

GEO5 trong phân tích các Bài toán Địa kỹ thuật công trình và áp dụng vào tính toán Tường vây, Tường bản thép

ThS. KS. Phạm Như Huy

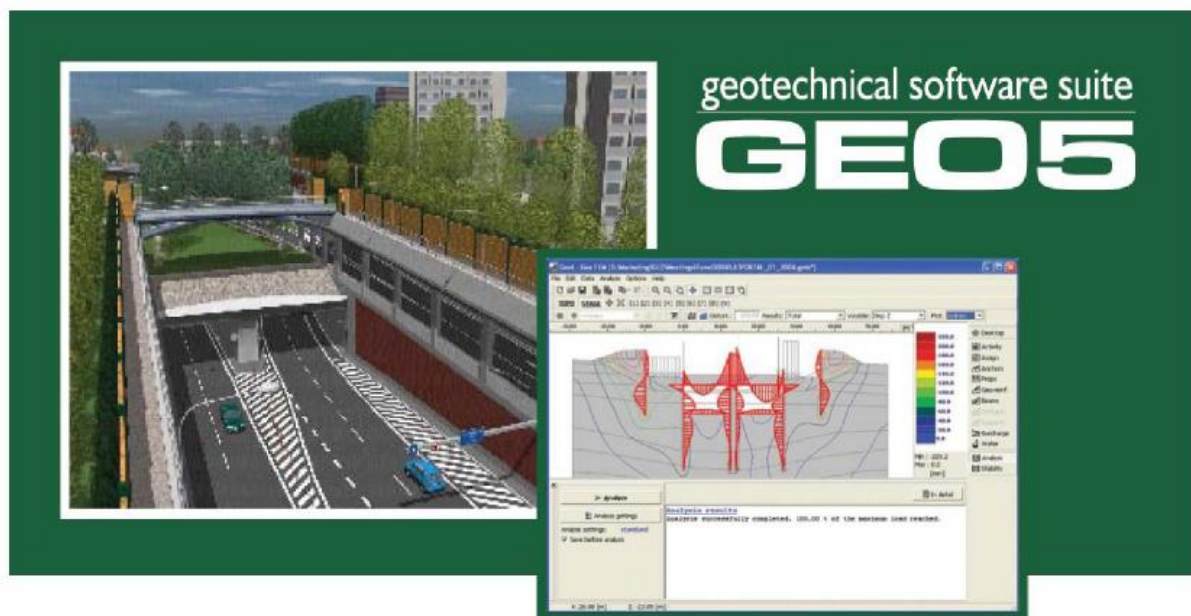
KS. Nguyễn Xuân Thành

KS. Dương Ngọc Quang

KS. Lưu Văn Đông

KS. Nguyễn Trọng Huy

Phần 1. Giới thiệu tổng quát về Bộ phần mềm GEO5



Hình 1: Tổng quan về phần mềm GEO5

Bộ phần mềm GEO5 của hãng Fine.Ltd – Cộng hòa Séc bao gồm hơn 20 các chương trình con, riêng biệt song có liên hệ chặt chẽ với nhau, được thiết kế để giải quyết một loạt các bài toán về địa kỹ thuật phổ biến như ổn định mái dốc, móng cầu, rọ đá, tường chắn đất dạng bản, móng nông, móng cọc, độ lún v.v. Ngoài ra, Bộ phần mềm này cũng có thể dùng cho các ứng dụng có mức độ phức tạp cao như phân tích đường hầm, đánh giá mức độ nguy hiểm của công trình do thi công đường hầm, ổn định của mái dốc đá v.v.

Một trong những lợi thế của GEO5 chính là mức độ tích hợp. Đó là một hệ thống chặt chẽ dựa trên cả hai **Phương pháp giải tích** và **Phương pháp PTHH**. (Một số PM tương tự như Plaxis (Hà Lan), Sigmaz của Geo-Slope (Canada) chỉ sử dụng Phương pháp PTHH để phân tích.



Phương pháp tính toán giải tích (ví dụ như tường chắn, phân tích ổn định mái dốc) cho phép Người dùng thiết kế và kiểm tra kết cấu một cách nhanh chóng và hiệu quả. Các kết cấu đã được thiết kế, nếu cần, có thể được chuyển vào chương trình PTHH(FEM) để phân tích lại. Điều này không chỉ tiết kiệm thời gian cho các Nhà thiết kế mà còn có thể so sánh hai giải pháp một cách độc lập, do đó mức độ an toàn trong thiết kế tăng lên.

Bộ phần mềm GEO5 cho phép người sử dụng dễ dàng tạo ra kết quả dưới dạng đồ họa rõ ràng và dưới dạng văn bản. Các báo cáo phân tích kết cấu là các tài liệu đầu vào và đầu ra cơ bản. Một danh mục cây được tạo ra cho phép chèn đồ họa vào các văn bản. Trong mỗi chế độ đầu vào hoặc mô hình phân tích, có thể thêm một hoặc nhiều hình ảnh minh họa vào danh sách các hình ảnh. Bất kỳ hình ảnh nào đó đều có thể hiệu chỉnh, mở rộng hoặc pha màu. Các hình ảnh được tự động chèn vào các báo cáo phân tích kết cấu và được cập nhật nếu có bất kỳ sự thay đổi các dữ liệu đầu vào. Kết quả rất dễ hiểu và tài liệu đưa ra luôn luôn được cập nhật.







Một tính năng quan trọng nữa của Bộ phần mềm GEO5 là nó có khả năng phù hợp với các tiêu chuẩn và thực hành ở nhiều quốc gia. Chúng dựa trên những lý thuyết chung và phổ biến; chỉ có hình thức kiểm tra cuối cùng phụ thuộc vào các tiêu chuẩn riêng của từng quốc gia. Tất cả các ứng dụng của GEO5 cho phép Người dùng kiểm tra các kết cấu theo lý thuyết về trạng thái giới hạn và cũng như phương pháp hệ số an toàn. Bất kỳ hệ số giảm tải, hệ số phân tích v.v. có thể được thiết lập bởi Người sử dụng. Bằng cách đó, họ có thể thiết kế một kết cấu theo Tiêu chuẩn Eurocodes, Anh, Hoa Kỳ, Úc, Ấn Độ và các tiêu chuẩn quốc gia khác trong một Mô-đun. Thiết kế kết cấu Bê tông cốt thép được thực hiện theo các tiêu chuẩn xây dựng châu Âu (EC2), PN, Anh (BS), Ấn Độ (IS), Hoa Kỳ (ACI) và v.v..

Bộ phần mềm gồm có các Mô-đun (chương trình con) sau đây:



1. Phân tích Địa kỹ thuật bằng phương pháp PTHH (FEM).

-  **FEM:** Mô hình hoá các bài toán địa kỹ thuật đa dạng bằng Phương pháp PTHH (FEM)
-  **Tunnel:** Phân tích đường hầm bằng phương pháp Phần tử hữu hạn (FEM)










2. Thiết kế móng

-  **Beam:** Dầm trên nền đàn hồi
-  **Micropile:** Kiểm tra cọc tiết diện nhỏ
-  **Pile CPT:** Kiểm tra cọc dựa trên thí nghiệm xuyên tĩnh (CPT)
-  **Piles:** Kiểm tra cọc đơn
-  **Plate:** Phân tích móng và Bản vòm bằng Phương pháp PTHH (FEM)
-  **Spread Footing:** Thiết kế và kiểm tra móng nông.



3. Thiết kế Tường vây, cọc cừ (dạng tường tấm)

-  **Sheeting design:** Thiết kế kết cấu tường dạng tấm
-  **Sheeting check:** Phân tích kiểm tra tường cừ, tường vây.




4. Thiết kế tường chắn đất (dạng Tường trọng lực)

-  **Abutment:** Kiểm tra các mố trụ cầu
-  **Cantilever wall:** Thiết kế và kiểm tra Tường chắn có đầu Conson
-  **Earth pressures:** Tính toán áp lực đất lên tường chắn
-  **Gabion:** Kiểm tra Tường chắn rọ đá
-  **Gravity Wall:** Thiết kế và kiểm tra tường chắn trọng lực
-  **Masonry Wall:** Kiểm tra Tường chắn xây có gia cố
-  **Nailed slopes:** Kiểm tra kết cấu Neo
-  **Prefab Wall:** Thiết kế và kiểm tra Tường chắn lắp ghép.
-  **Redi rock wall:** Thiết kế Tường chắn đá giạt cấp


5. Phân tích ổn định của mái đất, đá

-  **Rock Stability:** Phân tích ổn định mái dốc đá
-  **Slope Stability:** Phân tích ổn định mái dốc

6. Các kết cấu công trình ngầm

-  **Ground Loss:** Đánh giá mức độ nguy hiểm của việc phá hoại công trình do thi công đường hầm
-  **Tunnel:** Phân tích đường hầm bằng phương pháp Phần tử hữu hạn (FEM)
-  **Settlement:** Phân tích độ lún của nền đất

Digital Model of Terrain (DTM)

-  **Terrain:** Mô hình số của bề mặt địa hình

Phần 2. Sử dụng GEO 5 trong Thiết kế, kiểm tra Tường vây (Diaphragm wall)

Tường vây hiện đang được sử dụng rộng rãi trong các Công trình có nhiều tầng hầm (2 -3 tầng hầm trở lên). Đặc biệt, đây là giải pháp gần như duy nhất khi công trình trong điều kiện xây chen, có mặt bằng chật hẹp trong Thành phố.

Mặc dù Tường vây đã được sử dụng nhiều trong thực tế, tuy nhiên việc tính toán, kiểm tra Tường vây nói chung chưa được quan tâm đúng mức trong quá trình Thiết kế. Để phân tích thiết kế tường vây hiện có thể sử dụng các phần mềm bằng PTHH như Plaxis, Sigmaz ... Từ năm 2005 các kỹ sư địa kỹ thuật có thêm một công cụ nữa để lựa chọn đó là phần mềm GEO5, phần mềm này có thể tính toán theo cả hai phương pháp Giải tích và PTHH.

Để sử dụng GEO5 trong tính toán Tường vây cần các chương trình sau:

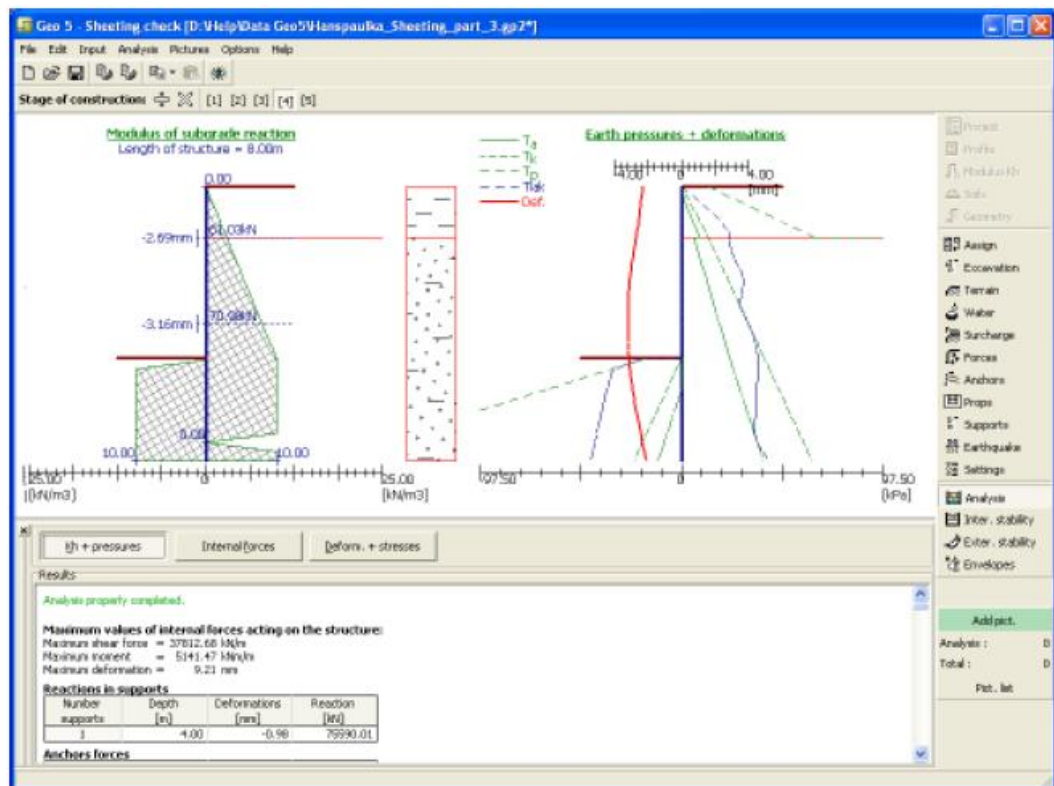
- 1. Thiết kế Tường chắn dạng tấm (Sheeting Design);**
- 2. Phân tích, kiểm tra tường cừ (Sheeting Check);**
- 3. Phân tích ổn định mái dốc (Slope Stability);**

Ba phần mềm này sử dụng phương pháp Giải tích theo các lý thuyết cổ điển đã được chấp nhận một cách rộng rãi để giải quyết các bài toán Địa kỹ thuật. Sau đó, có thể kiểm tra bài toán bằng Lời giải PTHH một cách dễ dàng (copy dữ liệu từ PM giải tích – dán vào PM FEM) để kiểm tra thêm nếu cần.

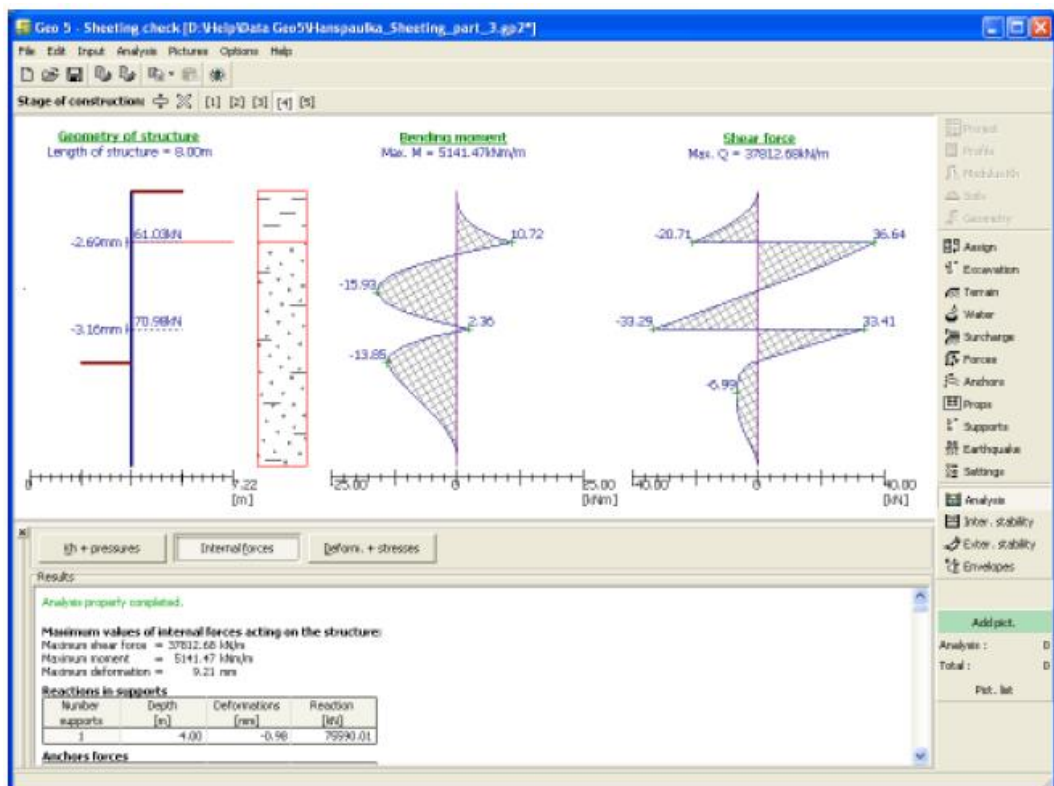
- 4. Phần mềm PTHH (FEM) để kiểm tra - nếu cần.**

Các tính năng cơ bản của Phần mềm Sheeting Design và Sheeting Check:

- Mô hình hoá chính xác ứng xử của kết cấu trong quá trình xây dựng bằng phương pháp các áp lực độc lập;
- Đầu vào các loại hình dạng đơn giản (tường chắn dạng cọc, tường chắn có giằng, cọc cừ, v.v.)
- Phân lớp môi trường đất tổng quát;
- Phân tích các kết cấu tường chắn (có neo, có thanh giằng và không có neo);
- Số lượng bất kỳ các loại tải trọng phụ thêm (dạng băng, hình thang và tải trọng tập trung);
- Mô hình hoá mực nước ngầm ở mặt trước và mặt sau các kết cấu;
- Kiểm tra ổn định cục bộ của các neo;
- Hình dạng tổng quan của địa hình phía sau kết cấu;
- Ảnh hưởng của động đất (Mononobe-Okabe, Arrango);
- Biểu đồ bao nội lực cho tất cả các giai đoạn xây dựng riêng biệt;
- Kiểm tra ổn định tổng thể của tường bằng chương trình tính ổn định trượt
- Sự khác biệt cơ bản giữa Sheeting design và Sheeting check là ở chỗ: trong khi Sheeting design là bài toán thiết kế tự tìm ra chiều sâu hiệu quả của tường vây sau một số vòng lặp còn Sheeting check được sử dụng trong bài toán kiểm tra khi đã có sẵn chiều sâu tường vây và phân tích sau cùng nên sử dụng Sheeting check.

