

LỜI NÓI ĐẦU

Nội dung cuốn sách thi công đất chia làm bốn phần chính: Đào đất, Đắp đất, Xử lý nền và Nổ mìn.

Cuốn sách rất cần cho những người lập biện pháp thi công đào đắp đất, nhất là công tác đào hố móng công trình và cũng có thể dùng để tham khảo trong công tác giảng dạy, học tập ở các trường đại học xây dựng, cao đẳng thuỷ lợi.

Nội dung tài liệu là kết quả của sự tổng hợp một cách có hệ thống những hiểu biết cá nhân cộng với sự thu thập bổ sung từ các tài liệu trong và ngoài nước.

Đào hố móng công trình là một trong những “Vạn sự khởi đầu nan”, và tài liệu này chắc chắn phần nào giúp cho các độc giả thêm một ít hiểu biết để giải quyết công việc nói trên.

Tuy đã có nhiều cố gắng song chắc chắn tài liệu sẽ không tránh khỏi những thiếu sót nhất định, rất mong độc giả phê bình góp ý và bổ sung. Ý kiến có thể gửi về Nhà xuất bản Xây dựng Hà Nội hoặc Khoa Xây Dựng Trường Đại Học Kiến Trúc thành phố Hồ Chí Minh.

Tp. Hồ Chí Minh, Ngày 10 tháng 10 năm 2007

Đặng Đình Minh

Chương 1

CÔNG TÁC CHUẨN BỊ TRƯỚC KHI THI CÔNG

Kinh nghiệm cho thấy công tác chuẩn bị trước khi thi công cọc và đào đắp đất rất quan trọng. Người thi công - nhà thầu cũng như đơn vị lập biện pháp tổ chức thi công và kỹ thuật thi công nếu như tiên liệu trước những công việc tiền thi công và chuẩn bị tốt thì sẽ thi công rất thuận lợi, bảo đảm tốt tiến độ thi công và an toàn lao động và nhất là thi công đạt hiệu quả kinh tế cao - làm ăn có lãi, việc thi công được tiến hành liên tục.

Công tác chuẩn bị thể hiện ở nhiều mặt khác nhau:

- Chuẩn bị về mặt thủ tục.
- Chuẩn bị về tài liệu.
- Chuẩn bị về hiện trường thi công.

1.1. CHUẨN BỊ VỀ MẶT THỦ TỤC

- Công trình muốn thi công và tổ chức giao thầu, đấu thầu trước hết phải có thiết kế và dự toán. Thiết kế và dự toán phải được các cấp có thẩm quyền duyệt. Nếu là công trình của nhà nước, kèm theo quyết định duyệt thiết kế và dự toán phải có quyết định cấp vốn và thời hạn cấp vốn.

- Phải có Giấy cấp đất và Giấy phép xây dựng của cấp có thẩm quyền cho phép.
- Phải hoàn tất công việc di dời đền bù giải toả. Nếu công trình nằm trên vùng đất trước đây có chiến sự thì cần có giấy xác nhận đã hoàn tất công việc rà phá bom mìn tại khu đất xây dựng.
- Hoàn thành công việc chọn thầu có quyết định phê duyệt trúng thầu.
- Hợp đồng thi công giữa đơn vị giao thầu (Ban quản lý dự án - Bên A) và đơn vị nhận thầu (Đơn vị thi công - Bên B).

1.2. CHUẨN BỊ TÀI LIỆU THI CÔNG

- Đơn vị thi công phải có đầy đủ tài liệu thiết kế. Bản vẽ thiết kế được duyệt phải có đầy đủ kích thước và chi tiết. Trong bản vẽ thể hiện rõ vị trí kích thước của công

trình, cao độ tự nhiên, cao độ thiết kế, từ đó đơn vị thi công tính ra được khối lượng đào đắp cụ thể phải thực hiện.

- Phải nắm rõ tình hình địa chất khu vực - nơi sẽ tiến hành đào đắp đất. Nhờ biết được chính xác cấu tạo các tầng đất, cao độ có nước ngầm hoặc khả năng có thể xảy ra lưu sa mà đơn vị thi công sẽ chọn phương tiện thi công thích hợp và có biện pháp xử lý phòng ngừa có hiệu quả. Ngoài ra cũng cần biết thêm một số chỉ tiêu cơ lý khác của đất: Dung trọng, độ ẩm, hệ số rỗng, dung trọng khô...

- Để tính toán khối lượng đào đắp chính xác, cần phải có các bản đồ địa hình khu vực với tỷ lệ 1:500 (nếu được 1:200 thì càng tốt).

- Phải biết rõ các công trình ngầm hiện hữu để có giải pháp đào cụ thể cũng như không phá hoại các công trình hiện hữu dưới mặt đất. Các công trình ngầm đó có thể là: hệ thống ống cấp nước, hệ thống ống thoát nước, cáp điện lực, cáp điện thoại...

- Phải có biện pháp chống đỡ gia cố các công trình kế cận sẽ không bị hư hại lún sụt khi ta thi công đào đắp công trình.

- Phải có kết quả thí nghiệm đất (thường là đất đắp).

- Có biện pháp thi công đào đắp và tiến độ thi công. Các tài liệu này do phía quản lý dự án (Bên giao thầu) cấp, nếu là tài liệu do phía nhà thầu lập ra thì phải được sự đồng ý chấp thuận của bên giao thầu.

- Tài liệu thuyết minh hướng dẫn - Tài liệu về quy trình nghiệm thu - Tài liệu hướng dẫn thực hiện công tác an toàn lao động.

- Nếu công việc đào đất tiến hành sau công tác hạ cọc xuống nền thì trước khi tiến hành đào đất cần phải tiến hành xong công tác nghiệm thu hạ cọc xuống nền. (Công tác hạ cọc xuống nền đã hoàn tất không cần phải ép hoặc đóng bổ sung - có thể chuyển qua công việc đào đất...).

1.3. CHUẨN BỊ HIỆN TRƯỜNG THI CÔNG

Trước khi tiến hành đào đắp công trình, chúng ta cần phải chuẩn bị đầy đủ các phương tiện và điều kiện kỹ thuật phục vụ thi công.

Các điều kiện đó là:

- Phải phát quang dọn sạch mặt bằng trước khi đào đắp (Nơi cần đào đắp có cây cối hoặc chướng ngại vật...) việc phát quang dọn sạch mặt bằng tiện cho việc đi lại và tiến hành công tác trắc đạc.

- Di dời các công trình hiện hữu (công trình di tích văn hoá lịch sử, hệ thống cấp thoát nước, các đường dây cấp điện hoặc dây điện thoại...)

Chuẩn bị hệ thống mốc chuẩn, trục chuẩn và dẫn trục cho các hạng mục thi công để việc đào đắp tiến hành được chính xác và đúng yêu cầu thiết kế.

- Hệ thống đường điện cung cấp cho các thiết bị thi công và điện ánh sáng.
- Hệ thống nước sạch dùng để tưới rửa.
- Hệ thống ánh sáng phục vụ cho thi công ca hai hoặc ca đêm.

- Nếu quá trình đào đắp có sử dụng máy khoan (máy khoan sử dụng khí nén) thì phải lắp đặt trạm khí nén và hệ thống ống cung cấp khí nén đến tận nơi có sử dụng máy khoan.

- Tiến hành làm mới hoặc gia cố sửa chữa hệ thống đường sá cầu cống hiện hữu nhằm chuẩn bị tốt cho công việc vận chuyển đất đào đắp.

- Phải xác định và thống nhất vị trí đổ các đất phế thải (đất bùn, đất xấu, lớp đất thực vật).

- Làm hệ thống thoát nước mặt và các hệ thống chặn ngăn nước vào hố móng (làm hệ thống ngăn chặn nước trên sườn đồi chảy xuống bằng các đê chắn hoặc rãnh ngăn chặn; làm các đê vây để chặn nước sông tràn vào khi thi công các hệ thống cấp nước cạnh sông; làm hệ thống bơm giếng kim khi thoát nước ngầm...)

- Làm các công trình phụ như: kho, bãi, lán trại, nhà điều hành...

- Chuẩn bị đầy đủ phương tiện thi công và nhân lực thi công.

Tóm lại, công việc chuẩn bị trước khi thi công đào đắp mỗi nơi mỗi khác, tùy thực tế, tùy điều kiện thi công, tùy thời tiết, tùy địa hình và tùy kết cấu của thiết kế... mà có sự chuẩn bị khác nhau.

Người giao thầu và nhận thầu phải quan tâm đến công tác chuẩn bị trước khi thi công nói chung. Việc chuẩn bị tốt thì việc thi công suôn sẻ không bị ách tắc gián đoạn, bảo đảm thi công đạt yêu cầu thiết kế, an toàn sản xuất cũng được bảo đảm trong suốt quá trình, thi công đúng theo tiến độ đã đề ra và nhà thầu thi công đạt hiệu quả kinh tế cao.

Chương 2

NHỮNG ĐẶC TÍNH CƠ LÝ CỦA ĐẤT ẢNH HƯỞNG ĐẾN CÔNG TÁC THI CÔNG ĐÀO ĐẬP ĐẤT

Đất là một thực thể phức tạp gồm ba thành phần chính:

Các hạt khoáng tạo nên cốt đất ta gọi là pha rắn.

Phần dịch thể lỏng (nước) lấp đầy trong cốt đất ta gọi là pha lỏng.

Phần khí xen kẽ trong các chỗ rỗng của cốt đất ta gọi là pha khí.

Để dễ dàng trình bày ta tính toán trong các phần kế tiếp, chúng ta cùng thống nhất một số ký hiệu sau:

W_s - Trọng lượng hạt đất.

W_w - Trọng lượng nước trong đất.

W - Tổng trọng lượng của đất.

$$W = W_s + W_w$$

V_s - Thể tích hạt đất.

V_w - Thể tích nước trong đất.

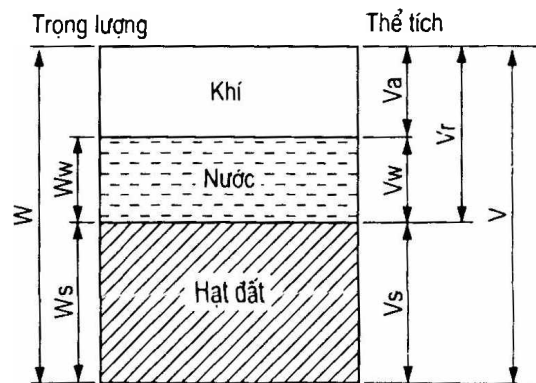
V_a - Thể tích khí trong đất.

V_r - Thể tích lỗ rỗng trong đất.

$$V_r = V_a + V_w$$

V - Thể tích toàn bộ của đất.

$$V = V_a + V_w + V_s \quad (1)$$



Hình 1: Sơ đồ cấu tạo 3 pha của đất

2.1. CÁC CHỈ SỐ CƠ LÝ CỦA ĐẤT

1. Trọng lượng riêng (Specific gravity) G

Trọng lượng riêng của đất là tỷ số giữa trọng lượng của đất và trọng lượng riêng của nước cùng thể tích ở nhiệt độ 4°C.

$$G = \frac{W_s}{V_s} \cdot \frac{1}{\gamma_{wl}} \quad (2)$$

Trong đó: γ_{wl} - trọng lượng đơn vị thể tích của nước ở nhiệt độ 4°C (tương ứng với 10 kN/m³).

Trọng lượng riêng của đất lớn hay nhỏ tùy thuộc vào thành phần hạt của đất và thường ở giới hạn từ 2,6 - 2,8 tấn/m³.

Đất hữu cơ có trọng lượng riêng: 2,4 - 2,5 tấn/m³.

Đất than bùn có trọng lượng riêng: 1,5 - 1,8 tấn/m³.

Đất cùng loại sự thay đổi (trọng lượng riêng) không đáng kể.

Trọng lượng riêng của đất được xác định trong phòng thí nghiệm. Sau đây là trọng lượng riêng của một số loại đất:

Đất cát:	2,65 - 2,69	tấn/m ³
Á sét nhẹ:	2,70 - 2,71	
Á sét:	2,72 - 2,73	
Sét:	2,74 - 2,76	

2. Lượng ngậm nước của đất (Water content. Moisture content) ω

Lượng ngậm nước trong đất là tỷ số giữa lượng nước trong đất và trọng lượng của đất. Chúng được tính theo tỷ lệ phần trăm.

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} \cdot 100\% \quad (3)$$

Lượng ngậm nước (ω) là chỉ tiêu vật lý rất quan trọng về độ ẩm của đất. Sự thay đổi lượng ngậm nước trong đất phụ thuộc vào điều kiện tự nhiên. Lượng ngậm nước trong đất càng cao thì cường độ chịu lực trong đất càng giảm. Người ta dùng phương pháp sấy khô đất trong phòng thí nghiệm để xác định lượng ngậm nước của chúng.

3. Dung trọng của đất (Unit weight) γ

Dung trọng của đất là trọng lượng đơn vị thể tích của đất, đơn vị là kg/m³; tấn/m³...

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (4)$$

Dung trọng đất trong thiên nhiên nói chung không đều (thay đổi lớn):

Ví dụ:

Đất sét	$\gamma = 18 - 20 \text{ KN/m}^3$
Đất cát	$= 16 - 20 \text{ KN/m}^3$
Đất mùn thực vật	$= 15 - 17 \text{ KN/m}^3$

4. Dung trọng khô (Dry unit weight) γ_d

Dung trọng khô là dung trọng phần rắn trong đơn vị thể tích của đất.

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} \quad (5)$$

Dung trọng khô chính là chỉ tiêu dùng để đánh giá độ chặt của đất đắp.

5. Dung trọng bão hoà (Saturated unit weight) γ_{sat}

Dung trọng bão hoà của đất là trọng lượng đơn vị thể tích của đất khi đất chứa đầy nước trong lỗ rỗng:

$$\gamma_{sat} = \frac{W_s + V_r \cdot \gamma_w}{V} \quad (6)$$

Trong công thức trên thì $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$

6. Dung trọng nổi (Buoyant unit weight) γ'

Dung trọng nổi được xác định theo công thức

$$\gamma' = \frac{W_s - V_s \cdot \gamma_w}{V} \quad (7)$$

7. Hệ số rỗng (Porosity ratio; Void ratio) e

Hệ số rỗng là tỷ số giữa thể tích rỗng trong đất và thể tích hạt đất.

$$e = \frac{V_r}{V_s} \quad (8)$$

Hệ số rỗng được thể hiện bằng số thập phân. Hệ số rỗng thể hiện độ chặt của đất trong thiên nhiên:

Khi $e < 0,6$: Đất chặt - co nén ít.

$e > 1,0$: Đất tơi xốp - co nén cao.

8. Tỷ lệ rỗng của đất (Porosity rate; void rate) n

Tỷ lệ rỗng là tỷ số giữa thể tích rỗng chiếm chỗ và thể tích toàn bộ của đất, chúng được thể hiện bằng tỷ lệ %.

$$n = \frac{V_r}{V} \cdot 100\% \quad (9)$$

9. Độ bão hoà của đất (Saturation degree) S_r

Độ bão hoà của đất là tỷ số giữa thể tích rỗng chứa đầy nước và thể tích rỗng toàn bộ có trong đất. Người ta biểu thị độ bão hoà nước của đất bằng tỷ lệ %.

$$S_r = \frac{V_w}{V_r} \cdot 100\% \quad (10)$$

Dựa vào chỉ số S_r người ta xác định đất cát ở ba trạng thái:

Cát hơi ẩm	$S_r \leq 50 \%$
Cát rất ẩm	$S_r = 50 - 80 \%$
Cát bão hoà	$S_r \geq 80 \%$

10. Hoán đổi các chỉ tiêu

Các chỉ tiêu cơ lý của đất đã nêu trên: Trọng lượng riêng (G), lượng ngậm nước (ω) và dung trọng của đất (γ); Với ba chỉ tiêu này người ta có thể tính các chỉ tiêu còn lại.

- *Trọng lượng riêng G :*

Công thức diễn đạt theo ba pha:

$$G = \frac{W_s}{V_s \cdot \gamma_{wl}} \quad (11)$$

Công thức tính toán thông thường:

$$G = \frac{S_r \cdot e}{\omega} \quad (12)$$

Phạm vi giá trị thường thấy:

Đất sét: 2,7 – 2,76

Đất cát: 2,65 – 2,69

- *Lượng ngậm nước ω*

Công thức diễn đạt theo ba pha:

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} \cdot 100\% \quad (13)$$

Công thức tính toán thông thường:

$$\omega = \frac{S_r e}{G}; \quad \omega = \frac{\gamma}{\gamma_d} - 1 \quad (14)$$

Phạm vi giá trị thường thấy: 20 -60 %

- *Dung trọng γ*

Công thức diễn đạt theo ba pha:

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (15)$$

Công thức tính toán thông thường:

$$\gamma = \gamma_d(1 + \omega); \gamma = \frac{G + S_r \cdot e}{1 + e} \quad (16)$$

Đơn vị tính: g/cm³

Phạm vi giá trị thường thấy: 1,6 ÷ 2

• *Dung trọng khô γ_d*

Công thức diễn đạt theo ba pha:

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} \quad (17)$$

Công thức tính toán thông thường:

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + \omega}; \gamma_d = \frac{G}{1 + e} \quad (18)$$

Đơn vị tính: g/cm³

Phạm vi giá trị thường thấy: 1,3 – 1,8

• *Dung trọng bão hoà γ_{sat}*

Công thức diễn đạt theo ba pha:

$$\gamma_{sat} = \frac{W_s + V_r \cdot \gamma_w}{V} \quad (19)$$

Công thức tính toán thông thường:

$$\gamma_{sat} = \frac{G + e}{1 + e} \quad (20)$$

Đơn vị tính: g/cm³

Phạm vi giá trị thường thấy: 1,8 – 2,3

• *Dung trọng nổi γ'*

Công thức diễn đạt theo ba pha:

$$\gamma' = \frac{W_s - V_s \cdot \gamma_w}{V} \quad (21)$$

Công thức tính toán thông thường:

$$\gamma' = \gamma_{sat} - 1; \gamma' = \frac{G - 1}{1 + e} \quad (22)$$

Đơn vị tính: g/cm³

Phạm vi giá trị thường thấy: 0,8 – 1,3

- *Hệ số rỗng e*

Công thức diễn đạt theo ba pha:

$$e = \frac{V_r}{V_s} \quad (23)$$

Công thức tính toán thông thường:

$$e = \frac{G}{\gamma_d} - 1; e = \frac{G(1 + \omega)}{\gamma} - 1 \quad (24)$$

Phạm vi giá trị thường thấy:

Đất sét: $e = 0,4 \div 1,2$

Đất cát: $e = 0,3 \div 0,9$

- *Tỷ lệ rỗng n*

Công thức diễn đạt theo ba pha:

$$n = \frac{V_r}{V} \cdot 100\% \quad (25)$$

Công thức tính toán thông thường:

$$n = \frac{e}{1 + e}; n = 1 - \frac{\gamma_d}{G} \quad (26)$$

Phạm vi giá trị thường thấy:

Đất sét $n = 30\% \div 60\%$

Đất cát $n = 25\% \div 40\%$

- *Độ bão hoà S_r*

Công thức diễn đạt theo ba pha:

$$S_r = \frac{V_w}{V_r} \cdot 100\% \quad (27)$$

Công thức tính toán thông thường:

$$S_r = \frac{\omega \cdot G}{e}; S_r = \frac{\omega \cdot \gamma_d}{n} \quad (28)$$

Phạm vi giá trị thường thấy: $S_r = 0 \div 100\%$

1) Ví dụ tính toán 1:

Dạng đất nguyên trạng, qua thí nghiệm thu được các kết quả sau:

$$\gamma = 1,67 \text{ g/cm}^3; \omega = 12,9\%; G = 2,67$$

Hãy tìm: e ; n ; S_r ; γ_d ; γ_{sat} ; γ' ?

Bài giải:

$$e = \frac{G(1+\omega)}{\gamma} - 1 = \frac{2,67(1+0,129)}{1,67} = 0,8$$

$$n = \frac{e}{1+e} = \frac{0,8}{1+0,8} = 0,444 = 44,4\%$$

$$S_r = \frac{\omega G}{e} = \frac{0,129 \times 2,67}{0,8} = 0,43 = 43\%$$

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+\omega} = \frac{1,67}{1+0,129} = 1,48 \text{ g/cm}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = \frac{G+e}{1+e} = \frac{2,67+0,8}{1+0,8} = 1,93 \text{ g/cm}^3$$

$$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - 1 = 1,93 - 1 = 0,93 \text{ g/cm}^3$$

2.2. PHÂN LOẠI ĐẤT

Có hai loại đất: Đất không dính và đất dính

1. Đất không dính (cohesionless; non-cohesive soil)

Độ chặt của đất không dính có quan hệ mật thiết với đất công trình. Độ chặt đất không dính cao thì cường độ chịu lực của nền cao và ngược lại. Cùng một loại đất như nhau nếu hệ số rỗng càng nhỏ thì độ chặt càng lớn. Tùy theo giá trị hệ số rỗng mà ta chia các trạng thái khác nhau: Chặt, chặt vừa, hơi chặt và tơi xốp.

Bảng 1. Các trạng thái độ chặt của cát (e)

Loại cát	Độ chặt của cát			
	Chặt	Chặt vừa	Hơi chặt	Tơi xốp
Sỏi nhỏ, cát thô, cát vừa	$e < 0,6$	$0,6 \leq e \leq 0,75$	$0,75 < e \leq 0,85$	$e > 0,85$
Cát mịn - Bụi cát	$e < 0,7$	$0,7 \leq e \leq 0,85$	$0,85 < e \leq 0,95$	$e > 0,95$

Độ chặt đá dăm

Người ta đánh giá độ chặt đá dăm ở ba mức: Chặt, chặt vừa và hơi chặt. Cách giám định tại thực địa như sau:

Chặt: Hàm lượng hạt cốt đất chiếm trên 70% trọng lượng, chúng sắp xếp đan xen nhau, liên kết liền nhau. Khó đào bằng cuốc chim, khoan cũng khó.

Chặt vừa: Hàm lượng hạt cốt đất chiếm 60 -70% trọng lượng toàn bộ. Sắp xếp đan xen và liên kết liền nhau. Có thể đào bằng cuốc chim khoan hơi khó.

Hơi chặt: Hàm lượng cốt đất chiếm dưới 60% trọng lượng toàn bộ. Sắp xếp hỗn loạn, liên kết không liền nhau. Có thể đào, thành hố đào dễ lở, khoan dễ dàng.

2. Đất dính (Cohesive soil; Clayey soil; Binder soil)

a) Lượng ngậm nước giới hạn trong đất dính: (limit water content)

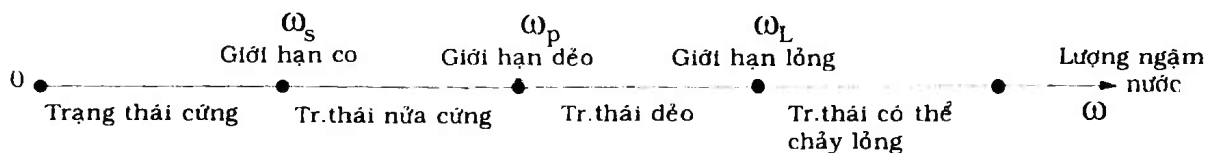
Do lượng ngậm nước trong đất dính khác nhau mà nó có thể ở trạng thái cứng, nửa cứng, dẻo hoặc chảy lỏng. Tùy theo lượng ngậm nước mà đất dính có thể chuyển từ trạng thái này sang trạng thái khác.

Lượng ngậm nước giới hạn khiến cho đất dính chuyển từ trạng thái dẻo sang trạng thái chảy được gọi là giới hạn lỏng (còn gọi là lượng ngậm nước giới hạn trên của trạng thái dẻo). Ký hiệu là ω_L .

Lượng ngậm nước giới hạn khiến cho đất cứng chuyển sang trạng thái dẻo được gọi là giới hạn dẻo (còn gọi là lượng ngậm nước giới hạn dưới của trạng thái dẻo). Ký hiệu là ω_p .

Đất dính ở trạng thái nửa cứng dần dần bốc hơi nước và thể tích dần dần co lại... co đến lúc không co thêm được nữa thì lượng ngậm nước giới hạn lúc đó được gọi là giới hạn co. Ký hiệu là ω_s .

Các giới hạn trên (ω_L ; ω_p ; ω_s) được biểu thị bằng % (phần trăm). Hình 2 thể hiện quan hệ giữa trạng thái và lượng ngậm nước của đất dính.



Hình 2: Quan hệ giữa trạng thái vật lý và lượng ngậm nước của đất dính

b) Chỉ số dẻo của đất dính: I_p (Plasticity; Plastic Property)

Chỉ số dẻo chính là hiệu số giữa giới hạn lỏng ω_L và giới hạn dẻo ω_p . Đó chính là phạm vi thay đổi lượng ngậm nước của trạng thái dẻo.

$$I_p = \omega_L - \omega_p$$

Đất càng mịn thì số lượng hạt mịn trong đất nhiều và vì thế mà lượng ngậm nước kết hợp với bề mặt hạt càng nhiều. Dĩ nhiên chỉ số dẻo I_p cũng càng cao.

Nếu trong đất không có hạt đất kết dính thì $I_p = 0$.

Lượng ngậm nước tương đối của hạt đất dính trên 3%, giá trị $I_p > 3\%$ thì đất bắt đầu xuất hiện các đặc tính của đất dính. Dựa trên trị số của I_p người ta có thể chia đất dính ra các loại: sét, á sét và á sét nhẹ.

Sét	$I_p > 17\%$
Á sét	$10 < I_p < 17\%$
Á sét nhẹ	$3 < I_p \leq 10\%$

c) Chỉ số lỏng của đất dính I_L (liquidity)

Chỉ số lỏng của đất dính được thể hiện theo công thức sau:

$$I_L = \frac{\omega - \omega_p}{\omega_L - \omega_p} = \frac{\omega - \omega_p}{I_p} \quad (29)$$

Theo công thức trên, khi lượng ngậm nước tự nhiên của đất ω có giá trị $\omega < \omega_p$ thì $I_L \leq 0$ và đất tự nhiên ở trạng thái rắn. Đất tự nhiên ở trạng thái lỏng khi $\omega > \omega_L$ và $I_L > 1$.

Như vậy I_L càng lớn thì đất càng mềm và ngược lại.

Dựa trên chỉ số lỏng người ta phân ra các trạng thái:

Rắn chắc	Chỉ số lỏng	$I_L \leq 0$
Dẻo cứng	"	$0 \leq I_L \leq 0,25$
Dẻo vừa	"	$0,25 < I_L \leq 0,75$
Dẻo mềm	"	$0,75 < I_L \leq 1$
Dẻo lỏng	"	$I_L > 1$

3. Phân loại đất - Tính năng của đất

a) Phân loại

Sự phân loại đất chính xác có ý nghĩa thực tế rất quan trọng. Ngoài việc đánh giá đúng chất lượng đất nền và đất đắp... người ta còn hoạch định được một giải pháp thi công đào đắp chính xác và có hiệu quả.

Trong thực tế có ba loại:

Đất đắp do con người tạo nên.

Đất hữu cơ.

Đất tự nhiên.

Đất đắp: Đất đắp do con người tạo nên cũng có nhiều loại: Dùng đất tự nhiên để đắp. Đất đắp là phế liệu, xà bần; Đất đắp bằng phương pháp bồi thủy lực do tàu hút (xáng thổi) tạo nên.

Đất hữu cơ: Loại đất có hàm lượng hữu cơ $> 5\%$ (với đất dính) và $> 3\%$ với đất cát. Khi lượng hữu cơ lớn hơn 25% thì ta gọi chung là đất than bùn. Đất than bùn có lượng ngậm nước cao, tính co nén cao.

Đất tự nhiên: Đất tự nhiên là đất nền xây dựng, đất dùng để đắp. Đất tự nhiên được phân loại theo độ cứng.

Bảng 2. Bảng phân loại đất

Loại đất	Cấp đất	Tên đất	Hệ số cứng f	Trọng lượng riêng Kg/m ³	Dụng cụ đào bới
Loại 1: Đất tơi, mềm	I	Cát, đất thực vật, bùn	0,5 ÷ 0,6	600 ÷ 1500	Cuốc xẻng
Loại 2: Đất thường thấy	II	Đất sét mềm, hoàng thổ. Đất và cát lẫn sỏi đá, đất trồng đất đắp.	0,6 ÷ 0,8	1100 ÷ 1600	Cuốc xẻng, cuốc chim
Loại 3: Đất cứng	III	Đất sét dính mềm chặt vừa; Đất lẫn đá hoàng thổ, Đất sét đất đắp và hoàng thổ có lẫn sỏi đá	0,8 ÷ 1	1750 ÷ 1900	Cuốc, cuốc chim, xà beng
Loại 4: Đất cứng lẫn đá sỏi	IV	Đất cứng chặt, đất sỏi, hoàng thổ khô có lẫn đá sỏi, đất đắp đầm đá cát chặt	1 ÷ 1,5	1900	Cuốc chim, xà beng, choòng, búa phá
Loại 5: Đá mềm	V – VI	Sét cứng, diệp thạch, đá mác ma, đá phấn, cuội kết, đá vôi mềm	1,5 ÷ 4	1100 ÷ 700	Cuốc chim xà beng, choòng búa phá, nổ mìn
Loại 6: Đá cứng vừa	VII – IX	Sa nham - Cuội kết. Diệp thạch chặt, mác ma chặt. Đá vôi chặt granit phong hóa	4 ÷ 10	2200 ÷ 2900	Ít khi dùng cuốc chim. Thường nổ mìn
Loại 7: Đá cứng	V ÷ XIII	Đá cẩm thạch diabazơ, granit, đá vôi, đá cuội, đá huyền vũ, andesite hơi bị phong hoá, đá porphyrite	10 ÷ 18	2500 ÷ 3100	Nổ mìn
Loại 8: Đá rất cứng	XIV ÷ XVI	Đá An sơn – Đá huyền vũ, hoa cương, Gneiss Diorite, thạch anh Grabbro, porphyrite, diabazơ, đá hornblende	18 ÷ ≥25	2700 ÷ 3000	Nổ mìn

Hệ số f tương đương với hệ số cường độ nham thạch - độ cứng *protogiaknove hardness*.

b) Tính chất của đất

* *Tính tơi của đất* (Looseness)

Sau khi đào, tổ chức cấu tạo của đất bị phá hoại thể tích phần đất đào tăng lớn hơn thể tích ban đầu khi chưa đào. Hiện tượng đó gọi là tính tơi của đất. Tỷ số giữa

thể tích đất tăng sau khi đào và thể tích đất nguyên trạng lúc ban đầu được gọi là hệ số tơi của đất. Hệ số tơi của đất có quan hệ rất lớn khi tính toán khối lượng vận chuyển đất đào và đất đắp.

Có hai hệ số tơi khác nhau: hệ số tơi ban đầu và hệ số tơi sau cùng:

$$\text{Hệ số tơi ban đầu } K_1: K_1 = \frac{V_2}{V_1} \quad (30)$$

$$\text{Hệ số tơi sau cùng } K_2: K_2 = \frac{V_3}{V_1} \quad (31)$$

Trong đó: V_1 - tích khối đất nguyên trạng khi chưa đào;

V_2 - thể tích khối đất bị tơi ra khi đào;

V_3 - thể tích khối đất trên được đắp và đầm chặt.

Thông thường thì: $V_2 > V_3 > V_1$

Đất nguyên trạng càng chặt bao nhiêu thì hệ số tơi càng lớn bấy nhiêu; $V_3 > V_1$ cũng cho ta thấy rằng dù đất đã được đầm chặt nhưng không sao đạt được thể tích V_1 nguyên trạng ban đầu của nó. Một mét khối đất tự nhiên đào lên để đắp và đầm chặt thành một mét khối đất đắp vẫn còn thừa lại một ít.

