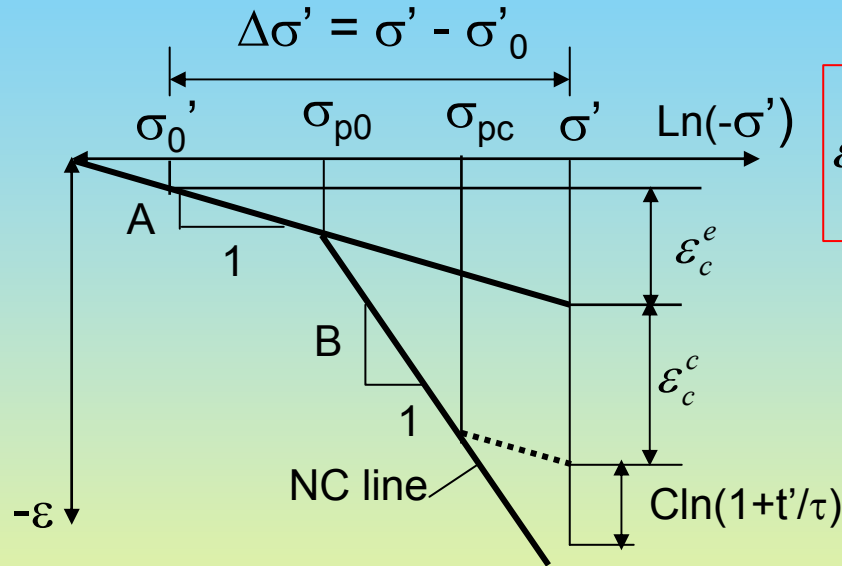
Khi biến dạng nhỏ:  $C = \frac{C_\alpha}{(1+e_0) \cdot \ln 10} = \frac{C_B}{\ln 10}$



# MH tính chất vật liệu trong PLAXIS

## 2.5. Soft-soil-creep M (SSC) [đất sét, bụi cố kết thông thường, bùn]

*PT từ biến (nén oedômet)*



$$\varepsilon = \varepsilon^e + \varepsilon^c = -A \ln \frac{\sigma'}{\sigma_0'} - B \ln \frac{\sigma_{pc}}{\sigma_{p0}} - C \ln \left( \frac{\tau_c + t'}{\tau_c} \right)$$

$\varepsilon$  - logarit tổng biến dạng

$\sigma_0', \sigma'$  - ỨS hiệu quả ban đầu và cuối cùng sau gia tải

$\sigma_{p0}, \sigma_{pc}$  - AS tiền cố kết ứng với trước gia tải và cuối sau cố kết thắm

$C_r$  – swelling Index;

$C_c$  – compression Index

$$A = \frac{C_r}{(1+e_0). \ln 10} = \frac{C_r}{2.3(1+e_0)}$$

$$B = \frac{(C_c - C_r)}{(1+e_0). \ln 10} = \frac{(C_c - C_r)}{2.3(1+e_0)}$$

$$C = \frac{C_\alpha}{(1+e_0). \ln 10} = \frac{C_B}{2.3}$$

# Cửa sổ cho các thông số MH SSC

**Advanced parameters Soft Soil Creep**

Cap

$v_{ur}$  (ru) : 0.150

$K_0^{nc}$  : 0.703

M : 1.031

---

Undrained behaviour

Standard settings **Advance parameters**

Manual settings

Skempton-B : 0.989

$v_u$  : 0.495

$K_w^{ref}$  : 4500.000 kN/m<sup>2</sup>

OK Cancel Default

**Soft soil creep model - <NoName>**

General Parameters Interfaces

Stiffness

$\lambda^*$  (lambda\*) : 0.100

$\kappa^*$  (kappa\*) : 0.020

$\mu^*$  (mu\*) : 5.000E-03

Strength

c : 2.000 kN/m<sup>2</sup>

$\phi$  (phi) : 26.000 °

$\psi$  (psi) : 0.000 °

Alternatives

Use alternatives

$C_c$  : 0.3450

$C_s$  : 0.0345

$C_\alpha$  : 0.0173

$e_{init}$  : 0.5000

Advanced..