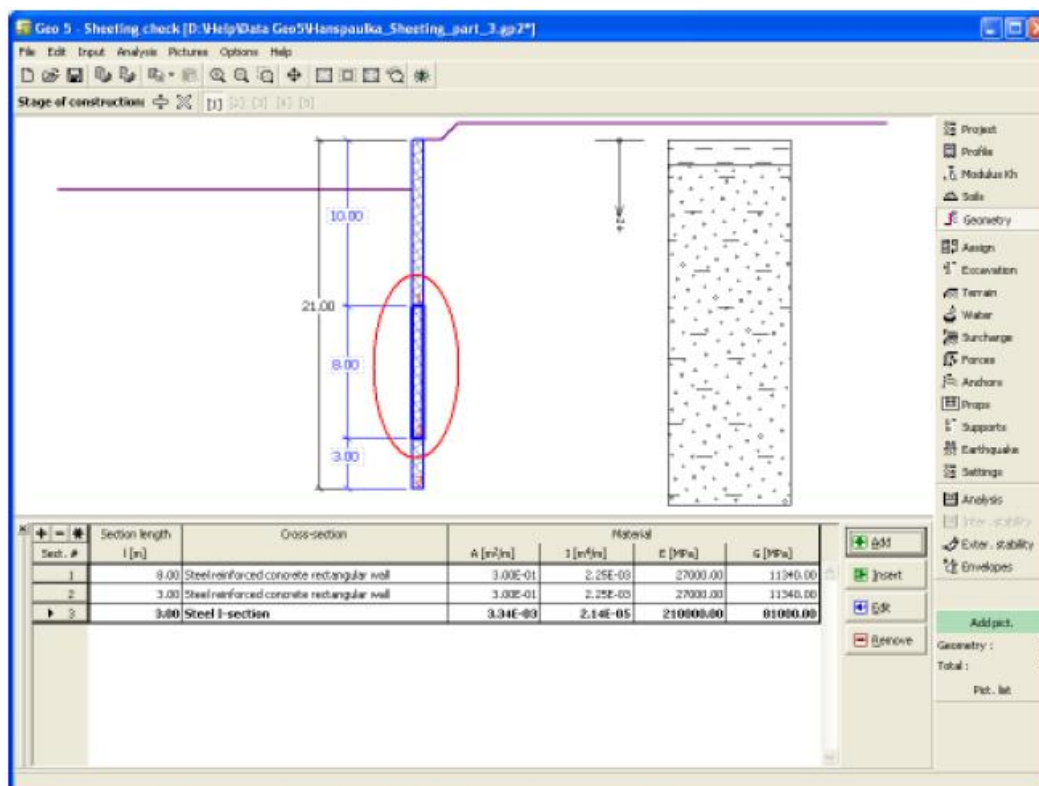


Hình 2: Biểu đồ Áp lực đất và Biến dạng của tường



Hình 3: Biểu đồ mômen và lực cắt của tường

Phần 3. Phân tích tường vây bằng chương trình sheeting check:



Hình 4: Các trình đơn trong phần mềm Sheeting check

1. Các bước tính toán:

Bước 1: Trình đơn Project (dự án) :

- Nhập các dữ liệu về công trình như thông tin dự án, ngày tháng thiết kế, thông tin về tác giả, chủ đầu tư
- Nhập đơn vị chung cho bài toán.

Bước 2: Trình đơn Analysis methods (phương pháp phân tích tường):

- Lựa chọn phương pháp tính toán áp lực đất (theo tiêu chuẩn, lý thuyết Coulomb, lý thuyết Caquot...), bao gồm áp lực chủ động và áp lực bị động của đất.
- Lựa chọn phương pháp tính toán ảnh hưởng của động đất (lý thuyết Mononobe – Okabe, lý thuyết Arango)
- Nhập số lượng phần tử hữu hạn trong tính toán khi phân tích tường

Bước 3: Trình đơn Profile:

- Nhập cao độ mặt đất (Terrain elevation)
- Nhập thông số về các lớp đất (độ sâu của các lớp đất).

Bước 4: Trình đơn Modulus K_h :

- Nhập giá trị cho môđun phản lực của đất nền (theo Schmith, phân bố...)
- Mô đun phản lực theo phương ngang của đất nền một cách tổng quát phù hợp với độ cứng lò xo trong mẫu Winkler mô tả mối quan hệ giữa tải trọng tác dụng lên một bản đặc và biến dạng tổng của đất được tính như sau:

$$p = k.y$$

Trong đó: p - Tải trọng tác dụng dọc theo bề mặt của bản đất

k - Độ cứng của lò xo Winkler

y - Chuyển vị của tấm vào trong đất nền.

- Trong chương trình, chúng ta có thể khai báo mô đun phản lực đất nền dưới các dạng như sau:

+ Dạng phân bố: giả thiết phân bố của mô đun phản lực của đất phía trước và phía sau công trình được nhập

+ Là một thông số của đất với giá trị tương ứng theo các công thức của Schmitt, CUR166, Menard, Chadeisson, phép lập sử dụng các thuộc tính biến dạng của đất).

Bước 5: Trình đơn Soils:

- Lựa chọn mẫu mặt cắt cho lớp đất.

- Nhập các thông số cần thiết cho các lớp đất.

Bước 6: Trình đơn Geometry:

- Nhập các thông số cho tường vây: vật liệu, độ dày, chiều cao...

Những bước khai báo trên là không đổi trong suốt các giai đoạn thi công. Sau khi thi công tường chắn trong đất, khi chưa tiến hành đào, chương trình coi nội lực và chuyển vị trong tường là bằng 0.

Các bước tiếp theo được khai báo trong từng giai đoạn thi công:

Bước 7: Trình đơn Assign:

- Khai báo các thông số đã nhập trong bước 5 cho từng lớp đất.

Bước 8: Trình đơn Excavation (đào đất):

- Lựa chọn mô hình đào đất dưới hố đào

- Khai báo độ sâu đào đất (depth of ditch)

- Khai báo hoạt tải trong hố đào (nếu có)

- Lớp nền hố đào (nếu có)

Bước 9: Trình đơn Terrain:

- Khai báo mô hình đất ngoài hố đào

Bước 10: Trình đơn Water:

- Khai báo các thông số về mực nước ngầm

Bước 11: Trình đơn Surcharge:

- Nhập hoạt tải trên mặt đất

Bước 12: Trình đơn Applied force:

- Nhập các ngoại lực tác dụng lên tường(lực xô ngang, mômen uốn)

Bước 13: Trình đơn Anchors:

- Khai báo các thông số về neo trong đất

Bước 14: Trình đơn Props:

- Khai báo các thông số về thanh chống

Bước 15: Trình đơn Supports:

- Khai báo các thông số về gối tựa của tường

Bước 16: Trình đơn Earthquake:

- Lựa chọn có tính toán ảnh hưởng của động đất tới công trình hay không
- Nhập các hệ số động đất theo phương ngang và phương đứng
- Lựa chọn có kể đến ảnh hưởng của nước hay không

Bước 17: Trình đơn Settings:

- Lựa chọn tiêu chuẩn để tính toán
- Lựa chọn những hệ số khác trong tính toán như hệ số an toàn trong tính toán ổn định....

Bước 18: Trình đơn Analysis

- Ấn vào trình đơn analysis để phân tích tường trong giai đoạn thi công thứ nhất.
- Chương trình sẽ tiến hành phân tích hệ kết cấu tường, đất và kết cấu chống giữ. Kết quả thu được là nội lực của tường, chuyển vị của tường và áp lực đất tác dụng lên tường

Bước 19: Trình đơn Internal Stability

- Kiểm tra ổn định bên trong tường chắn

Bước 20: Trình đơn External Stability

- Kiểm tra ổn định tổng thể tường chắn

Sau khi tiến hành kiểm tra phân tích tường chắn trong giai đoạn thi công thứ nhất, ta chuyển sang giai đoạn thi công thứ hai. Các bước khai báo trong giai đoạn này tương tự giai đoạn thứ nhất.

Sau khi phân tích xong tất cả các giai đoạn thi công tiến hành in các thuyết minh và các biểu đồ nội lực, chuyển vị:

- Sử dụng trình đơn Add picture để đưa hình ảnh vào thuyết minh
- Quay về bước thi công thứ nhất (Stage of construction), lựa chọn trình đơn Envelopes, lựa chọn biểu đồ bao nội lực, biểu đồ bao chuyển vị.
- In thuyết minh (file/ Print document). Thuyết minh được Geo5 đưa ra chỉ bao gồm các giai đoạn tính toán đã được thực hiện. Trong trường hợp ta không cho chương trình dựng biểu đồ bao, trong thuyết minh sẽ không có phần tính toán cũng nhưng số liệu về biểu đồ bao.

2. Các số liệu về địa chất phục vụ tính toán tường vây:

- Số liệu về địa tầng, chiều sâu, cao độ các lớp đất. Các số liệu này có thể tìm thấy dễ dàng trong các tài liệu khảo sát địa chất của công trình.
- Các thông số về đất được sử dụng để khai báo trong trình đơn Soils (bước thứ 5)

Bảng 1: Các thông số về đất cần khai báo trong chương trình sheeting check

TT	Chỉ tiêu	Ký hiệu	Đơn vị	Ghi chú
----	----------	---------	--------	---------

1.	Dung trọng tự nhiên	γ	kN/m^3	Theo báo cáo địa chất của công trình
2.	Lực dính kết	c_{ef}	kN/m^3	
3.	Góc nội ma sát	φ_{ef}	độ	
4.	Mô đun biến dạng	E_{def}	Mpa	
5.	Góc ma sát giữa đất và tường ở phía chủ động (δ_{act}) và phía bị động (δ_{pas})	$\delta_{act}, \delta_{pas}$	độ	Góc ma sát này lấy từ 1/3 đến 2/3 góc nội ma sát
6.	Hệ số Poisson	ν		Tham khảo trình đơn Soil muc classify trong phần mềm GEO5
7.	Dung trọng bão hoà	γ_{sat}	kN/m^3	Theo báo cáo địa chất của công trình
8.	Dung trọng của đất	γ_s	kN/m^3	
9.	Độ rỗng của đất	n		

3.Nhận xét:

- Việc tính toán kết cấu tường vây bằng phần mềm Sheeting check có nhiều ưu điểm như:

- + Các bước tính toán tường minh, theo trình tự rõ ràng
- + Các số liệu sử dụng cho bài toán tương đối cụ thể
- + Đưa ra được nhiều bài toán và mô hình khác nhau
- + Kết quả của bài toán được phần mềm đưa ra rất chi tiết. Có thể đưa ra các file thuyết minh và các dạng biểu đồ khác nhau.
- + Xây dựng các dạng biểu đồ bao, tiện lợi trong việc thiết kế cốt thép cho tường.

- Tuy nhiên, phần mềm Sheeting check vẫn còn một số nhược điểm nhất định:

- + Thực tế, trong một số trường hợp, tường vây ngoài tác dụng chịu uốn còn chịu đồng thời 1 phần tải trọng nén. Phần mềm Geo5 không cho phép khai báo các tải trọng đứng tác dụng lên tường.
- + Khi phân tích tường, Geo5 không đưa ra các giá trị về lực dọc xuất hiện trong tường, cũng như không đưa ra các giá trị về chuyển vị theo phương thẳng đứng.
- + Không sử dụng được trong trường hợp có nhiều lớp tường vây.

- Để phân tích thêm, cần sử dụng kết hợp với phần mềm PTHH(FEM) trong bộ GEO5.

4. So sánh kết quả chuyển vị tường vây khi tính bằng phần mềm GEO5 và kết quả đo thực tế.

- Lựa chọn Toà nhà văn phòng Tuấn Đức bao gồm 14 tầng, 3 tầng hầm, $h_{\text{hầm}}=3,0\text{m}$ (tính từ cốt ± 0.000).

- Hệ tường vây có bề rộng 0,8m; sâu 18m.

- Điều kiện địa chất của công trình như sau:

+ Lớp 1: Đất đắp, dày 1,7m. Chỉ tiêu cơ lý của lớp đất được giả thiết đưa vào tính toán như sau : $\gamma = 18,9 \text{ kN/m}^3$; $\varphi = 11^\circ$ độ, $c = 0 \text{ kPa}$, $E_{1-2} = 7,5 \text{ MPa}$

+ Lớp 2: Sét pha lẫn hữu cơ, dày 5,5m. Chỉ tiêu cơ lý của lớp đất được vào tính toán như sau : $\gamma = 17,1 \text{ kN/m}^3$; $\varphi = 6,8^\circ$ độ, $c = 13,3 \text{ kPa}$, $E_{1-2} = 3,0 \text{ MPa}$

+ Lớp 3: Đất hữu cơ, dày 0,9m. Chỉ tiêu cơ lý của lớp đất được vào tính toán như sau : $\gamma = 13,0 \text{ kN/m}^3$; $\varphi = 5^\circ$ độ, $c = 9,2 \text{ kPa}$, $E_{1-2} = 2,0 \text{ MPa}$

+ Lớp 4: Đất sét pha lẫn hữu cơ, dày 5,7m. Chỉ tiêu cơ lý của lớp đất được vào tính toán như sau : $\gamma = 15,4 \text{ kN/m}^3$; $\varphi = 6,5^\circ$ độ, $c = 11,4 \text{ kPa}$, $E_{1-2} = 2,8 \text{ MPa}$

+ Lớp 5: Sét pha trạng thái dẻo cứng, dày 2,4m. Chỉ tiêu cơ lý của lớp đất được vào tính toán như sau : $\gamma = 19,1 \text{ kN/m}^3$; $\varphi = 13,8^\circ$ độ, $c = 21,0 \text{ kPa}$, $E_{1-2} = 13,5 \text{ MPa}$

+ Lớp 7: Sét pha trạng thái nửa cứng, dày 10,8m. Chỉ tiêu cơ lý của lớp đất được vào tính toán như sau : $\gamma = 15,1 \text{ kN/m}^3$; $\varphi = 33,3^\circ$ độ, $c = 0,0 \text{ kPa}$, $E_{1-2} = 18,0 \text{ MPa}$

+ Lớp 8: Cát hạt mịn, dày 9,5m. Chỉ tiêu cơ lý của lớp đất được vào tính toán như sau : $\gamma = 15,6 \text{ kN/m}^3$; $\varphi = 37,5^\circ$ độ, $c = 0,0 \text{ kPa}$, $E_{1-2} = 24,0 \text{ MPa}$

- Các giai đoạn thi công Được tiến hành như sau:

+ Giai đoạn 1: Đào đất tầng hầm 1 đến cao độ -3,200m.

+ Giai đoạn 2: Thi công hệ văng chống tại cao độ -2.3m.

+ Giai đoạn 3: Đào đất tầng hầm 2 đến cao độ -6.15m.

+ Giai đoạn 4: Thi công hệ sàn tầng hầm 2 tại cao độ -6m.

+ Giai đoạn 5: Thi công hệ sàn tầng hầm 1 tại cao độ -3m.

+ Giai đoạn 6: Tháo hệ văng chống tại cao độ -2.3m.

+ Giai đoạn 7: Đào đất tầng hầm 3 đến cao độ -9m.

+ Giai đoạn 8: Thi công hệ văng chống tại cao độ -8m.

+ Giai đoạn 9: Đào đất đến đáy đài cao độ -11m.