Tỷ lệ phần trăm % gia tăng thể tích lúc đầu:

$$\frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100\% \quad (32)$$

Tỷ lệ phần trăm % gia tăng thể tích của khối đắp so với đất nguyên trạng là (sau cùng).

$$\frac{V_3 - V_1}{V_3} \times 100\% \quad (33)$$

Bảng 3. Hệ số tơi của đất

Tên gọi các loại đất	Tỷ lệ % tăng thể tích		Hệ số tơi	
	Ban đầu	Sau cùng	K_1	K_2
<i>I</i>	2	3	4	5
Đất cát, á sét nhẹ	8 ÷ 17	1 ÷ 2,5	1,08 ÷ 1,17	1,01 ÷ 1,03
Đất thực vật, đất bùn	20 ÷ 30	3 ÷ 4	1,20 ÷ 1,30	1,03 ÷ 1,04
Đất á sét, đất hoàng thổ ẩm ướt, đất cát lẫn sỏi, á sét nhẹ lẫn sỏi đá, đất chặt sít	14 ÷ 28	1,5 ÷ 5	1,14 ÷ 1,28	1,02 ÷ 1,05

1	2	3	4	5
Đất sét, á sét nặng, đất lẫn sỏi đá, đất hoàng thổ khô, hoàng thổ lẫn sỏi đá, á sét lẫn sỏi đá, đất đầm chặt	$24 \div 30$	$4 \div 7$	$1,24 \div 1,30$	$1,04 \div 1,07$
Đất sét nặng, sét lẫn đá và cuội sỏi, đất lẫn đá cuội, đất hoàng thổ đầm chặt, sa nham	$26 \div 32$	$6 \div 9$	$1,26 \div 1,32$	$1,06 \div 1,09$
Đá mác nơ (marl)	$33 \div 37$	$11 \div 15$	$1,33 \div 1,37$	$1,11 \div 1,15$
Đá mềm, đá hơi cứng.	$30 \div 45$	$10 \div 20$	$1,30 \div 1,45$	$1,10 \div 1,20$
Đá cứng	$45 \div 50$	$20 \div 30$	$1,45 \div 1,50$	$1,20 \div 1,30$

Ví dụ tính toán 2:

Hố móng công trình có kích thước $25\text{m} \times 46\text{m}$ sâu $1,2\text{m}$, đắp bằng đất sét. Hãy tính khối lượng đất chở đến để đắp và thể tích hố đào nơi lấy đất để đắp?

Bài giải:

Thể tích khối đắp là:

$$V_3 = 25 \times 46 \times 1,2 = 1380\text{m}^3$$

Tra bảng hệ số tơi của đất, ta có:

$$K_1 = 1,27 \text{ và } K_2 = 1,05$$

Thể tích khối đất dùng để đắp là:

$$V_1 = \frac{V_3}{K_2} = \frac{1380}{1,05} = 1314\text{m}^3$$

Khối lượng đất đắp V_2 là:

$$V_2 = K_1 \times V_1 = 1,27 \times 1314 = 1669\text{ m}^3$$

Đáp số: Khối lượng đất chở đến để đắp hố móng là 1669 m^3 .

Thể tích hố đào nơi cung cấp đất đắp là 1314 m^3 .

*** Tính co nén của đất (Compressibility)**

Đất sau khi đào vận chuyển rồi đắp và được đầm chặt thì thể tích đất được co nén lại. Tỷ lệ đất co nén được thể hiện bằng công thức sau:

$$\text{Tỷ lệ co nén của đất} = \frac{\rho - \rho_d}{\rho_d} \times 100\% \quad (34)$$

Hoặc:

$$\text{Tỷ lệ co nén của đất} = \frac{K\rho_{\max} - \rho_d}{\rho_d} \times 100\% \quad (35)$$

Trong đó:

ρ - Dung trọng khô của đất đắp sau khi được đầm chặt (g/m^3);

ρ_d - Dung trọng khô của đất nguyên trạng (chưa đào) (g/m^3);

$\rho_{\max}$ - Dung trọng khô của đất khi đạt đến giá trị cực đại (g/m^3);

K - Tỷ lệ co nén, xem bảng dưới đây.

Bảng 4. Trị số tỷ lệ co nén K của đất

Loại đất		Tỷ lệ co nén %	Thể tích 1 m ³ đất tới sau khi đầm nén đạt
Đất loại I và II	Đất trồng trọt	20	0,8 m ³
	Đất thường	10	0,9 m ³
	Đất cát	5	0,95 m ³
Đất loại III	Đất hoang thổ có độ ẩm tự nhiên	12 ÷ 17	0,85 m ³
	Đất thường	5	0,95 m ³
	Đất cứng – chặt và khô	5 ÷ 7	0,94 m ³

*** Tính thấm thấu của đất (Permeability)**

Hiện tượng nước thấm qua đất gọi là tính thấm thấu của đất.

Khả năng nước thấm qua đất (tính bằng chiều dài đường thấm) trong một đơn vị thời gian (ngày đêm) được gọi là hệ số thấm của đất.

Xác định hệ số thấm thấu của đất rất cần thiết cho việc tính toán các khối đắp ngăn nước giữ nước (đê điều, ao hồ) và cũng cần khi tính toán thoát nước cho hồ đào.

Hệ số thấm (thấm thấu) được ký hiệu là K (m/d)

Bảng dưới đây trình bày khả năng thấm (Hệ số thấm) của một số loại đất:

Bảng 5. Hệ số thấm K của một số loại đất

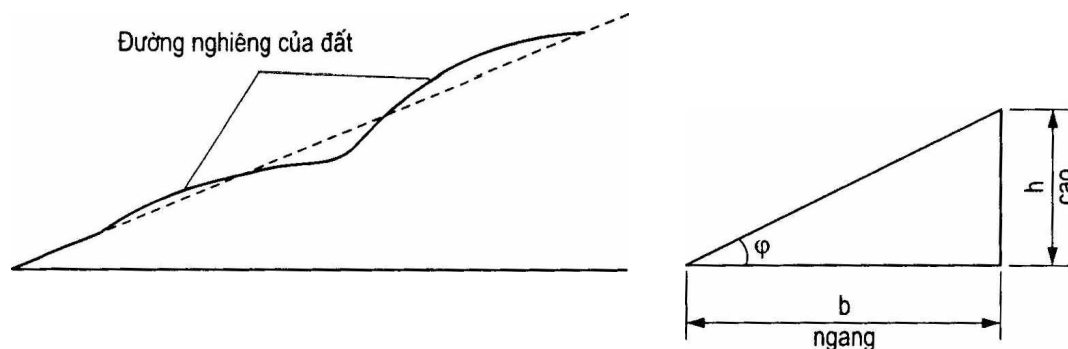
Loại đất	K (m/d)	Loại đất	K (m/d)
Đất sét - Á sét	< 0,1	Cát vừa lẫn sét	20 – 25
Á sét nhẹ	0,1 – 0,5	Cát thô đồng nhất	35 – 50
Cát mùn	0,5 – 1	Cát to hạt	50 – 75
Cát mịn	1,0 – 5	Sỏi	50 – 100
Cát nhỏ lẫn sét	10 – 15	Đá cuội	100 – 200

* *Độ dốc tự nhiên của đất φ (ground-line gradient; angle of internal friction)*

Góc tạo nên giữa đường ngang (mặt ngang) và mặt nghiêng trên của đất chất đồng được gọi là độ dốc tự nhiên của đất. Tìm hiểu độ dốc tự nhiên của đất để chọn độ dốc thành hố đào một cách hợp lý. Bảng trình bày dưới đây là góc nghiêng tự nhiên của đất tơi.

Bảng 6. Góc nghiêng tự nhiên của đất tơi φ

Loại đất	Đất khô		Đất ẩm		Đất ướt	
	φ°	h/b	φ°	h/b	φ°	h/b
Đất mềm thường	≈ 40	1: 1,2	≈ 35	1: 1,4	≈ 20	1: 2,25
Cát thô và vừa	30 – 35	1: (1,4 ÷ 1,7)	35 – 40	1: (1,2 ÷ 1,6)	25 – 27	1: (2 ÷ 2,15)
Cát nhỏ vừa	25 – 30	1: (1,75 ÷ 1,9)	30 – 35	1: (1,4 ÷ 1,75)	15 – 20	1: (2,75 ÷ 3,75)
Sét lẫn cát	40 – 45	1: 1	35	1: 1,4	15 – 20	1: (2,75 ÷ 3,75)
Sét cứng	70	1: 0,4	45	1: 1	25	1: 2,15
Đất cuội kết	35 – 40	1: (1,2 ÷ 1,4)	35	1: 1,4	30	1: 1,75
Đá	> 80	1: 0,1				



Hình 3: Góc nghiêng tự nhiên của đất

2.3. NƯỚC NGẦM TRONG ĐẤT

Khi thi công đất một trong số những khó khăn gặp phải là xử lý nước ngầm.

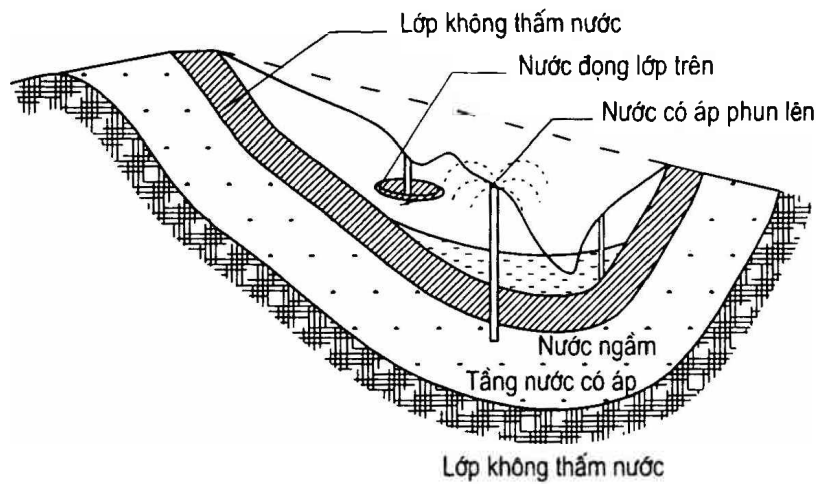
1. Các dạng nước ngầm

Nước ngầm có 3 loại:

Nước đọng lớp trên (Perched water)

Nước ngầm (Phreatic water; Subsurface water)

Nước ngầm có áp (Phreatic water of bearing course)



Hình 4: Các dạng nước ngầm trong đất

2. Tính thấm thấu của đất

Tính thấm thấu (Permeability) của đất thể hiện khả năng nước chảy qua các lỗ rỗng trong đất.

- Sự chuyển động của nước ngầm có hai dạng:

+ Dòng chảy tầng (Laminar flow)

+ Dòng chảy rối (Turbulent flow)

Dòng chảy tầng chảy theo các khe nứt, lỗ rỗng, tốc độ dòng chảy không lớn nhưng chảy liên tục (thấm thấu liên tục).

Dòng chảy rối khi chảy có tốc độ lớn và thường giao thoa đan xen nhau.

Tốc độ thấm thấu của nước được tính toán theo thực nghiệm của Darcy - tính toán theo định luật thấm đường thẳng

$$v = Ki \quad (36)$$

Trong đó:

v - Tốc độ thấm của nước trong đất (m/d);

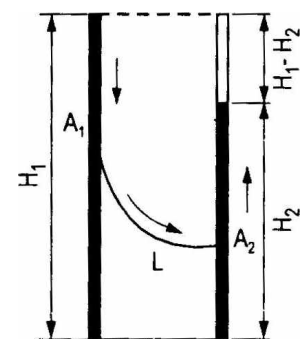
i - Độ dốc cột nước (gradient of water head).

$$i = \frac{H_1 - H_2}{L} \quad (37)$$

H_1 và H_2 - cao độ cột nước (thủy đầu) tại hai điểm

A_1 và A_2 ;

K - Hệ số thấm thấu của đất. K được trình bày ở bảng 6.



Hình 5: Dòng thấm của nước

3. Áp lực nước động - Hiện tượng lưu sa và xói ngầm

Áp lực của cột đất được tạo ra khi dòng thấm ngầm chảy qua một đơn vị thể tích của đất được gọi là áp lực nước động.

Dòng nước thấm qua đơn vị thể tích của đất lớn hay nhỏ phụ thuộc vào trở lực của cốt đất lớn hay nhỏ và phụ thuộc vào phương hướng vị trí của cốt đất.

Hướng dòng chảy ngầm nước động thực hiện theo nguyên lý trọng lực. Dưới đáy hố móng nếu có dòng nước ngầm có áp, khi đào móng sẽ sinh ra hiện tượng nước thấm ngược từ đáy hố móng lên và nhiều lúc sinh ra hiện tượng lưu sa. Lúc đào móng người thi công cần lưu ý đến sự ổn định của công trình kế cận do hiện tượng lưu sa (cát chảy) gây ra. Hiện tượng lưu sa (Drift sand; quick sand; shifting sand; running sand) rất dễ xảy ra khi đất nền là cát mịn, cát bột, á sét nhẹ.

Khi dòng chảy ngầm có áp mà độ chênh cột nước lớn thì dòng chảy trong các lỗ rỗng khe nứt của đất sẽ thành các dòng chảy rối. Dòng chảy rối với vận tốc dòng chảy lớn sẽ kéo theo đất cát...trong nền và làm cho đất càng rỗng nhiều hơn và ta gọi đó là sự xói mòn xâm thực trong đất. Sau khi trong lòng đất bị xói mòn xâm thực, mặt đất phía trên nó thường sinh ra các hố trũng lún sụt. Việc nghiên cứu nắm vững nguyên lý vận động của nước ngầm sẽ tạo cho ta những giải pháp ngăn ngừa hiệu quả các tác hại nói trên.

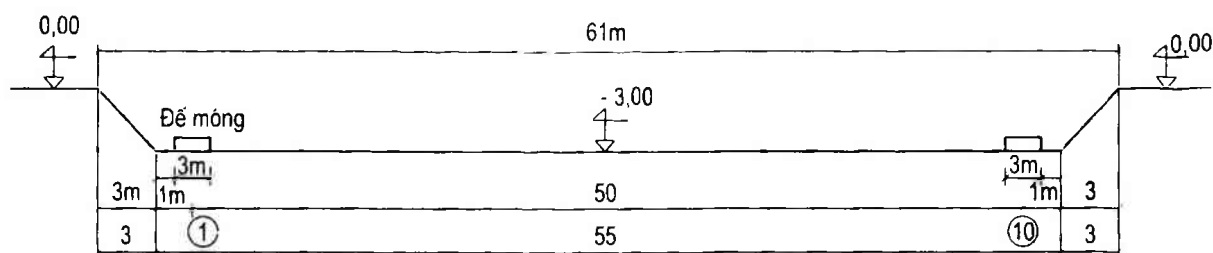
Chương 3 ĐÀO ĐẤT

3.1. NỘI DUNG CÔNG TÁC ĐÀO ĐẤT VÀ CÁC DẠNG ĐÀO ĐẤT

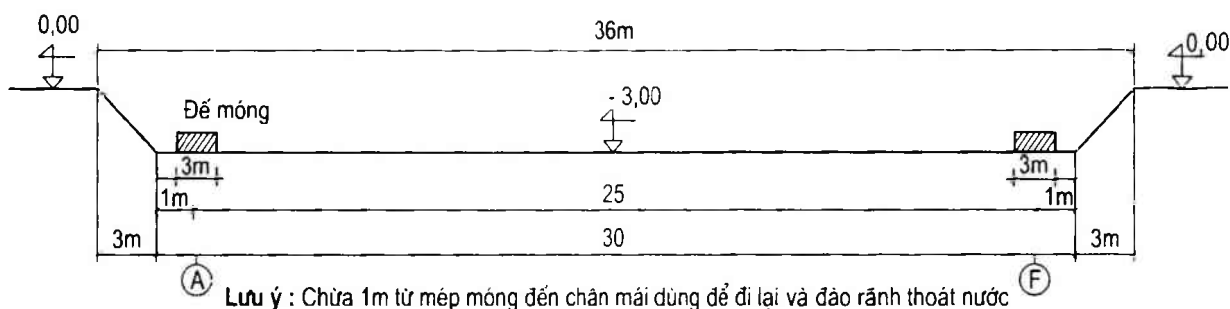
1. Tính khối lượng

Việc tính khối lượng sẽ cho biết chính xác khối lượng đất phải đào, từ đó sẽ xác định được số ca xe máy và nhân công phải thực hiện, xác định đúng thời hạn thực hiện cũng đồng thời giúp nhà thầu xác định chính xác giá trị công việc đào đất mà mình phải thực hiện.

Một số bảng tính khối lượng công việc và giá dự toán của nhà thiết kế thường hay bị thiếu do họ chỉ tính khối lượng đào đất dưới móng mà không tính đến các khối lượng phát sinh do điều kiện thi công. Để tính được khối lượng chính xác, trước hết ta phải vẽ các mặt cắt ngang, cắt dọc của hố đào. Ví dụ có các trục hố móng số: trục 1 đến trục 10, khoảng cách từ trục 1 đến trục 10 là 50m; và các trục chữ: trục A đến trục F, khoảng cách từ trục A đến trục F là 25m. Chiều sâu hố đào so với mặt đất tự nhiên là 3m. Khi vẽ mặt cắt, ta tạm chọn độ dốc mái $m = 1$. Ta sẽ có mặt cắt ngang và mặt cắt dọc như sau (ví dụ chiều rộng đế móng là 3m):



Hình 6: Mặt cắt dọc



Hình 7: Mặt cắt ngang

Khi tính toán khối lượng đất nếu không vẽ mặt cắt mà chỉ lấy khoảng cách giữa các trục và chiều sâu hố đào để tính khối lượng thì ta sẽ có kết quả khối lượng đất đào như sau:

$$50 \times 25 \times 3 = 3.750 \text{ m}^3$$

Còn sau khi đã vẽ mặt cắt dọc và mặt cắt ngang như hình vẽ, ta sẽ tính lại chiều dài trung bình và chiều rộng trung bình của hố đào như sau:

Chiều dài trung bình: $\frac{61+55}{2} = 58\text{m}$

Chiều rộng trung bình: $\frac{36+30}{2} = 33\text{m}$

Khối lượng đào đất sẽ là:

$$58 \times 33 \times 3 = 5722 \text{ m}^3$$

Như vậy, rõ ràng nếu tính toán khối lượng đào đất mà không vẽ các mặt cắt tính toán thì sẽ có kết quả khối lượng chênh lệch rất lớn so với khối lượng thực tế thực hiện.

Có những trường hợp phải thi công trong hiện trường chật hẹp, thành hố đào thẳng đứng, người thi công phải gia cố chống sụt lở cho thành hố. Khối lượng công việc phải gia cố chống sụt lở cho thành hố đào chính là khối lượng phát sinh mà thường thì trong tài liệu thiết kế rất ít đề cập đến.

2. Nội dung công việc đào đất

Công việc đào đất hố móng, đào đất rãnh đặt ống hoặc nạo vét ao hồ... ngoài việc lấy đất chuyển đi, người ta còn thực hiện một số công việc nhằm bảo đảm việc đào đất nhanh chóng, an toàn và bảo đảm chất lượng công việc.

Những công việc đó có thể là gia cố thành hố đào, thoát nước thi công nhằm bảo đảm hố đào luôn luôn khô ráo hoặc phải xử lý các kết cấu ngầm hiện hữu gặp phải trong quá trình đào đất.

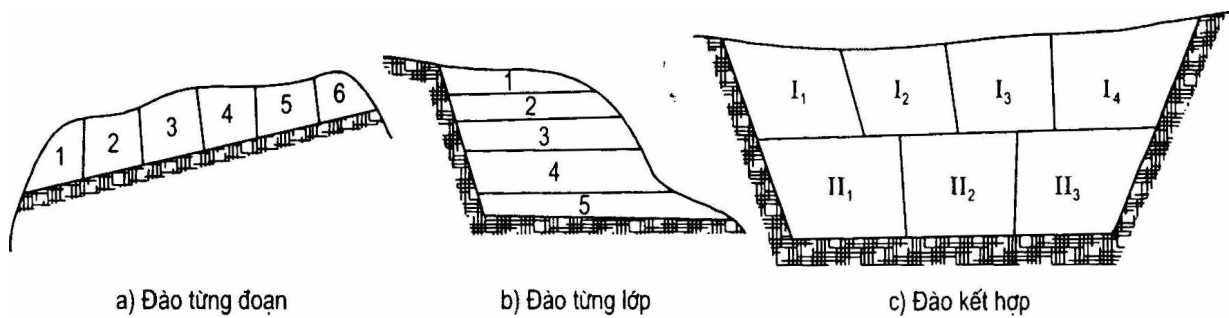
Tóm lại, công việc đào đất có thể tóm tắt vào ba công việc chính:

- Đào vận chuyển đất và xử lý các phần ngầm hiện hữu.
- Gia cố thành hố, chống sụt lở cho thành hố đào.
- Thoát nước hố móng và ngăn nước chảy vào trong hố đào ...

3. Các dạng đào đất

Hố đào có nhiều dạng: Đào từng hố nhỏ cho móng đơn nông; đào hào, mương rãnh cho móng băng hoặc tuyến ống cấp thoát nước; đào hố rộng cho móng sâu hoặc móng bè ...

Phương pháp đào cũng đa dạng: Đào từng đoạn (a); Đào từng lớp (b) hoặc đào từng đoạn kết hợp với đào từng lớp (c).



Hình 8: Các phương pháp đào đất

Chiều dày lớp đào cũng có nhiều dạng: Có những hố đào phải đào rất sâu (hố đào cho móng nhà cao tầng ...) cũng có những trường hợp đào đất với lớp đất đào rất mỏng) bóc lớp đất thực vật và san ủi để làm sân bãi, nạo vét ao hồ...).

Hướng đào và không gian đào cũng không hoàn toàn giống nhau. Đào lộ thiên thường là đào sâu, đào từ mặt đất tự nhiên cho đến độ sâu thiết kế. Đào ngầm là đào tuynen (đường hầm giao thông, đường hầm thoát nước dẫn nước) việc đào thường thực hiện dưới lòng đất. Hướng đào là hướng ngang, đất đào có thể là đất thịt, cũng có thể là đá ...

Thiết bị sử dụng để đào đất cũng rất đa dạng. Khối lượng ít hoặc tại các vị trí chật hẹp thường thì người ta đào bằng thủ công. Với khối lượng lớn thì đào bằng phương pháp cơ giới. Phương tiện cơ giới có thể dùng để đào là:

- Các loại máy xúc gầu đơn.
- Các loại máy đào liên tục.
- Các loại xe cạp; máy ủi.
- Tàu hút (xáng thổi).
- Súng phun thủy lực.
- Máy xúc cào cua (xúc đất đá tuynen).
- Bắn mìn (đào đá...).

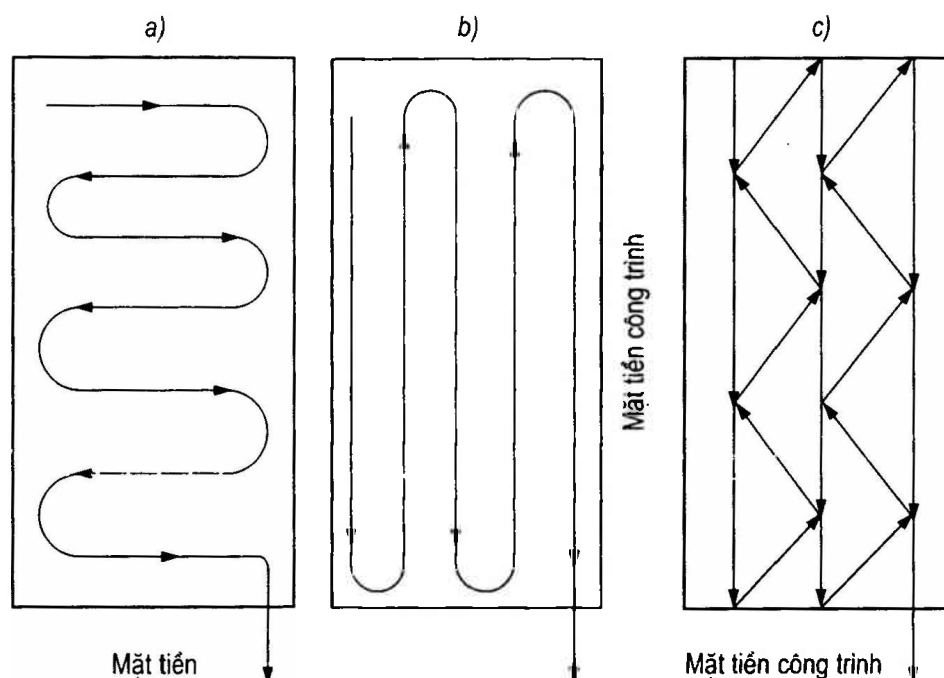
Tùy theo điều kiện thi công, tùy loại đất đào mà người ta sẽ chọn loại phương tiện thi công cơ giới thích hợp để đào.

3.2. CÔNG NGHỆ THI CÔNG ĐÀO ĐẤT

1. Sơ đồ đào, hướng đào

Trước khi đào phải xác định rõ sơ đồ đào và hướng di chuyển của máy xúc.

Việc chọn lựa sơ đồ di chuyển của máy xúc phải dựa vào nhiều yếu tố và điều kiện thi công, điều kiện địa hình, thường thì trực tiếp với mặt tiền ngoài cùng được đào sau cùng. Chọn sơ đồ đào phải lưu ý các điểm sau đây:



Hình 9: Đào hố móng nhà và hố móng công trình

a) Đào ngang từng đoạn suốt chiều ngang; b) Đào dọc từng đoạn suốt chiều dọc
c) Đào dọc từng đoạn ngắn, di chuyển theo hình chữ chi.

- Sau khi đào máy là công việc sửa sang và đào bằng tay. Vì vậy phải bảo đảm việc đào máy phần tiếp theo không gây ảnh hưởng cho các đơn vị đào thủ công sửa sang các phần đào máy trước đó (bảo đảm an toàn lao động đất đào bằng tay).

- Mục đích của việc đào đất là bàn giao nền để đổ bê tông móng, do đó nên hoàn thành theo từng phần (từng trục) để bàn giao lại cho việc đào tay phục vụ cho việc đổ bê tông lót cũng như lắp đặt cốt pha cốt thép móng được kịp thời.

Tóm lại, công tác thi công đập đầu cọc, đổ bê tông lót, lắp cốt pha cốt thép đế móng là công việc tiếp theo của công tác đào đất. Vì vậy, những công việc tiếp theo đó được tiến hành nối đuôi sớm hay muộn tùy thuộc vào công việc đào đất hoàn thành bàn giao sớm hay muộn. Sau khi chọn sơ đồ đào và hướng đào cần lưu ý một số điểm đây:

- Công tác đào tay tiếp theo được thuận lợi và an toàn.
- Việc đào đổ đất bên cạnh (hoặc vận chuyển đi) không gây khó khăn cho việc đào đất bằng tay; không cản trở việc lắp đặt cốt pha cốt thép và nhất là không gây khó khăn cho việc đổ bê tông móng sau này.
- Không gây khó khăn cho việc gia cố mái dốc thành hố đào cũng như tạo điều kiện cho việc thoát nước thi công dễ dàng.
- Thuận tiện trong việc lắp đặt, thi công phần ngầm (hầm phân, hệ thống ống thoát nước ...) và dễ dàng trong việc đắp đất trở lại.

- Bảo đảm an toàn cho các công trình kế cận.
- Nâng cao hiệu suất của xe máy, bảo đảm an toàn cho người và máy trong quá trình thi công.
- Thích ứng với loại phương tiện thi công (máy đào và xe vận chuyển ...).

2. Lựa chọn phương án đào đất

Phương án đào đất hợp lý sẽ tạo điều kiện cho các loại cơ giới phối hợp đồng bộ và phát huy hết năng suất thiết bị nhằm đẩy nhanh tiến độ thi công. Phương án thi công cơ giới hợp lý cũng tạo điều kiện thích hợp với việc đào thủ công được tốt hơn. Do vậy đối với các công trình thi công đào đất với khối lượng lớn cần phải có nhiều phương án thi công đào đất, thông qua sự so sánh về hiệu quả kinh tế và thời gian thực hiện, về mức độ bảo đảm an toàn mà sẽ chọn ra phương án thi công tối ưu.

a) Các cơ sở chọn phương án thi công:

- Căn cứ vào loại hình kết cấu cũng như quy mô về khối lượng công việc, tùy theo loại công trình đào sâu hay nông, có phần ngầm (các tầng dưới cốt 0,00) hay không có phần ngầm, địa hình bằng hay nhấp nhô, rộng hay hẹp, vị trí thuận lợi cho việc sử dụng thiết bị cơ giới đến mức nào... Việc chọn phương án còn phụ thuộc vào hệ thống giao thông khu vực và phạm vi khu vực quanh công trình có hay không những công trình hiện hữu ...
- Căn cứ vào tình hình địa chất của khu đất đào: đất thịt hay đất rời, đất cứng hay mềm, lượng ngấm nước trong đất và cao độ mức nước ngầm dưới lòng đất.
- Phụ thuộc vào loại cơ giới hiện có, phụ thuộc vào công suất của thiết bị cơ giới mà ta sử dụng, phụ thuộc vào số lượng phương tiện cơ giới của mỗi loại.
- Phụ thuộc vào thời gian yêu cầu thực hiện dài hay ngắn.

b) Chọn phương án:

Sau khi so sánh các phương án đã đề cập trên, ta sẽ có một phương án thi công hợp lý để thực hiện. Sự chọn phương án phải kết hợp với những yếu tố khác nhau để so sánh.

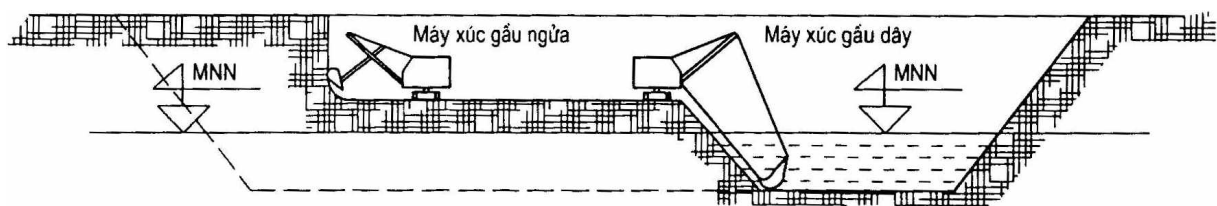
Ví dụ trên diện rộng tương đối bằng phẳng, tùy điều kiện địa hình khu vực và khối lượng đất đào, tùy vào cự ly vận chuyển đất và thời hạn thực hiện đã được xác định với các chỉ tiêu kinh tế hợp lý... người ta có thể chọn máy ủi để đào đất, cũng có thể dùng máy xúc nâng (loader) hoặc máy đào gầu đơn (excavator) để xúc đất lên xe tự đổ (dump truck) để mang chở đất ra khỏi công trường. Nếu lớp đất đào mỏng và nơi đổ hoặc nơi cần đắp không xa (thường thì dưới 800 – 1000m) thì người ta cũng có thể dùng máy cạp để gọt đào đất và vận chuyển đất đi.

Mặt đất gồ ghề có thể dùng máy ủi, khối đất cao có thể dùng máy xúc gầu ngược và xe tự đổ để đào và vận chuyển đất đi.

Với các móng tập trung, độc lập như móng nhà dân dụng và công nghiệp thì phải căn cứ vào hố móng to hay nhỏ, khoảng cách giữa các móng cột xa hay gần và sâu nông thế nào mà ta sẽ quyết định đào từng móng đơn riêng lẻ, đào theo từng trục móng (rãnh trục móng) hoặc đào toàn bộ.

Có những hố đào có thể đào một lớp là xong, cũng có những hố đào phải đào hai lớp hoặc nhiều lớp.

Đối với những công trình lớn hoặc sâu có thể dùng loại máy xúc sấp hay ngược để xúc đất. Trong hình vẽ dưới đây, do dưới đất có nước ngầm nên người ta phải kết hợp sử dụng hai loại máy đào: Máy đào gầu ngược đào phần đất trên mực nước ngầm, còn máy đào gầu dây đào phần đất từ mực nước ngầm trở xuống ...