Next Ok Cancel

**Basic parameters**

$$\lambda^* = \frac{C_c}{(1+e_0) \cdot \ln 10} = \frac{C_c}{2.3(1+e_0)}$$

$$k^* = \frac{C_\alpha}{(1+e_0) \cdot \ln 10} = \frac{C_s}{2.3(1+e_0)}$$

$$\mu^* = \frac{C_\alpha}{2.3(1+e_0)}$$



# Tóm tắt các thông số mô hình dùng trong Plaxis

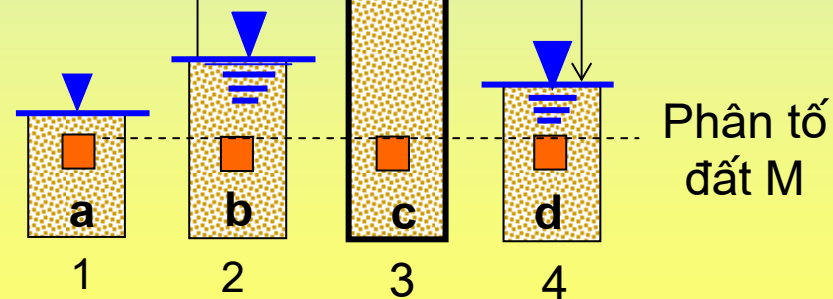
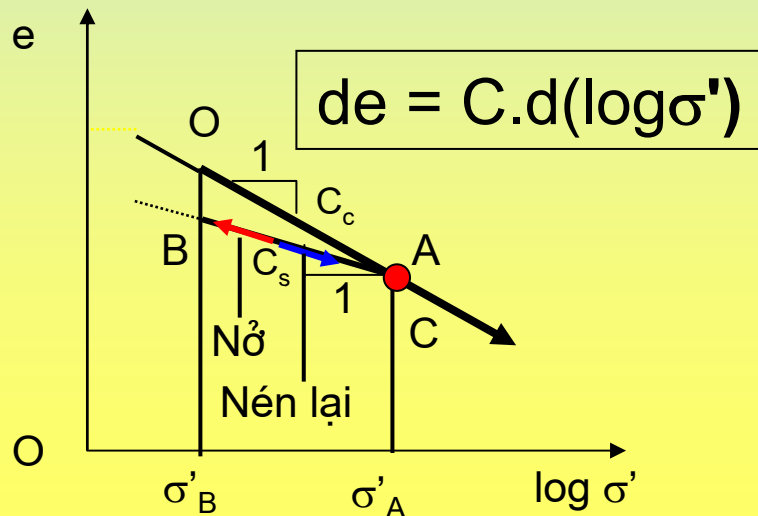
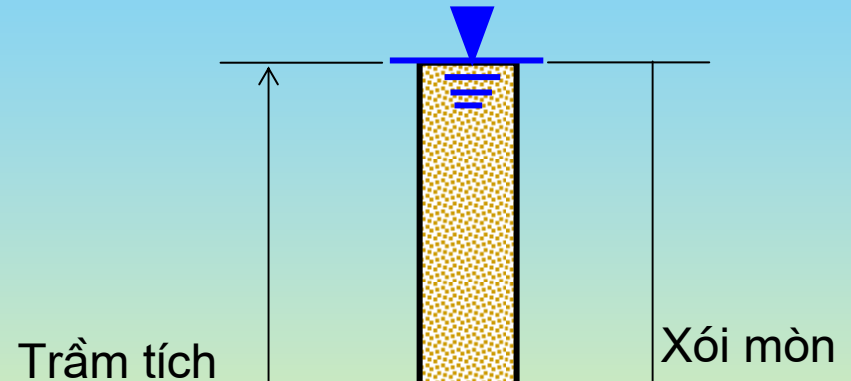
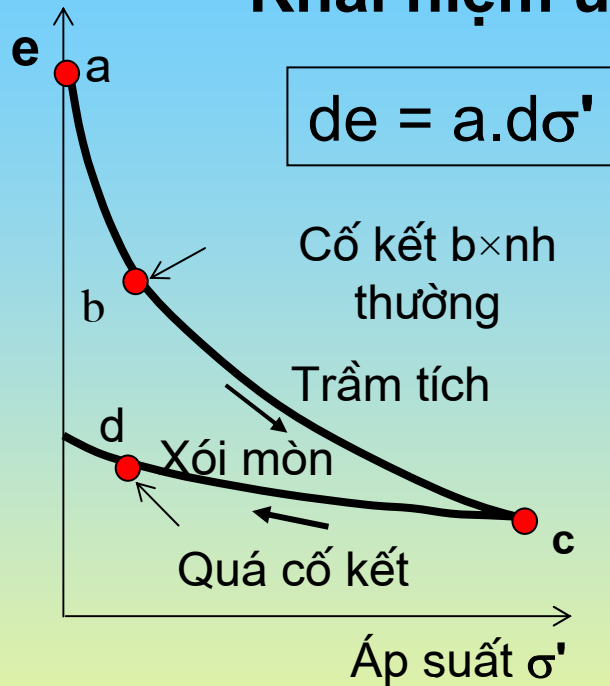
Thông số Mô hình	Độ bền			Độ cứng						
	$\phi$ (độ)	c (kPa)	$\Psi$ (độ)	$\nu$ (-)	$E_{oed}$ (kPa)	$E_{50}^{ref}$ (kPa)	m (-)	$\lambda^*$ (-)	$k^*$ (-)	$\mu^*$ (-)
Linear Elastic M				X	X	X				
Mohr Coulomb M	X	X	X	X	(X)	X				
Hardening soil M	X	X	X	X	X	X	X			
Soft Soil Creep M	X	X	X	X				X	X	X
Soft Soil (Cam Clay)	X	X	X	X				X	X	

# Ứng dụng các MH vật liệu

Phạm vi áp dụng	Mô hình vật liệu			
	Mohr Coulomb M	Hardening Soil M	Soft Soil Creep M	Soft Soil M
Khối đắp		X	X	X
Hố đào		X		
Tunen		X	X	
Tính lún			X	X
TN Oedomet			X	X
TN nén ba trục		X	X	X
Phụ thuộc thời gian (Creep)	X		X	

# MH đặc điểm và điều kiện làm việc của vật liệu

\* Khái niệm ứng suất lịch sử hiện trường



# MH đặc điểm và điều kiện làm việc của vật liệu

## Lịch sử cố kết của đất

*Soils have a “memory” of the stress and other changes that have occurred during their history, and these changes are preserved in the soil structure (Casagrande, 1932).*

- Hệ số quá cố kết (over consolidated ratio)  $OCR = \frac{\sigma'_p}{\sigma'_{v0}}$

OCR = 1 – Cố kết thông thường (normally consolidated) [NC]

OCR > 1 – Quá cố kết (overly consolidated) [OC]

OCR < 1 – Chưa nén tới (under consolidated) [chưa đạt cân bằng dưới tác dụng tầng phủ ]

# MH đặc điểm và điều kiện làm việc của vật liệu

## Cơ chế gây tiền cố kết

**TABLE 8-1 Mechanisms Causing Preconsolidation\***

Mechanism	Remarks and References
Change in total stress due to: Removal of overburden Past structures Glaciation	Geologic erosion or excavation by man
Change in pore water pressure due to: Change in water table elevation Artesian pressures Deep pumping; flow into tunnels Desiccation due to surface drying Desiccation due to plant life	Kenney (1964) gives sea level changes Common in glaciated areas Common in many cities May have occurred during deposition May have occurred during deposition
Change in soil structure due to: Secondary compression (aging)†	Raju (1956) Leonards and Ramiah (1959) Leonards and Altschaeffl (1964) Bjerrum (1967, 1972)
Environmental changes such as pH, temper- ature, and salt concentration	Lambe (1958a and b)
Chemical alterations due to "weathering," precipitation, cementing agents, ion ex- change	Bjerrum (1967)
Change of strain rate on loading‡	Lowe (1974)