+ Giai đoạn 10 : Thi công đài và hệ sàn tầng hầm 3.

- Tại thời điểm ngày 18/03/2010 công trình thi công xong giai đoạn 3. Dưới đây là kết quả tính toán bằng phần mềm GEO5 và đo đạc thực tế sau khi tường vây thi công xong giai đoạn 3:

	Chuyển vị tại Đỉnh tường vây (mm)	Chuyển vị tại Sàn hầm 2 (mm)
Phần mềm tính toán GEO5	5.4	8.1

Kết quả đo thực tế	6	7
--------------------	---	---

Kết luận : Chênh lệch giữa kết quả đo thực tế và kết quả của phần mềm tính toán là nhỏ .Do đó sử dụng phần mềm tính toán cho kết quả đáng tin cậy.

5. Hướng dẫn chi tiết cách nhập dữ liệu, đọc kết quả của phần mềm Sheeting check và Slope stability : Ban đọc quan tâm có thể gửi mail qua địa chỉ GEO5-CDC@googlegroups.com, để nhận được file hướng dẫn chi tiết bằng Pdf.

Tài liệu tham khảo :

1. PGS, TS. Đỗ Văn Đệ, KS. Vũ Minh Tuấn, KS. Nguyễn Hải Nam, KS. Đỗ Tiến Dũng. Tính toán công trình tương tác với đất nền bằng phần mềm GEO5, Nhà xuất bản Xây dựng.
2. Geo5- User's Guide.

Phần phụ lục Hướng dẫn chi tiết

1. Áp dụng module sheeting check cho một công trình cụ thể.

1.1. Giới thiệu về bài toán:

Toà nhà văn phòng Tuấn Đức bao gồm 14 tầng, 3 tầng hầm. Mỗi tầng hầm cao 3,0m (tính từ cốt ± 0.000).

Phần tường xung quanh sử dụng hệ tường vây có bề rộng 0,8m; sâu 18m.

Điều kiện địa chất của công trình như sau:

Lớp 1: Lớp đất đắp, dày 1,7m. Chỉ tiêu cơ lý của lớp đất được giả thiết đưa vào tính toán như sau : $\gamma = 18,9 \text{ kN/m}^3$; $\varphi = 11^\circ$ độ, $c = 0 \text{ kPa}$, $E_{1-2} = 7,5 \text{ MPa}$

Lớp 2: Lớp đất đắp, dày 5,5m. Chỉ tiêu cơ lý của lớp đất được vào tính toán như sau : $\gamma = 17,1 \text{ kN/m}^3$; $\varphi = 6,8^\circ$ độ, $c = 13,3 \text{ kPa}$, $E_{1-2} = 3,0 \text{ MPa}$

Lớp 3: Lớp đất đắp, dày 5,5m. Chỉ tiêu cơ lý của lớp đất được vào tính toán như sau : $\gamma = 13,0 \text{ kN/m}^3$; $\varphi = 5^\circ$ độ, $c = 9,2 \text{ kPa}$, $E_{1-2} = 2,0 \text{ MPa}$

Lớp 4: Lớp đất đắp, dày 5,5m. Chỉ tiêu cơ lý của lớp đất được vào tính toán như sau : $\gamma = 15,4 \text{ kN/m}^3$; $\varphi = 6,5^\circ$ độ, $c = 11,4 \text{ kPa}$, $E_{1-2} = 2,8 \text{ MPa}$

Lớp 5: Lớp đất đắp, dày 5,5m. Chỉ tiêu cơ lý của lớp đất được vào tính toán như sau : $\gamma = 19,1 \text{ kN/m}^3$; $\varphi = 13,8^\circ$ độ, $c = 21,0 \text{ kPa}$, $E_{1-2} = 13,5 \text{ MPa}$

Lớp 6: Lớp đất đắp, dày 5,5m. Chỉ tiêu cơ lý của lớp đất được vào tính toán như sau : $\gamma = 15,1 \text{ kN/m}^3$; $\varphi = 33,3^\circ$ độ, $c = 0,0 \text{ kPa}$, $E_{1-2} = 18,0 \text{ MPa}$

Lớp 7: Lớp đất đắp, dày 5,5m. Chỉ tiêu cơ lý của lớp đất được vào tính toán như sau : $\gamma = 15,6 \text{ kN/m}^3$; $\varphi = 37,5^\circ$ độ, $c = 0,0 \text{ kPa}$, $E_{1-2} = 24,0 \text{ MPa}$

Các bước thi công được tiến hành như sau:

+ Giai đoạn 1: Đào đất từ cốt -1,200m đến cốt -3,200 (sai số 0,2-0,5m) với chiều dài từ trục 1- trục 6.

+ Giai đoạn 2: Thi công hệ văng chống tại cốt -2.3 m.

+ Giai đoạn 3: Đào đất đến cốt -6.15m

+ Giai đoạn 4: Thi công hệ sàn tầng hầm 2 tại cốt -6m.

+ Giai đoạn 5: Thi công hệ sàn tầng hầm 1 tại cốt -3m.

+ Giai đoạn 6: Tháo hệ thanh chống tại cốt -2.3m.

+ Giai đoạn 7: Đào đất đến cốt -9m.

+ Giai đoạn 8: Thi công hệ văng chống tại cốt -9m.

+ Giai đoạn 9: Đào đất đến cốt -11m.

1.2. Kiểm tra khả năng làm việc của tường trong các giai đoạn thi công trên:

Sử dụng phần mềm GEO5 tiến hành kiểm tra khả năng làm việc của tường.

Bước 1: Trình đơn Project (dự án) :

- Nhập các dữ liệu về công trình như thông tin dự án, ngày tháng thiết kế, thông tin về tác giả, chủ đầu tư
- Nhập đơn vị chung cho bài toán.



Hình 1.1. Khai báo các thông tin về dự án

Bước 2: Trình đơn Analysis methods (phương pháp phân tích tường):

- Lựa chọn phương pháp tính toán áp lực: Standard
- Lựa chọn phương pháp tính toán ảnh hưởng của động đất: lý thuyết Mononobe – Okabe
- Nhập số lượng phần tử hữu hạn trong tính toán khi phân tích tường

:20

Pressure analysis setting

Type of analysis :

Active earth pressure calculation :

Passive earth pressure calculation :

Earthquake analysis

Analysis theory :

FE analysis setting

Number of FEs to discretize wall: [-]

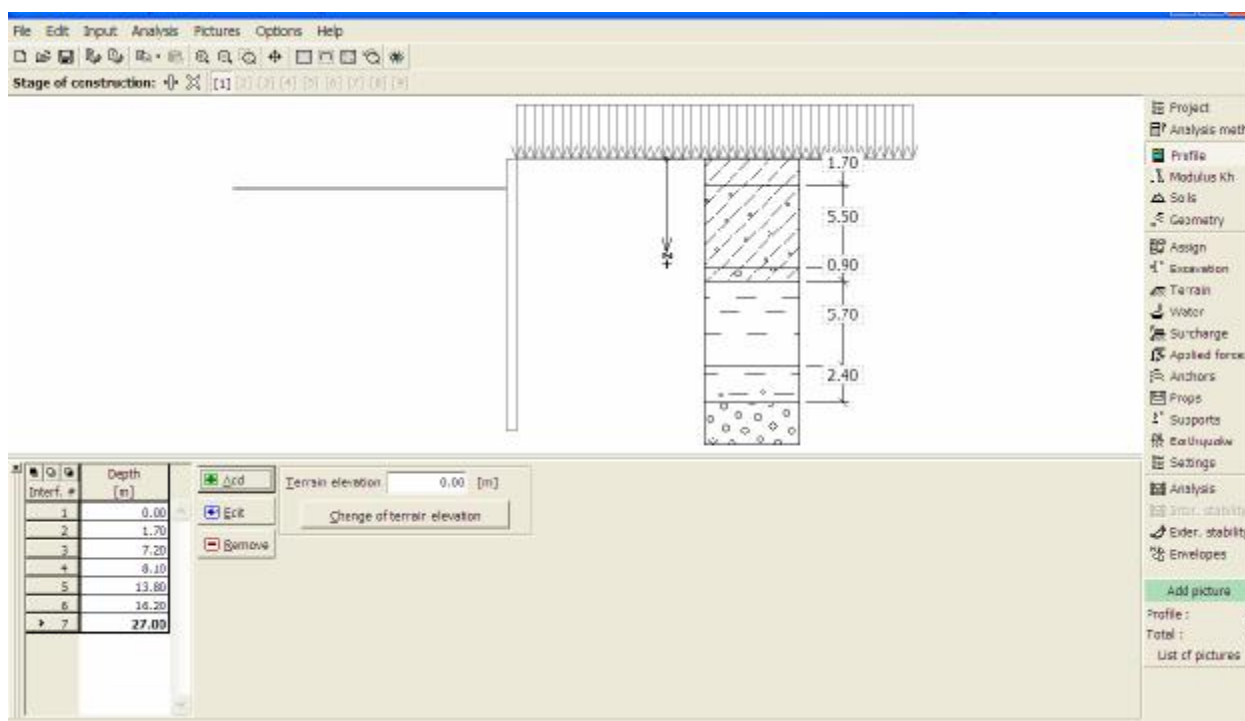
Hình 1.2. Khai báo các tiêu chuẩn, công thức tính toán hệ kết cấu tường vây

Bước 3: Trình đơn Profile:

- Nhập cao độ mặt đất (Terrain elevation) : 0
- Click chuột trái vào nút Add và cửa sổ New interface xuất hiện. Tại mục Coordinates, nhập các giá trị độ sâu của lớp đất và ấn Add.
- Làm tương tự với các lớp đất tiếp theo.

New interface

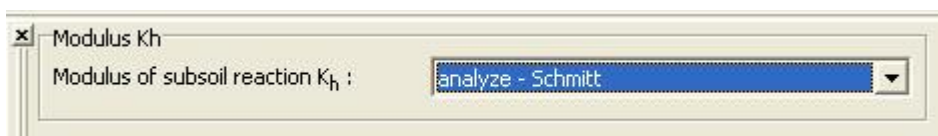
Coordinates : Z = [m]



Hình 1.3. Khai báo mặt cắt địa chất

Bước 4: Trình đơn Modulus K_h :

- Nhập giá trị cho môđun phản lực của đất nền: theo Schmitt



Hình 1.4. Khai báo phương pháp tính toán mô đun phản lực nền

Bước 5: Trình đơn Soils:

- Trong cửa sổ Soils, click chuột trái vào nút Add và cửa sổ Add new Soils xuất hiện.
- Click vào mục Pattern colour để chọn mẫu mặt cắt cho lớp đất và click OK để quay trở về cửa sổ Add new soils.
- Điền các thông số của lớp đất vào các vị trí tương ứng.
- Click nút Add để thêm lớp đất.
- Làm tương tự với các lớp đất còn lại.



Add new soils

— Identification —

Name :

— Basic data — ?

Unit weight : $\gamma =$ [kN/m³]

Stress-state :

Angle of internal friction : $\psi_{ef} =$ [°]

Cohesion of soil : $c_{ef} =$ [kPa]

Active friction angle : $\delta_{act} =$ [°]

Passive friction angle : $\delta_{pas} =$ [°]

— Pressure at rest — ?

Soil :

Poisson's ratio : $\nu =$ [—]

— Uplift pressure — ?

Calc. mode of uplift :

Saturated unit weight : $\gamma_{sat} =$ [kN/m³]

— Analysis of modulus of subsoil reaction — ?

Poisson's ratio : $\nu =$ [—]

Settlement analysis :

Deformation modulus : $E_{def} =$ [MPa]

Draw

Pattern and colour

Desktop

Pictures

Classification

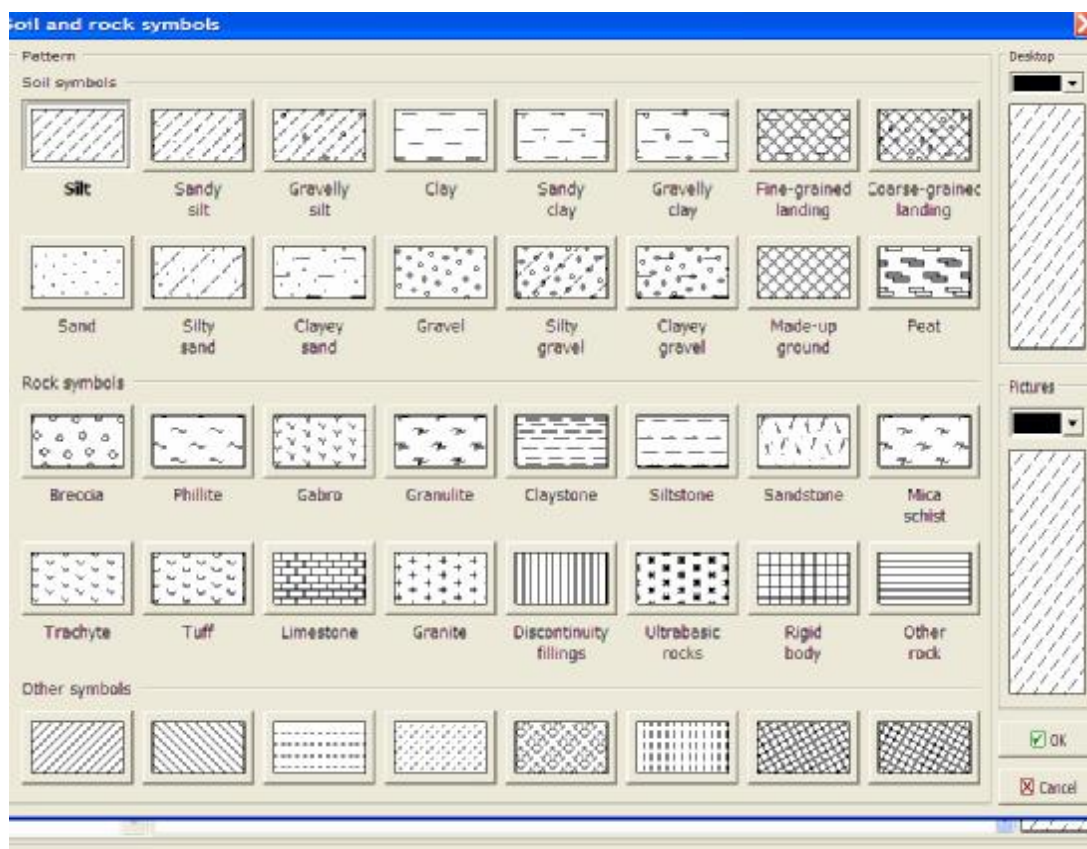
Classify

Delete

Add

Cancel

Hình 1.5. Khai báo các thông số về đất



Hình 1.6. Mặt cắt điển hình của một số lớp đất

Bước 6: Trình đơn Geometry:

- Trong cửa sổ Geometry, chọn nút Edit, và cửa sổ Edit Section xuất hiện.

- Nhập các thông số cho tường vây:

+ Loại tường vây : Tường tiết diện chữ nhật bằng bê tông cốt thép

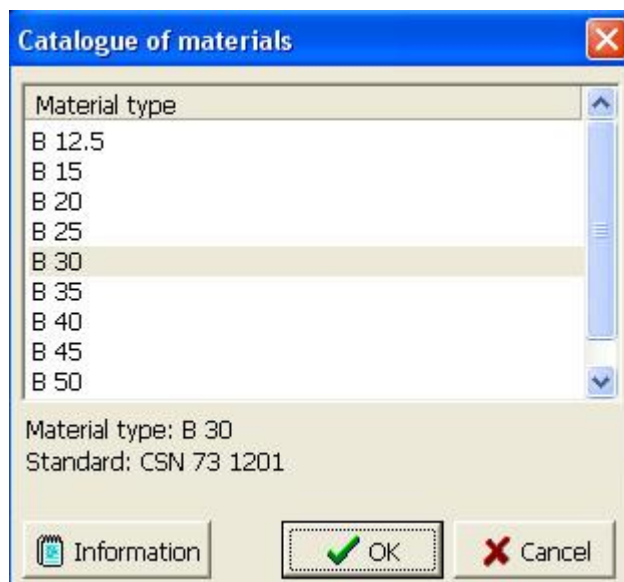
+ Section Length: chiều sâu của tường : 18m

+ Hệ số giảm áp lực về phía đáy tường : 1,00

+ Bề dày của tường Web thickness: 0,8m

+ Tiêu chuẩn về vật liệu của tường : CSN 73 1201 R (tiêu chuẩn có vật liệu bê tông phù hợp với tiêu chuẩn TCVN XD 356-2005)

+ Ấn vào nút Catalog để chọn cấp độ bền của bê tông làm tường. Lựa chọn B30 rồi Click OK để xác nhận.