Hình 10: Kết hợp 2 loại máy xúc để đào đất

3. Tính toán số lượng máy đào và xe vận chuyển

Thi công đào đất có nhiều loại cơ giới cùng phối hợp thực hiện. Sau khi xác định được phương án, chọn được chủng loại máy móc và thiết bị cho phương án, ta tiến hành tính số lượng cần thiết cho mỗi loại. Thiết bị thực hiện có loại chủ yếu, có loại phụ trợ.

Muốn xác định số lượng phải căn cứ vào khối lượng công việc và năng suất thực hiện của mỗi loại phương tiện thiết bị. Đồng thời xét đến những nhân tố ảnh hưởng khác khiến cho máy móc thiết bị phải tạm ngưng hoặc gián đoạn trong quá trình thực hiện công việc.

Trong công tác đào, chủ yếu phải xác định được số lượng phương tiện máy đào và phương tiện vận chuyển đất ra khỏi công trường.

- Xác định số lượng máy đào đất:

Ta gọi số lượng máy đào là N, căn cứ vào khối lượng đào đất và thời gian thực hiện để xác định số lượng máy đào. Công thức tính toán như sau:

$$N = \frac{Q}{Q_d} - \frac{1}{TCK_B} \quad (\text{máy})$$

Trong đó:

N - Số lượng máy đào đất;

Q - Khối lượng đào đất m³;

Q_d - Năng suất máy đào m³/ca máy;

T - Số ngày làm việc đào đất;

K_B - Hệ số sử dụng thời gian.

Nếu số lượng máy đào N đã được xác định thì T được xác định như sau:

$$T = \frac{Q}{NQ_dCK_B} \text{ ngày công tác}$$

- Xác định số lượng xe chở đất:

Trọng tải của xe tự đổ đất là Q₁, nói chung gấp từ 3 đến 5 lần dung tích gầu của máy xúc là thích hợp nhất. Số lượng xe tự đổ là N₁, bảo đảm cho máy xúc làm việc liên tục được tính theo công thức sau:

$$N_1 = \frac{T}{t_1}$$

Trong đó:

T - Thời gian vận chuyển một chu kỳ đi về của xe tự đổ.

$$T = t_1 + \frac{2l}{V_c} + t_2 + t_3$$

t₁ - Thời gian xúc đầy cho một xe chở đất (phút).

$$t_1 = nt$$

n - Số gầu xúc chất đầy cho một xe.

$$n = \frac{Q_1}{q \frac{K_c}{K_s} \gamma}$$

t - Chu kỳ thực hiện một gầu xúc của móng đào (giây);

q - Dung tích gầu (m³);

K_c - Hệ số đầy vơi của gầu xúc;

K_s - Hệ số rơi ban đầu;

γ - Dung trọng đất (1,7 Tấn/m³);

l - Cự ly vận chuyển (m);

V - Tốc độ vận chuyển của xe tự đổ (m/phút), thường lấy V = 20-30 Km/giờ;

t_2 - Thời gian xả đất xuống (phút);

t_3 - Thời gian thao tác khác: chờ xúc đầy, đổi xe, nhường tránh xe trên đường....
thường lấy $t_3 = 2 - 3$ phút.

3.3. CÁC PHƯƠNG TIỆN CƠ GIỚI ĐÀO ĐẤT

Đào đất là công việc nặng nhọc, nếu đào bằng thủ công không những năng suất thấp; thời gian dài mà còn gây ra nhiều bất lợi khác; nguy cơ xảy ra tai nạn lao động cao và giá thành dự toán công việc đào đất cũng sẽ rất cao. Vì vậy, người ta phải tận dụng triệt để cơ giới để thi công đào đất. Chủng loại máy đào đất cũng rất nhiều như:

Máy ủi.

Máy cạp (scraper).

Máy đào gầu đơn (Máy xúc gầu đơn).

Máy đào liên tục.

Máy xúc nâng (loader).

Tàu hút (xáng thổi).

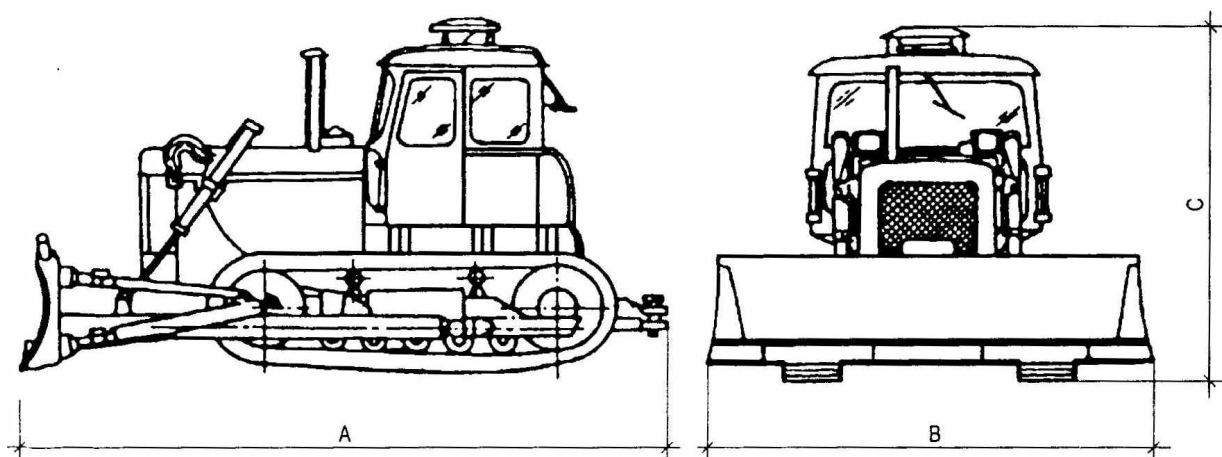
Máy xúc cào cua.

.....

Trong phần này, ta sẽ đi sâu vào một số loại thiết bị thi công thường thấy.

1. Máy ủi đất

Máy ủi đất được cấu tạo bằng máy kéo có gắn lưỡi ủi đẩy (lưỡi ben) phía trước. Máy ủi có hai loại chính: loại bánh hơi và loại bánh xích. Chúng được điều khiển bằng cáp (kiểu cũ) hoặc hệ thống thủy lực (loại mới sau này).



Hình 11: Máy ủi đất

Loại máy ủi có lưỡi ben (blade) điều khiển bằng hệ thống cáp, khả năng lưỡi ben ăn sâu vào đất chủ yếu nhờ trọng lượng lưỡi ben là chính vì vậy chiều sâu cắt gọt đất tương đối nhỏ. Loại máy ủi điều khiển bằng hệ thống thủy lực, ngoài trọng lượng của lưỡi ben còn nhờ hệ thống thủy lực điều khiển ấn lưỡi ben xuống nên chiều sâu cắt thường lớn hơn.

Trên đây là hình vẽ cấu tạo của máy ủi với hệ thống điều khiển thủy lực. Máy ủi thao tác nói chung linh hoạt, di chuyển dễ dàng, bề mặt thao tác không cần đủ lớn, công suất nhỏ, vận hành dễ và nhanh. Máy ủi có thể dùng để ủi đất, dồn vun đống, san phẳng, cũng có lúc dùng để đầm đất... Đôi khi dùng làm thiết bị kéo đẩy (kéo đầm chân dê, đẩy trợ lực cho máy cạp, gắn thiết bị hút để phá gốc cây...). Trong một số trường hợp máy ủi dùng để dọn đường, dọn mặt bằng cho máy xúc hoặc lôi các xe chở đất ra khỏi vùng lầy...

Tóm lại, máy ủi trên công trường là loại máy đa dụng. Tuy nhiên, để nâng cao hiệu suất sử dụng máy ủi, giảm bớt sự thất thoát đất trong quá trình ủi, rút ngắn được thời gian chu kỳ làm việc của máy ủi, sử dụng máy ủi một cách hợp lý... chúng ta cần chú ý các trường hợp sử dụng máy ủi sau đây:

- Ủi đất xuống dốc:

Phương pháp này thích hợp nhất khi san ủi sườn đồi: ủi chỗ cao lấp xuống chỗ thấp, hoặc ủi đất gò đất đống lấp các mương rãnh. Đối với sườn dốc $\leq 15^\circ$, máy ủi vừa cắt gọt đất vừa đẩy đất nhờ lực trọng trường và cũng nhờ ủi xuống dốc nên máy ủi có thể cắt đất sâu và ủi đất xuống dễ dàng, so với bình thường thì năng suất của máy ủi có thể nâng cao thêm 30 – 40%.

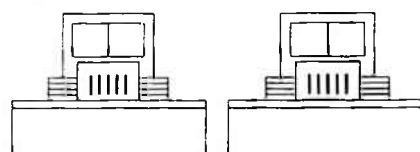
- Tập trung theo từng đống rồi ủi một lần:

Khi phải ủi đất theo cự ly xa mà đất lại cứng khó ủi hoặc phải ủi đất theo từng đoạn cự ly dài ... thì người ta thường áp dụng ủi đất theo cách này. Do đất cứng nên lưỡi ủi cắt đất không được sâu vì vậy phải ủi đi ủi lại nhiều lần mới có được một khối lượng đất nhất định... bởi vậy khi ủi cắt đất, phải gom đống lại một chỗ và khi đạt nhiều rồi, người ta mới đẩy đi một lần; phương pháp này thích nghi với cự ly chuyển đẩy đất với cự ly khoảng 30m và đất dồn đống cao khoảng ≈ 2 m.

Phương pháp này sẽ tiết kiệm thời gian vận chuyển và nâng cao năng suất của máy ủi $\approx 15\%$.

- Ủi song song ngang hàng:

Phương pháp này thích hợp khi mặt bằng rộng, tương đối bằng phẳng. Người ta có thể dùng 2 - 3 máy ủi dàn hàng ngang và ủi đồng



Hình 12: Ủi song song ngang hàng

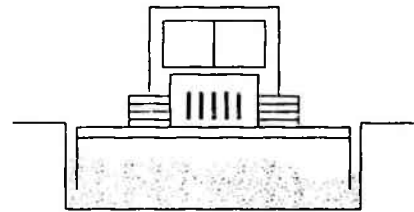
thời nhằm làm cho đất ủ được đầy không bị thất thoát sang hai bên. Lưỡi ben của hai máy ủ cách nhau khoảng 15 - 30cm là vừa.

Ủi song song ngang hàng sẽ tăng được lượng đất đồng trước lưỡi ben lên thêm 15 - 30%.

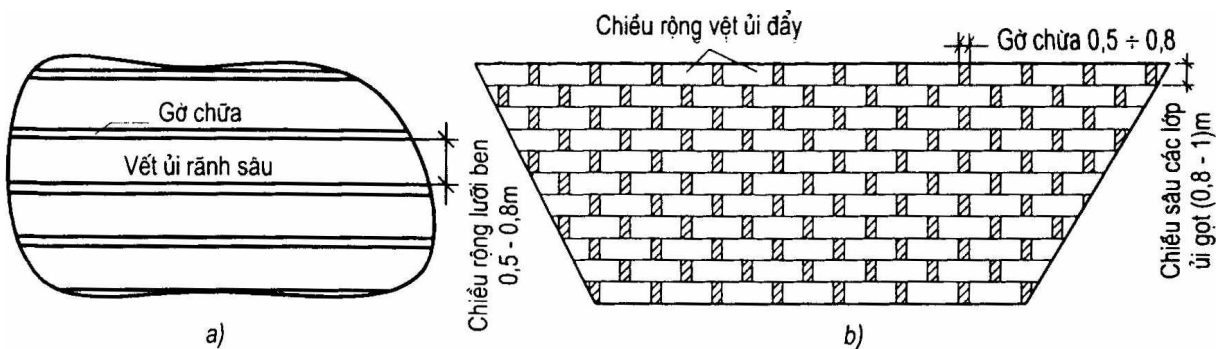
Cự ly vận chuyển đẩy đất hợp lý nhất là $\leq 60\text{m}$ và $\geq 20\text{m}$.

- Ủi thành rãnh sâu:

Phương pháp này thích hợp khi ủ đầy đất với cự ly dài và lớp đất ủ tương đối dày. Người ta ủ cắt và đẩy đất nhiều lần trên một tuyến và tạo thành rãnh sâu. Do ủ đất trong rãnh nên đất ủ đẩy đi không bị gạt sang hai bên và do vậy lượng đất trước lưỡi ben không bị thất thoát. Lượng đất trước lưỡi ben có thể tăng nhiều hơn bình thường khoảng 10 - 30%. Ủi rãnh chỉ nên tạo sâu khoảng $\approx 1\text{m}$ là vừa. Gờ giữa các rãnh khoảng 50cm. Để nâng cao hiệu suất ủ đẩy, khi ủ rãnh cũng nên tạo độ dốc của rãnh (theo hướng ủ đẩy đào đất đi, càng xa càng dốc thấp xuống) nhằm đẩy đất đi được dễ dàng hơn và do đó năng suất cũng cao hơn. Cự ly vận chuyển đất (ủ đẩy đất) của máy ủ không lớn hơn 75-100m.



Hình 13: Ủi rãnh sâu



Hình 14: Mặt bằng (a) và mặt cắt các vệt ủ thành rãnh sâu từng lớp

- Lưỡi ủ (lưỡi ben) có gắn bản đứng hai bên

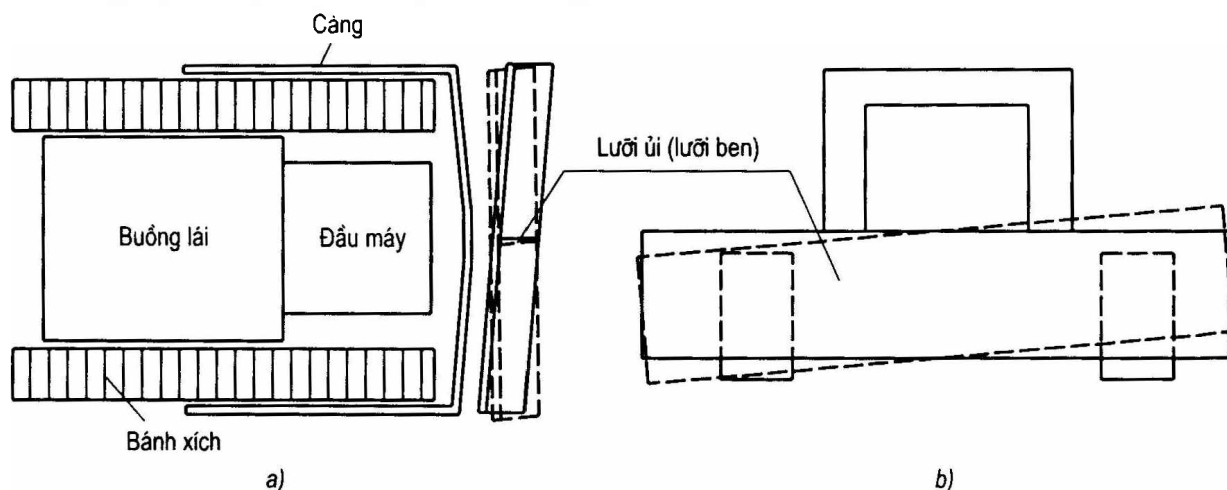


Hình 15: Lưỡi ủ có bản gờ đứng 2 bên

Để giữ đất không bị thất thoát sang hai bên, người ta thường gắn hai bên cạnh đứng của lưỡi ủi (lưỡi ben - blade) nhằm giữ đất không bị rơi sang hai bên. Nhờ vậy khối lượng được đẩy chuyển trước lưỡi ủi nhiều hơn.

- Một số tính năng kỹ thuật của máy ủi:

+ Có một số loại máy ủi có thể xoay lưỡi ủi (lưỡi ben) theo chiều ngang (a) và theo chiều đứng (b) gọi là máy ủi vạn năng. Loại máy ủi này dùng để ủi đẩy các nơi có đất gồ ghề hoặc chiều dày đất không đều.



Hình 16: Máy ủi vạn năng

Máy ủi có nhiều loại với nhiều công suất khác nhau, nhỏ nhất khoảng 20 mã lực, máy ủi công suất lớn có loại 300 mã lực hoặc cao hơn.

+ Đường di chuyển của máy ủi có ba dạng chính:

• Lùi thẳng và tiến thẳng (a).

Tiến thẳng và lùi chéo (b).

(còn gọi là tiến lùi chữ chi)

Lùi chéo và tiến chéo (c).

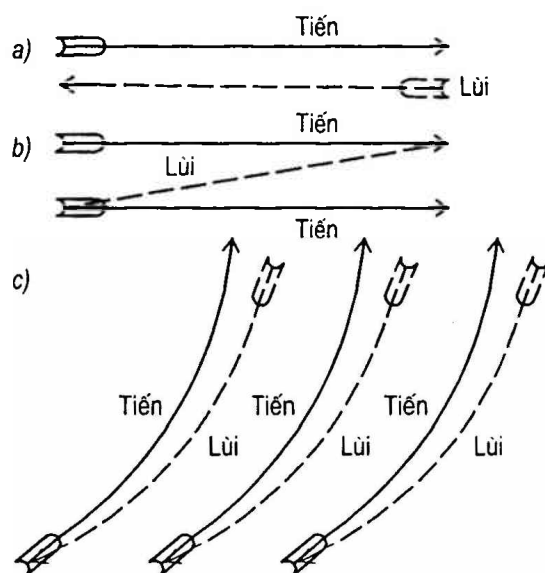
+ Phương pháp cắt gọt đất của lưỡi ủi có thể là:

Cắt từng lớp.

Cắt hình nêm.

Cắt đất theo hình răng cưa.

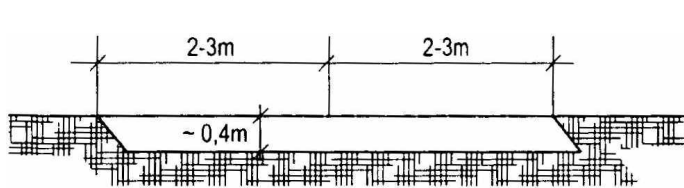
Thực hiện cắt đất từng lớp khi chiều sâu đào không lớn.



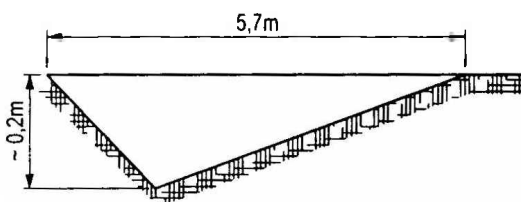
Hình 17: Đường di chuyển của máy ủi

Thực hiện cắt hình nêm khi chiều sâu đào khá lớn và đất không cứng.

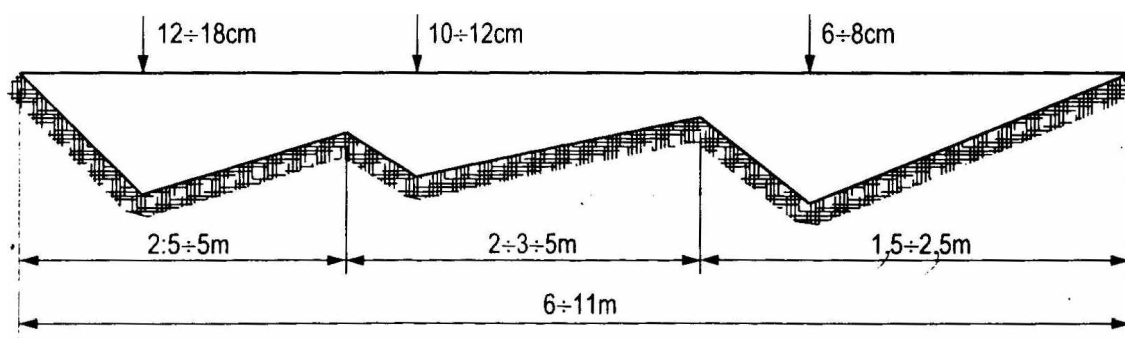
Thực hiện cắt đất theo hình răng cưa khi đất cứng mà phải đào sâu.



Hình 18: Cắt từng lớp



Hình 19: Cắt hình nêm



Hình 20: Cắt đất theo răng cưa

Năng suất máy ủi:

Bảng 7. Năng suất trung bình (M^3/Ca) của máy ủi khi ủi cắt đất

Cự ly vận chuyển (m)	Công suất máy ủi (mã lực)				
	54 ÷ 75	80 ÷ 108	130 ÷ 140	180	300
10	390	820	1440	1900	2600
20	220	520	905	1200	1650
30	155	380	610	810	1170
40	115	300	460	600	880
50	95	250	350	470	690
60	80	210	280	370	550
70	68	185	230	300	450
80	61	165	185	245	370
90	55	146	155	200	300
100	49	130	135	165	250

Bảng trên giới thiệu năng suất ủi đẩy của một số loại máy ủi với với công suất khác nhau.

Để tính năng suất ủi đẩy đất của máy ủi, người ta sử dụng công thức sau:

$$Q_h = nq = \frac{3600q}{tK_p} = \frac{1800H_2b}{tK_p \operatorname{tg}\varphi} \text{ m}^3/\text{giờ} \quad (44)$$

Trong đó:

Q_h - Năng suất ủi đẩy của máy ủi ($\text{m}^3/\text{giờ}$);

q - Khối lượng đất ủi đẩy được sau mỗi chu kỳ thực hiện (m^3);

n - Số lần thực hiện được chu kỳ ủi đẩy trong một giờ;

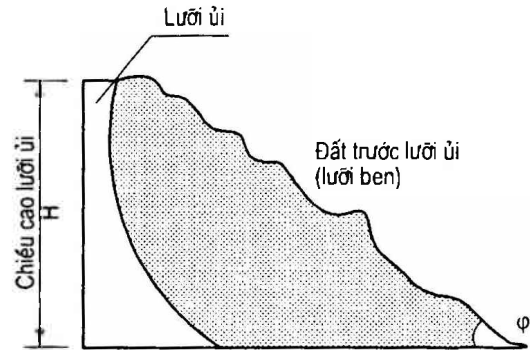
t - Thời gian thực hiện xong một chu kỳ đẩy (giây);

K_p - Hệ số tơi của đất, có thể tra bảng 3;

H - Chiều cao lưỡi ben (lưỡi ủi) (m);

b - Chiều rộng lưỡi ben (m);

φ - Góc ma sát trong của đất.



Hình 21: Đất trước lưỡi ủi

Người ta có công thức tính năng suất ủi đẩy một ca máy như sau:

$$Q_d = 8Q_n K_\beta \quad (45)$$

Trong đó:

Q_d - Năng suất ủi đẩy trong một ca (m^3/ca);

K_β - Hệ số sử dụng thời gian; lấy $= 0,75$.

Ví dụ tính toán 3:

Cố máy ủi T100, $H = 1,10\text{m}$; $b = 3,03\text{m}$. Máy ủi ủi đẩy đất á sét với thời gian mỗi chu kỳ 90 giây. Hệ số tơi của đất $K_p = 1,21$. Đất có góc ma sát trong $\varphi = 40^\circ$. Hãy tính năng suất ủi đẩy một ca máy.

Bài giải:

Áp dụng công thức tính Q_h và Q_d :

$$Q_h = \frac{1800 \times 1,1^2 \times 3,03}{90 \times 1,21 \times \operatorname{tg} 40} = 72,2 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow Q_d = 8 \times 72,2 \times 0,75 = 421,6 \text{ m}^3/\text{ca}$$

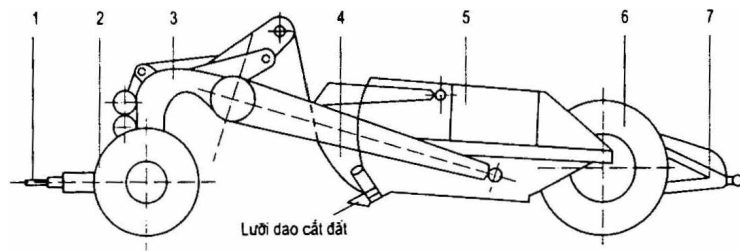
Vậy năng suất của máy ủi T100 là $421,6 \text{ m}^3/\text{ca}$ máy

2. Xe cạp đất (Scraper)

Xe cạp đất là loại máy làm đất có thể độc lập thi công. Nó có thể tự động lấy đất, vận chuyển đất, xả đất, đắp đất, ... Xe cạp đất có hai loại: Loại có đầu kéo và loại tự hành. Hệ thống điều khiển cũng có hai loại: Điều khiển bằng hệ cáp (kiểu cũ) và điều khiển bằng hệ thống thủy lực.

Cấu tạo phần thùng cạp đất như hình vẽ bên.

Cấu tạo thùng cạp bao gồm: Thùng cạp để chứa đất. Phía trước thùng cạp có cửa thùng có thể điều khiển đóng mở được, phía trước thùng ở đáy có gắn lưỡi dao cắt đất. Lúc cắt đất, thùng chứa hạ thấp xuống, cửa thùng mở,

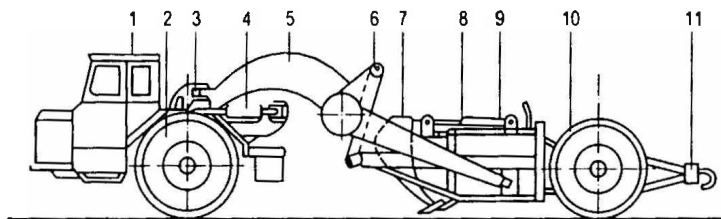


Hình 22: Thùng cạp có đầu kéo

1. Trục nối với đầu kéo; 2. Bánh trước; 3. Càng thùng cạp;
4. Cửa thùng cạp; 5. Thùng chứa đất; 6. Bánh sau; 7. Đuôi thùng

lưỡi dao cắt sâu vào đất, xe cạp chạy và đất cắt sẽ đưa vào thùng cạp và khi đất đã đầy thùng cạp thì người lái sẽ điều khiển đóng cửa thùng cạp và nâng thùng cạp lên rồi chạy thẳng đến nơi cần xả đất.

Hình bên cạnh là xe cạp đất tự hành.



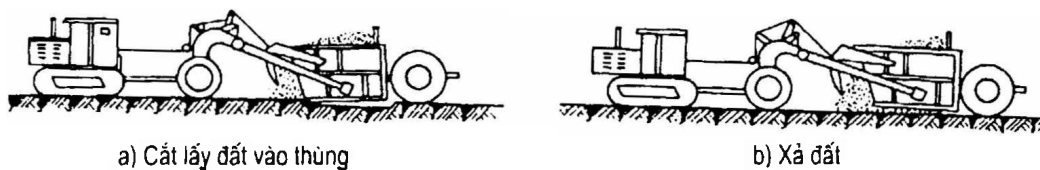
Hình 23: Xe cạp đất tự hành

1. Buồng lái; 2. Bánh trước; 3. Khớp nối xoay; 4. Xi lanh chuyển hướng;
5. Càng thùng cạp; 6. Xi lanh nâng hạ thùng cạp; 7. Cửa thùng cạp; 8. Thùng cạp chứa đất;
9. Xi lanh dầu đóng mở cửa thùng cạp; 10. Bánh sau; 11. Đuôi thùng cạp

Xe cạp đất có thể trực tiếp cạp (cắt đất vào thùng) đất cấp I ÷ III rồi vận chuyển. Dung tích thùng cạp tùy loại mà có dung tích từ 3 - 12m³ hoặc nhiều hơn. Chiều dày lớp đất cắt khoảng 15 - 30cm, vận chuyển xa ≥ 100m. Trong trường hợp phải cắt đất cứng thì nên có máy ủi đẩy phía sau đuôi để trợ lực, cũng có thể dùng máy xới tơi tiến hành xới trước khi tiến hành cạp đất.

Xe cạp đất thích dụng cho việc cắt gọt đất trên bãi rộng, tuy nhiên cũng có khi dùng để đào đất tại những hố đào lớn (tại các công trình thủy lợi) hoặc dùng vận chuyển đất cho công tác đắp nền, đắp đập...

Hình vẽ dưới đây thể hiện trường hợp xe cạp lấy đất và xả đất.



Hình 24: Xe cạp đầu kéo: Cắt lấy đất và xả đất

Cũng cần lưu ý rằng: người ta không dùng xe cạp đất để lấy đất ở những nơi đầm lầy, không dùng ở những nơi vùng đất không dính có độ ẩm quá lớn hoặc ở những vùng đất cát rời hoặc các vùng đất có đá mồi côi, đá cuội lớn và cũng không dùng ở những bãi đất có nhiều bụi cây chưa được dọn sạch. Tại những bãi đất quá cứng; cạp cũng không thể cất cạp đất được.

Với đất càng mềm thì chiều dày lớp đất cất lớn do đó chiều dài cất đất đầy thùng cạp ngắn hơn so với các loại đất cứng hơn.

Bảng 8. Chiều dài cất đất của máy cạp

Loại đất	Dung tích thùng chứa đất (m ³)			
	2,25 ÷ 3	6 - 8	10	15
Á cát	15 – 20	20 – 30	30	35
	25 – 30	35 – 45	45	55
Á sét – Á sét nhẹ	20 – 25	25 – 35	40	40
	30 – 35	40 – 50	55	60
Á sét nặng	25 – 30	40 – 50	60	70
	35 – 40	55 – 65	75	90

Từ số là chiều dài cất đất khi có máy đẩy trợ lực; Mẫu số là chiều dài cất đất không có đẩy trợ lực.

Chiều dày lớp đất cất phụ thuộc vào hai yếu tố chủ yếu là loại đất và công suất xe cạp đất. Bảng dưới đây giới thiệu chiều dày cất đất của một số máy cạp đối với một số loại đất khác nhau:

Bảng 9. Chiều dày phoi đất của các loại máy cạp

Dung tích thùng cạp m ³	Chiều dày phoi đất (Lớp đất cất)			
	Á cát	Á sét	Á sét nhẹ	Á sét nặng
2,75	0,15	0,12	0,10	0,07
6	0,2(0,3)	0,15 (0,25)	0,12 (0,20)	0,09 (0,14)
10	0,30	0,20	0,18 (0,25)	0,14 (0,18)
15	0,35	0,25	0,21 (0,30)	0,16 (0,22)

Số trong ngoặc là chiều dày phoi đất cất khi có máy ủi đẩy trợ lực

Đường di chuyển của máy cạp không đòi hỏi quá khắt khe, không nhất thiết là phải bằng phẳng hoàn toàn, tuy nhiên không nên quá dốc.

Cạp có đầu kéo:

Chở đất lên dốc: dốc $\nless 0,15$

Chở đất xuống dốc: dốc $\nless 0,25$

Cạp không tải (không chở đất): lên dốc ✂ 0,17

Cạp không tải (không chở đất): xuống dốc ✂ 0,30

Cạp tự hành:

Chở đất lên dốc: dốc ✂ 0,12

Chở đất xuống dốc: dốc ✂ 0,20

Không chở đất: lên dốc ✂ 0,15

Không chở đất: xuống dốc ✂ 0,25

Bảng 10. Quan hệ giữa chiều dày và chiều dài rải đất (M)

Chiều dày rải đất	Dung tích thùng chứa đất m ³			
	2,25 - 3	6 - 8	10	15
0,15	10	15	23	-
0,20	7	11	17	24
0,25	6	9	14	20
0,30	5	8	11,5	16
0,35	4	6,5	10	14
0,40	-	-	9	12

Bảng kết quả trên cho ta thấy: khi xả đất nếu xả rải lớp dày thì chiều dài đường xả ngắn và ngược lại.

Xác định cự ly vận chuyển cho từng loại xe cạp rất quan trọng, vì điều đó giúp nâng cao năng suất của máy và đem lại hiệu quả kinh tế cao. Với những xe cạp có dung tích thùng nhỏ chỉ nên đào vận chuyển với cự ly gần. Còn các xe cạp có dung tích thùng lớn thường dùng để đào vận chuyển với cự ly lớn. Bảng 11 sẽ cho ta một số kinh nghiệm.