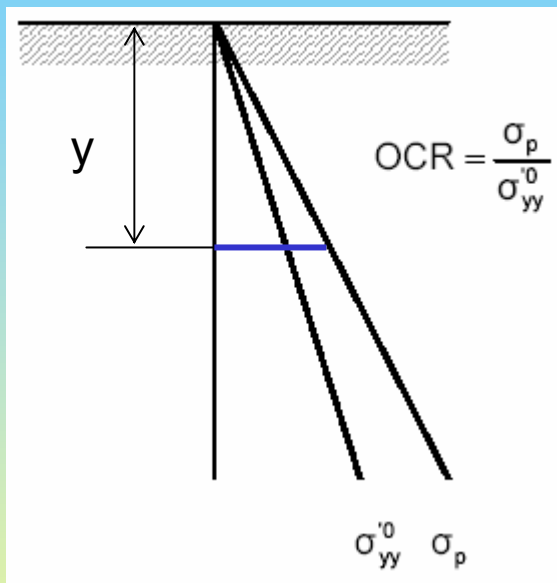
\* After Brumund, Jonas, and Ladd (1976).

† The magnitude of  $\sigma'_p/\sigma'_{v0}$  related to secondary compression for mature natural deposits of highly plastic clays may reach values of 1.9 or higher.

‡ Further research is needed to determine whether this mechanism should take the place of secondary compression.

# MH đặc điểm và điều kiện làm việc của vật liệu

- Initial Preconsolidation Stress  $\Rightarrow$  *Advance Model*

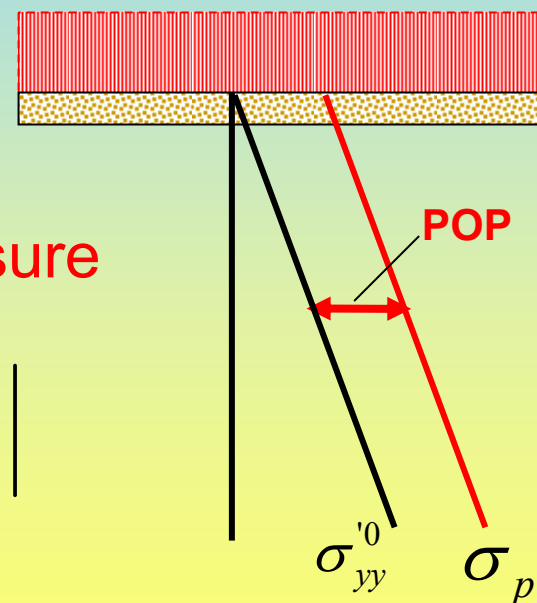


Over Consolidation Ratio

$$OCR = \frac{\sigma_p}{\sigma'_{yy}}$$

Pre-Overburden Pressure

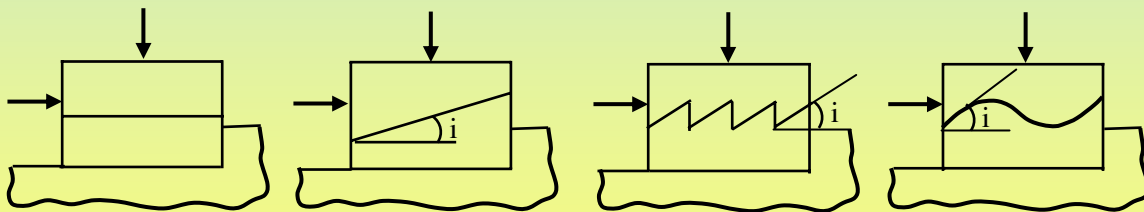
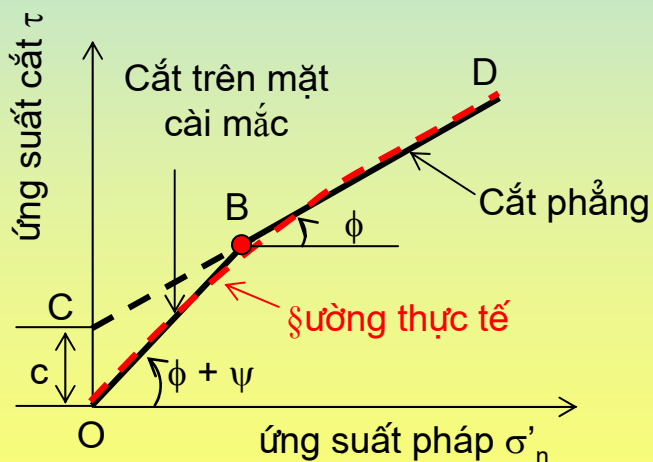
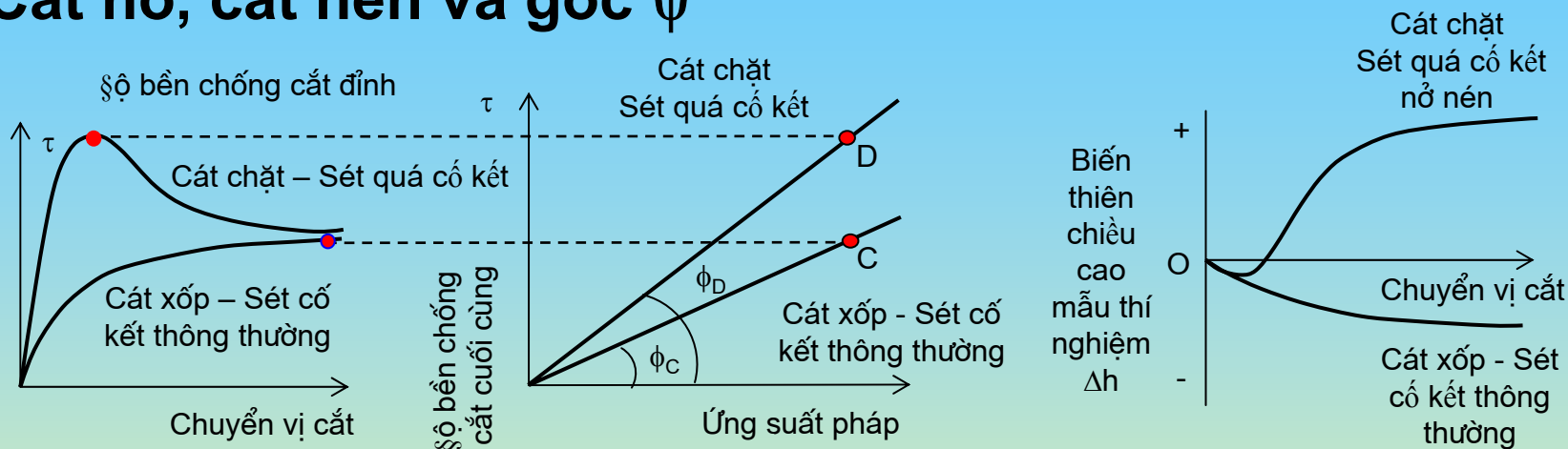
$$POP = \left| \sigma_p - \sigma'_{yy} \right|$$