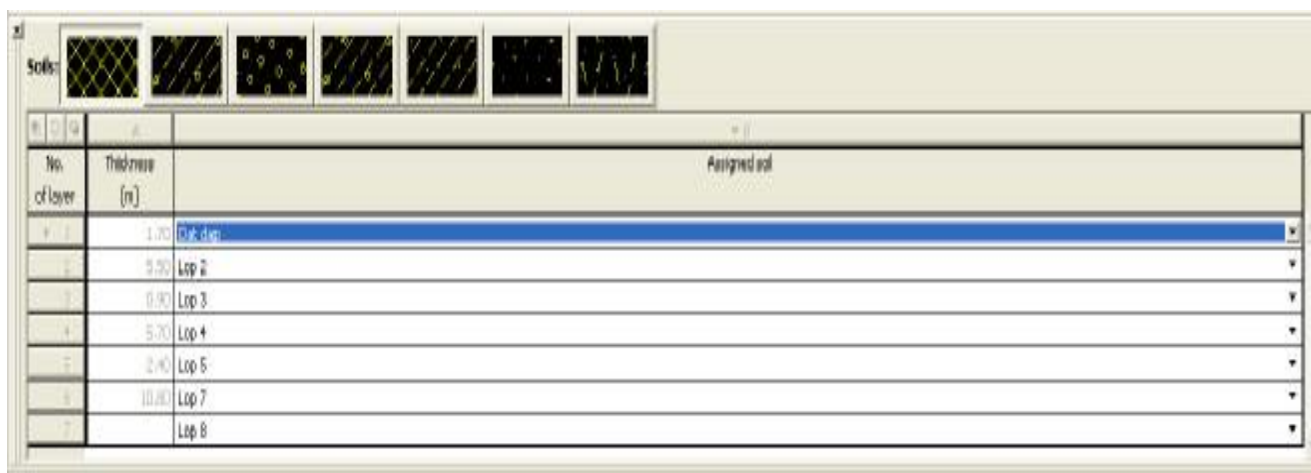


Hình 1.8. Khai báo vật liệu thiết kế tường

*) Ta bước vào giai đoạn thi công thứ nhất: Thi công đào đất đến cốt -3,200m.

Bước 7: Trình đơn Assign:

- Trong cửa sổ Assign, click chuột vào phím mũi tên và lần lượt chọn các lớp đất tương ứng.

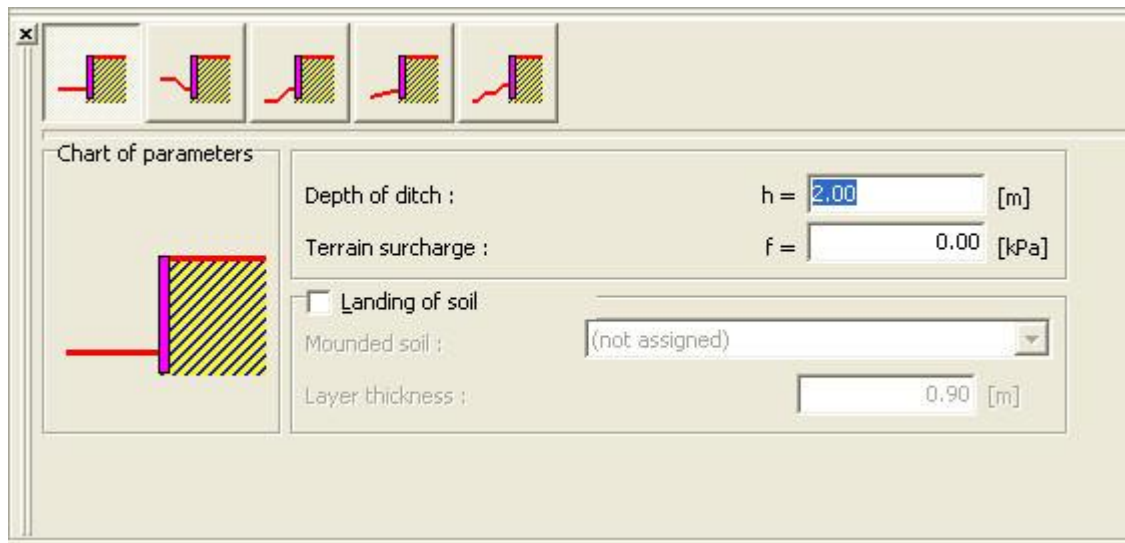


Hình 1.9. Khai báo các lớp đất tương ứng với các lớp địa chất

Bước 8: Trình đơn Excavation (đào đất):

- Lựa chọn mô hình đào đất dưới hố đào bằng click trực tiếp vào mô hình đất. Trong bài toán này, ta lựa chọn mô hình đầu tiên, hố đào dưới đất là phẳng.

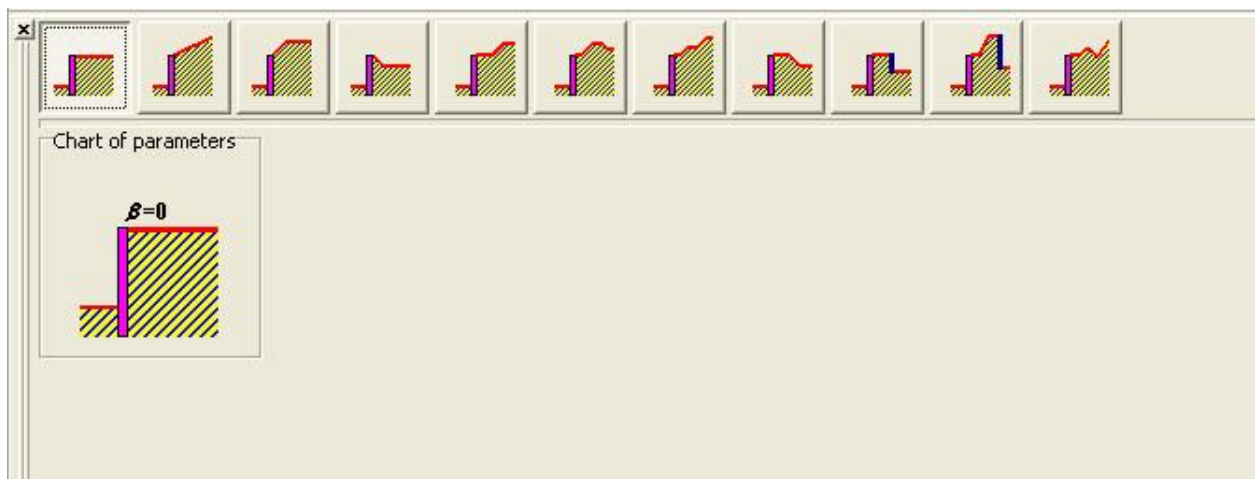
- Khai báo độ sâu đào đất (depth of ditch)



Hình 1.10. Khai báo mô hình lớp đất dưới hố đào

Bước 9: Trình đơn Terrain:

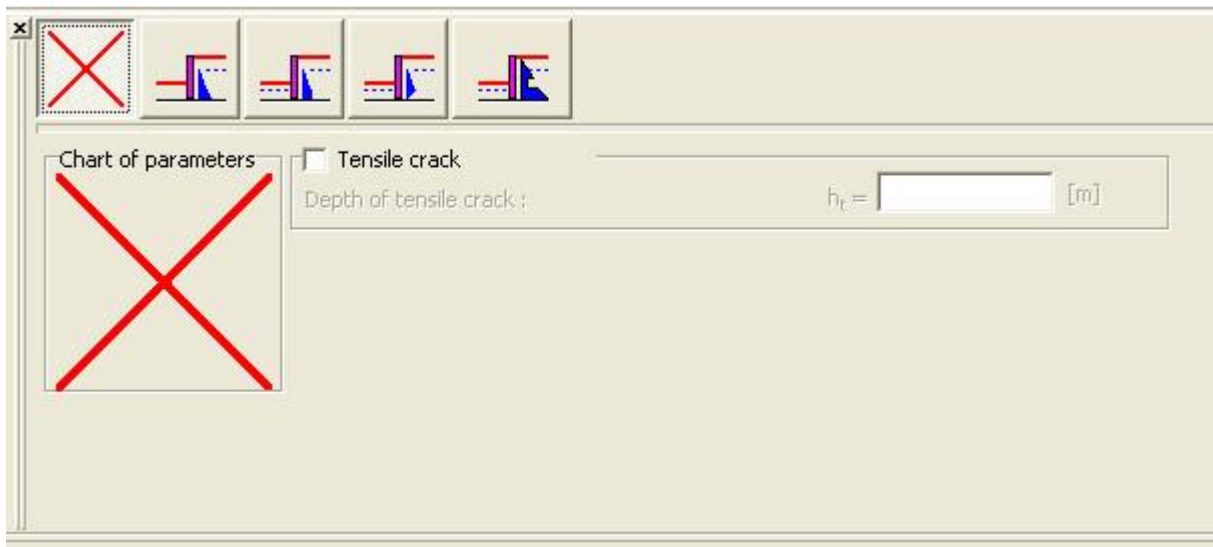
- Khai báo mô hình đất ngoài hố đào bằng cách click trực tiếp vào mô hình



Hình 1.11. Khai báo mô hình lớp đất ngoài hố đào

Bước 10: Trình đơn Water :

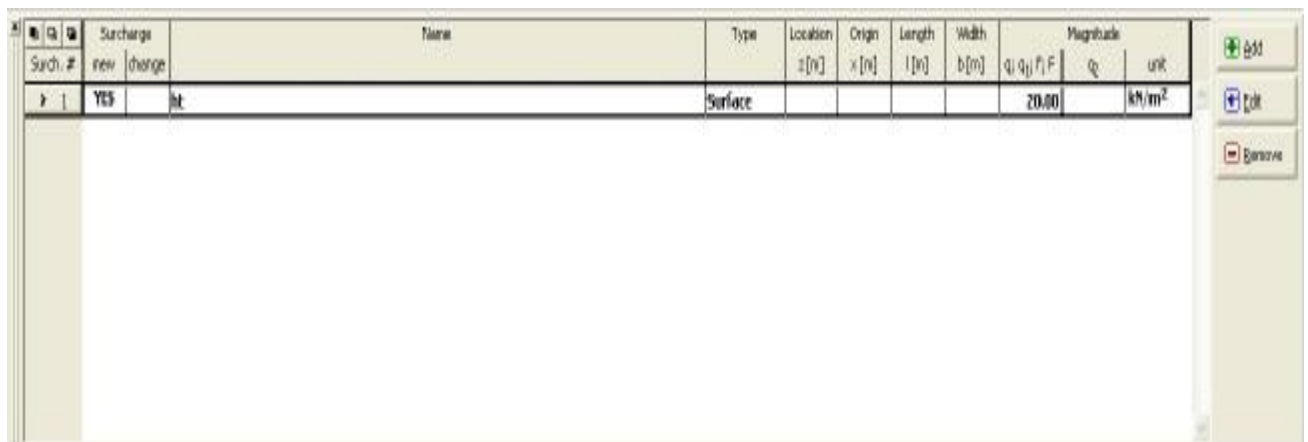
- Khai báo các thông số về nước. Mức nước ngầm của công trình nằm rất sâu, không ảnh hưởng đến tường vây. Ta bỏ qua tác dụng của nước ngầm trong bài toán.



Hình 1.12. Khai báo các thông số về nước ngầm

Bước 11: Trình đơn Surcharge:

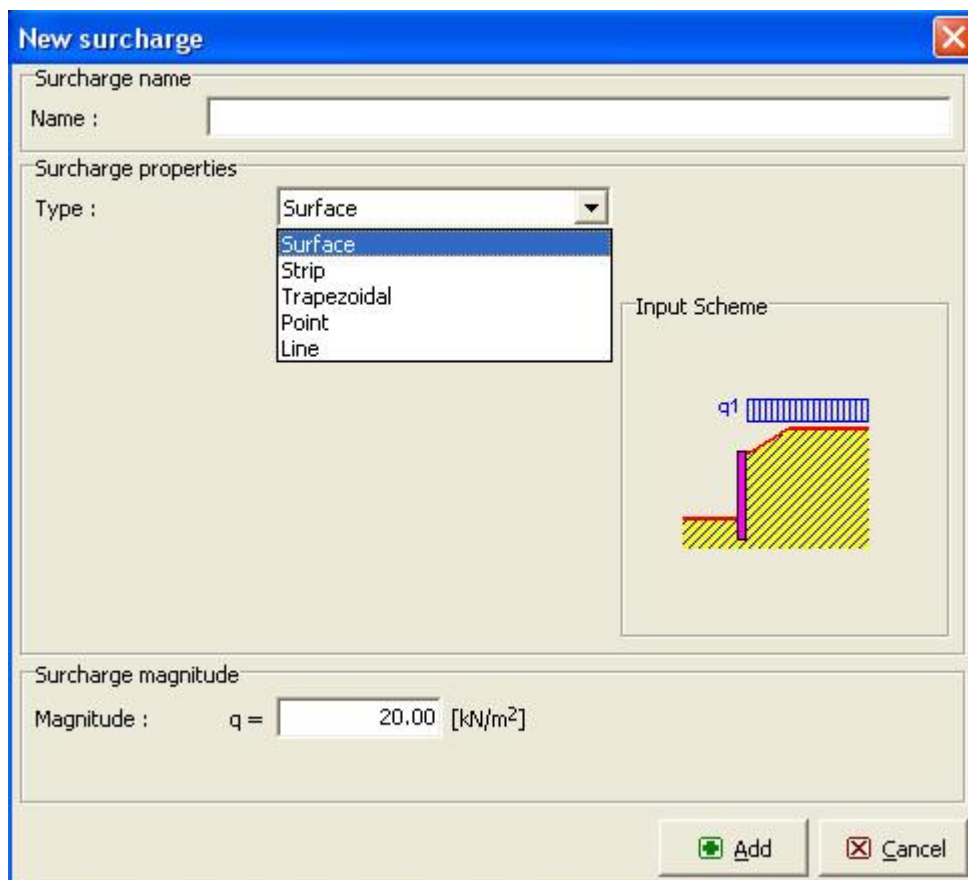
- Nhập hoạt tải trên mặt đất.



Hình 1.12. Hộp thoại hoạt tải trên mặt đất ngoài hố đào

- Click chuột vào nút Add trong cửa sổ Surcharge, hộp thoại New Surcharge xuất hiện.

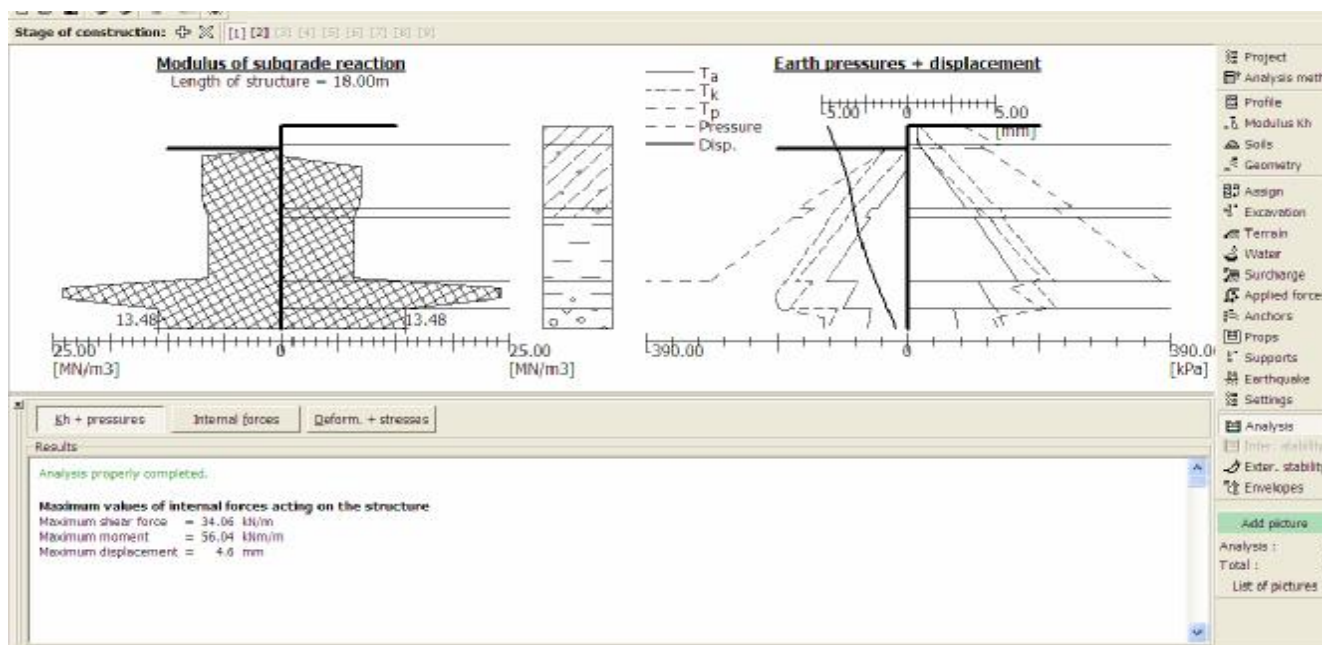
- Lần lượt nhập tên hoạt tải, dạng hoạt tải là hoạt tải trên bề mặt (surface) và giá trị của hoạt tải.