Bảng 11. Cự ly vận chuyển hợp lý của xe cạp (Km)

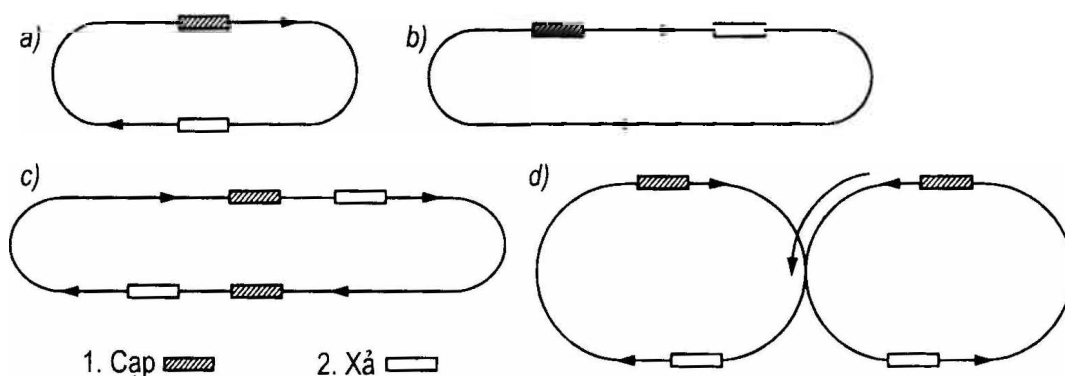
Loại xe cạp	Dung tích thùng chứa m ³				
	3	6	8	10	15
Có đầu kéo	0,25	0,3 - 0,35	0,55 - 0,6	1,0 - 1,5	-
Tự hành	-	1,5	2,5	3	5

- Sơ đồ di chuyển của xe cạp đất:

Có hai dạng di chuyển chính: Di chuyển vòng tròn và di chuyển theo hình số 8.

Các hình (a, b, c) là sơ đồ di chuyển theo đường vòng kín.

Hình (d) là sơ đồ di chuyển theo hình số 8.



Hình 25: Sơ đồ di chuyển của máy cạp đất

- a) Máy cạp lấy đất và xả đất trên hai trục khác nhau;
b) Máy cạp lấy đất đầu này và xả ở đầu kia trên cùng trục;
c) Máy cạp lấy đất ở giữa và xả ở hai đầu trên hai trục;
d) Máy cạp lấy đất ở hai nơi trên một trục và xả ở hai nơi khác trên một trục khác.

Máy cạp di chuyển trên đường vòng thích hợp cự ly cạp xả 50-100 m, với lớp đất đắp 0,1-1,5m (đắp đập, đê, nền đường, đắp sân bãi) mặt bằng di chuyển tương đối bằng phẳng.

Máy cạp di chuyển theo hình số 8 thích hợp cho việc đào kênh mương và xả đất ngay tại bờ kênh, hoặc đắp đường, đắp sân bãi với cự ly di chuyển lớn hơn (300-500)m

Cự ly vận chuyển tương đối dài mà hiện trường lại gồ ghề thì người ta thường di chuyển theo hình số 8. Với sơ đồ di chuyển này, mỗi chu kỳ di chuyển, máy cạp lấy đất hai lần và xả đất hai lần (hai lần tác nghiệp): so với sơ đồ vòng kín thì di chuyển theo hình số 8 tiết kiệm thời gian vì rằng thời gian vận hành không tải (thùng cạp không có đất) ngắn, do đó năng suất cạp được nâng cao lên nhiều. Khác với sơ đồ hình vòng kín, cạp di chuyển theo hình số 8, các bộ phận chuyển hướng của cạp mòn đều cả hai phía.

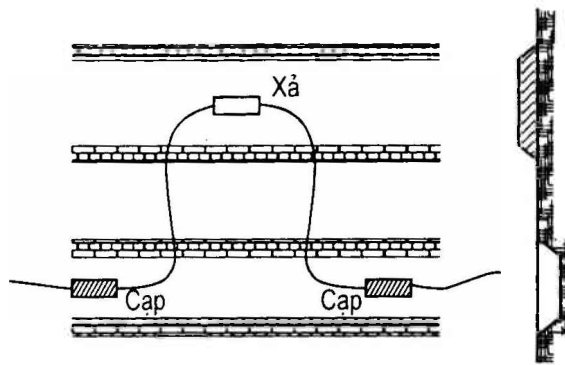
Ngoài hai dạng sơ đồ di chuyển thường dùng của xe cạp đất như đã trình bày trên, trong thi công đất thủy lợi và giao thông, người ta còn dùng các sơ đồ sau:

Sơ đồ chữ chi

Sơ đồ xoắn ốc

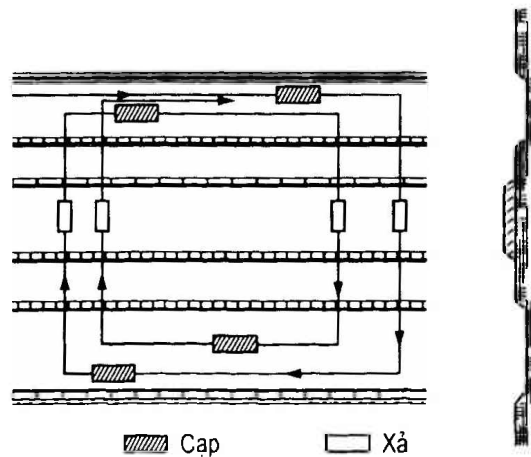
Sơ đồ con thoi

Sơ đồ chữ chi: Lấy đất đắp từ một bên hoặc hai bên. Đất được xả ra một bên hay hai bên. Cự ly vận chuyển thích hợp $\geq 200\text{m}$. Chiều sâu khối đào và khối đắp cao $2,5 \div 6\text{m}$.



Hình 26: Sơ đồ di chuyển chữ chi của xe cạp

Sơ đồ hình xoắn ốc: Mặt bằng đào đắp rộng, đất được cạp từ hai phía. Chiều cao khối đất 2 - 2,5m. Chiều sâu khối đào 2 - 2,5m.

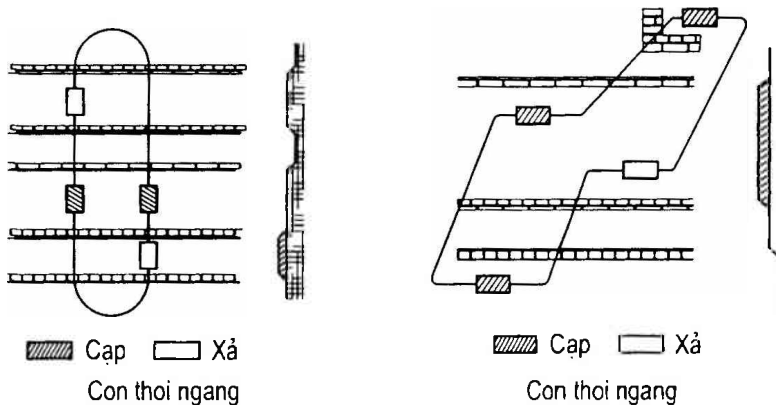


Hình 27: Sơ đồ di chuyển hình xoắn ốc

Sơ đồ di chuyển con thoi: sơ đồ di chuyển con thoi thực chất là sơ đồ di chuyển theo vòng kín.

Có hai dạng di chuyển con thoi: Con thoi ngang và con thoi dọc. Khi chiều rộng hố đào lớn hơn nhiều chiều dài cạp đất thì người ta di chuyển theo sơ đồ con thoi ngang, thường sử dụng khi bóc tầng phủ – chiều sâu cạp hố đào: 4 - 6m.

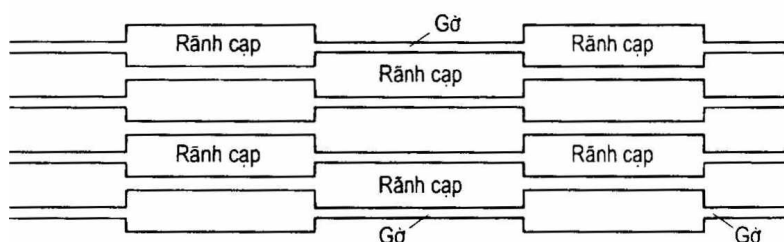
Khi lấy đất (cạp đất) từ cả hai phía người ta thường dùng sơ đồ hình con thoi dọc. Chiều sâu hố đào: 4 - 6m.



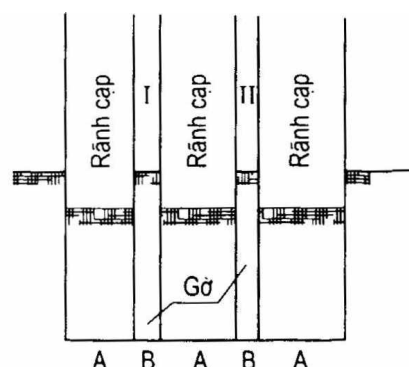
Hình 28: Sơ đồ cạp theo hình con thoi

- Mặt bằng cắt đất của xe cạp:

Tại một bãi lấy đất, tùy địa hình và điều kiện mà máy cạp có thể cắt đất chứa gờ theo đường thẳng hay chứa gờ theo dạng so le.



Hình 29: Cắt đất chứa gờ so le



Hình 30: Cắt đất chứa gờ thẳng (cắt theo luống)

- Các giải pháp nâng cao năng suất cạp đất

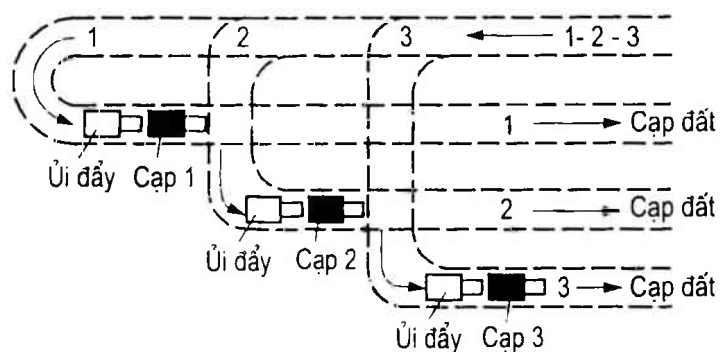
Để nâng cao năng suất của xe cạp đất, người ta thường áp dụng một trong ba cách sau:

- Cắt cạp đất khi cạp đi xuống dốc;
- Cạp theo luống;
- Cạp đất nhờ trợ lực của máy ủi.

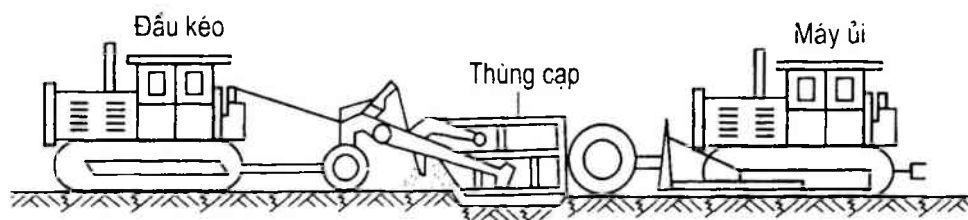
Khi xe cạp xuống dốc, nhờ trợ lực trọng trường mà lưỡi cắt được sâu hơn và cũng nhờ lực trọng trường mà lưỡi cắt và lực kéo nhẹ hơn. Năng suất của xe cạp cũng vì thế mà được nâng cao, có khi tăng thêm gần 25%. Độ dốc lý tưởng là 3 - 9° và đường dốc không nên lớn hơn 20°. Bởi vì dốc càng lớn tốc độ di chuyển sẽ phải chậm lại (lý do ATGT) do đó năng suất sẽ bị hạn chế.

Xe cạp cạp đất chứa gờ, cạp theo rãnh hào được áp dụng khi mặt bằng cạp đất quá bằng phẳng mà đất lại cứng. Với phương pháp này năng suất của cạp sẽ được nâng cao. Chiều cao gờ luống không nên cao quá 30cm, chiều rộng gờ luống $\leq 1,6m$ và phải nhỏ hơn khoảng cách giữa hai bánh xe cạp và khoảng lọt lòng giữa hai bánh xích của đầu kéo.

Trợ lực của máy ủi và dùng máy ủi đẩy trợ lực vào đuôi thùng cạp làm cho thùng cạp dễ cắt đất, dao cắt dễ ăn sâu vào lớp đất, xe cạp di chuyển nhẹ nhàng ... Do đó năng suất cạp đất sẽ tăng thêm, có khi lên đến 30%. Sử dụng máy ủi trợ lực với điều kiện bãi lấy đất phải rộng (chiều rộng bãi > 20m), chiều dài cắt đất cần trợ lực $\leq 40m$. Với chu kỳ vòng di chuyển của xe cạp 250m thì một máy ủi có thể trợ lực cho 3 - 4 máy cạp đất.



Hình 31: Mặt bằng trợ lực giữa máy ủi và các máy cạp



Hình 32: Ủi đẩy trợ lực của máy ủi đối với xe cạp đất

- Tính toán năng suất của máy cạp:

Năng suất máy cạp sẽ bị giảm thấp nếu đường di chuyển quá xấu, đất cạp quá ẩm, quá rời, đất quá yếu hoặc quá cứng, hoặc đất lẫn nhiều đá.

Bảng 12 tổng hợp năng suất thực hiện của một số loại xe cạp đối với các loại đất (đất nhẹ, đất trung bình, đất nặng).

Bảng 12. Năng suất cạp chuyển đất (M^3/Ca)

Dung tích cạp Loại đất Cự ly vận chuyển	3 - 4 m ³		6 - 8 m ³		10 m ³			15 m ³		
	Nhẹ	Trung bình	Nhẹ	Trung bình	Nhẹ	Trung bình	Nặng	Nhẹ	Trung bình	Nặng
50	360	295	750	620						
100	245	205	555	470	720	800	700	940	980	880
200-250	150	130	365	315	480	500	450	610	650	580
300	105	95	270	235						
400	85	75	215	190						
500	70	60	180	160	330	360	320	415	455	415
600	58	52	155	135						
700	50	45	135	120						
800			120	105						
1000			98	88	200	215	190	255	270	255
1200			82	74						
1400 - 1500			71	60	135	145	135	175	190	175
1600			63	54						
2000					105	120	105	135	150	135
3000					72	80	72	96	104	96
5000					40	48	40	56	64	56

Để tính năng suất của máy cạp, người ta sử dụng công thức:

$$Q_h = \frac{3600K_0}{tK_p} \text{ m}^3/\text{giờ} \quad (46)$$

Trong đó:

Q_h - Năng suất máy cạp ($\text{m}^3/\text{giờ}$);

q - Dung tích thùng cạp (m^3);

K_0 - Hệ số đầy vơi của đất trong thùng cạp (Đất cát lấy $K_0 = 0,75$);

Các đất khác $K_0 = 0,85 \div 1$);

t - Thời gian thực hiện một chu kỳ cạp đất (giây);

K_p - Hệ số tơi của đất. Xem bảng 3.

Để tính năng suất cạp theo ca ta có công thức:

$$Q_d = 8 \cdot Q_h \cdot K_B \quad (47)$$

Q_d - Năng suất cạp thực hiện trong một ca (m^3/ca);

K_B - Hệ số sử dụng thời gian $K_B = 0,65 \div 0,75$.

Ví dụ tính toán 4:

Dùng xe cạp C3-6 để cạp chuyển đất cát. Dung tích thùng cạp 6m^3 . Thời gian thực hiện một chu kỳ cạp đất 180 giây. Hãy tìm năng suất cạp làm việc trong một ca.

Bài giải:

Như trên ta đã biết, đất cát nên $K_0 = 0,75$. Tra bảng hệ số tơi của đất (Bảng 3) ta có $K_p = 1,13$ (giá trị bình quân).

Vậy:

$$Q_h = \frac{3600 \times 6 \times 0,75}{180 \times 1,13} = 79,6 \text{ m}^3/\text{giờ}$$

Với hệ số $K_B = 0,7$, ta có năng suất cạp đất một ca là:

$$Q_d = 8 \times 79,6 \times 0,7 = 455,8 \text{ m}^3/\text{ca}$$

Cạp C₃ - 6 có năng suất cạp đất là $455,8 \text{ m}^3/\text{ca}$.

3. Máy xúc gầu đơn: (Excavator)

Máy xúc gầu đơn có nhiều loại:

Máy xúc gầu ngửa (Máy xúc gầu thuận).

Máy xúc gầu sắp (Máy xúc gầu nghịch).

Máy xúc gầu ngoạm.

Máy xúc gầu dây (máy xúc gầu quãng).

Máy xúc có hệ bánh di chuyển có thể là bánh hơi (loại công suất nhỏ, có dung tích gầu $\leq 0,4\text{m}^3$), hoặc hệ bánh xích (loại công suất lớn có dung tích gầu $> 0,4\text{m}^3$); Các cần cẩu và gầu xúc được điều khiển bằng cáp hoặc bằng các xi lanh thủy lực (loại mới sau này).

Trong thi công đào đắp đất, máy xúc gầu đơn được dùng rộng rãi và là một phương tiện thi công hiệu quả mà gần như không thể thiếu khi thi công đào đắp. Đa số máy xúc có máy dẫn động là máy diezen, tuy nhiên với một vài loại máy xúc công suất lớn, người ta chế tạo hệ thống dẫn động là các động cơ điện. Máy xúc có nhiều loại dung tích gầu: từ $0,15\text{m}^3/\text{gầu}$ ÷ $4,6\text{m}^3/\text{gầu}$ và hơn nữa:

- Khi khối lượng đất đá nhiều và phải làm dài ngày thì ta nên dùng loại máy xúc có dung tích gầu lớn. Khi khối lượng cần xúc ít thì nên dùng loại máy xúc có dung tích gầu nhỏ, sẽ kinh tế hơn.

Bảng 13. Chọn dung tích gầu

Khối lượng đào $\text{m}^3/\text{tháng}$	Dung tích gầu
≤ 20.000	0,4 - 0,65
20.000 - 60.000	1 - 1,6
60.000 - 100.000	1,6 - 2,5
> 100.000	2,5 - 4,6

Bảng 13 sẽ cho ta kinh nghiệm tham khảo để chọn dung tích gầu thích hợp khi đào đất nặng. Trong trường hợp xúc loại đất nhẹ thì có thể dùng loại dung tích gầu lớn hơn.

- Máy xúc loại bánh hơi cơ động hơn loại bánh xích, có thể tự hành từ địa điểm này sang địa điểm khác. Máy xúc bánh xích chỉ di chuyển với cự ly vài ba trăm mét trong công trường. Khi di chuyển từ công trường này sang nơi đào tại địa điểm mới thì nó phải được đặt trên các loại rơ moóc nặng để chuyển đến (nếu như loại bánh xích có công suất quá lớn như 1,6 - 4,6 $\text{m}^3/\text{gầu}$ thì phải tháo nhỏ và chở nhiều chuyến tới địa điểm mới rồi lắp ráp lại). Máy xúc bánh hơi thường bị lún và nếu không có dàn chống chân vịt thì thường không ổn định. Loại bánh xích do bánh to và diện tiếp đất lớn nên bánh xích ít bị lún.

- Khi chọn máy xúc gầu đơn cần phải xem xét kỹ chiều cao nâng gầu, chiều sâu đào đất và độ vơi xa đào đất của gầu để đảm bảo chọn máy xúc đáp ứng các yêu cầu thi công. Khi đào đất nhiều lớp, chiều dày của lớp đất đào (chiều dày gương tầng) phải phù hợp khả năng đào sâu (máy xúc nghịch) hoặc phải phù hợp với khả năng vơi cao (máy xúc thuận) của loại máy xúc mình hiện có.

Chiều sâu đào của máy xúc tùy loại mà có thể đào với độ sâu từ 3,2m đến 7,3m. (Đối với các loại máy xúc gầu sấp).

Máy xúc gầu ngược cũng có nhiều loại, những loại nhỏ thì chỉ xúc đất có chiều cao $\leq 3,2\text{m}$; những loại máy xúc lớn có thể xúc cao gần 10m.

- **Chiều dày lớp đất đào (chiều dày gương tầng):** Việc chọn chiều dày của lớp đất đào ngoài việc phải phù hợp với khả năng thao tác của máy xúc hiện có, ta còn chú ý đến việc tạo đường dốc lên xuống cho máy xúc và xe vận chuyển. Khi thi công đào hố móng nhiều lớp cũng phải thiết kế đường di chuyển lên xuống cho từng cao độ đáy hố đào. Diện tích hố đào có giới hạn mà chiều sâu hố đào quá lớn thì việc tạo đường dốc lên xuống cho máy xúc và xe vận chuyển là một việc hết sức phức tạp. Đường dốc lên cho máy xúc bánh xích được quy định như sau:

Dốc lên $< 20\%$

Dốc xuống $< 30\%$

Dốc ngang $< 12\%$

Đối với các máy xúc bánh hơi, độ dốc lên xuống giống quy định cho xe ô tô.

Tóm lại việc chọn chiều dày lớp đất đào phải phù hợp với khả năng với cao hay đào sâu của máy xúc và phải tạo đường dốc lên xuống thích hợp cho máy xúc và ô tô.

Một hố đào có 5 lớp đào (5 gương tầng) người thiết kế thi công phải vẽ 5 bản vẽ mặt bằng ở các cao độ khác nhau, trong đó phải vẽ rõ vị trí các dốc lên xuống hố đào. Do vậy, ngoài khối lượng đào đất từng lớp còn có khối lượng làm đường dốc di chuyển lên xuống cho từng lớp đào.

- **Chiều dày lớp đất bảo vệ:** Khi đào đến lớp cuối cùng, đào đến cao độ đáy móng, người ta thường không đào thẳng đến cao độ thiết kế mà chừa lại một lớp nhất định để đào lại bằng thủ công. Bởi vì gầu máy đào thường không có khả năng đào gọt phẳng như thiết kế, việc đào lại phẳng đáy nền chỉ có thể làm bằng tay. Chiều dày lớp đất chừa lại đó ta gọi là lớp bảo vệ.

- Chiều dày lớp đất chừa lại:

Đất cát, á cát	5 – 10 cm
Á cát dẻo	10 – 30 cm
Á cát rắn	5 – 10 cm
Sét dẻo	10 – 30 cm
Sét rắn	5 – 10 cm

- Năng suất máy xúc (máy đào):

Năng suất máy xúc phụ thuộc vào các yếu tố sau:

Phụ thuộc công suất máy, loại máy.

Phụ thuộc vào loại đất đào.

Phụ thuộc vào địa hình vị trí thao tác.

Phụ thuộc vào chiều dày đào.

Cùng một loại công suất, nhưng năng suất của các loại gầu đơn khác nhau (ngửa, sắp, dây, ngoạm) cũng khác nhau. Có loại đất có thể xúc đầy ngọn, cũng có loại đất quá rắn xúc lâu đầy. Vị trí thao tác, địa hình mặt bằng công trường nơi máy xúc làm việc cũng ảnh hưởng đến năng suất của máy xúc. Máy xúc ngửa xúc đất gò quá thấp hoặc máy xúc sắp xúc đất nền quá mỏng cũng làm giảm năng suất thao tác của máy xúc.

Sau đây là năng suất của một số loại máy xúc gầu ngửa và sắp dây. (Tài liệu có tính chất tham khảo).

Bảng 14. Năng suất máy xúc (m^3/ca)

Nhóm đất	Dung tích gầu – Máy xúc gầu ngửa				Dung tích gầu máy xúc gầu dây				
	0,25-0,30	0,5-0,65	0,8	1-1,25	0,25	0,35	0,5	0,65	0,8-1
Đào đất đưa lên phương tiện di chuyển đất									
I	150-175	340-440	520	620-700	150	210	320	410	500
II	125-140	275-360	410	525-640	115	165	260	340	420
III	82-105	220-285	350	425-500	75	120	200	260	320
IV		155-205	140	310-400			135	185	235
V		115-150	180	230-280			100	135	170
VI		95-130	155	195-230			85	110	135
Đào đất đổ tại chỗ (bên cạnh hố đào)									
I	196-200	410-540	650	790-900	190	260	400	520	620
II	115-180	350-445	520	650-760	145	210	320	420	520
III	105-130	275-360	440	540-620	95	150	250	320	400
IV		195-260	310	390-440			170	230	290
V		145-195	230	280-320			125	165	200
VI		120-160	195	240-270			105	140	175

Đối với máy xúc gầu ngửa (máy xúc gầu thuận) năng suất sẽ giảm rõ rệt hoặc máy không xúc được đầy gầu khi chiều cao xúc quá thấp. Vì vậy, đối với mỗi loại máy xúc cần có chiều cao tối thiểu thì máy xúc mới thao tác được.

Bảng 15. Chiều cao tối thiểu của khối đất khi xúc bằng gầu ngửa (M)

Nhóm đất	Dung tích gầu	0,15-0,35 m ³	0,5-0,8 m ³	1
I		1,75	2	2,5
II		2,5	3	3,5
III		4	4,5	5,5

Để tính năng suất máy xúc trong một giờ người ta dùng công thức:

$$Q_h = \frac{3600qK}{t} \text{ m}^3/\text{giờ} \quad (48)$$

Trong đó:

Q_h - Năng suất đào đất trong một giờ (m³/giờ);

q - Dung tích gầu (m³);

t - Thời gian xúc một chu kỳ (giây - theo kinh nghiệm: loại máy xúc ngửa có dung tích gầu 1m³ thì $t = 25 - 40$ giây. Loại máy xúc gầu dây có dung tích gầu 1 m³ thì $t = 45 - 60$ giây)

K - Hệ số xử dụng gầu xúc – phụ thuộc vào độ tươi và hệ số đẩy vơi.

Đất cát $K = 0,8 - 0,9$

Đất sét $K = 0,85 - 0,95$

Để tính năng suất theo ca người ta dùng công thức:

$$Q_d = 8Q_h K_B \quad (49)$$

Trong đó:

Q_d - Năng suất đào của máy xúc trong một ca (m³/ca)

K_B - Hệ số xử dụng thời gian.

Xúc đất đổ lên xe ô tô lấy $K_B = 0,68 - 0,72$

Xúc đất đổ tại chỗ $K_B = 0,78 - 0,88$

Xúc đá dăm bắn mìn $K_B = 0,6$

Ví dụ tính toán 5:

Máy xúc có dung tích gầu 1m³, xúc đất sét, chu kỳ của máy xúc thao tác $t = 40$ giây. Xúc đất đổ lên ô tô. Hãy tính năng suất máy xúc trong một ca.

Bài giải:

Xúc đất sét nên ta có $K = 0,9$

Xúc đất lên ô tô nên ta lấy $K_B = 0,7$

Thay vào công thức theo Q_h ta có:

$$Q_h = \frac{3600 \times 1 \times 0,9}{40} = 81 \text{ m}^3/\text{giờ}$$

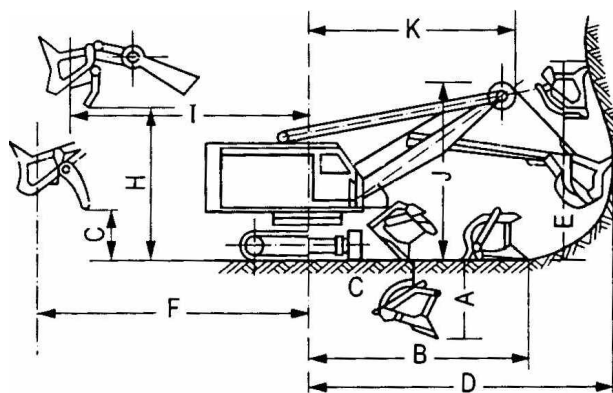
Thay vào công thức theo Q_d ta có:

$$Q_d = 8 \times 81 \times 0,7 = 453,6 \text{ m}^3/\text{ca}$$

4. Máy xúc gầu ngược

Máy xúc gầu ngược còn có tên là máy xúc gầu thuận.

Loại máy xúc gầu ngược có thể xúc từ đất cấp I đến đất cấp IV. Năng suất đào cao. Trong trường hợp đào không có nước ngầm, máy xúc có thể đứng ở đáy móng để đào đất (phải có đường lên xuống hố đào).

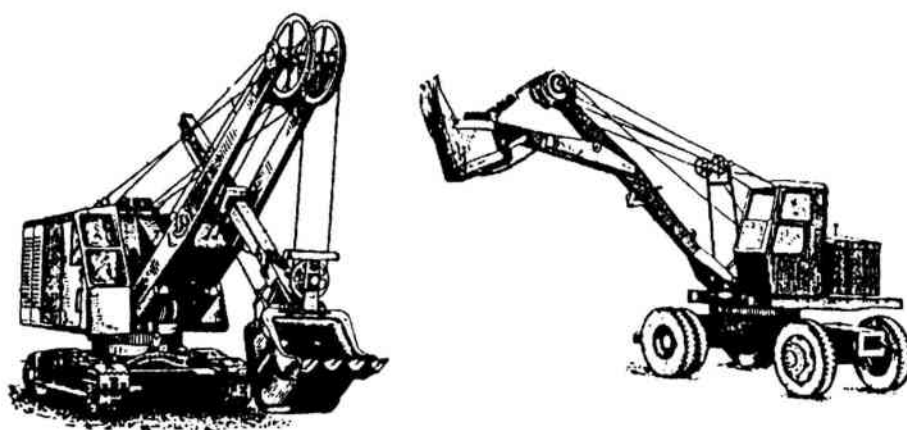


Hình 33: Máy xúc gầu thuận

Máy xúc gầu thuận dùng để xúc đất đồi núi, xúc những chỗ đất cao hơn chỗ đứng của máy xúc. Hướng di chuyển của máy là tiến tới phía trước.

Bảng 15. Các thông số một số máy xúc gầu thuận – bánh xích của Trung Quốc

	Các thông số	Đơn vị	Loại máy xúc									
			W _I -50		W _I -60		W _I -100		W _S -100		W _I -200	
	Dung tích gầu	m ³	0,5		0,6		1		1		2	
	Chiều dài càng xiên	m	5,5		5,2		6,8		1,95		8,6	
	Chiều dài cán gầu	m	4,5		4,3		4,9		3,222		6,1	
	Góc nghiêng càng xiên	(°)	45	60	45	60	45	60	50	55	45	60
A	Chiều sâu gầu xúc	m	1,5	1,1	2,05	1,65	2	1,5			2,2	1,8
B	Bán kính max tại 0,00		4,7	4,35	3,96	3,4	6,4	5,7	5,1	4,9	7,4	6,25
C	Bán kính min tại 0,00		2,5	2,8	2,5	2,6	3,3	3,6	2,3	2,2		
D	Bán kính với max		7,8	7,2	7,5	7,2	9,8	9	6,4	6,25	11,5	10,8
E	Chiều cao với max		6,5	7,9	5,85	7,45	8	9	6	6,35	9	10
F	Bán kính xả max		7,1	6,5	6,9	6,5	8,7	8			10	9,6
G	Cao độ xả khi bán kính max		2,7	3	1,95	2,35	3,3	3,7			3,75	4,7
H	Cao độ xả max		4,5	5,6	3,85	5,05	5,5	6,8	4	4,35	6	7
I	Bán kính xả khi cao độ max		6,5	5,4	6,5	4,9	8	7			10,2	8,5
J	Cao độ càng xiên		5,9	6,8								
K	Bán kính càng xiên		5,5	4,2								



a) Bánh xích;

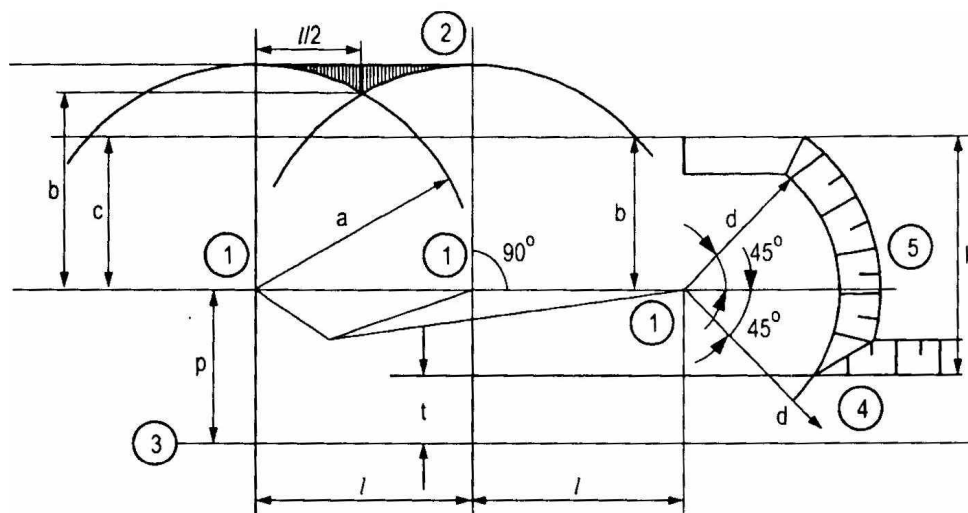
b) Bánh hơi

Hình 34: Máy xúc gầu thuận điều khiển bằng cáp

Đối với nền công trình bằng đá, sau khi nổ mìn người ta thường dùng máy xúc gầu ngửa để xúc đá (phải làm đường lên xuống hố đào) mà không dùng máy xúc gầu sấp. Bởi vì máy xúc gầu sấp xúc đá chậm, năng suất thấp, hơn nữa chiều sâu đào của gầu sấp bị hạn chế trong lúc chiều dày gương tầng thường lớn hơn nhiều. Khi đào đất nhiều lớp mà chiều dày lớp đào lớn (lớp đào không có nước ngầm) người ta cũng dùng máy đào gầu ngửa để đào đất.