Dùng cho MH đất mềm yếu (từ biến) và MH đất tăng bền

# MH đặc điểm và điều kiện làm việc của vật liệu

## • Cắt nở, cắt nén và góc $\psi$

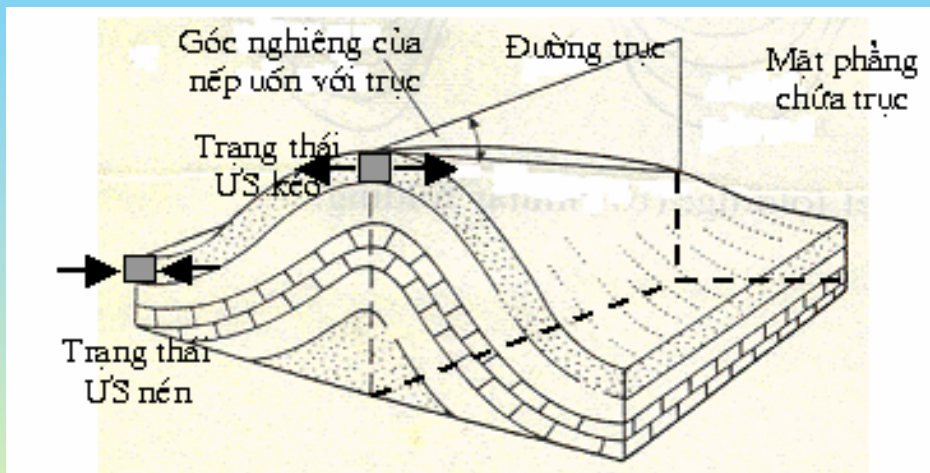


Thường  $\psi < \phi$ . Plaxis lấy  $\psi = \phi - 30^\circ$  cho cát thạch anh.  
Chỉ dùng cho cát chặt hoặc đất dính quá cố kết

# MH đặc điểm và điều kiện làm việc của vật liệu

## • Hệ số áp lực hông $K_0$ và Initial stress

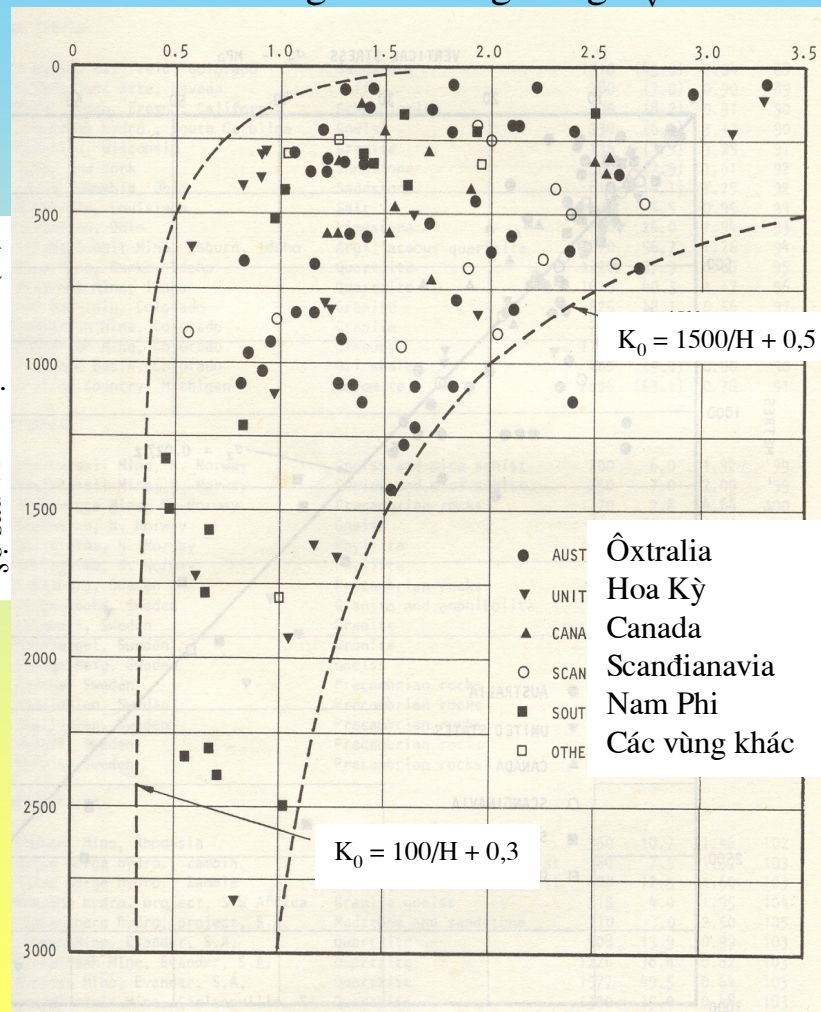
$$K_0 = \frac{\text{ứng suất trung bình nằm ngang } \sigma_{h \text{ tb}}}{\text{ứng suất thẳng đứng } \sigma_v}$$