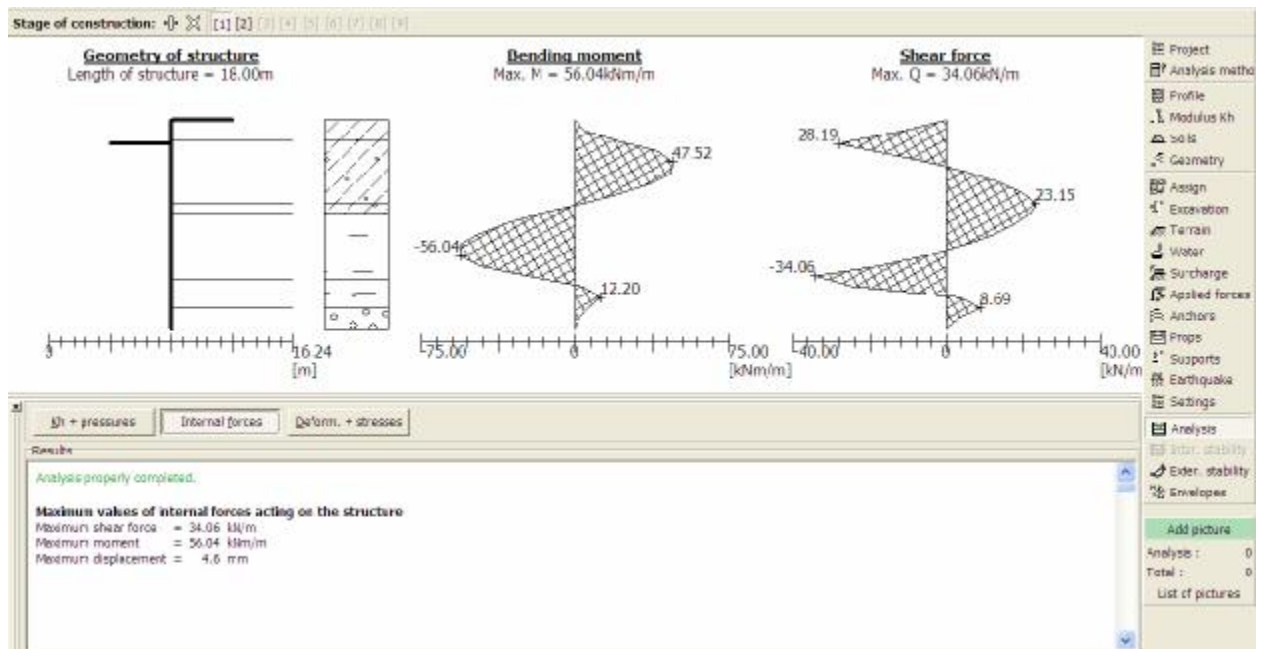
Hình 1.13. Nhập hoạt tải tác dụng trên mặt đất ngoài hố đào

Bước 12: Tiến hành phân tích tường trong giai đoạn thi công thứ nhất:

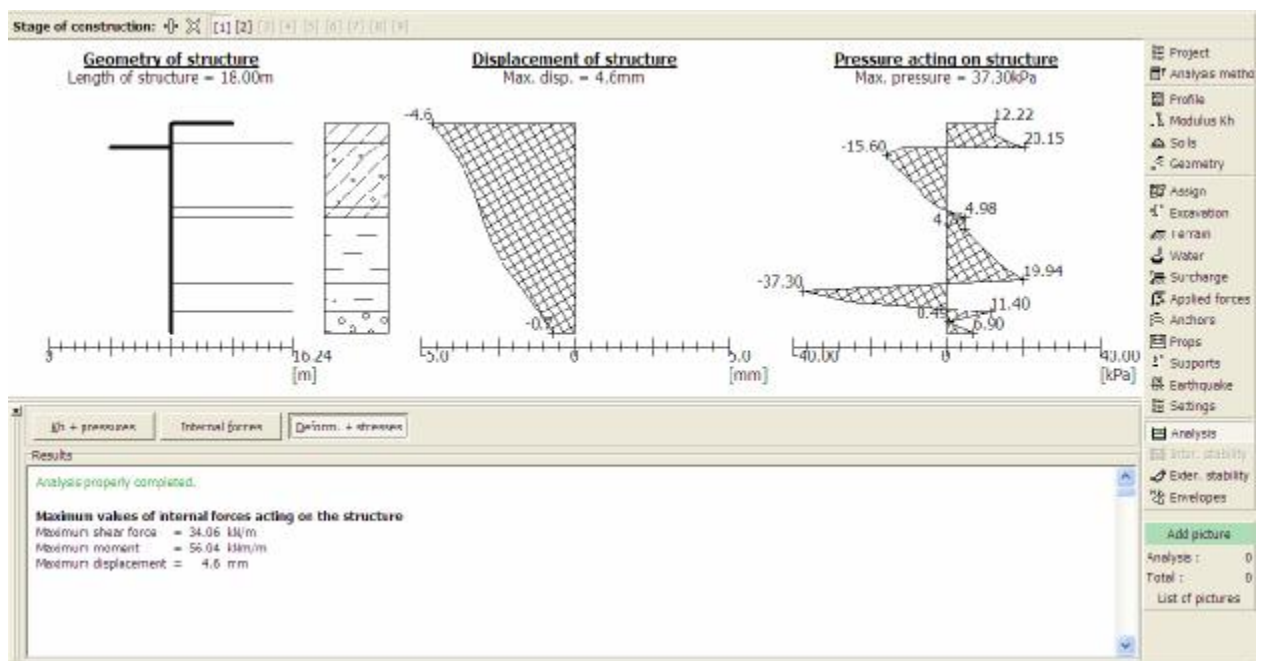
- Click vào trình đơn Analysis:



Hình 1.14. Giá trị mô đun phản lực nền và áp lực đất



Hình 1.15. Giá trị mômen và lực cắt trong tường



Hình 1.16. Giá trị chuyển vị của tường

Bước 13: Tiến hành kiểm tra ổn định tổng thể của hệ kết cấu trong giai đoạn thi công thứ nhất (kiểm tra bằng các công thức cổ điển) :

- Click vào trình đơn Exter. Stability, hộp thoại Slope Stability xuất hiện.
- Click vào trình đơn Analysis trên hộp thoại Slope Stability, cửa sổ Stability xuất hiện.
- Chọn hình dạng mặt trượt (Slip Surface) : Circular.

- Click vào nút Input để nhập mặt trượt giả định ban đầu. Nhập $x = 0$, $z = 0$ và $R = 10$.
- Phương pháp phân tích(method): theo Bishop
- Dạng phân tích(Analysis type) : Optimization (lựa chọn mặt trượt nguy hiểm nhất).
- Click vào analyze tiến hành kiểm tra
- Click OK để quay về cửa sổ Sheeting check, tiếp tục chuyển sang giai đoạn thi công thứ hai.

Circular slip surface

Center

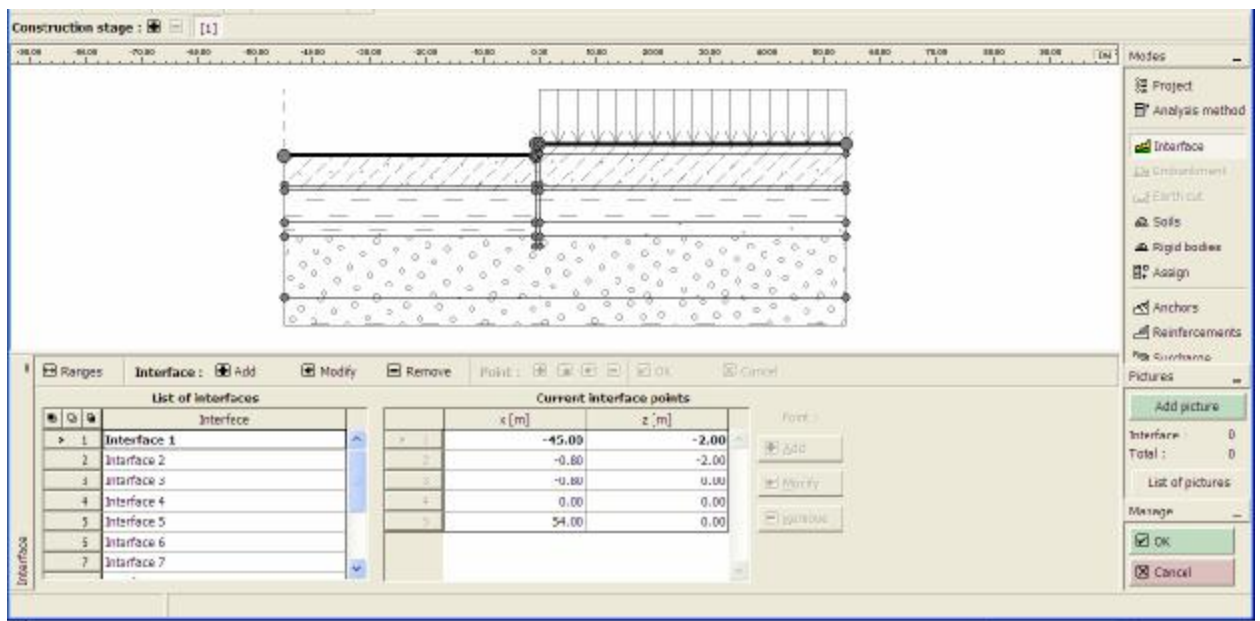
x = 0.00 [m]

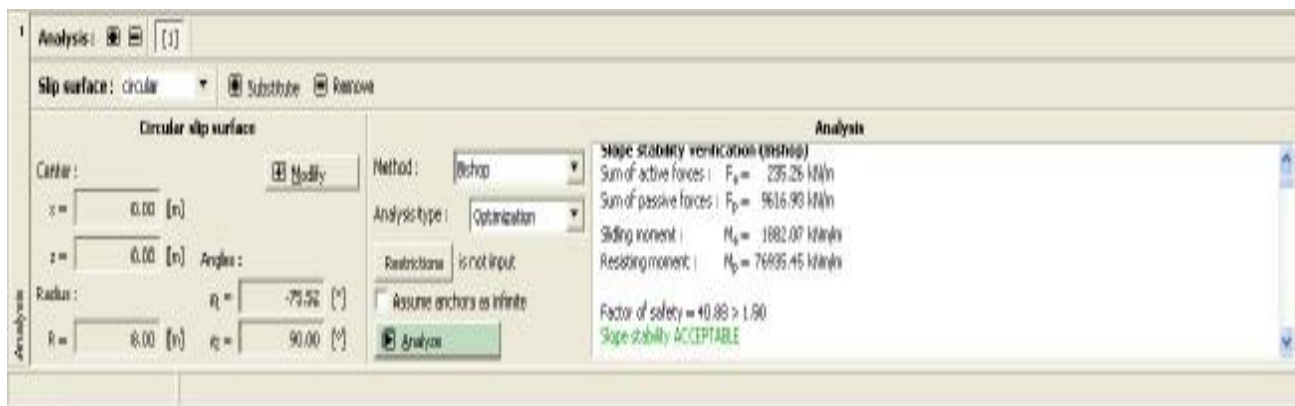
z = 0.00 [m]

Radius

R = 10 [m]

☒ OK ☐ Cancel






Hình 1.17. Tính toán ổn định tổng thể của hệ kết cấu

**) Giai đoạn thi công thứ hai : tiến thành thi công hệ thống văng chống ở cốt - 2,300m*

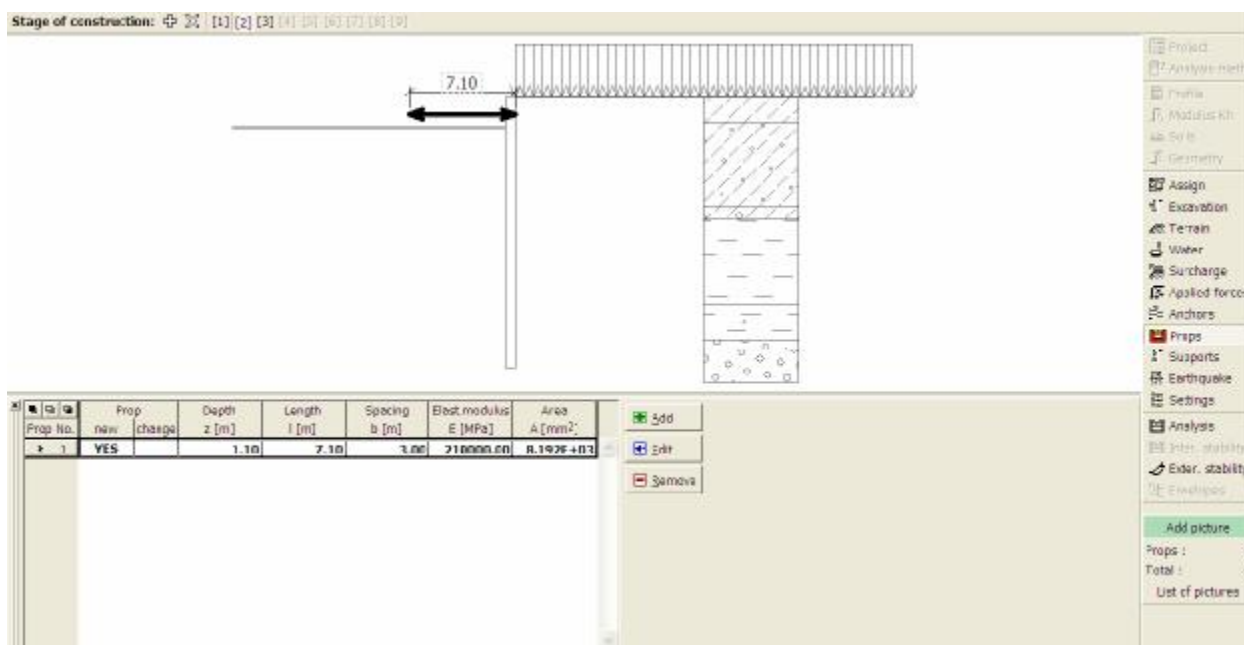
Các thông số về các lớp đất là không đổi, do vậy ta không cần khai báo lại các thông số trong trình duyệt Assign. Trong giai đoạn thi công thứ hai, ta tiến hành thi công hệ văng chống thép chữ I.

Bước 14: Ấn vào nút  trong cửa sổ *Stage Construction*, để chuyển sang giai đoạn thi công thứ 2.

Bước 15: Trình đơn khai báo thanh chống, *Props*.

- Click chuột vào nút Add trong cửa sổ *Props*, hộp thoại *New Props* xuất hiện.

- Khai báo các thông số về thanh chống trong hộp thoại:
 - + Prop Depth: vị trí của thanh chống: tại cốt -2,300m; độ sâu là 1,10m
 - + Length : Chiều dài thanh chống: L=7,1m (bằng ½ chiều rộng hố đào)
 - + Spacing of props : Khoảng cách thanh chống: 3m
 - + Stiffness : độ cứng của thanh bao gồm mô đun đàn hồi và diện tích tiết diện. Ta sử dụng thanh chống chữ I40. Mô đun đàn hồi và diện tích tiết diện như trong hình.