Sơ đồ thao tác máy xúc gầu ngửa.

Sơ đồ dưới đây sẽ cho ta một khái niệm về sơ đồ thao tác của máy xúc gầu ngửa.



Hình 35: Sơ đồ thao tác máy xúc gầu ngửa (gầu thuận)

a) Bán kính quay cắt đất lớn nhất của máy xúc; b) khoảng cách từ trục máy xúc đến mép hố đào; c) khoảng cách từ trục di chuyển của máy xúc đến nơi đào xa nhất; d) Bán kính xử tải lớn nhất; k) chiều rộng khoang đào; l) khoảng cách giữa hai chỗ đứng của máy xúc; p) khoảng cách giữa trục di chuyển của máy xúc và trục di chuyển của xe chở đất.

1. Các vị trí đứng để xúc đất của máy; 2. Phần đất máy xúc không đào được;

3. Đường di chuyển của xe chở đất; 4. Vị trí đứng của xe chở đất; 5. Trục di chuyển của máy xúc

Trong các thông số trên thì a và d là hai đặc trưng có sẵn của từng loại máy xúc, còn l phụ thuộc vào sự di chuyển máy của người điều khiển và phụ thuộc vào loại máy xúc lớn nhỏ (thường thì $l = 2 \div 6\text{m}$).

Ta có công thức tính như sau:

$$c = \sqrt{a^2 - \left(\frac{l}{2}\right)^2} \quad (50)$$

$$b = \sqrt{a^2 - l^2} \quad (51)$$

$$p = d \cos 45^\circ \quad (52)$$

$$k = b + p + t \quad (53)$$

Trong đó: t là khoảng cách giữa trục di chuyển của xe chở đất đến chân taluy (talus, slope) gần nhất; thường thì $t = 2,5 \div 4\text{m}$

Rõ ràng, theo sơ đồ thể hiện nếu ta có các sơ đồ hợp lý thì năng suất sẽ đạt rất cao. Nếu l càng nhỏ thì c càng lớn và b cũng càng lớn, bề rộng xúc đất của khoang đào càng lớn ... nhưng ngược lại số lần di chuyển của máy xúc càng nhiều và do đó thời gian xe chở đất chờ đợi càng nhiều. Tóm lại việc chọn l nên dựa vào các thông số a và d của máy xúc và cũng cần xem xét đến chiều rộng khoang đào k .

Máy xúc ngửa thường thao tác theo các sơ đồ sau:

Đào dọc với xe chở đất đứng trên cao.

Đào dọc với xe chở đất đứng sau máy xúc.

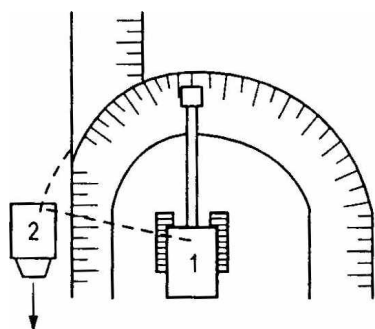
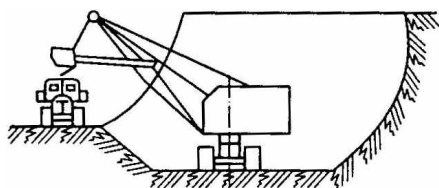
Đào dọc một phía.

Đào chữ chi ...

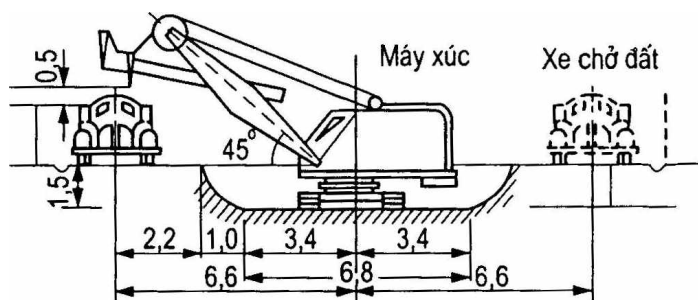
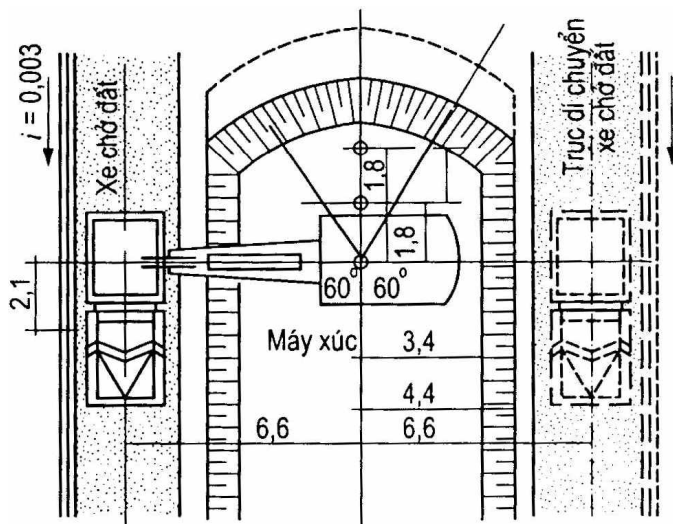
Đào kết hợp.

- Đào dọc với xe chở đất đứng trên cao

Máy xúc đứng giữa trục hố đào, hai bên bờ thành hố đào trên cao là hai trục di chuyển của xe chở đất. Người ta áp dụng phương pháp này khi khoang đào hẹp hơn nhiều so với tầm với của máy xúc và chiều dày lớp đất đào nhỏ hơn nhiều so với chiều cao nâng gầu của máy. Do bề mặt đáy hố đào không phẳng nên xe chở đất đi trên thành hố đào thuận tiện hơn nhiều, dễ quay đầu xe và không phải mất thời gian tiến lùi xuống hố đào cũng như không phải tốn công làm đường xuống cho xe chở đất.



Hình 36: Sơ đồ máy xúc đào dọc và xe chở đất đứng một bên

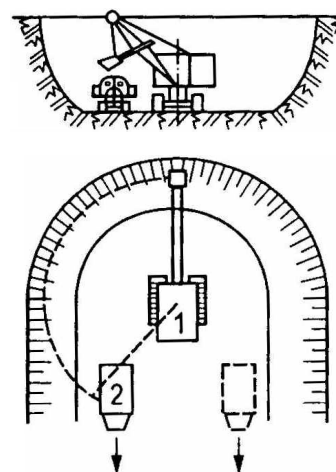


Hình 37: Sơ đồ máy xúc đào dọc và xe chở đất đứng trên hai bờ cao hai bên

Với trường hợp xe chở đất đứng trên cao ngang hàng với máy xúc sẽ rất tiện lợi cho máy xúc xả đất do góc quay nhỏ khiến cho thời gian thực hiện một chu kỳ nhỏ lại và năng suất xúc đất do đó tăng lên.

- Đào dọc với xe chở đất đứng sau máy xúc:

Khi khoang đào rộng và chiều dày lớp đất đào sâu thì phương pháp đào cho xe chở đất đứng sau máy xúc là thích hợp. Xe chở đất đứng sau về cả hai bên nhằm giảm bớt góc quay của máy xúc: xúc bên nào thì đổ đất cho xe bên đó. Nền hố đào phải được xe ủi dọn sạch và lu lên sơ bộ để xe chở dễ dàng tiến lùi và khỏi bị lún.



Hình 38: Đào dọc, xe đứng sau máy xúc

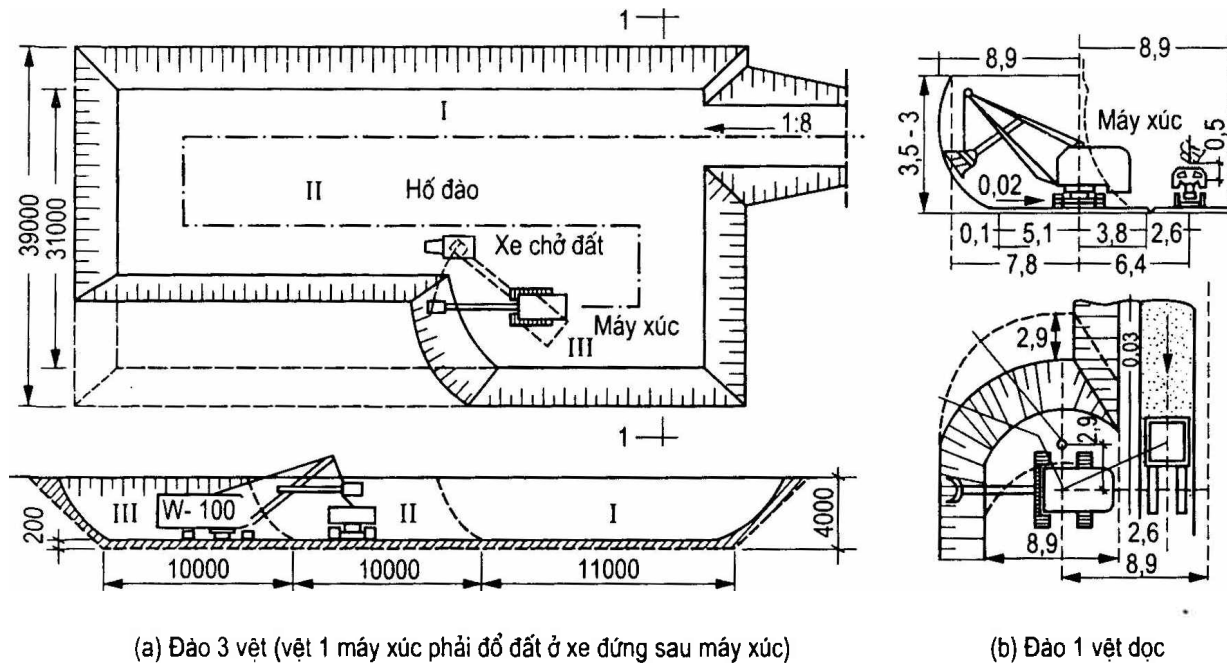
Kinh nghiệm cho thấy, so với góc quay xả đất $< 90^\circ$ thì góc quay xả đất càng lớn sẽ giảm năng suất xúc đất càng nhiều.

Góc quay xả đất 130° sẽ giảm 13%

Góc quay xả đất 180° sẽ giảm 23%

- Đào dọc một phía:

Đào dọc một phía thì xe chở đất đứng bên cạnh ngang hàng với máy xúc. Góc quay đổ đất $\leq 180^\circ$.



Hình 39: Sơ đồ đào dọc một phía – Xe chở đất đứng một bên

Người ta áp dụng đào dọc một phía khi vệt đào hẹp, hoặc phải đào một bờ đất dài như hình 39b – Chiều rộng vệt đào nhỏ hơn hai lần bán kính quay cắt đất của máy xúc. Trục di chuyển của máy xúc song song với trục di chuyển của xe chở đất, vì thế máy xúc cũng quay vòng ít nhất (Trong hình 39a khi đào vệt I máy xúc sẽ phải quay vòng lớn do xe đứng sau máy xúc. Do đó năng suất máy xúc đào vệt I sẽ thấp hơn khi đào vệt II và vệt III).

- Máy xúc gầu giữa đào theo sơ đồ chữ chi:

Khi khoảng đào rộng hơn hai lần bán kính của vòng quay cắt đất của máy xúc và nhỏ hơn 3,5 lần bán kính quay cắt đất của máy xúc thì người ta sẽ áp dụng phương pháp đào chữ chi (Z).

$$2a < 2b \leq 3,5a \quad (54)$$

Trong đó:

a - Bán kính vòng quay cắt đất của máy xúc;

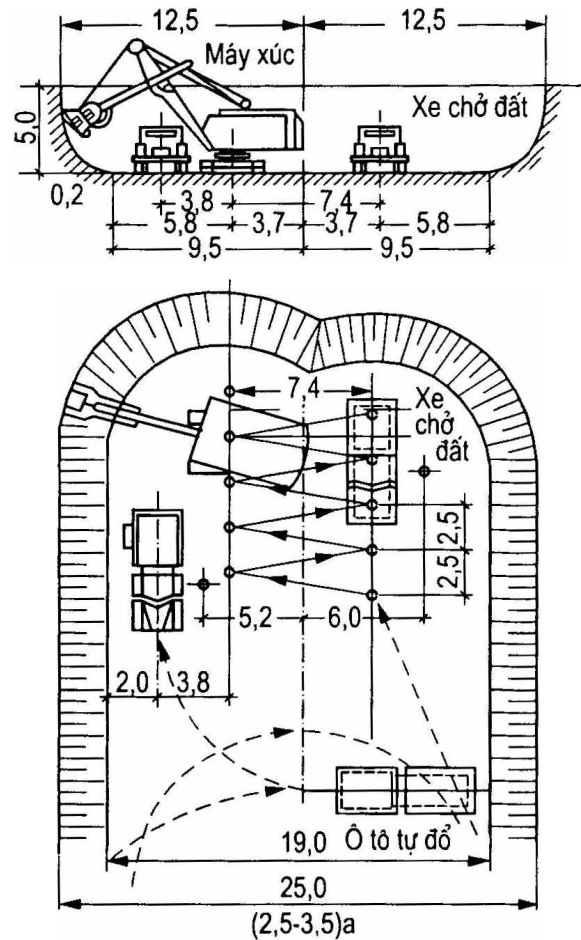
2b - Chiều rộng khoang đào.

Xe chở đất đứng ở hai bên máy xúc (có thể ngang hàng hoặc chếch lùi sau một ít). Do đáy hố móng rộng nên xe có thể quay đầu hoặc tiến lùi ngay trên nền hố đào.

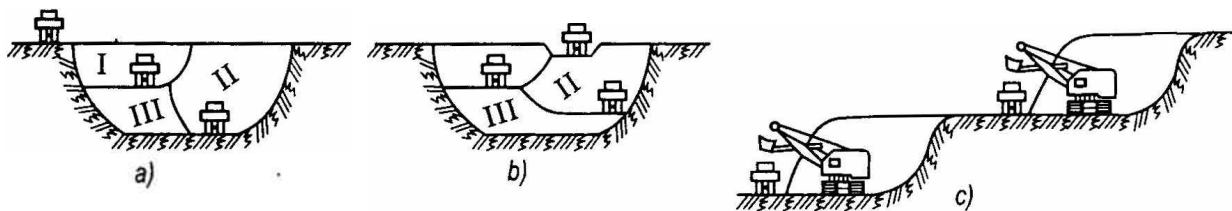
- Đào kết hợp:

Trong các trường hợp đào khá phức tạp và phải đào nhiều lớp, không nhất thiết phải chỉ áp dụng một sơ đồ đào duy nhất mà có khi phải kết hợp phải thay đổi.

Hình 41 vẽ các dạng đào dọc dưới này sẽ cho ta một khái niệm về kết hợp phương pháp đào.



Hình 40: Sơ đồ di chuyển chữ chi của máy xúc gầu thuận



Hình 41: Các dạng đào dọc hố đào

Hình (41a): Khi đào vệt dọc I, xe chở đất đứng một bên trên cao và khi đào vệt dọc II cũng vậy. Khi đào vệt dọc III, xe chở đất đứng bên cạnh trên nền hố đào.

Hình (41b): Khi đào ba vệt, xe chở đất đều đứng một bên trên cao. Tuy nhiên, khi đào vệt dọc III, xe đứng ngay trên bờ đất sẽ bị đào.

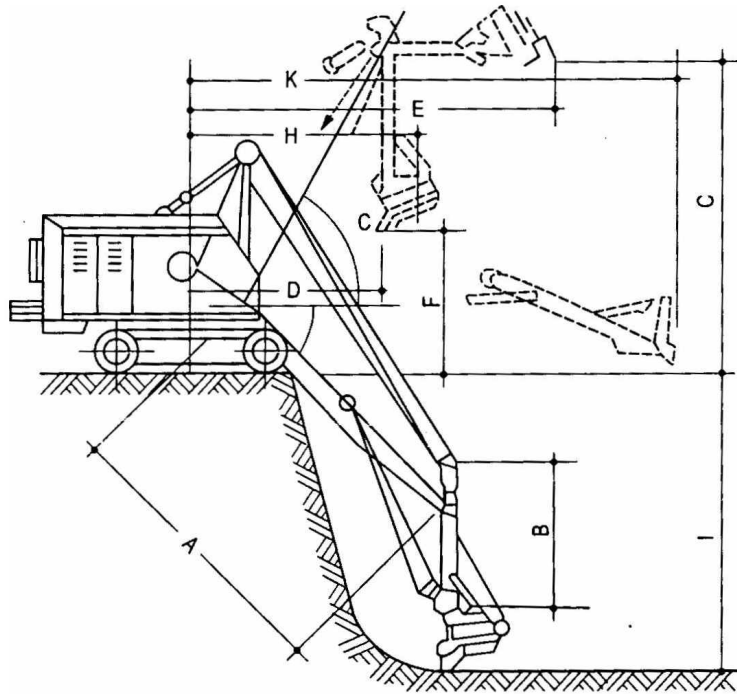
Hình (41c): Hai máy xúc đào hai vệt dọc ở hai cao độ khác nhau, việc đó được tiến hành song song, xe đứng một bên.

5. Máy xúc gầu sấp

Máy xúc gầu sấp còn có tên là máy xúc gầu nghịch.

Máy xúc gầu sấp dùng để đào đất thấp hơn chỗ đứng máy xúc. Máy xúc gầu sấp có thể xúc đất hố móng có nước ngầm, nó thường được dùng để đào hào, mương rãnh. Lực đào yếu hơn so với máy xúc gầu ngửa, có khả năng đào các đất cấp I và cấp II, đôi khi cũng dùng để đào đất cấp III.

Chiều sâu đào thường $\leq 4\text{m}$. Máy có thể đào đất đổ tại chỗ hoặc chất lên xe tự đổ.



Hình 42: Máy xúc gầu sấp

Bảng 16. Các thông số một số máy xúc gầu sấp bánh xích của Trung Quốc

	Tên gọi		Đơn vị	Các loại máy xúc gầu sấp								
				W ₁ -50		W ₁ -60		W ₁ -100		W ₂ -100		W ₁ -40
	Dung tích gầu		m ³	0,5		0,6		1		1,0~1,2		0,4
	Bề rộng của gầu		m	1,06		1,1						
A	Chiều dài càng			5,5		5,2		7				
B	Chiều dài cán gầu			2,8		2,7		2,66				
C	Góc nghiêng của càng		(^o)	45	60	45	60	45	60			
D	Bán kính xả ban đầu		m	5	3,8			5,16		4,9		4,5
E	Bán kính xả cuối cùng			8,1	7	7,1	6	8,55				
F	Chiều cao xả lúc đầu			2,3	3,1			4,06				
G	Chiều cao xả cuối cùng			5,25	6,14	6,4	7,2	6,8				
H	Bán kính đến thùng xả			5,6	4,4							
I	Chiều sâu đào max	khi β = 45 ^o		5,56		5,2		6,5		5,0		3,74
		khi β = 60 ^o		4								
K	Bán kính với đào max			9,2		8,8		10,85		9,3		7,08

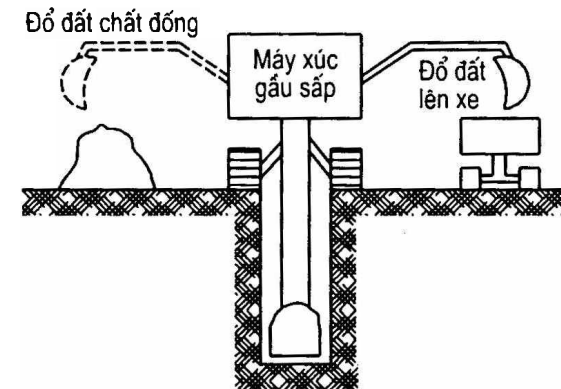
Trạng thái làm việc của máy xúc gầu sấp được trình bày ở hình 42.

Khác với máy xúc gầu ngửa, máy xúc gầu sấp vừa đào vừa đi lùi hoặc đi song song với rãnh đào.

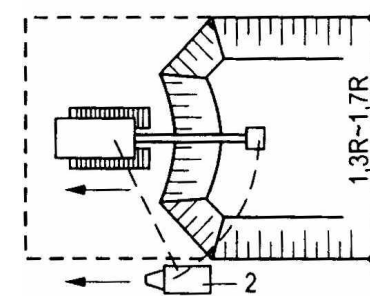
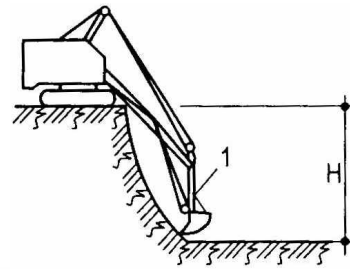
Máy đào gầu sấp thường thao tác theo các sơ đồ sau:

Đào dọc, đào ngang đi song song, đào theo góc tam giác và đào nhiều lớp tiếp sức.

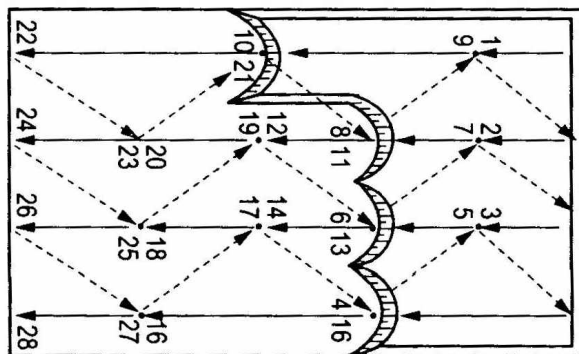
- Máy xúc gầu sập đào dọc:



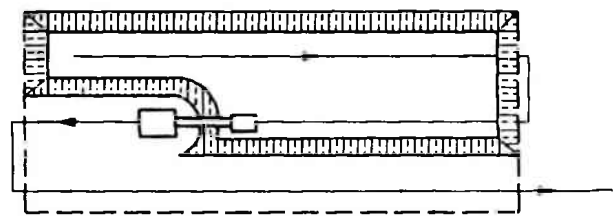
a) Máy xúc gầu sập đào rãnh (đào dọc)



b) Đào dọc (mương, kênh, hố móng)



d) Đào dọc từng đoạn
(4 vệt đào : Hoàn thành từng trục ngang)



c) Đào dọc với 3 vệt đào
(Hoàn thành từng trục dọc)

Hình 43: Các cách đào của máy xúc gầu sập

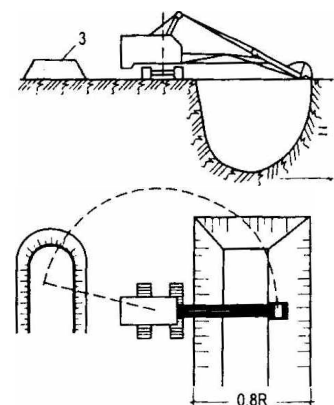
a) Đào rãnh: đổ đất một bên hoặc đổ lên ô tô tự đổ;

b) Đào dọc (đào kênh mương, hố móng) một vệt; c) Đào dọc (3 vệt) hoàn thành việc đào cho từng trục dọc; d) Đào dọc (4 vệt) từng đoạn, hoàn thành việc đào cho từng trục ngang.

- Máy xúc gầu sập đào ngang đi song song

Hình 45 là trường hợp máy xúc gầu sập đứng bên cạnh hố đào, tiến song song với hướng đào.

Hình 45: Máy xúc gầu sập đào ngang đi song song với mương đào

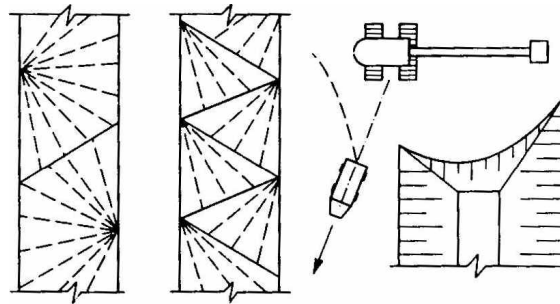


Khi đào, gầu lấy đất theo chiều ngang (thẳng góc với trục dọc của hố đào) vì vậy ta còn gọi là đào ngang. Máy xúc đào ngang có thể đổ đất bên cạnh hoặc đổ đất lên xe tự đổ chở đi.

- Đào theo góc tam giác:

Phương pháp đào này được áp dụng khi đào đất tương đối cứng mà chiều rộng hố đào tương đối nhỏ.

Máy xúc di chuyển theo hình chữ chi và đứng ở góc mép hố đào.

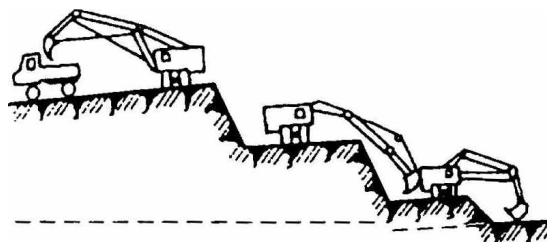


Hình 45: Sơ đồ di chuyển chỗ đứng máy xúc khi đào theo góc tam giác

- Đào tiếp sức nhiều lớp:

Phương pháp này áp dụng khi đất đào tương đối tốt, chiều sâu hố đào trên 10m.

Người ta có thể đồng thời dùng 2 máy, 3 máy hoặc nhiều máy đào cùng đồng thời đào ở những cao độ khác nhau.



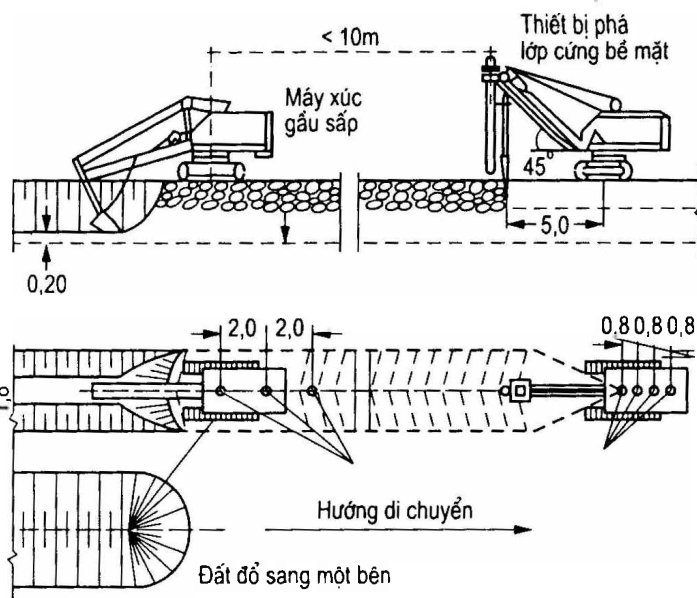
Hình 46: Sơ đồ đào tiếp sức nhiều lớp

Đất đào được đưa lên cho xe ở tầng trên.

Với độ sâu ≤ 10 m: 2 máy đào tiếp sức

Với độ sâu 15 m: 3 máy đào tiếp sức

Với cách đào này, dù nhiều lớp nhưng có thể đào đến cao độ nền thiết kế, luôn khiến cho công tác đào đất hoàn thành sớm và năng suất đào cũng cao hơn.



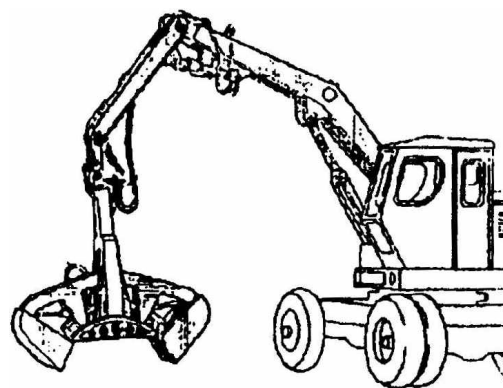
Hình 47: Đào đất khi có lớp cứng trên mặt

- Đào đất có lớp đất cứng ở trên mặt:

Máy xúc gầu sấp khi xúc đất có lớp cứng trên mặt thường rất khó khăn. Ta cần bố trí song song một thiết bị phá lớp đất cứng bề mặt, phá đến đâu sẽ tiến hành xúc đất đến đó (như hình 47).

6. Máy xúc gầu ngoạm

Máy xúc gầu ngoạm là loại máy xúc xúc đất rời (cát, đá dăm, sỏi, klinker) hoặc đất mềm) (đất yếu, đất sét mềm, bùn nhão ...). Cũng giống như máy xúc gầu ngược và máy xúc gầu sắp, máy xúc gầu ngoạm có hai loại: điều khiển bằng hệ thống cáp và điều khiển bằng hệ thống thủy lực. Hệ bánh di chuyển có thể là bánh hơi (loại công suất nhỏ) hoặc bánh xích (loại công suất lớn).



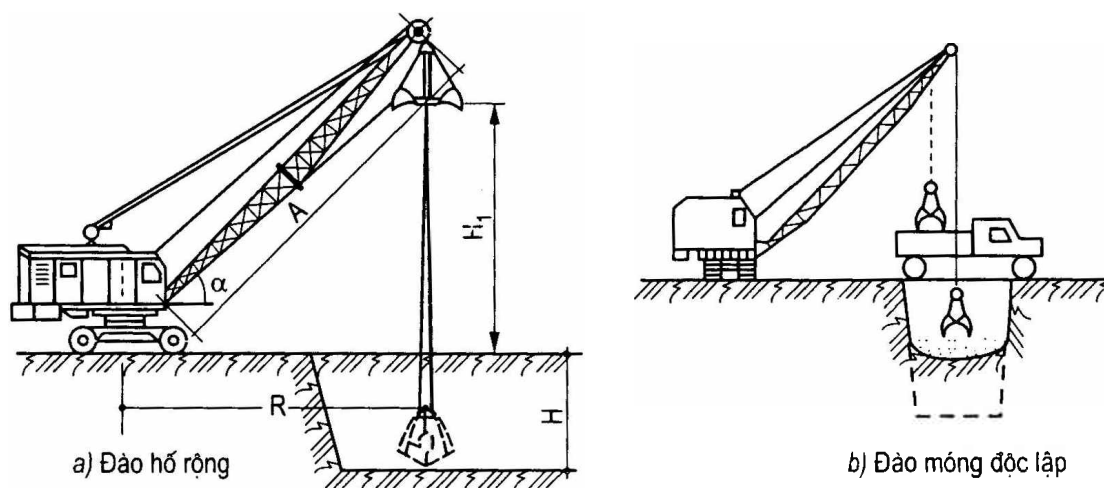
Hình 48: Máy xúc gầu ngoạm điều khiển bằng các xilanh thủy lực

(Chú thích: Loại máy xúc gầu ngoạm đứng trên bờ hoặc đứng trên xà lan dùng để đào kênh, vét mương đắp bờ... người Nam Bộ thường gọi là “xáng cạp”).

Máy xúc gầu ngoạm dùng để đào các móng đơn độc lập (đất mềm, cát ...), đào giếng và rất thích hợp khi dùng để đào dưới nước (đào kênh mương, vét lấy cát ở lòng sông), nó cũng được dùng di chuyển vật liệu rời từ vị trí này sang vị trí khác.