$K_0$  tự nhiên và điều kiện hoạt động kiến tạo của quả đất

Địa kỹ thuật công trình  
Sổ tay Kỹ thuật Thủy lợi  
(Nhà XB Nông nghiệp 2006)

Số sâu dưới mặt đất H (m)





# MH đặc điểm và điều kiện làm việc của vật liệu

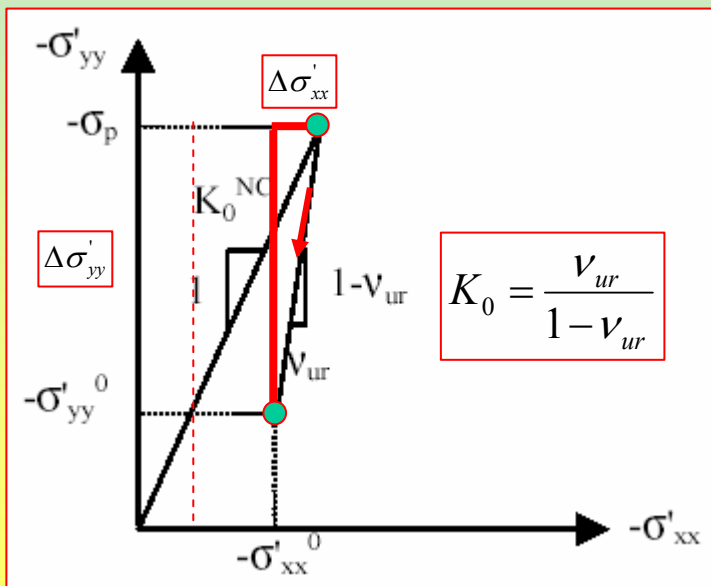
## • Hệ số áp lực hông $K_0$ và “Initial stress”

$$K_0^{NC} = \frac{\sigma'_3}{\sigma'_1} = \frac{\sigma'_3}{\sigma_p} \Rightarrow \sigma'_3 = \sigma'_2 = K_0^{NC} \sigma_p \left\{ \begin{array}{l} \bullet \text{ Hardening Soil: } K_0^{NC} = 1 - \sin \varphi \text{ Jaky} \\ \bullet \text{ Soft Soil Creep: sấp xỉ Jaky} \end{array} \right.$$

$K_0$  - Procedure: HS áp lực hông của “Overconsolidated Soil” lớn hơn cùng giá trị của “Normally Consolidated”:

$$K_0^{OC} > K_0^{NC}$$

Dùng “ $K_0$  - Procedure” xác định U.S ban đầu: TN nén một hướng



$$\frac{\Delta \sigma'_{xx}}{\Delta \sigma'_{yy}} = \frac{K_0^{NC} \sigma_p - \sigma'_{xx}{}^0}{\sigma_p - \sigma'_{yy}{}^0} = \frac{K_0^{NC} OCR - \sigma'_{xx}{}^0}{(OCR - 1) \sigma'_{yy}{}^0} = \frac{v_{ur}}{1 - v_{ur}}$$

$$\Rightarrow \frac{\sigma'_{xx}{}^0}{\sigma'_{yy}{}^0} = K_0^{NC} OCR - \frac{v_{ur}}{1 - v_{ur}} (OCR - 1)$$

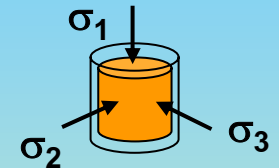
Chú ý: 1.  $v$  nhỏ  $\Rightarrow K_0$  lớn  $\Rightarrow$  đất quá nén;  
2. Trong điều kiện tự nhiên,  $K_0$  còn tùy thuộc điều kiện hoạt động kiến tạo của quả đất

# MH đặc điểm và điều kiện làm việc của vật liệu

\* Hai điều kiện và phân tích **drained / undrained**

- ĐK **undrained**, hình thành áp lực lỗ rỗng dư

$$\Delta u \neq 0, \Delta \sigma \neq \Delta \sigma'$$



- Khi* - tính thấm của vật liệu nhỏ và tốc độ gia tải nhanh  
- nước lỗ rỗng không kịp thoát ra hay chảy vào

- ĐK **drained**, không hình thành áp lực lỗ rỗng dư

$$\Delta u = 0, \Delta \sigma = \Delta \sigma'$$

*khi*

- tính thấm của vật liệu lớn và tốc độ gia tải chậm  
- nước lỗ rỗng có thể thoát ra hay chảy vào

# MH đặc điểm và điều kiện làm việc của vật liệu

\* Ví dụ (hố đào sâu)

Theo Vermeer & Meier (1998) – Nhân tố thời gian T

$T < 0.10$  ( $U < 10\%$ ) → undrained analysis

$T > 0.40$  ( $U > 70\%$ ) → drained analysis

$$T = \frac{k E_{\text{oed}}}{\gamma_w D^2} t$$

k = hệ số thấm

$E_{\text{oed}}$  = độ cứng nén đơn (ơđômet)