New prop

Geometry

Prop depth : $z =$ [m]

Length : $l =$ [m]

Spacing of props : $b =$ [m]

Stiffness

Modulus of elasticity : $E =$ [MPa]

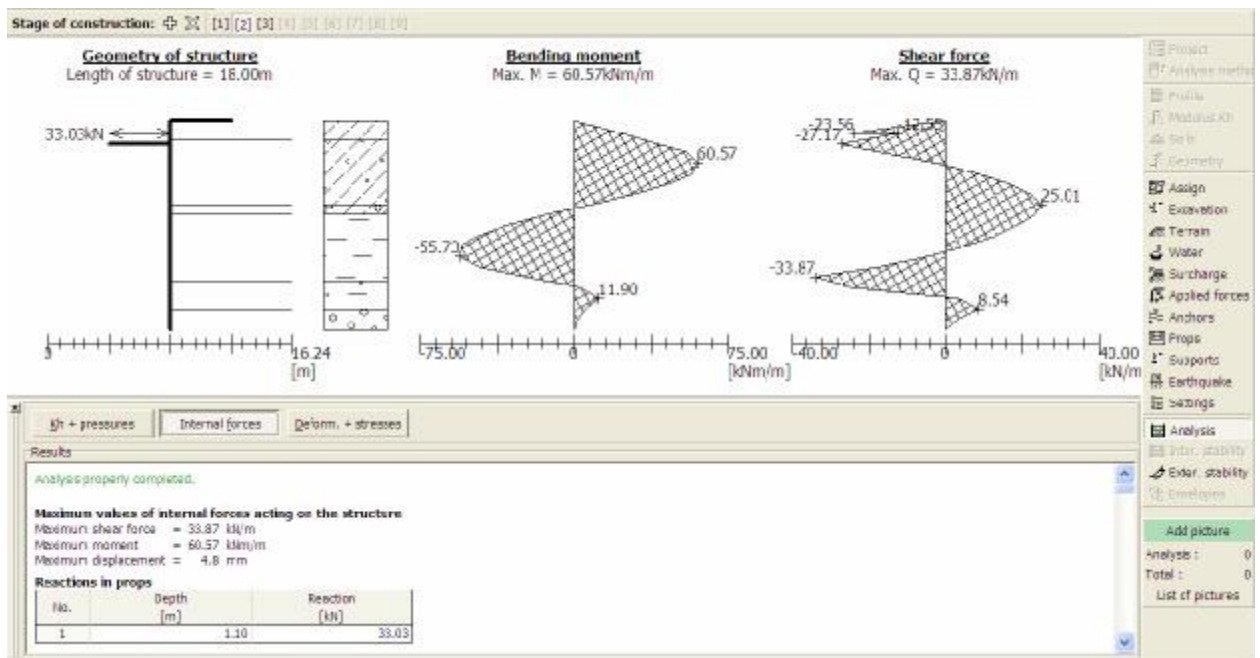
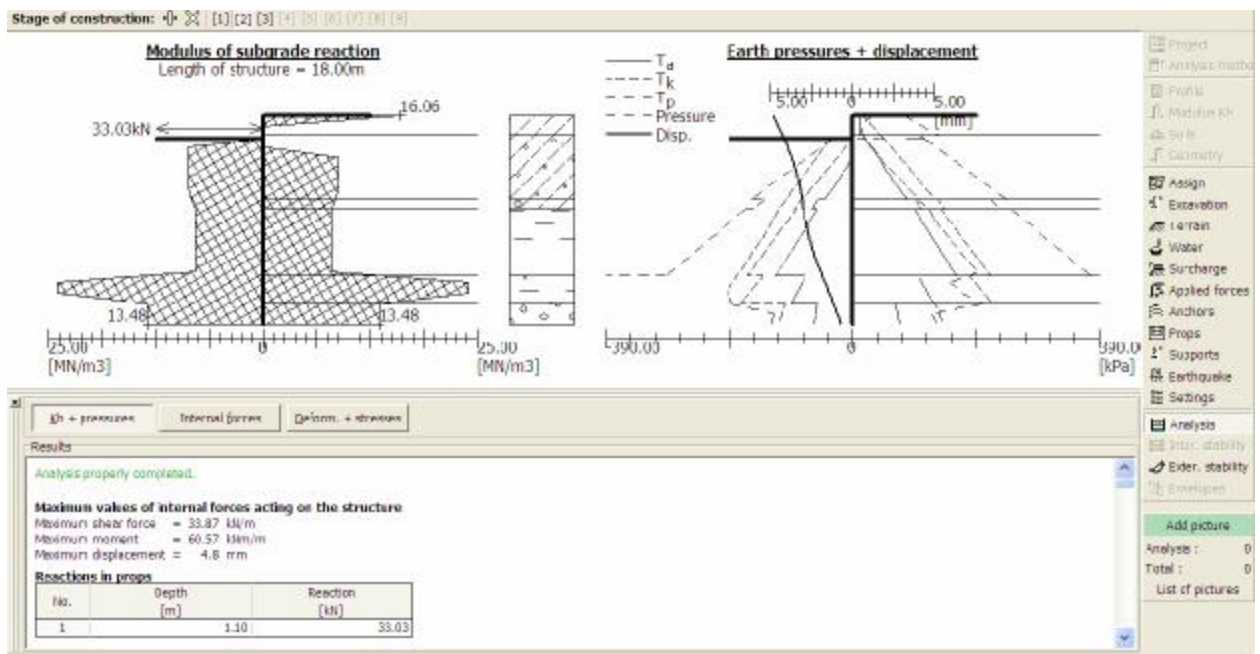
Area : $A =$ [mm²]

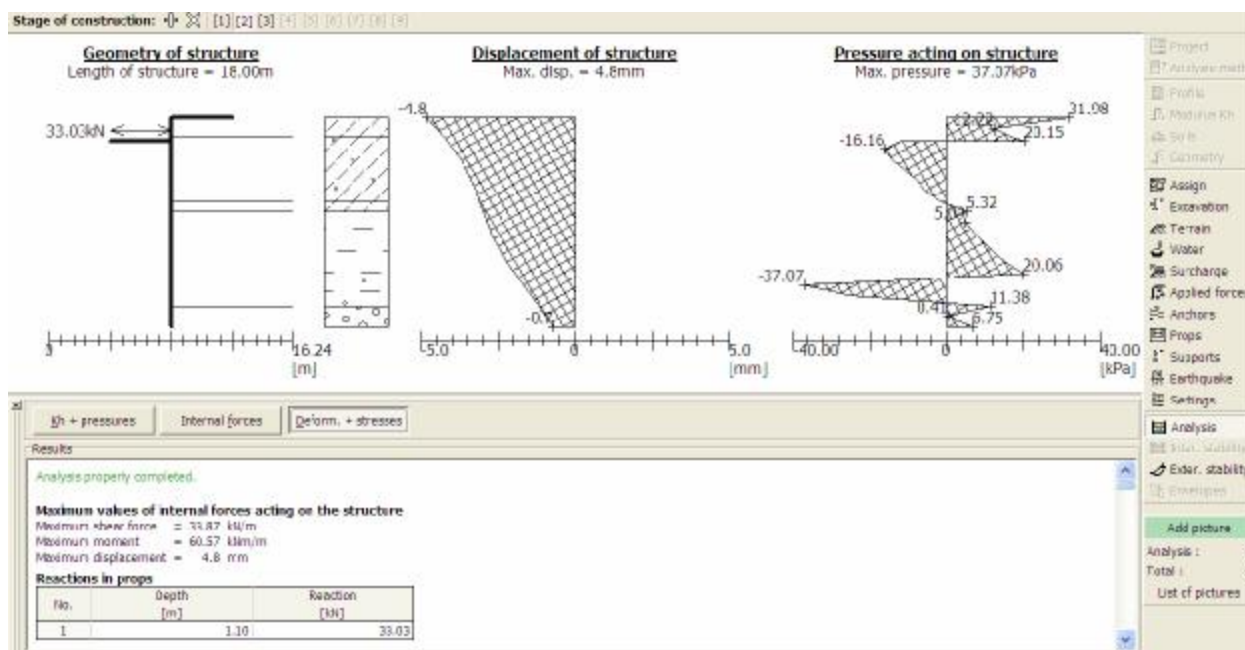
Hình 1.18. Khai báo thanh chống cho công trình

Các thông số còn lại của bài toán như hoạt tải trên mặt đất, thông số về nước ngầm, mô hình đất trên mặt đất... không thay đổi trong quá trình thi công. Với chương trình Sheeting check nói riêng và bộ phần mềm Geo5 nói chung, khi chuyển sang giai đoạn thi công thứ tiếp theo, tất cả các thông số trong giai đoạn này sẽ được mặc định là giống trong giai đoạn trước. Vì vậy, ta chỉ cần khai báo lại những thông số có sự thay đổi trong các giai đoạn thi công.

Bước 16: Tiến hành phân tích tường trong giai đoạn thứ hai.

- Tiến hành tương tự bước 12 và bước 13. Kết quả phân tích tường như sau:





Hình 1.19. Kết quả phân tích tường trong giai đoạn thứ 2

Bước 17: Chuyển sang giai đoạn thi công thứ 3.

Trong giai đoạn này, chúng ta tiếp tục tiến hành đào đất tới cốt -6,15m; độ sâu đào đất tương ứng là 4,95m.

- Click vào nút  trong cửa sổ Stage Construction để chuyển sang giai đoạn thi công thứ 3.

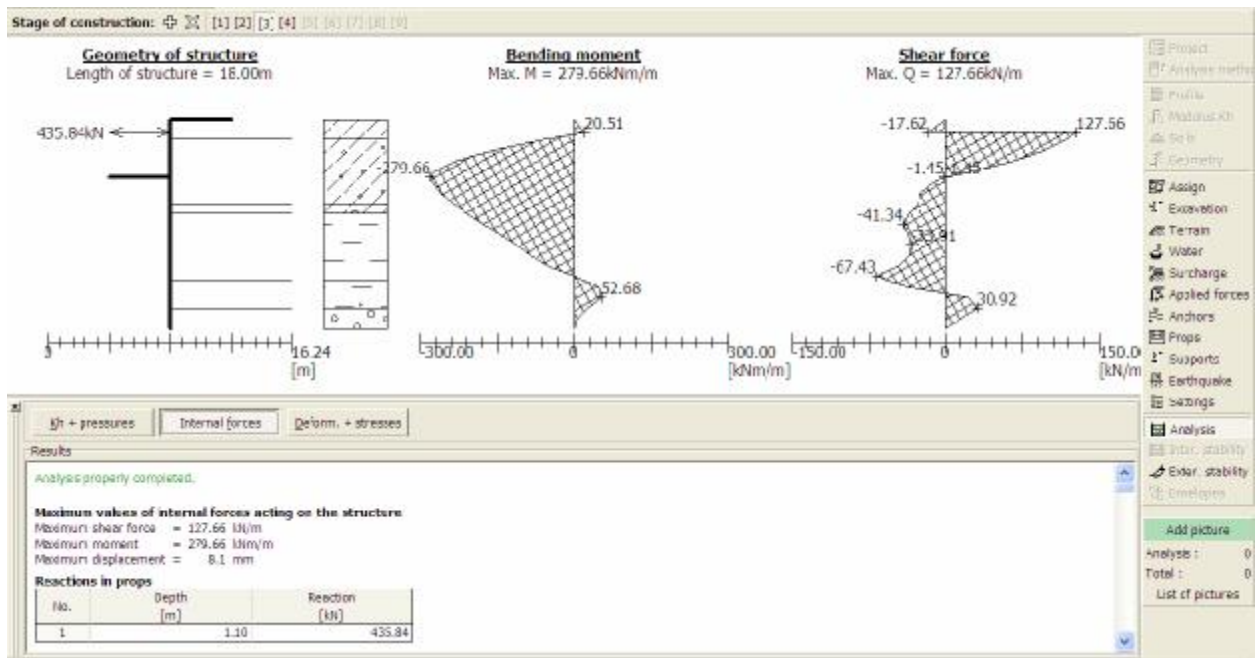
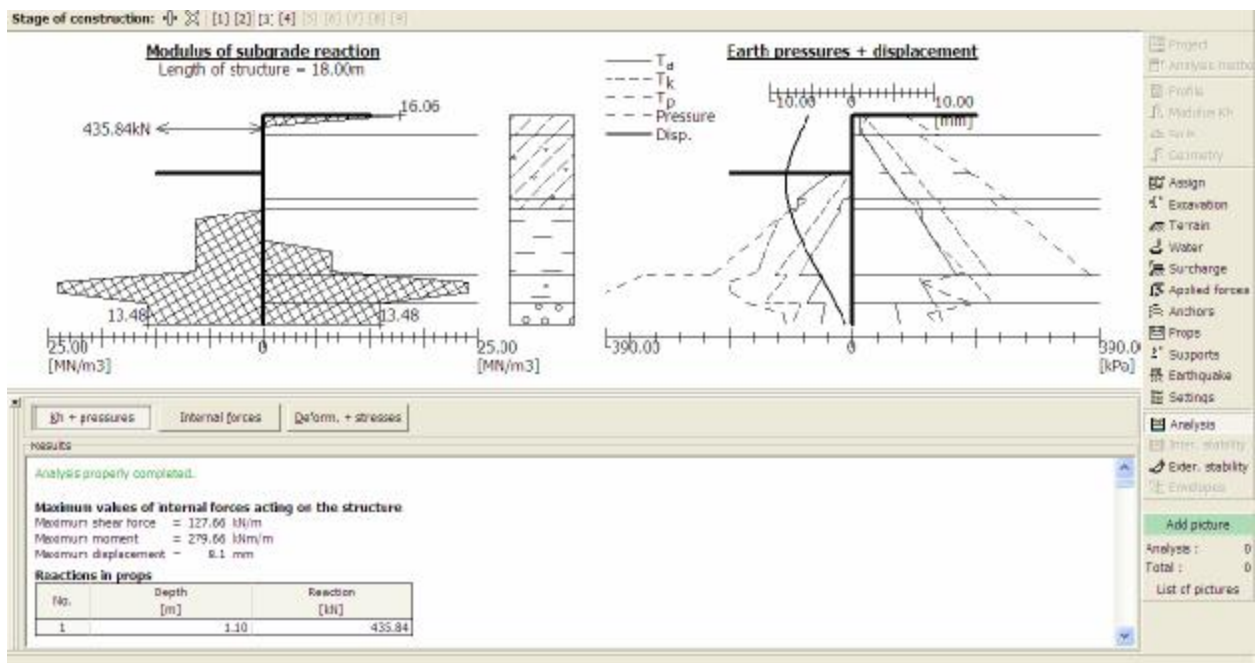
Bước 18: Trình đơn Excavation