Khi đào hố rộng thì máy xúc gầu ngoạm có thể đứng ở hai cạnh đối diện nhau (hình chữ nhật) hoặc đứng ở các mép bốn cạnh nếu đó là hình vuông lớn rộng.

Vị trí đứng thao tác được thể hiện như hình 49.



Hình 49: Máy xúc gầu ngoạm

Khi thả gầu ngoạm xuống đất (nhất là đất bùn) gầu ngoạm dễ dính chặt vào lòng đất do đó lực kéo lên sẽ rất nặng và có nguy cơ làm lật máy xúc gầu ngoạm. Trường hợp này cần lưu ý gia thêm đối trọng sau thân máy.

7. Máy xúc gầu dây:

Máy xúc gầu dây còn gọi là máy xúc gầu quãng.

Máy xúc gầu dây có dung tích $0,5\text{m}^3$ (loại nhỏ), 1m^3 (loại vừa) hoặc $1,5$ và 2m^3 (loại lớn).

Tùy loại công suất mà chiều ngang của cần (A và D) có thể dài $8,5 \div 20,0\text{m}$. Với thao tác (như quãng mỗi câu cá) của người iải máy, với chiều ngang cần $D = 20\text{m}$ người ta có thể quãng gầu ra xa với khoảng cách $\geq 25\text{m}$. Vì vậy mà máy xúc gầu dây còn có tên là máy xúc gầu quãng.

Máy xúc gầu dây dùng để xúc đất xa chỗ đứng máy xúc, đất xúc là đất bùn, đất rời sét mềm và sét yếu nói chung. Nó thường dùng để vét ao hồ sông suối. Thường thì máy xúc gầu dây chỉ có loại điều khiển bằng cáp. Nó có thể đào các hố sâu từ 20 đến 30 m. Do máy điều khiển bằng hệ thống cáp (kéo gầu, thả gầu, nâng gầu, xả tải, nâng cần, quãng gầu ra xa ...) nên thao tác chậm, vì vậy năng suất xúc đất thấp hơn nhiều so với máy xúc gầu ngửa và máy xúc gầu sắp.

Cũng giống như máy đào gầu sắp, máy xúc gầu dây cũng có ba phương pháp đào:

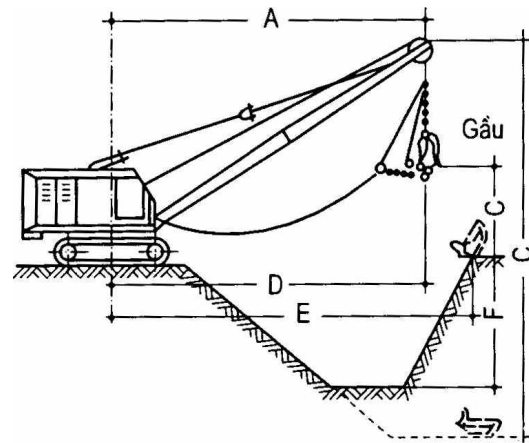
Đào dọc

Đào ngang đi song song

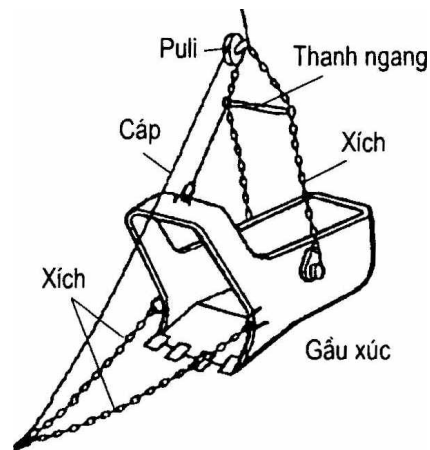
Đào theo góc tam giác...

- Máy xúc gầu dây đào dọc

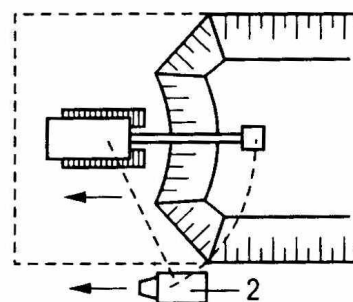
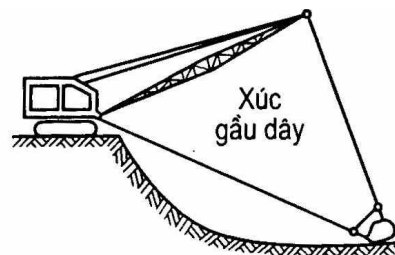
Máy xúc gầu dây đào dọc là máy xúc vừa đào vừa đi thẳng lùi sau. Phương pháp này thường dùng để lấy đất hai bên để đắp đê đắp đường... cũng dùng để đào các kênh mương. Chiều rộng có thể đạt gần hai lần bán kính quay của máy (chiều rộng mương



Hình 50: Máy xúc gầu dây



Hình 51: Gầu xúc đất



Hình 52: Sơ đồ máy xúc đào dọc

đào có thể đạt đến 2D). Xe chở đất có thể đứng một bên hoặc hai bên. Với hố đào rộng nếu đất không lún, có khi cho xe đậu ở đáy hố đào để giảm góc quay xả đất của máy xúc (tuy nhiên cần lưu ý đến công tác an toàn lao động và phải làm đường lên xuống cho xe).

Đặc điểm máy xúc gầu dây khi đào dọc nếu gầu quăng càng xa thì gầu có khả năng găm vào đất càng sâu và gầu càng đầy đất. Do gầu ở xa, dây kéo xoắn nên gầu có xu hướng đi ngang vì vậy đất xúc vào miệng gầu càng nhiều. Ngược lại khi gầu càng ở gần máy, dây kéo nghiêng dốc nên đất vào miệng gầu ít và đào không được sâu.

- Đào ngang đi song song

Máy xúc gầu dây đào ngang và di chuyển song song với trục hố đào, rãnh đào.

Máy xúc gầu ngang có thể đổ đất bên cạnh hoặc xả lên ô tô tự đổ để chở đi.

Phương pháp này dùng khi đào các mương hoặc hố đào nông và bề rộng nhỏ so với đào dọc, phương pháp đào này khó xử lý và gọt sửa máy khi đào.

- Đào theo góc tam giác

Phương pháp này được áp dụng khi đào các hào rãnh có chiều rộng khoảng $\approx 8\text{m}$. Vị trí máy đứng di chuyển theo chữ chi. Với cách đào này, góc quay cần xả đất nhỏ do đó năng suất đào sẽ được nâng cao.

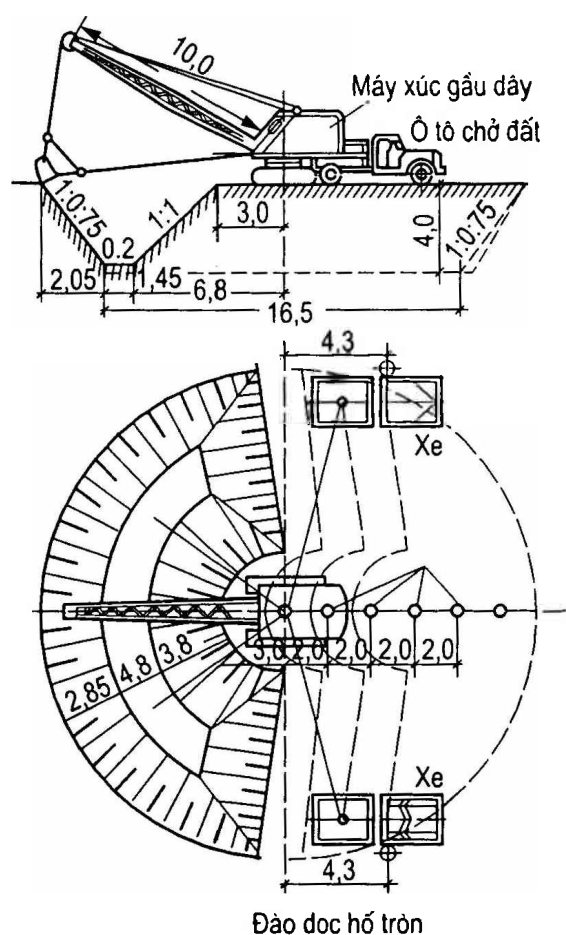
- Các công việc khác

Có những công việc mà máy xúc gầu ngược, máy xúc gầu sắp, máy xúc gầu ngoạm không thể làm được người ta chỉ sử dụng máy xúc gầu dây. Đó là:

- + Gọt đất mái cho phẳng.
- + Gọt vét ao hồ và các đáy mương...

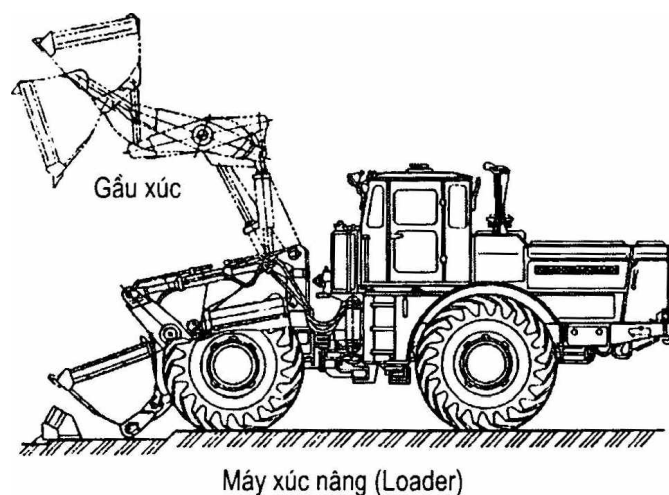
8. Máy xúc nâng:

Máy xúc nâng (tiếng Anh: Loader) dùng để xúc đất rời chất đồng ...



Hình 53: Đào dọc hố tròn

Máy xúc nâng có hai loại: loại bánh hơi và loại bánh xích, gầu xúc 1-2m³/gầu. Với loại đất rời trên bề mặt, máy có thể dồn đống và xúc đầy. Thường máy này dùng để gom dọn hiện trường, gom dồn cát đá dăm tại các kho bãi...



Hình 54: Máy xúc nâng (Loader)

9. Máy san đất:

Máy san đất còn có tên là ni-vơ-lơ (tiếng Pháp niveleur). Máy san đất dùng để gọt phẳng mặt đất hoặc san phẳng các đống đất... được dùng nhiều trong công tác giao thông làm mặt đường và trong công tác đắp đất.

Năng suất máy san được tính theo công thức sau:

$$Q_h = \frac{3600 \cdot A \cdot L \cdot K_B}{t \cdot K_p \cdot \phi} \text{ m}^3/\text{giờ}$$

Trong đó:

Q_h - Năng suất san đất của máy (m³/giờ);

A - Diện tích mặt cắt ngang cắt đất (m²), phụ thuộc vào chiều rộng lưỡi san và chiều sâu cắt gọt và phụ thuộc vào góc cắt đất;

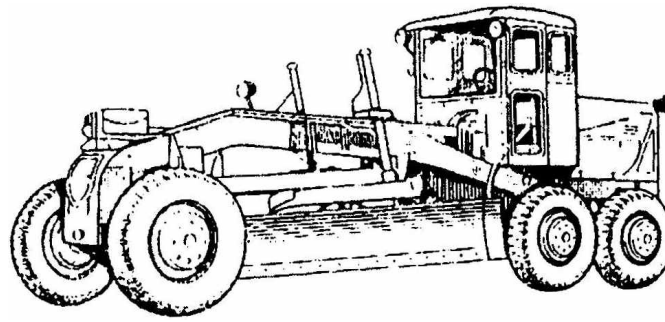
L - Chiều dài cắt gọt đất san (m);

K_B - Hệ số sử dụng thời gian;

K_p - Hệ số tơi của đất, xem bảng 1-6;

t - Thời gian thực hiện một hành trình san đất.

ϕ - Hệ số san lập lại (phải làm lại) $\phi = 1,15 \div 1,7$.



Hình 55: Máy san đất

10. Máy đào liên tục:

Máy đào liên tục còn gọi là máy đào rãnh. Khi đào mương rãnh đặt ống người ta thường dùng loại máy đào chuyên dụng để đào rãnh gọi là máy đào rãnh (còn gọi là máy đào liên tục). Máy đào liên tục là máy đào tự hành, chúng gồm hai loại chủ yếu:

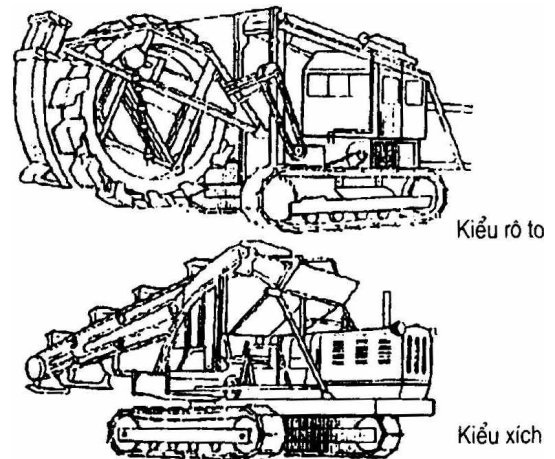
Máy đào kiểu xích

Máy đào kiểu roto

Máy đào kiểu xích được phân làm hai loại:

Máy đào nhiều gầu

Máy đào kiểu nạo



Hình 56: Máy đào rãnh (Trencher)

Máy đào kiểu xích nhiều gầu dùng để đào các hào rãnh có chiều rộng $\leq 1,1$ m với chiều sâu đào $\leq 3,5$ m, đào đất nhóm I ÷ nhóm III không lẫn đá. Chúng thường gắn vào các máy kéo có công suất 50 - 62 mã lực. Hiện nay ngoài loại bánh xích còn có cả loại bánh hơi, với loại bánh hơi có thể đào rãnh sâu từ 2 - 6 m và chiều rộng rãnh đào từ 0,2 ÷ 0,5 m đến 0,8 ÷ 1,6 m. Máy đào nhiều gầu của Nga có năng suất từ 56 - 168 m³/giờ. Dung tích gầu 16 - 23 và 15 lít.

Máy đào kiểu nạo dùng đào các rãnh có mặt cắt hình chữ nhật, máy có thể đào sâu đến 1,6 m, chiều rộng rãnh từ 0,2 đến 0,4 m, đào được đất nhóm I đến nhóm III không lẫn đá. Thường máy đào kiểu nạo được gắn trên các đầu kéo bánh hơi.

Máy đào liên tục kiểu roto có thể đào các rãnh có diện tích hình chữ nhật hoặc hình thang ở các vùng đất thuộc nhóm I đến nhóm IV (có thể lẫn ít đá đường kính < 30 cm). Các máy đào liên tục kiểu roto của Nga có công suất từ 75 đến 300 mã lực, đào sâu từ 1,3 đến 3,5 m. Chiều rộng rãnh từ 20 cm đến 210 cm.

Năng suất của máy đào liên tục được tính theo công thức:

$$P = 60.q.n \frac{K_{dv}.K_{KK}}{K_{xt}} K_m \text{ (m}^3\text{/giờ)} \quad (56)$$

$$= 60.q.n.K_{ah}.K_m \text{ (m}^3\text{/giờ)}$$

Trong đó:

P - Năng suất đào trong một giờ (m³/giờ);

q - Dung tích gầu (m³);

K_{dv} - Hệ số đầy vơi của gầu (K_{dv} = 0,85 ÷ 1);

K_{KK} - Hệ số điều kiện khó khăn (K_{KK} = 0,70 ÷ 0,95);

K_{xt} - Hệ số tươi của đất (K_{xt} = 1,2 ÷ 1,3);

K_m - Hệ số sử dụng thời gian (K_m = 0,7 ÷ 0,9);

K_{ah} - Hệ số ảnh hưởng của đất (K_{ah} = 0,46 ÷ 0,79).

11. Súng phun thuỷ lực (Hydromonitor)

Đào đất bằng súng phun thuỷ lực là dùng vòi nước áp lực cao để phun xói vào thành đất và làm cho đất rã ra và chảy theo một rãnh đã đào sẵn. Thường thì người ta dùng kết hợp với tàu hút (còn gọi là xáng thổi) để hút và vận chuyển đất đi.

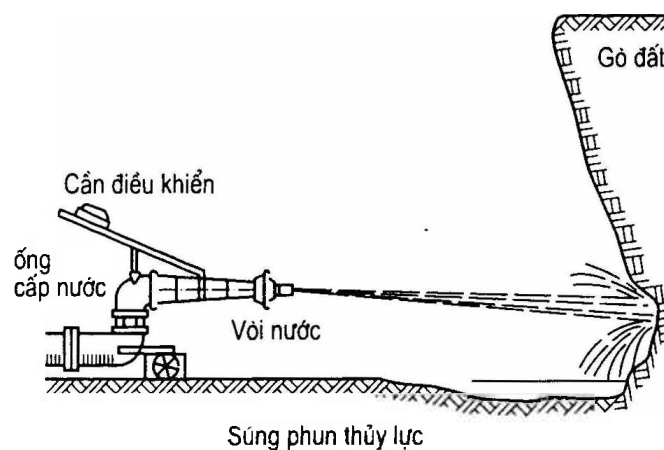
Phương pháp súng phun thuỷ lực được áp dụng nhiều trong các công trình thuỷ lợi và giao thông.

Máy bơm nước cung cấp cho súng phun thuỷ lực có lưu lượng cung cấp khoảng 500 - 1500m³/giờ và áp lực đẩy từ 60 - 130 m. Đường kính vòi phun có hai loại 17 - 25 mm hoặc từ 51 - 125 mm. Dòng phun càng xa mặt đứng của đất thì lực phun càng yếu. Tốc độ phun lên mặt đứng của khối đất như sau:

Đất cát ★ 10 - 12 m/gy

Á cát và Á sét ★ 18 - 25 m/gy

Sét nặng ★ 30 - 35 m/gy



Hình 57: Súng phun thuỷ lực

12. Tàu hút

Tàu hút (Người Nam Bộ gọi là xáng thổi)

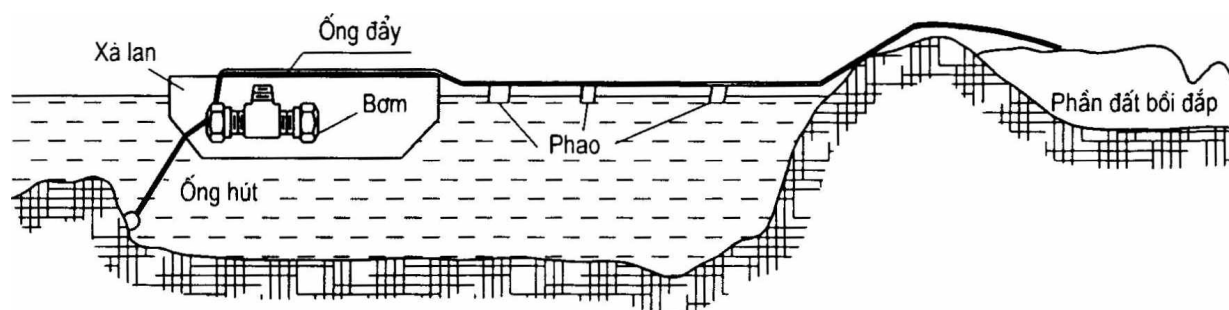
Tàu hút được cấu tạo bằng một xà lan lớn, trong đó có đặt một máy bơm ly tâm công suất lớn để hút và chuyển đất lỏng theo đường ống dưới một áp lực lớn. Phần được di chuyển trong ống là một hỗn hợp bao gồm nước và đất. Có những máy bơm

có thể hút bùn đất lẫn đá sỏi nhỏ. Tùy theo vùng đất cần hút mà ta có loại đầu hút thích hợp khác nhau:

Đầu hút kèm súng phun làm tơi đất.

Đầu hút kèm bộ phận làm tơi bằng cơ khí.

Đầu hút kiểu phun tạo chân không.



Hình 58: Tàu hút (xáng thổi)

Đất được hút có thể là: Đất thịt, á sét, á cát, cát, sét mềm.

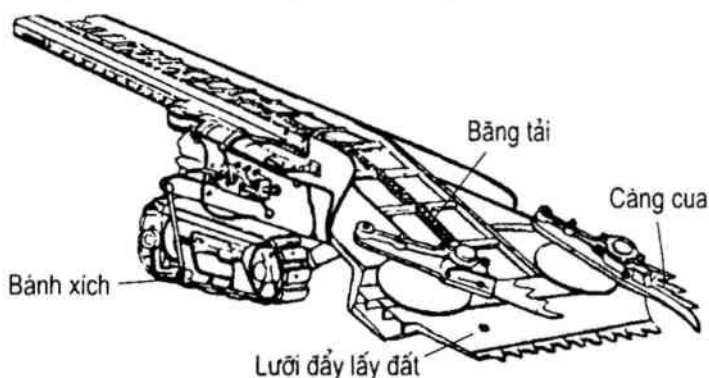
Ngoài nhiệm vụ nạo vét lòng sông kênh hồ và bồi đắp người ta còn dùng tàu hút để khai thác cát.

Tùy loại tàu hút và công suất của máy bơm ly tâm được chế tạo mà năng suất tàu hút có thể đạt từ 200 đến trên 500 m³/giờ và cột nước đẩy có thể đạt đến 60m hoặc cao hơn. Đất mà tàu hút (xáng thổi) hút là loại đất từ nhóm I đến nhóm IV. Như đã nói trên tùy loại đất rắn hay tơi mà sẽ dùng các loại đầu hút thích hợp để hút đất.

13. Máy xúc cào cua

Máy xúc cào cua có cấu tạo, như một băng tải (thảm chuyển di động) ở đầu thấp có hai càng gạt đất đá vào băng tải, băng tải chuyển lên đầu cao và xả xuống xe tự đổ. Hai càng thép lùa gạt đất đá vào băng tải, phương thức làm việc giống như hai càng cua.

Máy này dùng để xúc đất đá trong tuynel - những tuynel có chiều ngang hẹp mà máy xúc thường không thể vào được. Loại máy xúc cào cua này ít dùng trong các công trình dân dụng và công nghiệp.



Hình 59: Máy xúc cào cua

3.4. ĐÀO ĐẤT BẰNG TAY

Đào đất là công việc nặng nhọc vì vậy người ta dùng cơ giới để thi công là chính tuy nhiên cũng có những việc không thể làm bằng máy mà phải thực hiện bằng thủ công.

Những công việc phải làm bằng tay trong quá trình đào móng công trình đó là:

Bạt mái thành hố đào.

Moi đất trong nhóm cọc dưới đế móng.

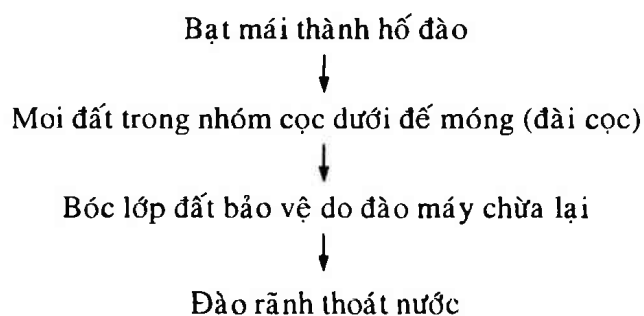
Bóc lớp đất bảo vệ do máy đào chừa lại.

Đào rãnh thoát nước.

Xử lý di dời các kết cấu ngầm còn hiện hữu trong nền công trình.

1. Thứ tự công việc:

Thứ tự công việc đào đất bằng tay phải theo trình tự sau đây:



Khi đào máy, bản thân máy đào không thể gọt mái được và mái đất hố đào nếu không được gọt phẳng theo mái thiết kế thì trước sau cũng lở xuống, để giữ ổn định thành hố đào đồng thời bảo đảm an toàn lao động cho người làm việc dưới đáy hố đào, ta nên tiến hành cắt gọt mái ngay sau khi đào xong. Trong trường hợp hố đào sâu, người đứng gọt mái dễ té ngã, ta nên có biện pháp đề phòng bằng cách buộc dây ngang lưng cho từng người. Với khối lượng đào đất mái lớn và dài thì nên tiến hành dùng máy gọt mái chuyên dùng để làm việc.

Trước khi bóc lớp đất nền, nên moi đất trong nhóm cọc trước. Do khoảng cách giữa các cọc của nhóm đài cọc thường hẹp nên gầu đào không đào được, vì vậy phải đào tay. Đất đào ra có thể chuyển đi hoặc đổ ra nền để sẽ chuyển đi cùng lần với việc bóc lớp bảo vệ đất nền.

Việc kế tiếp là việc bóc lớp đất bảo vệ do đào máy chừa lại. Việc thực hiện nên làm theo từng trục ngang hay dọc. Việc hoàn thành bóc lớp bảo vệ theo từng trục để tạo điều kiện cho việc tiến hành thi công đế móng đài cọc tiếp theo.

Công việc đào đất bằng thủ công cuối cùng là đào rãnh thoát nước và hố thu nước dưới chân thành hố đào.

2. Vận chuyển đất đào bằng thủ công

Đào đất thủ công nên dùng xe rùa hoặc chuyển tay đổ sát chân mái những chỗ mà mái đào đang đào dở dang để máy đào sẽ bốc chuyển đi bằng ô tô tự đổ. Để đi lại trên nền đào không gây ra lầy lội làm hư mặt nền, nên lát các tấm ván để đi lại hoặc để làm đường đi cho xe rùa xe cải tiến.

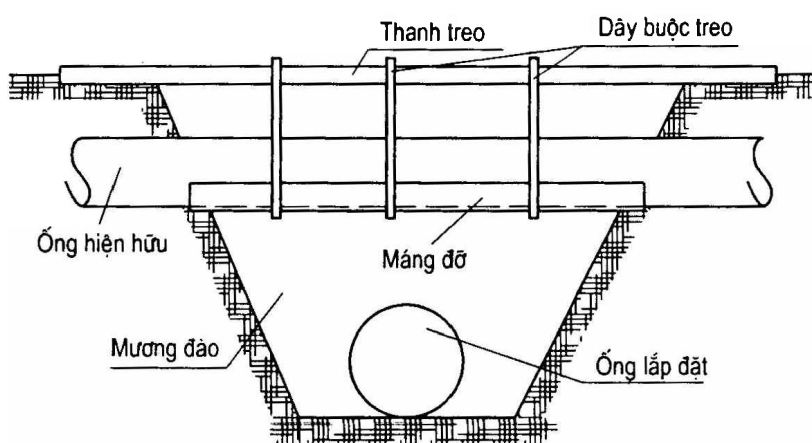
Người ta cũng có thể chế tạo các thùng sắt vuông có dung tích khoảng 1m^3 , thả xuống nền bằng cần trục, đất thủ công được đổ vào đây và cần trục sẽ cẩu lên chất đổ vào xe vận chuyển.

3. Xử lý các kết cấu ngầm

Có những trường hợp phải đào hố móng, song đáy hố móng lại tồn tại các kết cấu hiện hữu thì ta phải tìm cách gia cố bảo vệ các kết cấu đó một cách chắc chắn trước khi tiến hành đào những phần tiếp theo.

Ví dụ, khi ta đào rãnh để đặt ống cấp nước hoặc đặt cáp điện thoại ... đang đào nửa chừng thì đụng phải đường ống thoát nước cất ngang.

Để có thể đào tiếp và không làm hư gãy tuyến ống thoát nước hiện hữu, ta phải tìm cách treo đoạn ống hiện hữu, bảo đảm chắc chắn (nếu ta lấy đất ở đáy thì ống hiện hữu cũng không bị lún gãy) rồi sau đó mới tiếp tục đào phần đáy còn lại. Hình 60 là một ví dụ minh họa.



Hình 60: Gia cố bảo vệ kết cấu ngầm hiện hữu

4. Thi công đào đất dạng đặc biệt

Đào đất dạng đặc biệt là đào ngang dưới lòng đất đá. Phần đào đá là phần sẽ được trình bày ở chương “Nổ mìn phá đá”. Trong mục này chủ yếu chỉ nói về đào đất.

Đào đất ngang nếu đào những đường hầm để thông đường, thông gió hoặc làm hệ thống ống tháo thoát nước ... ta gọi là đào tuynel. Cũng có trường hợp đào ngang dưới lòng đất với đường kính lỗ đào chỉ 10 - 20 cm với mục đích đặt cáp, lắp đặt ống nước.

Đào đất ở những dạng này rất phức tạp và tốn nhiều công sức và thời gian.

a) *Đào tuynel (đào đường hầm)*: Đào đường hầm được thực hiện theo các bước sau cho từng đoạn:

- Đào từng đoạn (nếu đào đá thì phải khoan bắn mìn).
- Vận chuyển đá và đất ra khỏi đường hầm.
- Gia cố chống đỡ vách hầm và trần hầm.
- Thi công lớp áo hầm (xây, đổ bê tông hoặc lắp các tấm thép ...).
- Khoan phụt xi măng vào thành hầm để lấp đầy phần trống còn sót đồng thời làm tăng khả năng chống thấm của áo hầm.

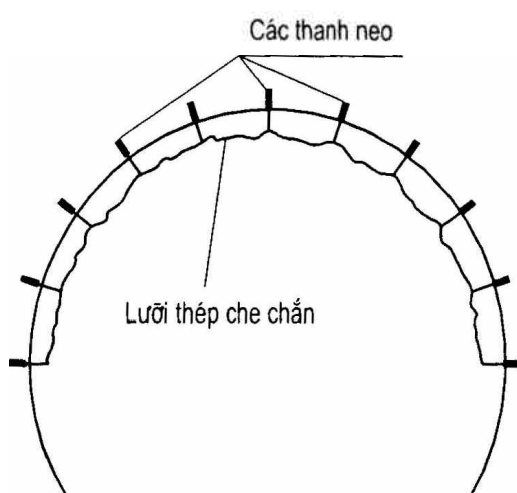
Trên đây là những công việc chính trong quá trình đào đường hầm, tuy nhiên song song với những công việc chính đó người ta phải thực hiện một số công việc khác cũng không kém phần quan trọng là:

- Thông gió, thoát hơi, hút bụi ...
- Cấp nước, cấp điện, thoát nước.
- Làm đường vận chuyển.
- Làm các ngách đường hầm phụ hoặc các giếng đứng ...

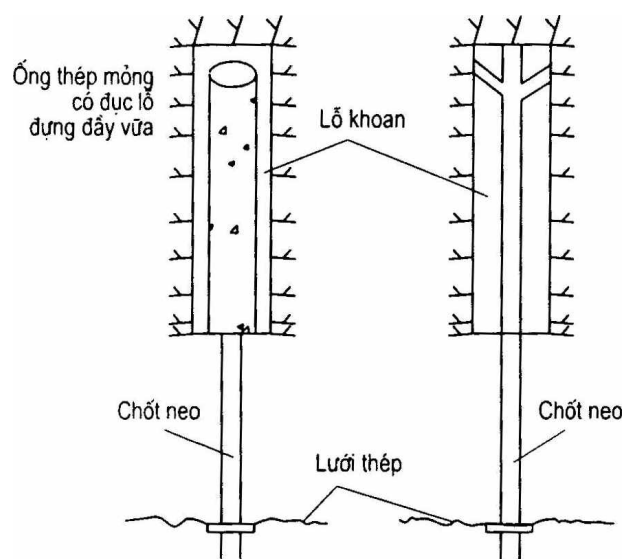
- Chống đá lở trên trần đường hầm rơi xuống

Khi bắn mìn và đào đá vận chuyển ra ngoài, vẫn còn một số hòn đá nứt ở trần hầm có nguy cơ rơi xuống bất cứ lúc nào... Để bảo đảm an toàn cho những người đang làm việc ở dưới, ta phải treo tấm lưới lên trần hầm để đề phòng đá rơi.

Cấu tạo như hình vẽ dưới: lưới treo được treo bằng các thanh neo. Cấu tạo thanh neo được thực hiện dưới hai dạng neo bằng vữa xi măng và neo đuôi cá.