$\gamma_w$  = TL đơn vị của nước

D = chiều dài thoát nước

t = thời gian thi công

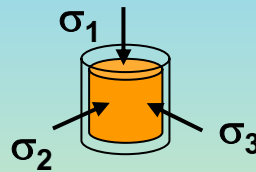
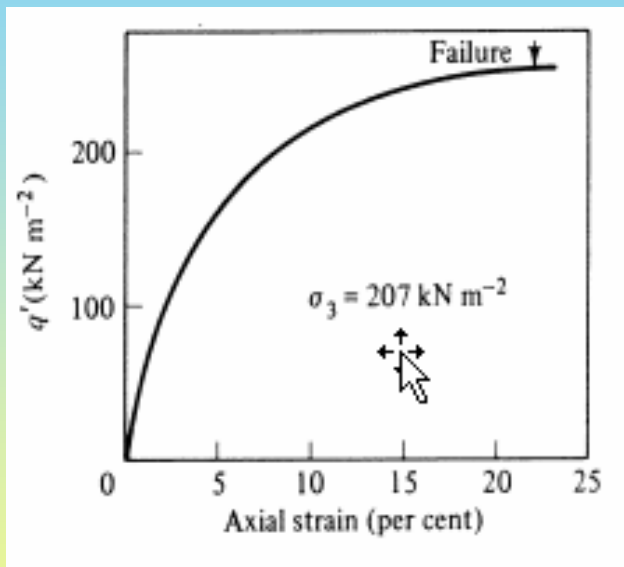
T = nhân tố thời gian

U = độ cố kết

# MH đặc điểm và điều kiện làm việc của vật liệu

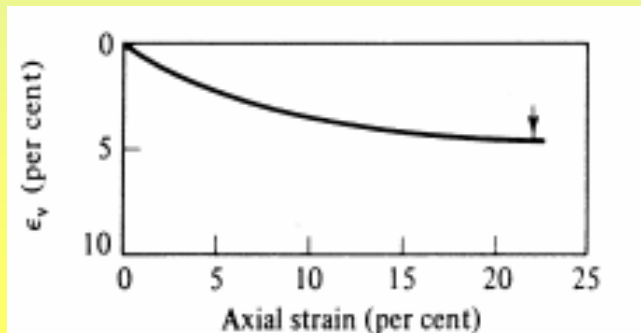
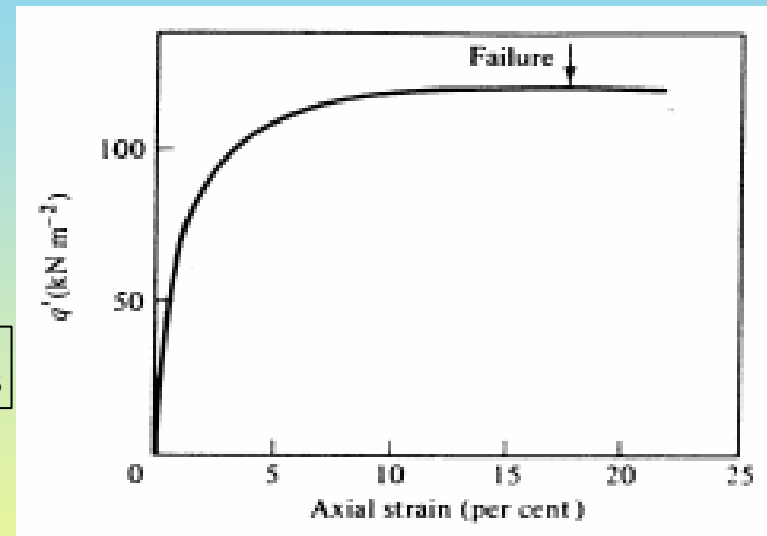
\* TN nén ba trục (đất NC)– drained / undrained