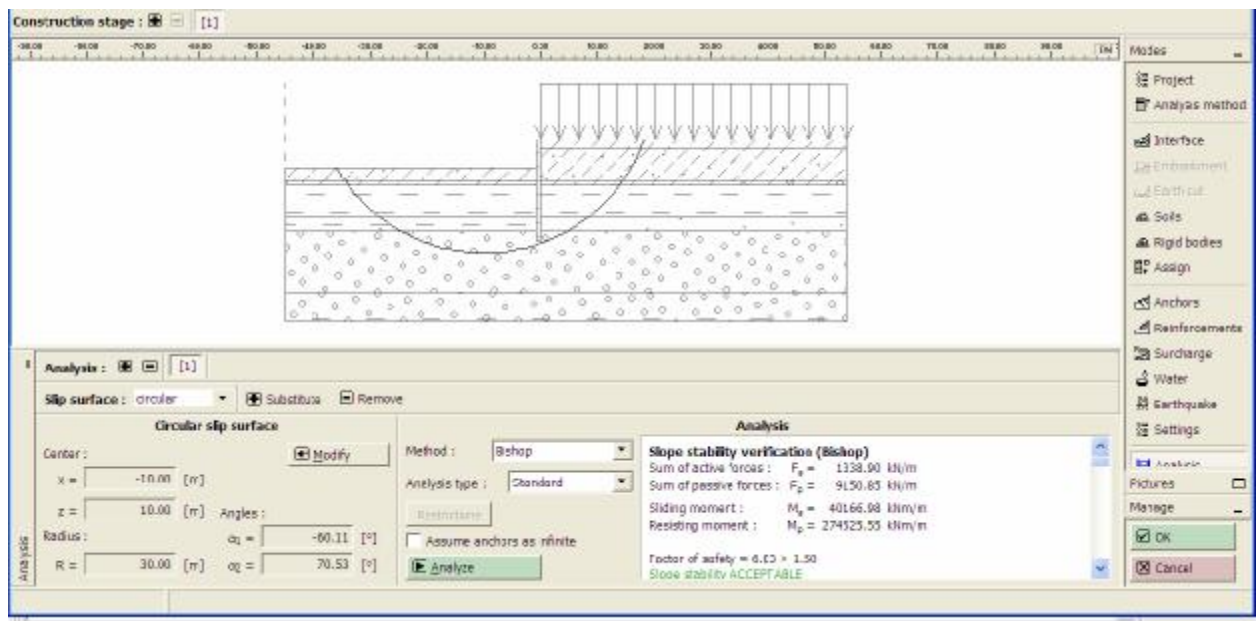
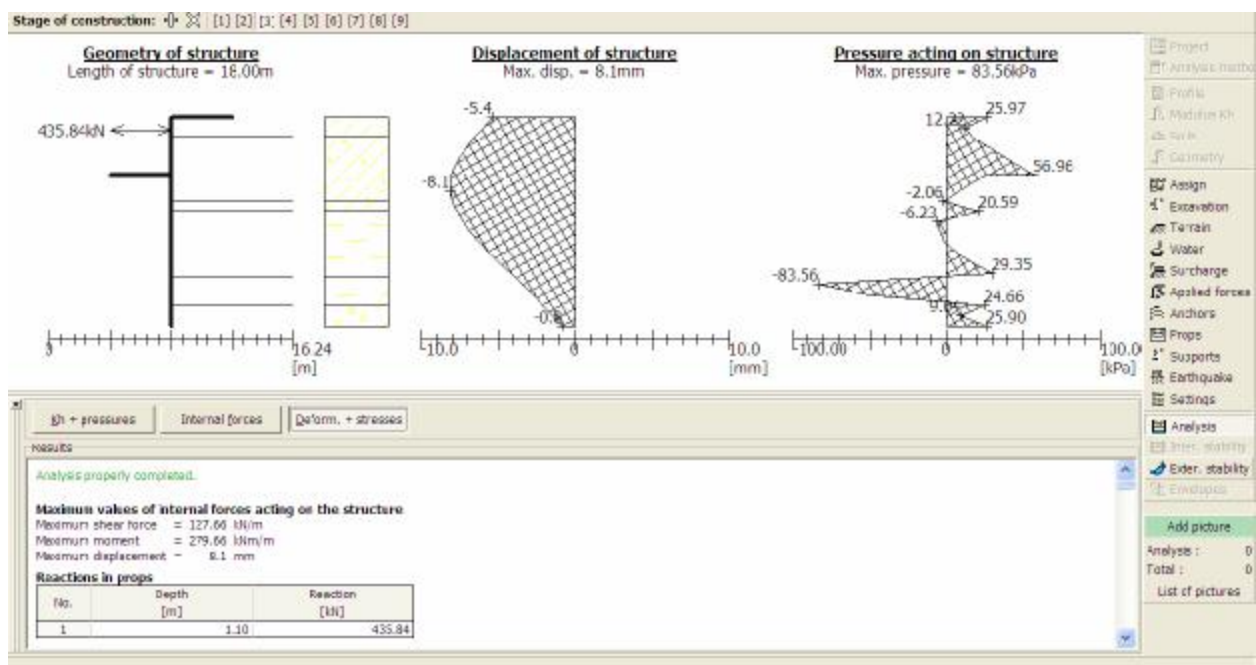
- Tại cửa sổ Depth of ditch chọn $h = 4,95\text{m}$

Các thông số còn lại của bài toán là không đổi, ta tiến hành phân tích tường trong giai đoạn thứ 3 (cũng là giai đoạn cuối cùng trong bài toán này).

Bước 19: Tiến hành phân tích tường

- Thực hiện tương tự các bước 12, 13. Kết quả phân tích tường như sau:





Hình 1.20. Kết quả phân tích tường trong giai đoạn thứ 3

Bước 20: Chuyển sang giai đoạn thi công thứ 4.

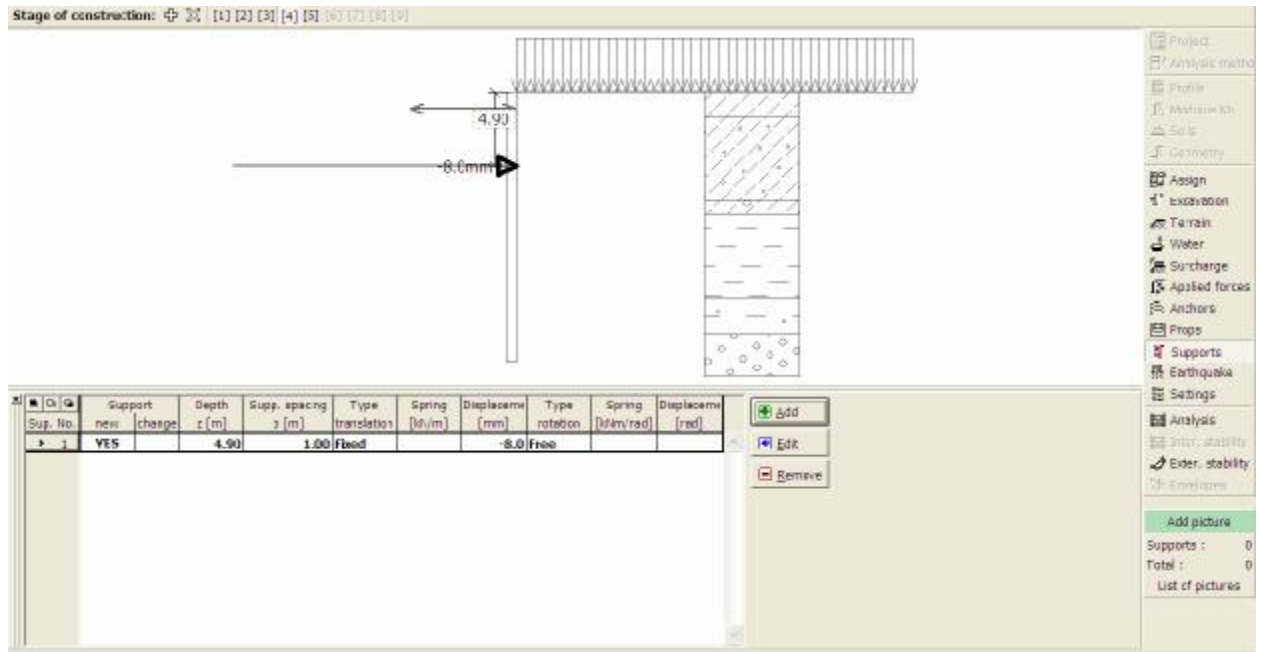
Trong giai đoạn này, chúng ta tiến hành thi công sàn tầng hầm 2 tại cốt -6m.

- Click vào nút  trong cửa sổ Stage Construction để chuyển sang giai đoạn thi công thứ 4.

Bước 21: Trình đơn khai báo gối tựa, Supports.

- Click chuột vào nút Add trong cửa sổ Supports, hộp thoại New Supports xuất hiện.
- Khai báo các thông số về gối tựa trong hộp thoại:

- + Support Depth: vị trí của gối tựa: tại cốt -6,000m; độ sâu là 4,800m
- + support spacing: Khoảng cách gối chống: 1m
- + Displacement : chuyển vị cưỡng bức của gối chống trong giai đoạn này lấy là 8mm.
- + Rotation: chuyển vị xoay của gối chống chọn kiểu free .



New support

Geometry

Support depth : z = 4.90 [m]

Support spacing : b = 1.00 [m]

Displacement

Type of displacement : Fixed

Forced displacement : -8.0 [mm]

Rotation

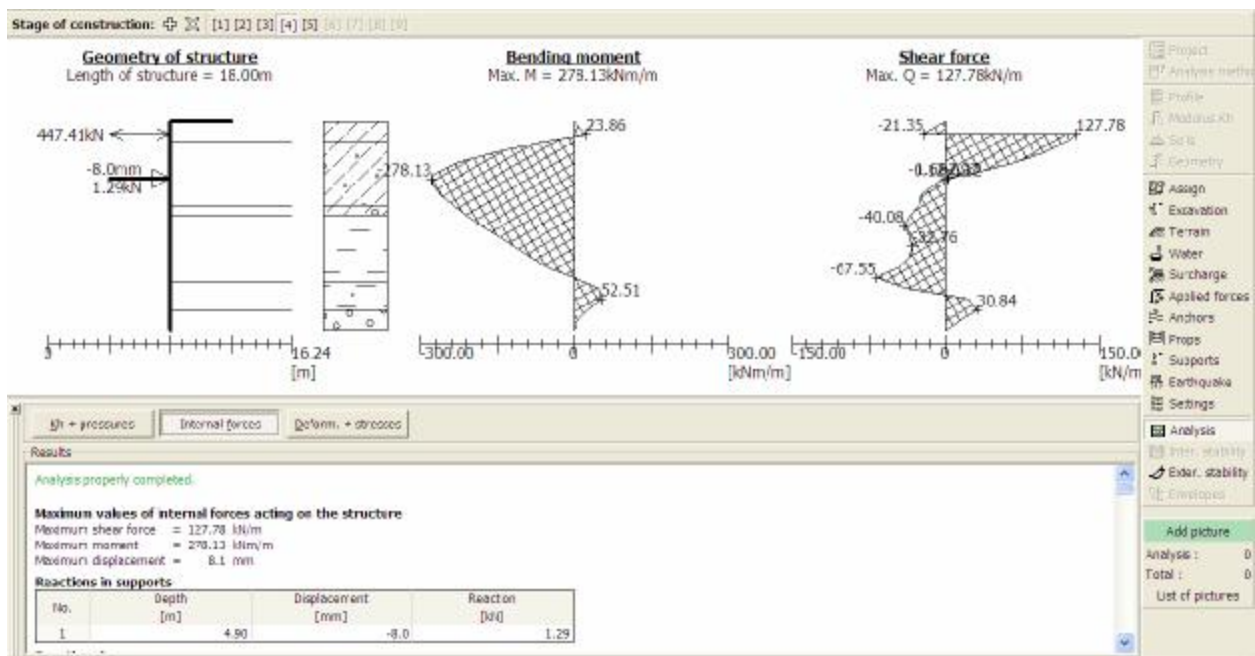
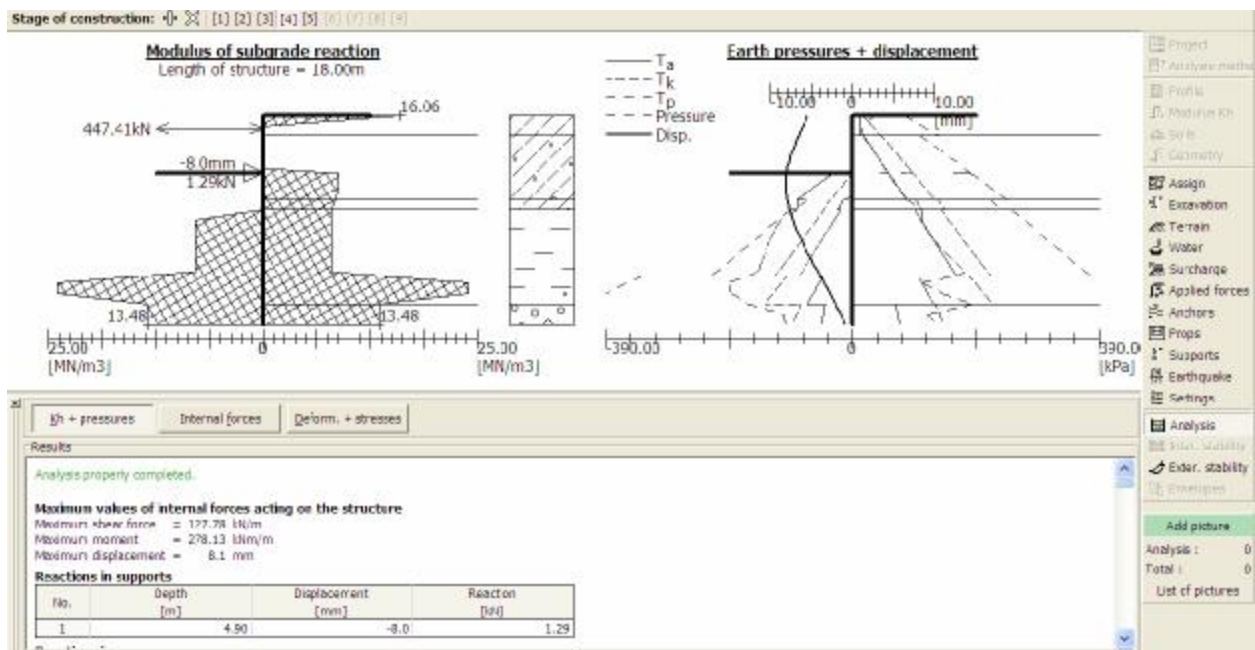
Type of rotation : Free