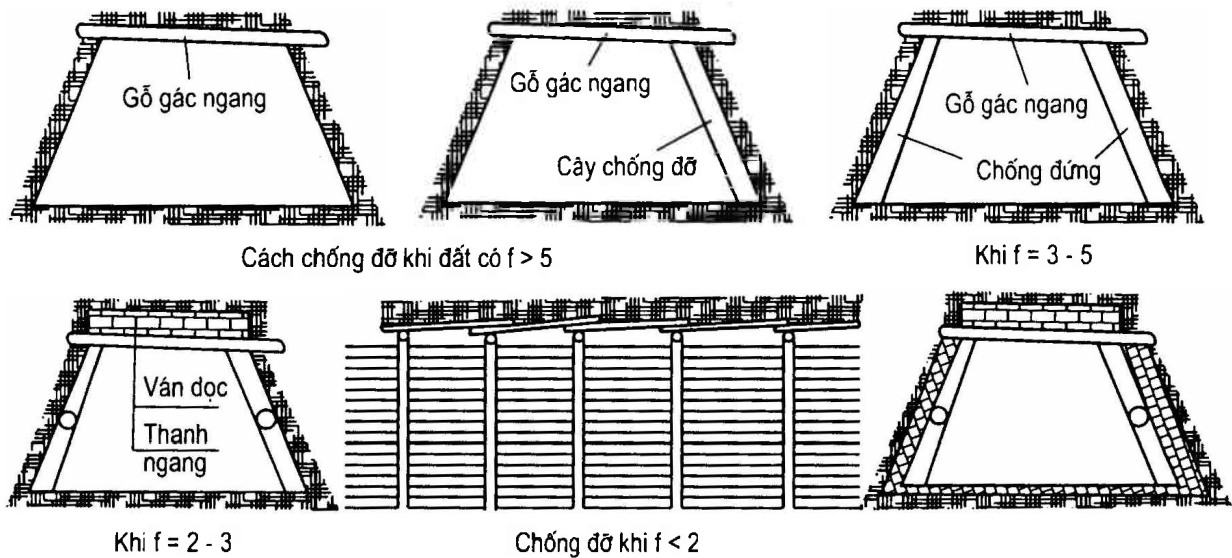
Hình 61: Lưới bảo vệ treo ở trần tuynel



Hình 62: Cấu tạo của các thanh neo

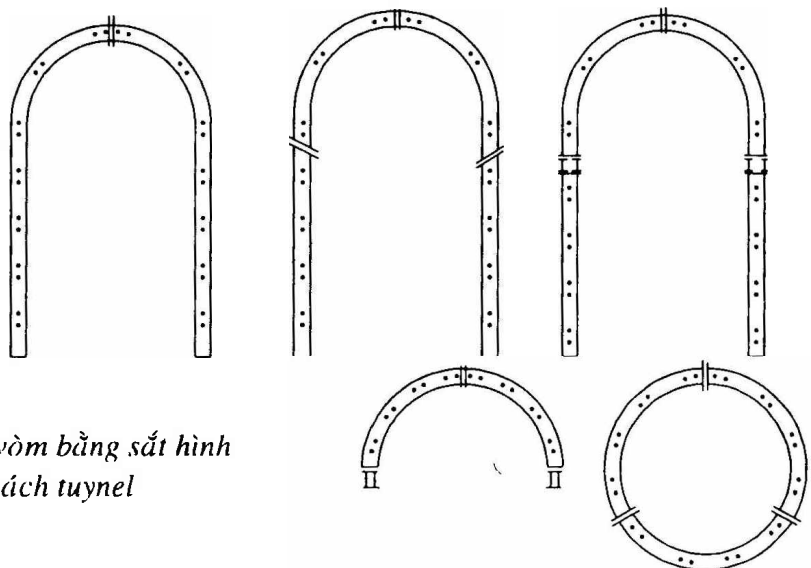
- Chống đỡ:

Chống đỡ cho đường hầm đào qua lòng đất: tùy độ cứng của đất mà có phương pháp chống đỡ thích hợp.



Hình 63: Chống đỡ đường hầm bằng gỗ

Trên đây là một số phương pháp chống đỡ cho tunen xuyên qua lòng đất có bề ngang hẹp (≤ 3 m). Với đường hầm có chiều rộng lớn, người ta phải cấu tạo các khung đỡ bằng thép hình. Thép hình dùng để chống đỡ thường là sắt chữ I và cũng dùng cả sắt $\square$. Trên các khung sắt hình I hoặc $\square$ là các tấm tôn lượn sóng (dày 3 - 4 mm). Tùy bước đặt khung đỡ và tùy chiều rộng của đường hầm cũng như tùy loại đất đường hầm mà ta chọn loại I và $\square$ thích hợp với khả năng chịu lực của chúng. Hình dưới là cấu tạo một số loại khung chống đỡ đường hầm bằng sắt I hoặc $\square$.



Hình 64: Các loại khung vòm bằng sắt hình chữ I và chữ vuông chống đỡ trần và vách tunel

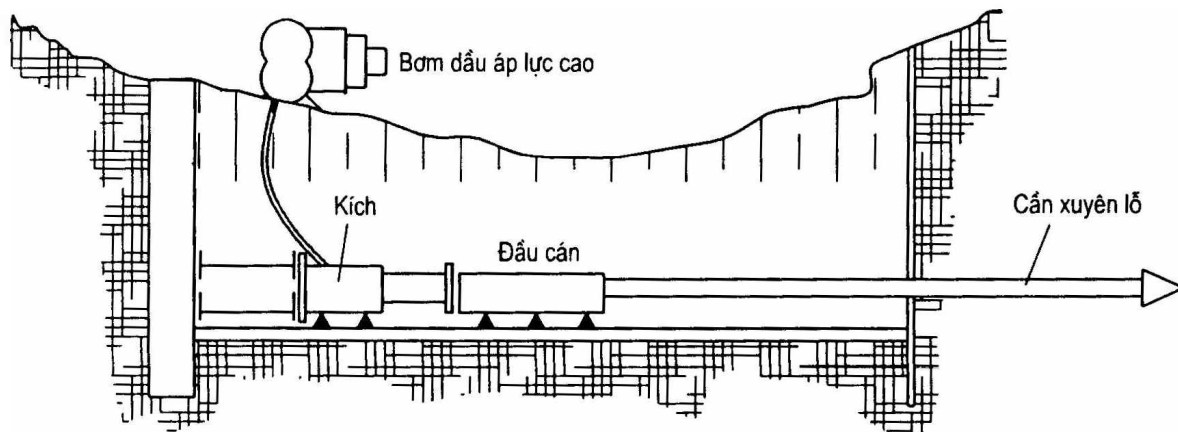
b) Đào xuyên nền (Đào lỗ ngang)

Đào xuyên nền (Đào lỗ ngang) là trường hợp đào lỗ để đặt ống qua đường - thường gặp nhất là đặt đường ống cấp nước, ống thoát nước, đường dẫn điện, đường điện thoại xuyên dưới lòng đất mà phải băng qua dưới lòng đường (ô tô, xe lửa).

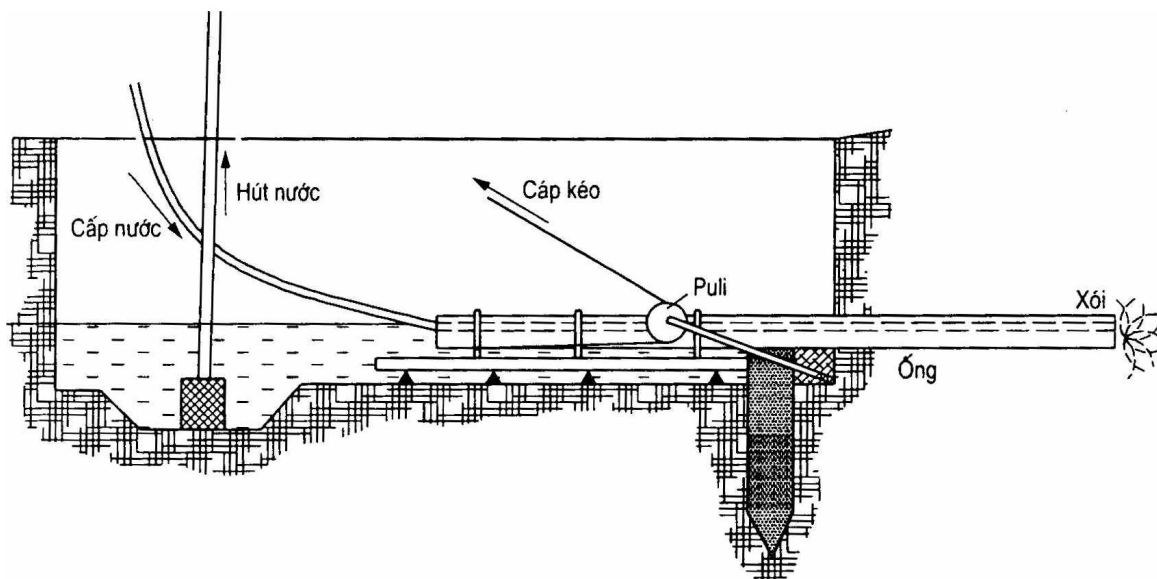
Để có thể đào xuyên nền đường với lỗ xuyên nền 50mm ÷ 500mm, chiều ngang xuyên có thể đạt từ 25 - 50m. Tùy chiều ngang xuyên nhỏ hoặc lớn, tùy đường kính lỗ xuyên hẹp hay rộng (50 - 500 mm) mà lực kích ép có thể từ 500kg đạt đến 10000kg.

Chủ yếu đào xuyên nền theo các cách sau:

- Bằng kích thuỷ lực đẩy ngang.
- Bằng thiết bị khoan rung chân không.
- Kéo đẩy ống cộng với xói nước.
- Kéo ống xuyên rung.



Hình 65: Xuyên lỗ qua đáy nền đường bằng kích thuỷ lực



Hình 66: Xuyên lỗ bằng thiết bị xói nước

Hình 65 và hình 66 minh hoạ phương pháp đào xuyên nền bằng kích và xói nước.

Chương 4

TÍNH TOÁN KHỐI LƯỢNG ĐẤT KHI THI CÔNG CÂN BẰNG ĐÀO ĐẮP

Công việc thi công đất có nhiều dạng khác nhau, có khi chỉ là đào đất, có khi chỉ đắp đất, cũng có lúc san lấp mặt bằng, cũng có khi vừa đào vừa đắp. Tính toán khối lượng đất đào đất đắp tại công trình không phải lúc nào cũng dễ dàng. Địa hình phức tạp lồi lõm, gồ ghề khiến cho việc xác định khối lượng rất khó chính xác.

Đối với những khu đất rộng, việc cải tạo mặt bằng theo thiết kế phải làm cả hai việc đồng thời: đào và đắp. Phần đào sẽ được thực hiện trên những nơi có cao độ lớn hơn cao độ thiết kế và tại những nơi cao độ tự nhiên thấp hơn cao độ thiết kế thì phải đắp thêm vào. Tính toán khối lượng đất đào (phần đất thừa) và tính toán khối lượng đất đắp tại những chỗ thấp hơn thiết kế (phần đất thiếu)... so sánh đối chiếu khối lượng đất đào và đất đắp, dùng đất đào nơi cao để đắp đất nơi thấp trên cùng một khu đất, ta gọi đó là cân bằng đào đắp.

Nếu khối lượng đất đào lớn hơn khối lượng đắp thì sẽ thừa một khối lượng đất phải chở đi nơi khác. Ngược lại, khối lượng đất cần đắp trên khu đất lớn hơn khối lượng đào thì ta cần phải bổ sung thêm đất từ nơi khác đến.

4.1. TÍNH TOÁN KHỐI LƯỢNG ĐẤT THI CÔNG CÂN BẰNG ĐÀO ĐẮP

Tính toán khối lượng đất thi công (đào và đắp) ta có bốn trường hợp tính sau đây:

- Tính theo lưới ô vuông.
- Tính theo mặt cắt ngang.
- Tính cục bộ từng khu đất.
- Tính đất mái dốc.

1. Tính theo lưới ô vuông

Để tính toán khối lượng theo lưới ô vuông một cách tương đối chính xác, người tính toán phải sử dụng bản vẽ địa hình 1:500. Khu đất thi công được chia thành các ô vuông nhỏ đều nhau để tính toán khối lượng đào, khối lượng đắp trong từng ô. Sau cùng ta tổng hợp lại tất cả khối lượng đào và khối lượng đắp của tất cả các ô. Cân đối so sánh khối lượng đất phải đắp thêm và số đất phải đào đi ta sẽ biết toàn bộ

khu đất (sau khi lấy đất đào các ô thừa đắp cho các ô thiếu cần đắp thêm) sẽ thừa bao nhiêu đất phải chở đi hoặc còn thiếu bao nhiêu đất cần phải chở đến để đắp bổ sung thêm.

Phương pháp tính theo lưới ô vuông áp dụng để tính toán cho các khu đất tương đối xoải, độ lồi lõm không nhiều, những khu đất giạt cấp nhưng có chiều rộng bậc thang giạt cấp tương đối lớn.

Trình tự thực hiện tính toán theo lưới ô vuông theo các bước sau:

a) Vạch ô vuông

Vạch ô vuông có cạnh: 10m × 10m; 20m × 20m; 40m × 40m... Nếu là đất xoải thoải thoải độ lồi lõm ít (có khi ô vuông có kích thước 50m × 50m hoặc 100m × 100m). Kích thước ô vuông lớn hay nhỏ phụ thuộc vào địa hình và diện tích khu đất lớn hay nhỏ.

Chia ô, lưu ý các cạnh của ô vuông cùng chiều với hướng của hai trục tọa độ x và y của công trình.

b) Ghi cao độ

Dựa theo bản vẽ địa hình 1: 500 ta đã có, ta ghi cao độ tự nhiên (dựa theo các đường đồng mức có trên bản vẽ địa hình) tại các góc dưới bên phải.

Căn cứ theo bản vẽ mặt cắt thiết kế đất nền tại các điểm của ô vuông và ta ghi cao độ thiết kế đất nền tại góc trên bên phải. Chênh lệch giữa cao độ tự nhiên và cao độ thiết kế tại các điểm góc của ô vuông chính là bề dày đất cần phải đào đi hoặc đắp thêm vào. Chiều dày lớp đất đào ta ký hiệu (+) và chiều dày lớp đất đắp ta ký hiệu là (-).

Nếu ký hiệu:

Chiều dày lớp đất đào hay đắp là Δh .

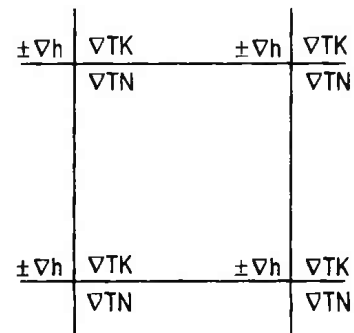
Cao độ tự nhiên gọi là ∇TN .

Cao độ thiết kế gọi là ∇TK .

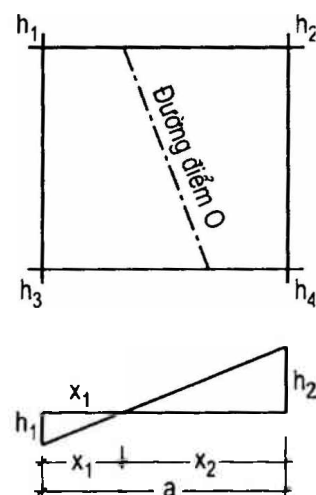
Thì cao độ và bề dày lớp đất đào đắp tại các điểm góc của ô vuông được trình bày như hình trên.

c) Xác định vị trí điểm 0

Nếu trong một khu đất đồng thời vừa đào lại vừa đắp, trước tiên ta hãy tìm ra vị trí điểm 0 trên cạnh của ô vuông và đánh dấu nó trên cạnh của ô vuông.



Hình 67: Ký hiệu trên ô vuông



Hình 68: Giảm đồ tính vị trí điểm 0

Đường liên tục nối các điểm 0 chính là ranh giới giữa khu đào và khu đắp. Vị trí điểm 0 theo hình bên có thể xác định theo công thức sau:

$$x_1 = \frac{h_1}{h_1 + h_2} a \quad x_2 = \frac{h_2}{h_1 + h_2} a \quad (57)$$

Trong đó:

x_1 và x_2 - Khoảng cách từ các điểm góc ô vuông đến điểm 0, tính bằng m;

h_1 và h_2 - Chiều dày lớp đất phải đào (h_2) hoặc phải đắp (h_1) tính bằng m;

a - Chiều dài mỗi cạnh ô vuông.

d) Tính khối lượng đất trong ô vuông

Bảng 17. Công thức tính toán khối lượng đào đắp trong ô vuông

Hình vẽ	Công thức tính toán
	Trong ô vuông có 1 điểm đắp hoặc đào (hình tam giác): $V = \frac{1}{2} bc \frac{h_3}{3} = \frac{bch_3}{6} m^3$ khi $b = c = a$ thì $V = \frac{a^2 h_3}{6} m^3$
	Trong ô vuông có 2 điểm đắp hoặc đào (hình thang) $V_{\text{đắp}} = \frac{b+c}{2} \times \frac{a(h_1+h_3)}{4} = \frac{a}{8} (b+c)(h_1+h_3) m^3$ $V_{\text{đào}} = \frac{d+e}{2} \times \frac{a(h_2+h_4)}{4} = \frac{a}{8} (d+e)(h_2+h_4) m^3$
	Trong ô vuông có 3 điểm đào hoặc đắp (hình 5 cạnh) $V_{\text{đắp}} = \frac{bch_3}{6} m^3$ $V_{\text{đào}} = (a^2 - \frac{bc}{2}) \frac{h_1+h_2+h_4}{5} m^3$
	Trong ô vuông có 4 điểm đào hoặc đắp (hình vuông) $V = \frac{a^2}{4} (h_1+h_2+h_3+h_4) m^3$

Theo bảng 17 trên ta tính được khối lượng đất đào và đất đắp trong từng ô vuông.

e) Tổng hợp khối lượng đào đắp

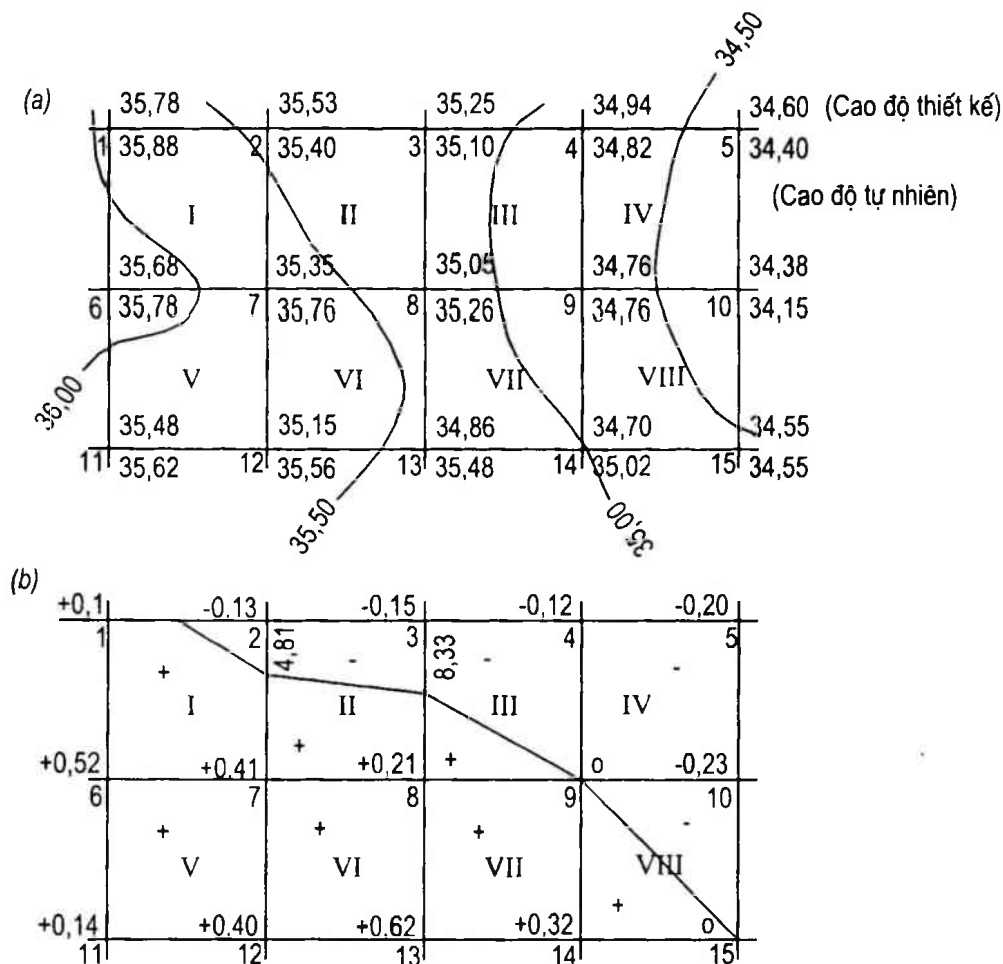
Tổng hợp khối lượng đào của tất cả các ô ta sẽ có khối lượng đào toàn bộ trên khu đất.

Tổng hợp toàn bộ khối lượng đắp của tất cả các ô ta sẽ có khối lượng đắp toàn bộ trên khu đất.

Ví dụ tính toán 6:

Mặt bằng khu đất xây dựng nhà máy như hình dưới đây. Các cạnh của lưới ô vuông là 20m × 20m. Hãy tính toán khối lượng đất cần phải đào và khối lượng đất cần phải đắp.

Bài giải:



Hình 69: a) Cao độ thiết kế và thi công tại các điểm góc.

Đánh số thứ tự các điểm góc và các ô.

b) Đường điểm 0 (giới hạn đào đắp); chiều dày lớp đào (+) hay đắp (-)

- Trước hết ta chia khu đất theo các ô vuông có cạnh $20\text{m} \times 20\text{m}$ như hình (69a).
- Dựa trên cao độ tự nhiên và cao độ thiết kế ta tính được chiều dày lớp đất đào hay đắp tại các điểm góc.

Chiều dày lớp đất cần đắp có dấu (-), chiều dày lớp đất cần đào có dấu (+), chiều dày lớp đất cần đào hay đắp được ghi trên bên trái của điểm góc ở hình (69b). Tại các cạnh 1-2; 2-7 và 3-8, cao độ hai đầu cạnh không giống nhau (một đầu phải đào và đầu kia phải đắp) bởi vì trên các cạnh đó có vị trí điểm 0 (tại các điểm này cao độ thiết kế bằng cao độ tự nhiên của đất nền).

- Tìm vị trí điểm 0 trên cạnh ô vuông.

Dùng công thức tính x_1 ở trang trước để tìm vị trí điểm 0 trên các cạnh ô vuông:

Với cạnh 1-2:
$$x_1 = \frac{0,13 \times 20}{0,10 + 0,13} = 11,30\text{m}$$

Với cạnh 2-7:
$$x_1 = \frac{0,13 \times 20}{0,41 + 0,13} = 4,81\text{m}$$

Với cạnh 3-8:
$$x_1 = \frac{0,15 \times 20}{0,21 + 0,15} = 8,33\text{m}$$

Xác định được điểm 0 trên các cạnh 1-2; 2-7 và 3-8. Ta vẽ được đường ranh giới giữa đào và đắp (đường nối các điểm 0) như tại hình (69b)

- Tính khối lượng đất cho các ô vuông:

+ Ô I:

Ô I có hai hình: hình ba cạnh và hình năm cạnh.

Hình tam giác ba cạnh với các điểm 2, 0, 0 có khối lượng đắp là:

$$V_{\text{đắp}} = -\frac{0,13}{6} \times 11,30 \times 4,81 = -1,18\text{m}^3$$

Hình ngũ giác năm cạnh với các điểm 1, 6, 7, 0, 0 có khối lượng đất đào là:

$$V_{\text{đào}} = (20^2 - \frac{1}{2} 11,30 \times 4,81) (\frac{0,10 + 0,52 + 0,41}{5}) = +76,80\text{m}^3$$

+ Ô II:

Ô II gồm hai hình thang 2300 và 7800.

Khối lượng cần đắp hình 2300:

$$V_{\text{đắp}} = -\frac{20}{8} (4,81 + 8,33) (0,13 + 0,15) = -9,20\text{m}^3$$

Khối lượng đất đào hình thang 7800:

$$V_{\text{đào}} = -\frac{20}{8} (15,19 + 11,67) (0,41 + 0,21) = +41,63\text{m}^3$$

+ Ô III: '

Ô III gồm một hình thang 3400 và hình tam giác 800.

Khối lượng đất đắp hình 3400:

$$V_{\text{đắp}} = -\frac{20}{8}(20 + 8,33)(0,15 + 0,12) = -19,12\text{m}^3$$

Khối lượng đất đào hình 800:

$$V_{\text{đào}} = -\frac{11,67 \times 20}{6} \times 0,21 = +8,17\text{m}^3$$

+ Các ô IV, V, VI, VII:

Các ô này đều là hình vuông.

Ô IV (hình 45910) có khối lượng đắp:

$$V_{\text{đắp}} = -\frac{20 \times 20}{4}(0,12 + 0,20 + 0 + 0,23) = -55,00\text{m}^3$$

Ô V (hình 671112) có khối lượng đào:

$$V_{\text{đào}} = \frac{20}{4}(0,52 + 0,41 + 0,14 + 0,40) = +147,00\text{m}^3$$

Ô VI (hình 781213) có khối lượng đào:

$$V_{\text{đào}} = \frac{20 \times 20}{4}(0,41 + 0,21 + 0,40 + 0,62) = +164,00\text{m}^3$$

Ô VII (hình 891314) có khối lượng đào:

$$V_{\text{đào}} = \frac{20 \times 20}{4}(0,21 + 0 + 0,62 + 0,32) = +115,00\text{m}^3$$

+ Ô VIII:

Ô VIII gồm hai hình tam giác 91015 và 91415

Khối lượng đất đắp hình 91015:

$$V_{\text{đào}} = -\frac{0,23}{6} \times 20 \times 20 = -15,33\text{m}^3$$

Khối lượng đất đào hình 91415:

$$V_{\text{đào}} = \frac{0,32}{6} \times 20 \times 20 = +21,33\text{m}^3$$

- Tổng hợp khối lượng đào đắp trên toàn bộ khu đất:

Khối lượng đào toàn bộ:

$$\Sigma V_{\text{đào}} = 76,8 + 4,63 + 8,17 + 147 + 164 + 115 + 21,33 = +573,93\text{m}^3.$$

Khối lượng đắp toàn bộ:

$$\sum V_{\text{đắp}} = -1,18 - 9,20 - 19,12 - 55,00 - 15,33 = -99,83 \text{m}^3.$$

2. Tính khối lượng theo mặt cắt

Tính toán theo mặt cắt bằng cách dùng bản vẽ địa hình (1:500), cùng các bản vẽ mặt cắt đứng của thiết kế rồi chia chúng ra thành nhiều mặt cắt ngang để tính toán.

Người ta dựa vào các mặt cắt AA'; BB'; CC'; DD'; EE' để tính khối lượng đất đào và đất đắp của khu đất.

Người ta dùng cách tính theo cho các khu đất có mặt bằng địa hình thay đổi khá lớn và tương đối phức tạp. Cách tính đơn giản song mức độ chính xác không cao. Trình tự thực hiện theo các bước:

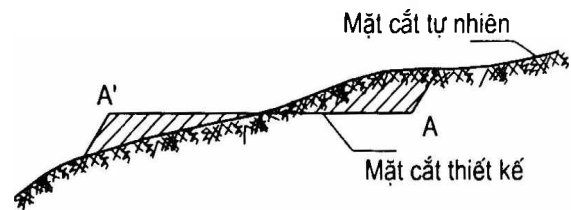
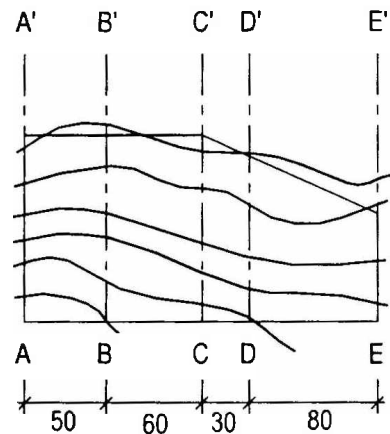
- Xác định vị trí mặt cắt;
- Vẽ mặt cắt;
- Tính diện tích mặt cắt;
- Tính khối lượng đất từng đoạn (giữa các mặt cắt);
- Tổng hợp khối lượng toàn bộ.

a) Xác định (chọn vị trí) vị trí mặt cắt

Tùy theo tính chất của địa hình thay đổi nhiều hay ít mà ta có nhiều hay ít mặt cắt tính toán. Các mặt cắt không nhất thiết phải đều nhau. Các mặt cắt cách nhau khoảng từ 10 – 50m. Với địa hình bằng phẳng ít thay đổi thì khoảng cách giữa các mặt cắt có thể lớn hơn, tuy nhiên cũng không nên lớn hơn 100m.

b) Vẽ mặt cắt

Dùng các bản vẽ $\frac{1}{200} \div \frac{1}{500}$ riêng mặt đứng thì dùng các bản vẽ có tỷ lệ $\frac{1}{100} \div \frac{1}{200}$ để vẽ các đường bao của mặt đất thiết kế và đường bao của mặt đất tự nhiên. Cả hai đường bao (Contour line) cùng vẽ chung trên một mặt cắt. Phần diện tích giữa hai đường bao chính là diện tích mặt cắt của khối lượng đào hay khối lượng đắp.



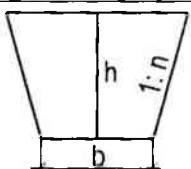
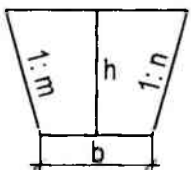
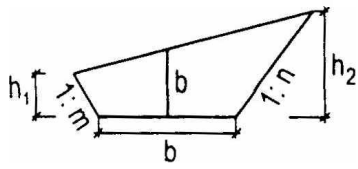
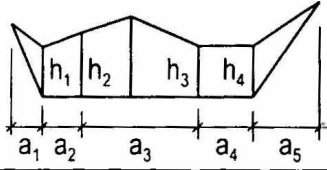
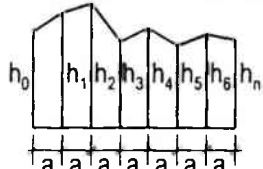
Hình 70: Mặt cắt ngang khu đất AA'

Trong hình trước, hình tam giác có đường bao thiết kế trên và đường bao mặt đất tự nhiên ở dưới chính là mặt cắt của khối lượng đắp, đó chính là đầu A'. Còn hình tam giác có đường bao mặt đất tự nhiên ở trên và đường bao thiết kế ở dưới, đó chính là mặt cắt của khối đào. Đó chính là đầu A.

c) Tính diện tích mặt cắt ngang

Để tiện cho việc tính toán, dưới đây trình bày các công thức tính toán một số mặt cắt thường thấy của các mặt cắt ngang đào hoặc đắp.

Bảng 18. Công thức tính toán diện tích các mặt cắt thường thấy

Hình mặt cắt	Công thức tính toán diện tích mặt cắt
	$A = h(b + nh)$
	$A = h \left[b + \frac{h(m + n)}{2} \right]$
	$A = b \frac{h_1 + h_2}{2} + nh_1h_2$
	$A = h_1 \frac{a_1 + a_2}{2} + h_2 \frac{a_2 + a_3}{2} + h_3 \frac{a_3 + a_4}{2} + h_4 \frac{a_4 + a_5}{2}$
	$A = \frac{a}{2}(h_0 + 2h + h_n)$ trong đó: $h = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6$

d) Tính toán khối lượng đào hoặc đắp

Nếu gọi L là chiều dài khối đất và hai mặt cắt đầu có diện tích A_1 và A_2 thì thể tích khối đất là:

$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} L \quad (58)$$

e) Tổng hợp khối lượng

Để tổng hợp khối lượng chính xác, nên tổng hợp theo bảng sau:

Bảng 19. Bảng tổng hợp khối lượng tính toán

Mặt cắt	Diện tích m ² mặt cắt đắp	Diện tích m ² mặt cắt đào	Khoảng cách giữa 2 mặt cắt m	Thể tích đắp m ³	Thể tích đào m ³
A - A'					
B - B'					
C - C'					
D - D'					
E - E'					
Tổng hợp toàn bộ			Σ chiều dài khối đất	Σ khối đắp	Σ khối đào

Ví dụ tính toán 7:

Đào đắp khu đất sườn núi (như hình 71) ta biết diện tích mặt cắt phần đào đắp của các mặt cắt AA'... EE' là 42, 40, 15, 0, 0 m² và các diện tích của các mặt cắt phần đào là 15, 22, 38, 20, 26 m². Hãy tìm khối lượng đào toàn bộ và khối lượng đắp toàn bộ của khu đất thi công.