**drained**



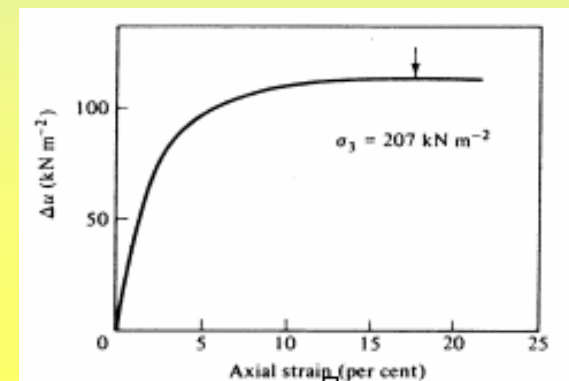
$$q = q' = \sigma'_1 - \sigma'_3$$

**undrained**



$$\epsilon_v = \frac{\Delta V}{V_0}$$

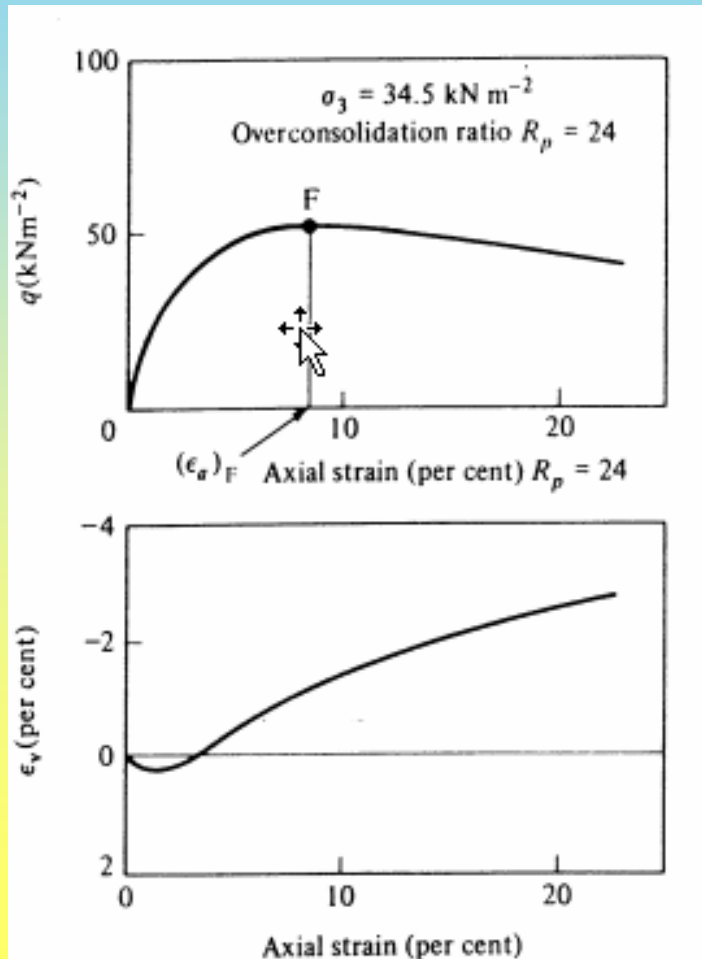
$$\epsilon_v = \epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3$$



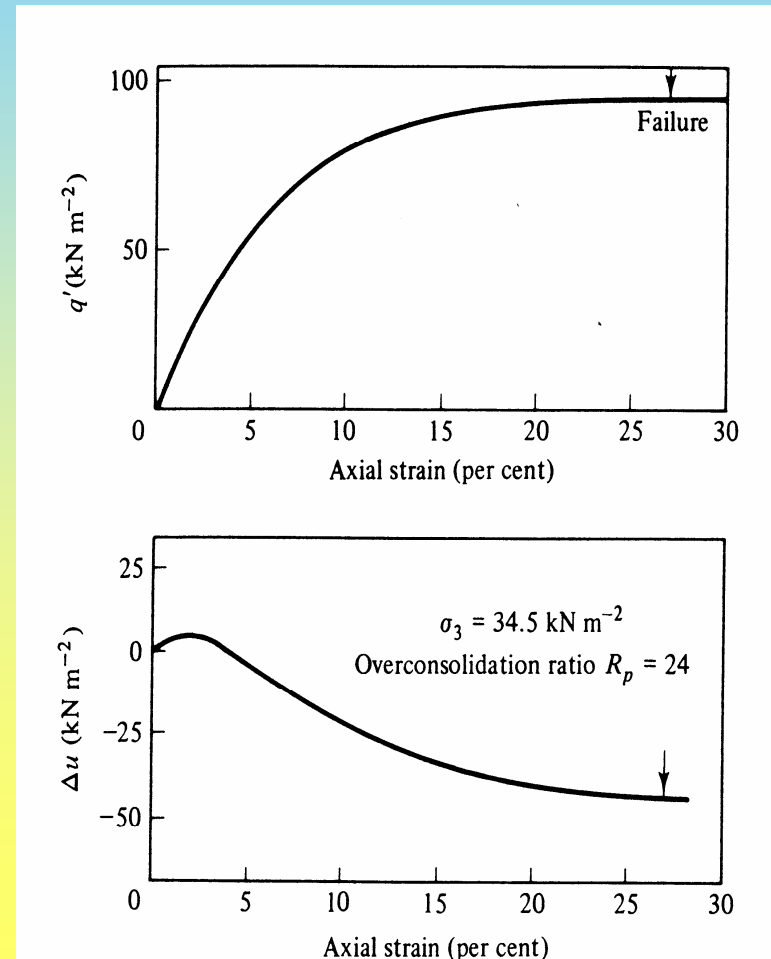
# MH đặc điểm và điều kiện làm việc của vật liệu

\* TN nén ba trục (đất OC) – drained / undrained

**drained**

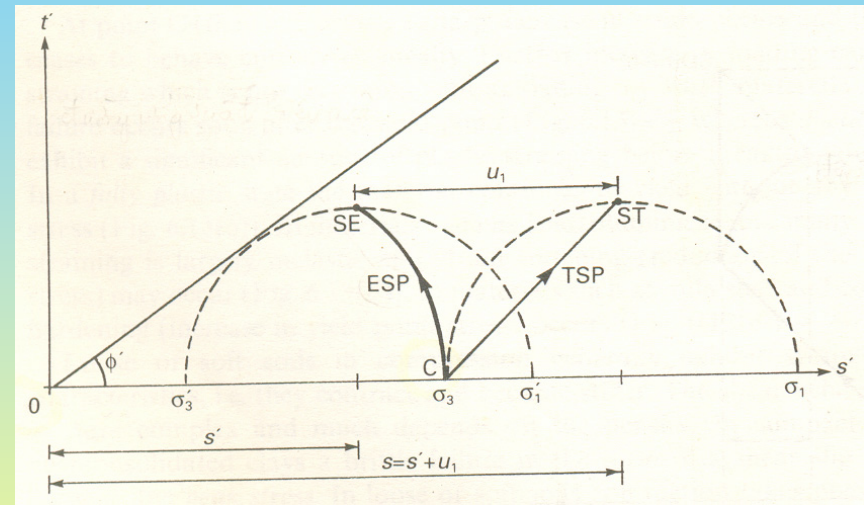
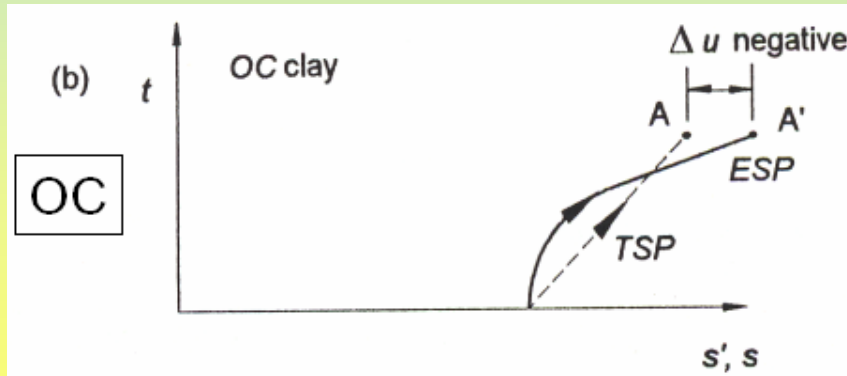
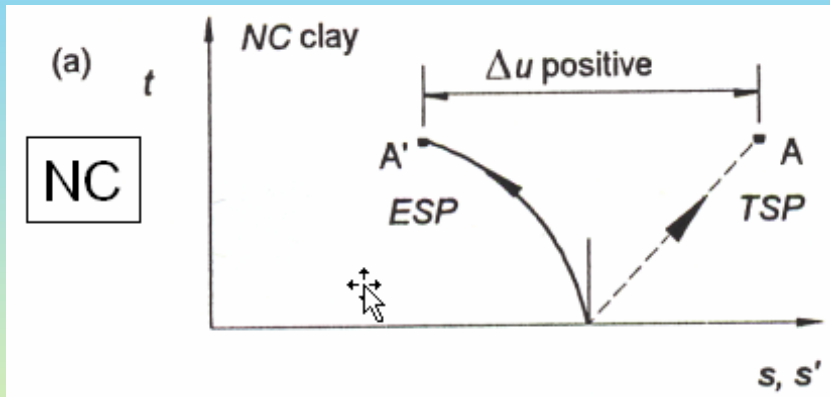