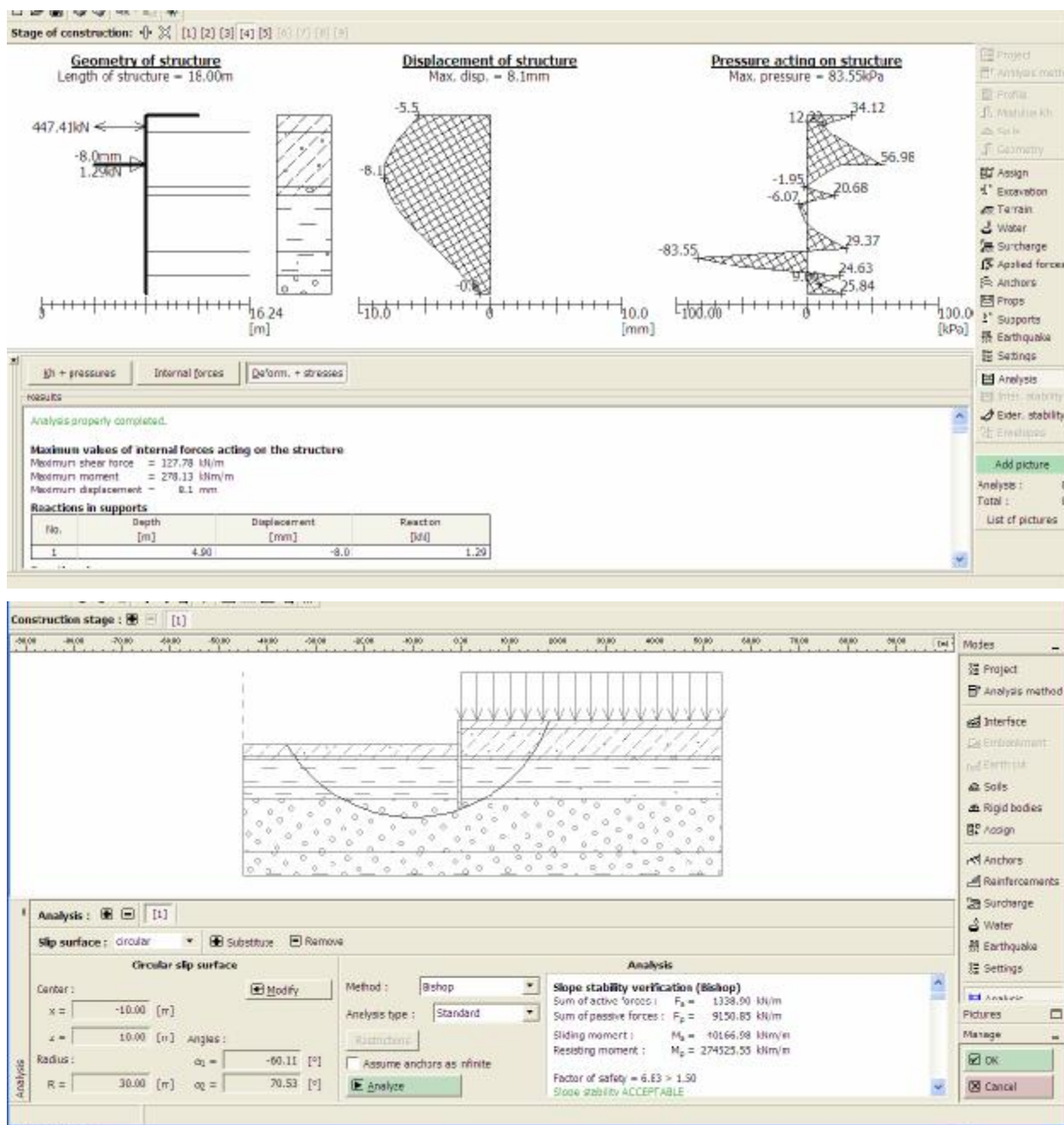
+ Add - Cancel

Hình 1.21. Khai báo gối tựa cho công trình

Bước 22: Tiến hành phân tích tường

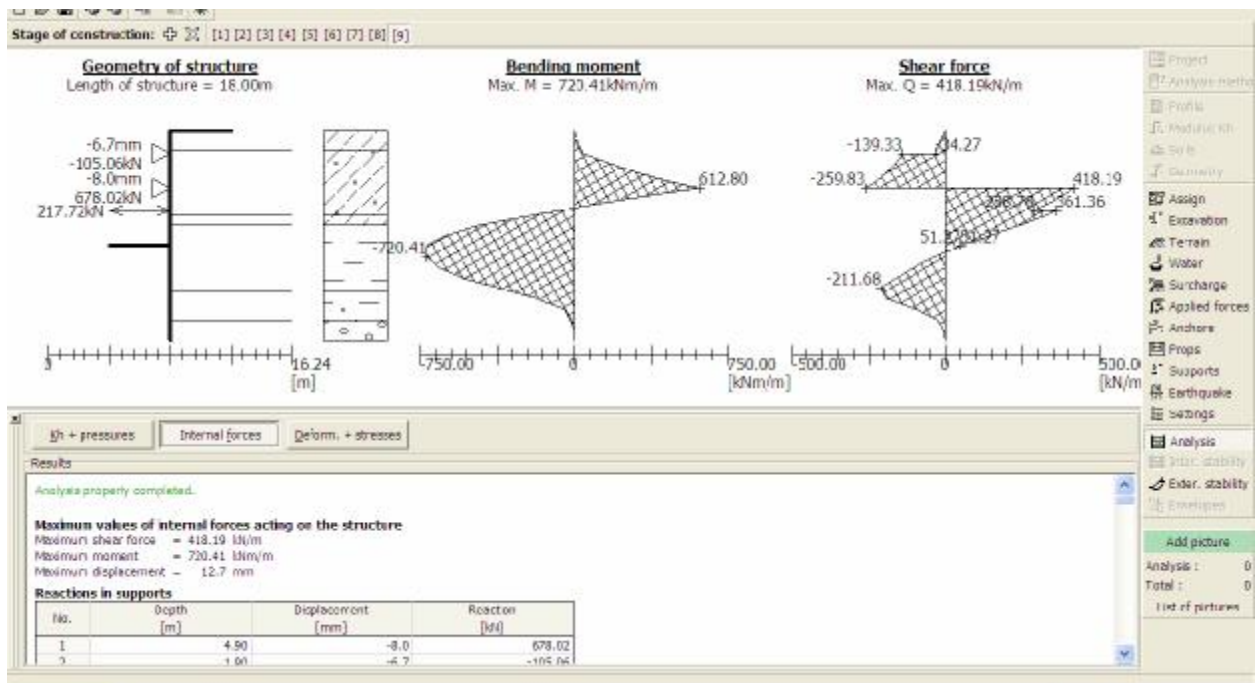
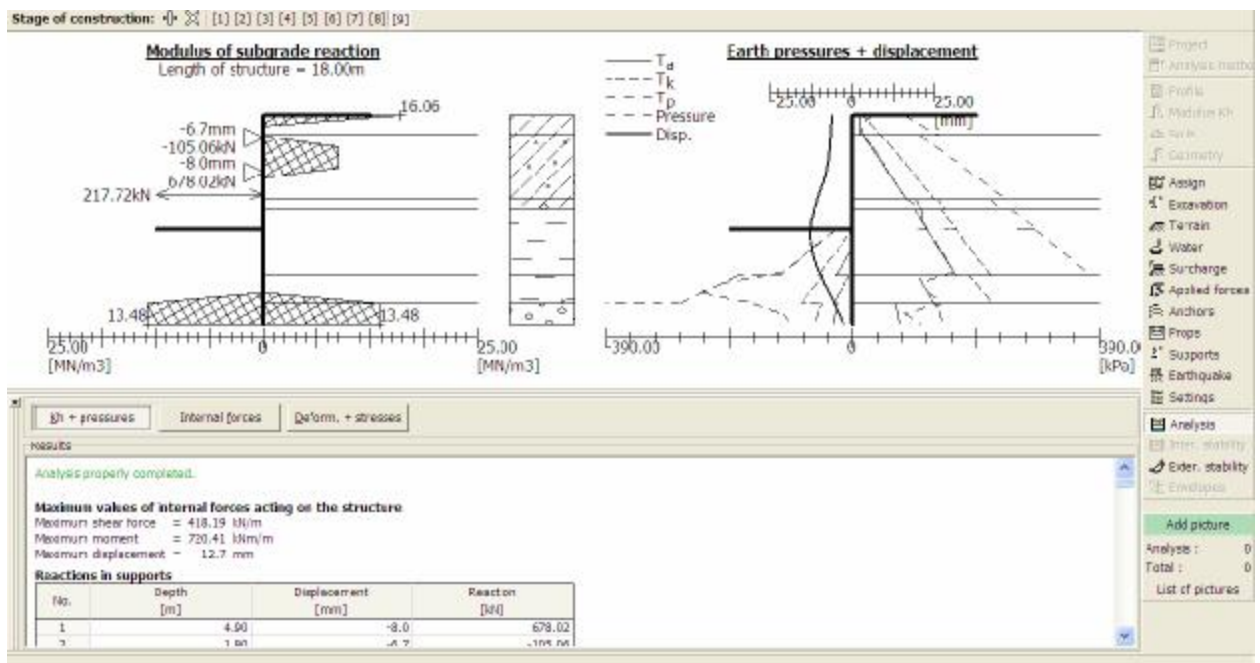
- Thực hiện tương tự các bước 12, 13. Kết quả phân tích tường như sau:





Hình 1.22. Kết quả phân tích tường trong giai đoạn thứ 4

Bước 23: Tương tự như các giai đoạn trên chuyển sang thi công các giai đoạn tiếp theo đến giai đoạn cuối cùng là giai đoạn 9.

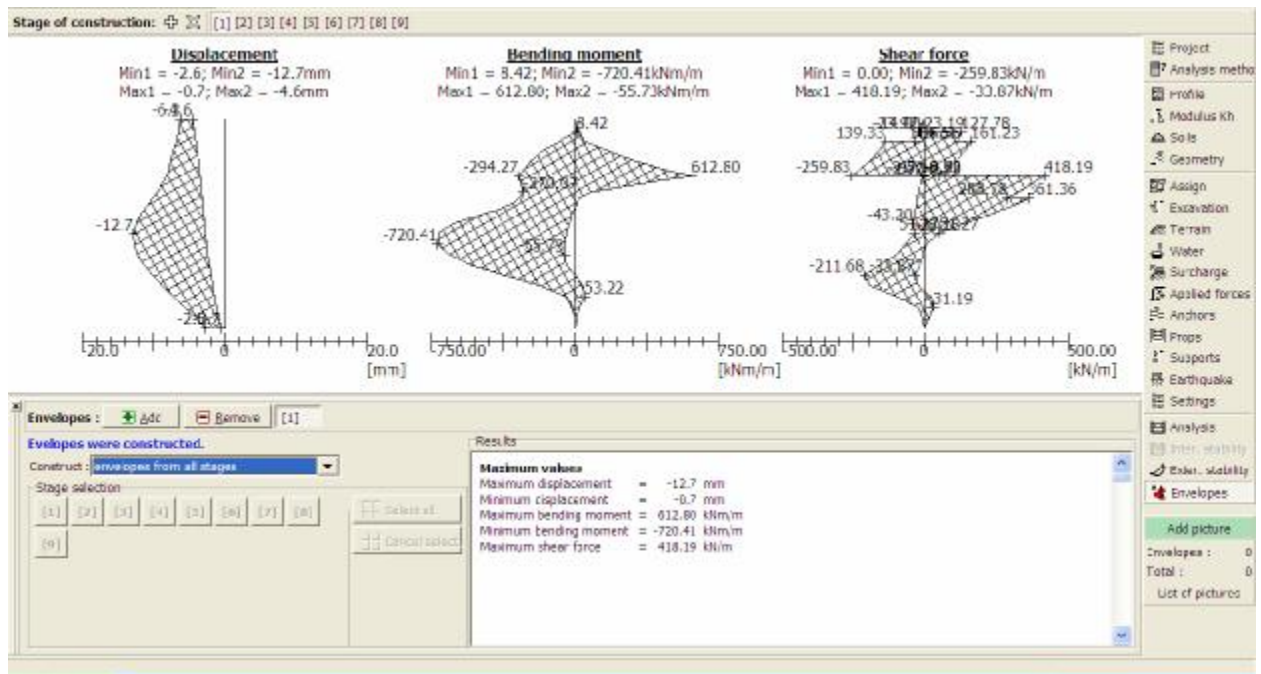




Hình 1.23. Kết quả phân tích tường trong giai đoạn thứ 9

Bước 24: Xây dựng các biểu đồ bao:

- Trên thanh công cụ **Stage of construction:** [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9], chuyển về giai đoạn thi công thứ nhất. Khi đó trình đơn Envelopes xuất hiện.
- Trong thanh công cụ Construct: envelopes from all the stages (tạo biểu đồ bao cho tất cả các giai đoạn thi công)

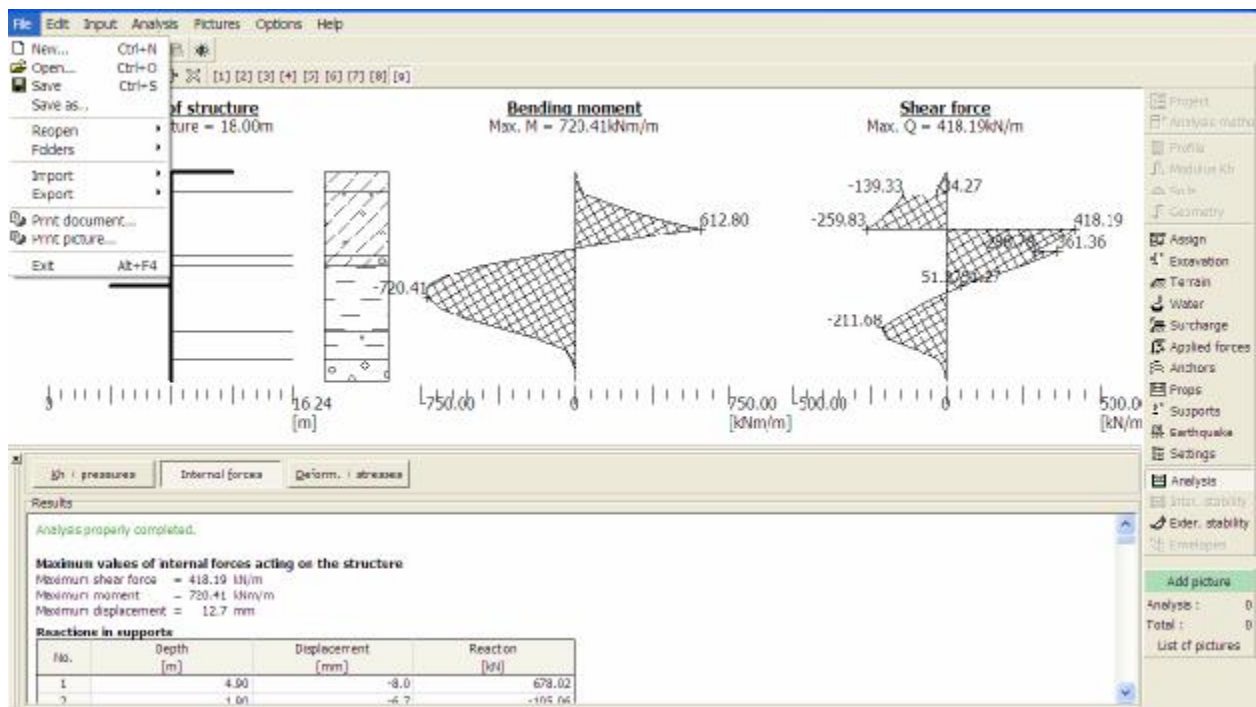


Hình 1.24. Biểu đồ bao mômen, lực cắt và chuyển vị của tường

Bước 25: Xuất ra thuyết minh, kết quả, biểu đồ nội lực:

*) In các biểu đồ nội lực:

- Để cửa sổ hình biểu đồ cần in.
- File/ Print Picture.
- Cửa sổ Print and Export Picture xuất hiện.
- Mục Document cho ta nhiều lựa chọn:
 - + Chỉnh sửa khổ giấy
 - + In trực tiếp trên máy
 - + Hoặc Save as dưới dạng file pdf.
 - + Lựa chọn Open and Edit cho ta sửa chữa nội dung hình ảnh in ra dưới dạng file Word.



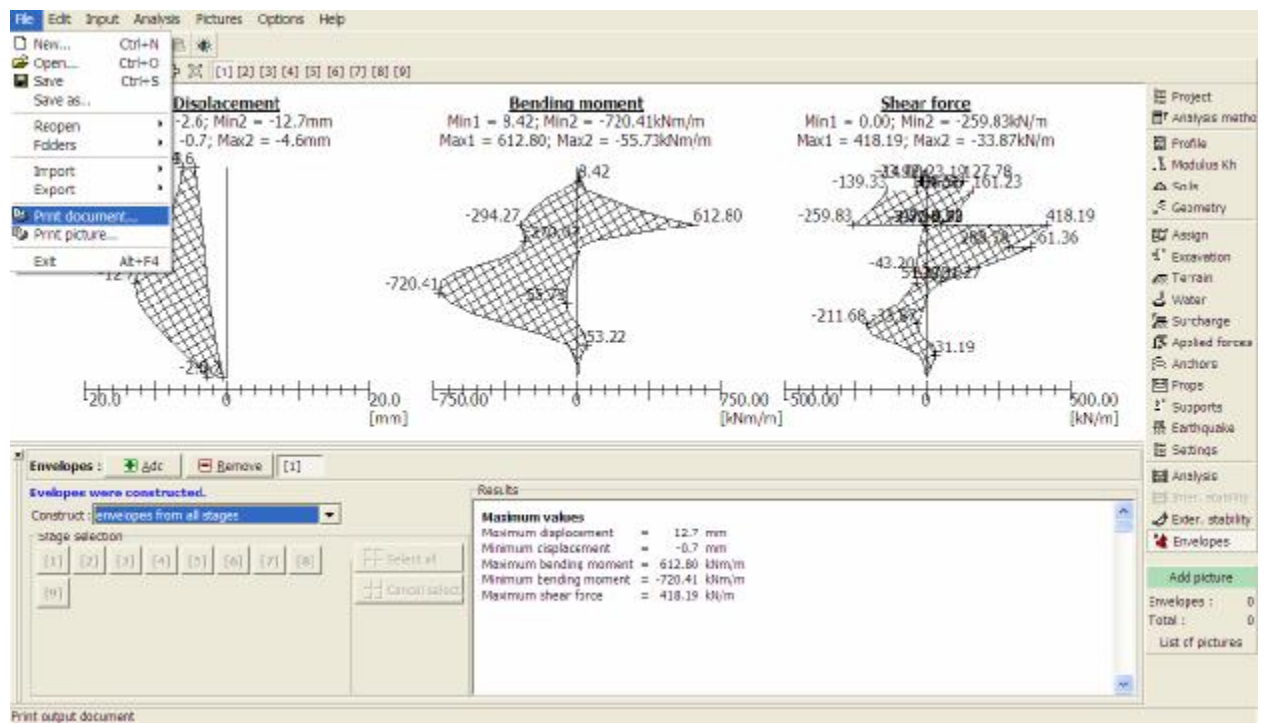
Hình 1.25. In biểu đồ

*) In thuyết minh tính toán:

- File/ Print Document....
- Cửa sổ Print and Export Document xuất hiện.
- Lựa chọn các mục để in ra trong thuyết minh.

Chú ý: nếu trong quá trình tính toán, ta bỏ qua bước nào thì trong thuyết minh được Geo5 in ra sẽ không có phần đó. Ví dụ: ta bỏ qua không xét ổn định tổng thể của hệ kết cấu, không xây dựng biểu đồ bao thì trong thuyết minh sẽ không có những thông số của biểu đồ bao và kiểm tra ổn định tổng thể.

- Khi xây dựng biểu đồ bao, trong thuyết minh sẽ xuất hiện bảng giá trị mômen, lực cắt. Ta có thể sử dụng các giá trị này để tính toán cốt thép cho tường.



Hình 1.26. In thuyết minh tính toán