**undrained**



# MH đặc điểm và điều kiện làm việc của vật liệu

\* Các đường ứng suất trong TN nén ba trục undrained



$$t = t' = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{2}$$

$$s = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}$$

$$s' = \frac{\sigma'_1 + \sigma'_3}{2}$$

ESP – effective stress path  
TSP – total stress path

# MH đặc điểm và điều kiện làm việc của vật liệu

\* Thông số Skempton's A and B

$$\text{Skempton 1954: } \Delta\sigma_w = B \left[ \Delta\sigma_3 + A(\Delta\sigma_1 - \Delta\sigma_3) \right]$$

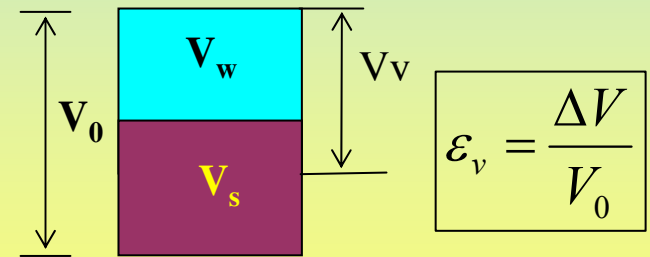
**Nếu:**

- đất hoàn toàn bão hoà
- nước lỗ rỗng không chảy vào/ra khỏi lỗ rỗng
- mô đun nén thể tích của hạt đất xem như rất lớn
- tính chất của vật liệu – tuyến tính đẳng hướng (§L Hooke)

$$\Delta\varepsilon_{vol, skeleton} = \Delta\varepsilon_{vol, pore water}$$

$$\Delta\varepsilon_{vol, skeleton} = \frac{\Delta\sigma'}{K'}$$

$$\Delta\varepsilon_{vol, pore water} = \frac{n \Delta\sigma_w}{K_w}$$



$$K' = \frac{E'}{3(1 - 2\nu')}$$

# MH đặc điểm và điều kiện làm việc của vật liệu

\* Thông số Skempton's A and B

Trong TN nén ba trục:  $\Delta\sigma_1 ; \Delta\sigma_2 = \Delta\sigma_3$

$$\Delta\mathcal{E}_{vol, skeleton} = \Delta\mathcal{E}_{vol, pore water}$$



$$\Delta\sigma_w = \frac{\Delta\sigma_1 + 2\Delta\sigma_3 - 3\Delta\sigma_w}{3K'} \cdot \frac{K_w}{n}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta\sigma_w = \frac{1}{1 + \frac{nK'}{K_w}} \left[ \Delta\sigma_3 + \frac{1}{3}(\Delta\sigma_1 - \Delta\sigma_3) \right] \\ \Delta\sigma_w = B \left[ \Delta\sigma_3 + A(\Delta\sigma_1 - \Delta\sigma_3) \right] \end{array} \right.$$

Vậy  $B = \frac{1}{1 + \frac{nK'}{K_w}} \quad A = \frac{1}{3}$



# MH hóa undrained theo Plaxis

PP. A - phân tích theo **U.S hiệu quả**:

tính chất vật liệu: **undrained**

thông số độ bền chống cắt  $\Rightarrow$  hiệu quả:  $c', \varphi', \psi'$

thông số độ cứng  $\Rightarrow$  hiệu quả:  $E_{50}', \nu'$

PP. B - phân tích theo **U.S hiệu quả**:

tính chất vật liệu : **undrained**

thông số độ bền chống cắt  $\Rightarrow$  tổng:  $c = c_u, \varphi = 0, \psi = 0$

thông số độ cứng  $\Rightarrow E_{50}', \nu'$

PP. C - phân tích theo **U.S tổng**):

tính chất vật liệu : **drained**

thông số độ bền chống cắt  $\Rightarrow$  tổng  $c = c_u, \varphi = 0, \psi = 0$

thông số độ cứng  $\Rightarrow E_u, \nu_u = 0.495$

Thông số dùng trong tính toán:

$$E' = \frac{2}{3}(1 + \nu')E_u$$

$$G_u = G' = G$$

Win a game on