Bài giải:

Dùng công thức $V = \frac{A_1 + A_2}{2} L$ để tính toán.

+ Trong đoạn A - B (L = 50m)

$$V_{\text{đào}} = \frac{15 + 22}{2} 50 = 925 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{đắp}} = \frac{42 + 40}{2} 50 = 2050 \text{ m}^3$$

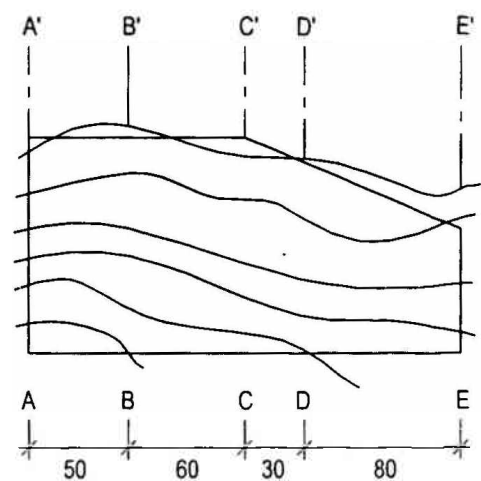
+ Trong đoạn B-C (L = 60m)

$$V_{\text{đào}} = \frac{22 + 38}{2} 60 = 1800 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{đắp}} = \frac{40 + 15}{2} 60 = 1650 \text{ m}^3$$

+ Trong đoạn C-D (L = 30m)

$$V_{\text{đào}} = \frac{38 + 20}{2} 30 = 870 \text{ m}^3$$



Hình 71: Bình đồ khu đất cần đào đắp

$$V_{\text{đắp}} = \frac{15+0}{2} 30 = 225\text{m}^3$$

+ Trong đoạn D-E (L = 80m)

$$V_{\text{đào}} = \frac{20+26}{2} 80 = 1840\text{m}^3$$

$$V_{\text{đắp}} = \frac{0+0}{2} 80 = 0\text{m}^3$$

Các khối lượng tính toán được lập bảng tổng hợp như sau:

Bảng tổng hợp khối lượng tính toán

Mặt cắt	Diện tích m ² mặt cắt đắp	Diện tích m ² mặt cắt đào	Khoảng cách M giữa 2 mặt cắt	Thể tích đắp m ³	Thể tích đào m ³
A - A'	42m ²	15m ²	50m	2050m ³	925m ³
B - B'	40m ²	22m ²	60m	1650m ³	1800m ³
C - C'	15m ²	38m ²	30m	225m ³	870m ³
D - D'	0	20m ²	80m	0	1840m ³
E - E'	0	26m ²			
Tổng cộng			220m	3925m ³	5435m ³

3. Tính cục bộ từng chỗ một

Dựa vào địa hình 1:500, các mặt cắt thiết kế để tính toán. Trên toàn bộ khu đất, những khu vực mà cao độ tự nhiên và thiết kế như nhau (những nơi này không đào đắp – vẫn giữ nguyên trạng) thì ta sẽ không tính toán.

Ta chỉ tính cho từng khu đất một và cuối cùng tổng hợp lại toàn bộ khối lượng phải đào và khối lượng phải đắp.

Phương pháp này được áp dụng khi thi công đào đắp tại các hạng mục công trình trên sườn đồi, ở hạng mục bố trí rời rạc tại các khu đất lân cận ở những cao độ khác nhau. Các khu đất là các bậc thềm rộng khoảng ≈ 20m trên các sườn đồi... cũng được tính toán theo phương pháp này. Các bước tính bao gồm:

- Phân khu đất tính toán.

Tính diện tích các khu đất thi công riêng biệt, đối chiếu bản vẽ địa hình và bản vẽ thiết kế ta sẽ xác định được các vị trí cần đào và các nơi cần đắp, tính được chiều dày lớp đất cần đào hay cần đắp và từ đó tính ra khối lượng đào hoặc đắp của khu đất đó.

Cuối cùng ta tổng hợp khối lượng toàn bộ.

4. Tính đất mái dốc

Tài liệu dùng để tính toán gồm:

Bản đồ địa hình.

Trắc dọc cao độ tự nhiên theo tuyến do thiết kế quy định.

Các mặt cắt cấu tạo (mặt cắt ngang) và cắt dọc thiết kế.

Sơ đồ tính toán đất mái dốc.

H: chiều cao mái dốc đào và đắp (m)

h: chiều cao đào hay đắp.

D: Chiều rộng mái dốc đào và đắp (m).

Cách tính này thường được áp dụng để tính toán khối lượng đào đắp đất các nền đường đi men theo sườn núi. Tại mỗi mặt cắt đều có mặt cắt đào và mặt cắt đắp.

Tính toán theo phương pháp này thực hiện theo các bước sau:

a) Xác định vị trí mặt cắt

Căn cứ vào bản vẽ địa hình, trắc dọc cao độ tự nhiên theo tuyến trục thiết kế và căn cứ vào trục trắc dọc cao độ thiết kế của tuyến, ta xác định và chọn các vị trí mặt cắt tính toán. Gián cách các mặt cắt thường từ 10 – 20m, nếu dốc tuyến đều không thay đổi nhiều và trắc dọc tự nhiên cũng không có gì thay đổi bất ngờ thì gián cách các mặt cắt có thể lớn hơn, tuy nhiên cũng không nên lớn hơn 50m.

Đánh dấu cao độ vị trí cần đào và cần đắp trên mặt cắt. Tại mặt cắt nếu phải đào nên đánh dấu +... và nếu phải đắp thêm thì phải đánh dấu - ... Đồng thời ghi rõ độ dốc địa hình tự nhiên tại mặt cắt ($\tan \alpha$) và cũng ghi rõ trị số mái dốc thành hố đào theo thiết kế ($\tan \phi$).

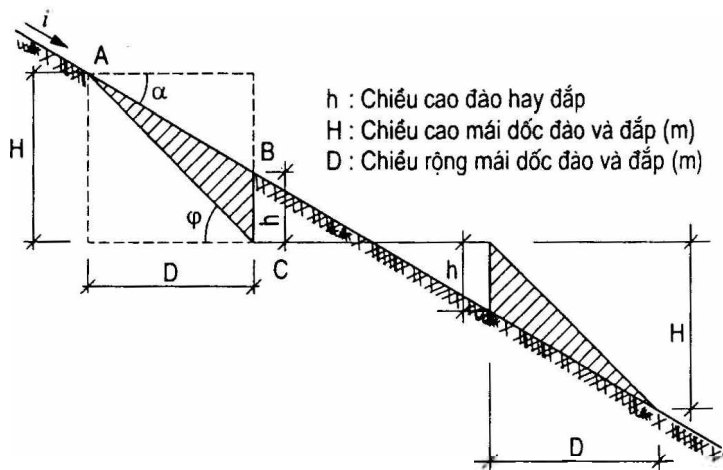
b) Tính diện tích mặt cắt

Với hình vẽ trên, ta tính diện tích A theo công thức:

$$A = \frac{h^2}{2(m-i)}$$

Tương tự ta cũng có:

$$D = \frac{h}{m-i}$$



Hình 72: Sơ đồ tính toán đất mái dốc

Trong đó:

A - Diện tích mặt cắt phần đào hoặc đắp ở mái dốc m^2 ;

D - Chiều bằng của mái dốc đào (m);

h - Chiều cao đào hoặc đắp tại mặt cắt thi công (m);

m - Độ dốc mái $m = \operatorname{tg} \phi = H/D$;

i - Mái dốc tự nhiên của đất sườn đồi $i = \operatorname{tg} \alpha = \frac{H-h}{D}$;

H - Chiều cao của dốc mái phải đào hay đắp (m).

Trong công thức $A = \frac{h^2}{2(m-i)}$ và $D = \frac{h}{m-i}$ nếu ta thay $\frac{1}{2(m-i)} = K_v$ và $\frac{1}{m-i} = K_D$ thì ta sẽ có các giá trị A và D như sau:

$$A = K_v h^2 \text{ và } D = K_D h$$

Trường hợp đất tự nhiên có độ dốc 0 – 30% độ dốc hố đào $m = 2 \div 0,5$ thì trị số K_v và K_D có thể tham khảo bảng 20 dưới đây:

Bảng 20. Trị số K_D, K_v

M	1 : 0,5		1 : 0,75		1 : 1		1 : 1,25		1 : 1,50		1 : 1,75		1 : 2	
i (%)	K_D	K_v	K_D	K_v	K_D	K_v	K_D	K_v	K_D	K_v	K_D	K_v	K_D	K_v
0	0,50	0,25	0,75	0,38	1,00	0,50	1,25	0,63	1,50	0,75	1,75	0,88	2,00	1,00
1	0,50	0,25	0,75	0,38	1,01	0,51	1,26	0,63	1,52	0,76	1,79	0,90	2,04	1,02
2	0,51	0,26	0,76	0,38	1,02	0,51	1,28	0,64	1,55	0,78	1,82	0,91	2,08	1,04
3	0,51	0,26	0,77	0,39	1,03	0,52	1,30	0,65	1,57	0,79	1,85	0,93	2,13	1,07
4	0,51	0,26	0,77	0,39	1,04	0,52	1,32	0,66	1,60	0,80	1,89	0,95	2,17	1,09
5	0,51	0,26	0,78	0,39	1,05	0,53	1,33	0,67	1,62	0,81	1,92	0,96	2,22	1,11
6	0,52	0,26	0,78	0,39	1,06	0,53	1,35	0,68	1,65	0,83	1,96	0,98	2,27	1,14
7	0,52	0,26	0,79	0,40	1,07	0,54	1,37	0,69	1,68	0,84	2,00	1,00	2,33	1,17
8	0,52	0,26	0,80	0,40	1,09	0,55	1,39	0,70	1,71	0,86	2,04	1,02	2,38	1,19
9	0,52	0,26	0,80	0,40	1,10	0,55	1,41	0,71	1,74	0,87	2,08	1,04	2,44	1,22
10	0,53	0,27	0,81	0,41	1,11	0,56	1,43	0,72	1,77	0,89	2,13	1,06	2,50	1,25
11	0,53	0,27	0,82	0,41	1,12	0,56	1,45	0,73	1,80	0,90	2,17	1,08	2,56	1,28
12	0,53	0,27	0,82	0,41	1,14	0,57	1,47	0,74	1,83	0,92	2,22	1,11	2,63	1,32
13	0,54	0,27	0,83	0,42	1,15	0,58	1,49	0,75	1,87	0,94	2,27	1,14	2,70	1,35
14	0,54	0,27	0,84	0,42	1,16	0,58	1,51	0,76	1,90	0,95	2,33	1,17	2,78	1,39
15	0,54	0,27	0,84	0,42	1,18	0,59	1,54	0,77	1,94	0,97	2,38	1,19	2,86	1,43
16	0,54	0,27	0,85	0,43	1,19	0,60	1,56	0,78	1,98	0,99	2,44	1,22	2,94	1,47
17	0,55	0,28	0,86	0,43	1,20	0,60	1,59	0,80	2,02	1,01	2,50	1,25	3,03	1,51
18	0,55	0,28	0,87	0,44	1,22	0,61	1,61	0,81	2,06	1,03	2,56	1,28	3,13	1,56
19	0,55	0,28	0,87	0,44	1,24	0,62	1,64	0,82	2,10	1,05	2,63	1,32	3,23	1,61
20	0,56	0,28	0,88	0,44	1,25	0,63	1,66	0,83	2,15	1,08	2,70	1,35	3,33	1,67
21	0,56	0,28	0,89	0,45	1,27	0,64	1,70	0,85	2,20	1,10	2,78	1,39	3,45	1,73
22	0,56	0,28	0,90	0,45	1,28	0,64	1,72	0,86	2,24	1,12	2,86	1,43	3,57	1,78
23	0,57	0,29	0,90	0,45	1,30	0,65	1,76	0,88	2,30	1,15	2,94	1,47	3,70	1,85
24	0,57	0,29	0,91	0,46	1,32	0,66	1,78	0,89	2,35	1,18	3,03	1,52	3,85	1,93

Bảng 20 (tiếp theo)

M	1:0,5	1:0,75	1:1	1:1,25	1:1,50	1:1,75	1:2	M	1:0,5	1:0,75	1:1	1:1,25	1:1,50	1:1,75
i (%)	K _D	K _V	K _D	K _V	K _D	K _V	K _D	i (%)	K _D	K _V	K _D	K _V	K _D	K _V
25	0,57	0,29	0,92	0,46	1,33	0,67	1,82	0,91	2,40	1,20	3,13	1,57	4,00	2,00
26	0,58	0,29	0,93	0,47	1,35	0,68	1,84	0,93	2,46	1,23	3,23	1,62	4,17	2,09
27	0,58	0,29	0,94	0,47	1,37	0,69	1,88	0,94	2,52	1,26	3,33	1,67	4,35	2,18
28	0,58	0,29	0,95	0,48	1,39	0,70	1,92	0,96	2,59	1,60	3,45	1,73	4,55	2,28
29	0,59	0,30	0,96	0,48	1,41	0,71	1,96	0,98	2,65	1,33	3,57	1,79	4,76	2,38
30	0,59	0,30	0,97	0,49	1,43	0,72	2,00	1,00	2,72	1,36	3,70	1,85	5,0	2,50

c) Tính toán khối lượng

Ta sử dụng lại công thức tính toán:

$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} L$$

A_1 và A_2 có thể là diện tích mặt cắt phần đào (đánh dấu +) hoặc diện tích mặt cắt phần đắp (đánh dấu -).

L : khoảng cách giữa 2 mặt cắt (m).

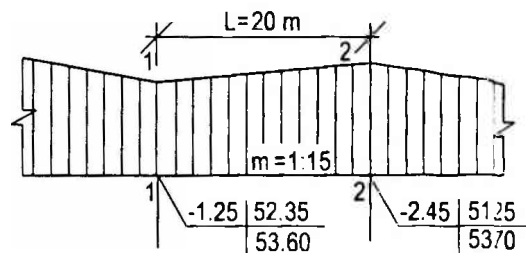
d) Tổng hợp khối lượng

Sau khi tính toán khối lượng đào, đắp của các đoạn, ta tổng hợp lại toàn bộ khối lượng cần đào cần đắp của toàn bộ tuyến thi công.

Ví dụ tính toán 8:

Đào một đoạn như hình vẽ bên. Mái dốc đoạn đào có trị số $m = 1:1,5$

Độ dốc sườn đất tự nhiên là $i = 20\%$.
Khoảng cách hai mặt cắt 1.1 và 2.2 là 20m.
Chiều sâu đào tại hai vị trí là $1,25 \times 2,25$.
Hãy tính khối lượng đất đào trên mái dốc.



Hình 73: Mặt bằng một đoạn mái dốc

Bài giải:

Ta có $m = 1:1,5$ và $i = 20\%$, tra bảng giá trị K_V và K_D ta có $K_V = 1,08$ và $K_D = 2,15$.

Tính diện tích mặt cắt:

$$A_1 = K_V h_1^2 = 1,08 \times 1,25^2 = 1,69m^2.$$

$$A_2 = K_D h_2^2 = 1,08 \times 2,45^2 = 6,48m^2.$$

Khoảng cách giữa 2 mặt cắt: $L = 20m$.

Vậy khối lượng đất đào trên mái là:

$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} L = \frac{1,69 + 6,48}{2} \times 20 = 81,70m^3$$

Chiều rộng (hình chiếu) của mái dốc theo hướng ngang tại hai vị trí 1-1 và 2-2 là:

$$D_1 = K_D h_1 = 2,15 \times 1,15 = 2,69\text{m}$$

$$D_2 = K_D h_2 = 2,15 \times 2,45 = 5,27\text{m}$$

4.2. CÂN BẰNG ĐÀO ĐẮP

Điều phối cân bằng đất đào đắp trong mặt bằng thi công là một phần rất quan trọng trong thiết kế san lấp công trình nhằm mục đích giảm thiểu tối đa công việc vận chuyển đất và do đó sẽ hạ thấp được giá thành vận chuyển đào đắp trên công trường.

Việc xác định được phương hướng và số lượng vận chuyển đất điều phối trong khu vực càng chính xác và hợp lý bao nhiêu thì hiệu quả kinh tế càng cao và tiến độ thực hiện càng được rút ngắn bấy nhiêu.

Nội dung thực hiện cân bằng (điều phối) đất đào đắp có thể tóm tắt theo các bước sau:

Phân rõ khu vực cần điều phối.

Tính toán khối lượng đất cần điều phối (chở đi – chở đến) cho từng khu vực.

Tính toán cự ly vận chuyển bình quân giữa các khu điều phối đào và đắp.

Chọn phương án điều phối tối ưu.

Vẽ sơ đồ điều phối đào đắp.

1. Phân rõ ranh giới khu vực điều phối

Trên bình đồ ta phải phân rõ ranh giới của hai khu đào và đắp. Trong từng vùng đào hoặc đắp ta lại chia ra nhiều khu to nhỏ khác nhau. Vị trí các tiểu khu đào hoặc đắp cũng phải phù hợp với vị trí của các hạng mục công trình. Đồng thời cũng cần phải xét đến tuần tự thực hiện đào đắp của từng tiểu khu vực xem nơi nào trước, nơi nào sau... Quy mô các khu lớn nhỏ khác nhau song phải thỏa mãn các yêu cầu thao tác của các thiết bị thi công cơ giới. Mỗi tiểu khu ứng với một khối lượng đào (hoặc đắp) nhất định, thường thì nó là tập hợp của một số ô vuông.

2. Tính toán khối lượng đất điều phối của các tiểu khu

Dùng cách tính khối lượng theo lưới ô vuông để tính khối lượng đào đắp sau đó ghi lại trên bình đồ lưới ô vuông.

3. Tính toán cự ly vận chuyển bình quân điều phối giữa khu đào và khu đắp

Để tính cự ly vận chuyển điều phối ta tính cự ly giữa trọng tâm khu đào và trọng tâm khu đắp.

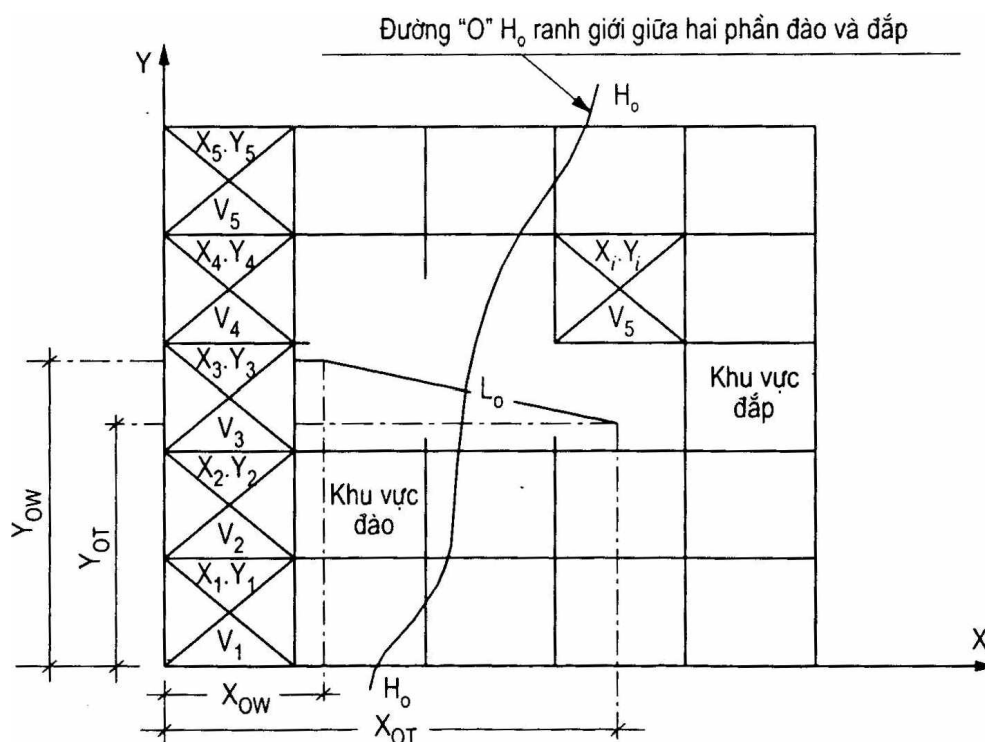
Trên bình đồ lưới ô vuông của toàn bộ khu đất công trường có hai hệ trục: đứng và ngang (trục X và trục Y). Chọn một điểm làm gốc tọa độ (như hình tiếp theo sau). Dựa vào công thức sau để tìm tọa độ của trọng tâm khu đào hoặc trọng tâm khu đắp.

$$X_0 = \frac{\sum(x_i V_i)}{\sum V_i} \quad \text{và} \quad Y_0 = \frac{\sum(y_i V_i)}{\sum V_i} \quad (59)$$

Trong đó: X_0 và Y_0 - Tọa độ trọng tâm của khu đào hoặc khu đắp;

x_i và y_i - Tọa độ trọng tâm của ô lưới vuông i ;

V_i - Khối lượng đất của ô vuông i .



Hình 74: Cự li vận chuyển trung bình giữa các khu điều phối (L_0)

Sau khi tìm được X_0 và Y_0 của trọng tâm khu đào và có được X_0Y_0 của trọng tâm khu đắp, ta sẽ tính được cự ly vận chuyển trung bình (L_0) giữa hai khu đào đắp.

Ta gọi X_{OW} và Y_{OW} là tọa độ trọng tâm của khu đào.

và X_{OT} và Y_{OT} là tọa độ trọng tâm của khu đắp.

Thì công thức tính L_0 sẽ là:

$$L_0 = \sqrt{(X_{OT} - X_{OW})^2 + (Y_{OT} - Y_{OW})^2} \quad (60)$$

Sau khi tìm được vị trí hai trọng tâm, có thể dùng thước tỷ lệ đo khoảng cách giữa hai trọng tâm để suy ra giá trị L_0 .

Cự ly vận chuyển đất điều phối giữa hai tiểu khu. (Cự ly trung bình) cần phải được tính toán rõ ràng cho từng trường hợp điều phối và phải ghi vào bảng tổng hợp như dưới đây.

L_{12} là cự ly vận chuyển trung bình giữa tiểu khu đào A_1 đến tiểu khu đắp B_2 .

x_{12} là khối lượng đất điều phối chuyển từ tiểu khu A_1 đến tiểu khu B_1 .

Bảng 21. Bảng tổng hợp cân bằng điều phối đào đắp và cự ly vận chuyển trung bình

Các khu đắp Các khu đào	B ₁	B ₂	...	B _j	...	B _n	Khối lượng đào m ³
A ₁	L ₁₁ x ₁₁	L ₁₂ x ₁₂	...	L _{1j} x _{1j}	...	L _{1n} x _{1n}	a ₁
A ₂	L ₂₁ x ₂₁	L ₂₂ x ₂₂	...	L _{2j} x _{2j}	...	L _{2n} x _{2n}	a ₂
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
A _i	L _{i1} x _{i1}	L _{i2} x _{i2}	...	L _{ij} x _{ij}	...	L _{in} x _{in}	a _i
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
A _m	L _{m1} x _{m1}	L _{m2} x _{m2}	⋮	L _{mj} x _{mj}	⋮	L _{mn} x _{mn}	a _m
Khối lượng đắp m ³	b ₁	b ₂	...	b _j	...	b _n	$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$

4. Chọn phương án điều phối tối ưu

Phương án tối ưu trong công tác điều phối cân bằng đào đắp là giá trị tổng cộng khối lượng vận chuyển đào đắp nhỏ nhất:

$$W = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ji} L_{ji} \rightarrow \min \quad (61)$$

Giá trị khối lượng vận chuyển là khối lượng vận chuyển và cự ly vận chuyển.

Vì vậy khi sắp xếp các khu đất đào đắp điều phối tương ứng với nhau ta cần chọn các cặp đối ứng tương hợp nhằm không làm tăng công vận chuyển một cách bất hợp lý.

Phương án mà tổng số “m³ × km vận chuyển” nhỏ nhất đó là phương pháp tối ưu.

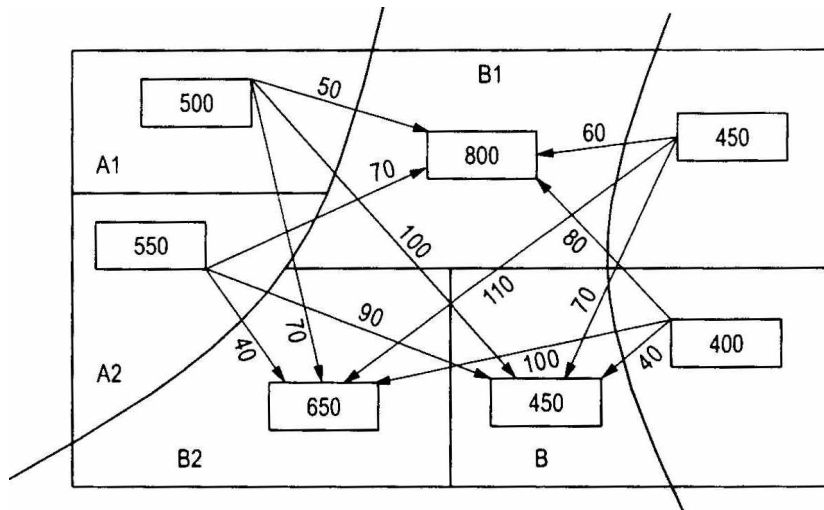
5. Vẽ sơ đồ điều phối

Căn cứ vào tính toán đã nói trên ta cần phải đưa ra được phương hướng - khối lượng và cự ly vận chuyển khi cân bằng điều phối một cách cụ thể (cự ly vận chuyển thao tác của cơ giới khi tiến - thoái - đi vòng quanh... có chiều dài thao tác đo ngắn nhất).

Ví dụ tính toán 9:

Khu đất quảng trường hình chữ nhật, có khối lượng đất điều phối - cự ly vận chuyển trung bình giữa các khu được thể hiện như hình 75.

Hãy tìm phương án cân bằng điều phối đất tối ưu nhất. Tính tổng khối lượng vận chuyển và cự ly vận chuyển trung bình chung.



Hình 75: Khối lượng đất và cự ly vận chuyển trung bình của các khu điều phối

Bài giải:

- Trước hết ta ghi lại tất cả các số liệu có trong hình vẽ ra bảng (khối lượng đào, đắp và cự ly vận chuyển giữa các khu).

Bảng tổng hợp số liệu để chọn phương án điều phối.

Tên các khu đắp Tên các khu đào	B ₁	B ₂	B ₃	Khối lượng đất đào m ³
A ₁	50	70	100	500
A ₂	70	40	90	550
A ₃	60	110	70	450
A ₄	80	100	40	400
	x	x	(400)	
Khối lượng đất đắp m ³	800	650	450	1900

- Kế tiếp chọn cự ly vận chuyển nhỏ nhất giữa hai khu điều phối... như trong bảng liệt kê thì đó là:

$$L_{A_2-B_2} = 40m \text{ và } L_{A_4-B_3} = 40m$$

(Để giản đơn, ta viết $L_{A_2-B_2}$ là L_{22} ; $L_{A_4-B_3}$ là L_{43}).

Ta chọn một trong hai cự ly vận chuyển trên để bắt đầu sắp xếp điều phối. Tại thời chọn L_{43} để bắt đầu so sánh tính toán. Với $L_{43} = 40\text{m}$ và khối lượng điều phối từ A_4 đến B_3 là 400m^3 , toàn bộ khối lượng của A_4 đều điều phối đến B_3 do đó không còn để điều phối đến B_1 và B_2 . như vậy: $X_{43} = 400\text{m}^3$.

$$X_{41} = X_{42} = 0$$

Ta ghi trên bảng ở hàng A_4 :

Tại ô A_4B_1 : X_{41} ta đánh dấu x

Tại ô A_4B_2 : X_{42} ta đánh dấu x

Tại ô A_4B_3 : X_{43} ta ghi (400).

Cứ từ từ điều các số liệu điều phối khu đào sang khu đắp... và cuối cùng ta có bảng phương án điều phối cân bằng đất ban đầu như bảng dưới đây:

Phương án điều phối sơ bộ

Tên các khu đắp Tên các khu đào	B_1	B_2	B_3	Khối lượng đất đào m^3
A_1	50 (500)	70 x	100 x	500
A_2	70 x	40 (550)	90 x	550
A_3	60 (300)	110 (100)	70 (50)	450
A_4	80 x	100 x	40 (400)	400
Khối lượng đất đắp m^3	800	650	450	1900 1900

Trên cơ sở số liệu của bảng điều phối sơ bộ này, ta tính được khối lượng vận chuyển như sau:

$$W = 400 \times 50 + 100 \times 70 + 550 \times 40 + 400 \times 60 + 50 \times 70 + 400 \times 40 = 92500 \text{ m}^3 \cdot \text{m}$$

Và cự ly vận chuyển bình quân là

$$L_0 = \frac{W}{V} = \frac{92500}{1900} = 48,68\text{m}$$

Với bảng điều phối tối ưu sau đây:

Phương án điều phối tối ưu

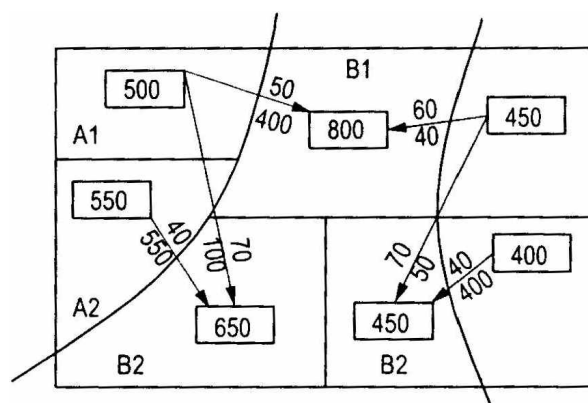
Tên các khu đắp Tên các khu đào	B ₁	B ₂	B ₃	Khối lượng đất đào m ³
A ₁	400 50	100 70	100	500
A ₂	70	40 550	90	550
A ₃	400 60	110	50 70	450
A ₄	80	100	40 400	400
Khối lượng đất đắp m ³	800	650	450	1900

Khối lượng vận chuyển đất theo sơ đồ phương án điều phối tối ưu như sau:

$$W = 400 \times 50 + 400 \times 60 + 100 \times 70 + 550 \times 40 + 50 \times 70 + 400 \times 40 = 925000$$

Cự ly vận chuyển bình quân là:

$$L_0 = \frac{W}{V} = \frac{925000}{1900} = 46,68\text{m}$$



Hình 76: Sơ đồ điều phối tối ưu

Chương 5

MÁI DỐC THÀNH HỐ ĐÀO

(Gia cố thành hố đào khi đào sâu...)

Khi đào hố móng công trình, đào ao hồ, đào mương rãnh dẫn nước hoặc để lắp đặt tuyến ống ... ngoài việc chính là đào và vận chuyển đất đá đi, người ta còn phải quan tâm đến việc xử lý, hoặc gia cố thành hố đào, nhằm bảo đảm an toàn và giữ được ổn định trong suốt quá trình thi công (đào đất, đổ bê tông, lắp đặt cấu kiện và thiết bị).

Việc xử lý, giữ ổn định hoặc phải gia cố bề mặt thành hố đào làm nó không sụt lở trong quá trình thi công... có khi không phải là một công việc đơn giản - nếu không muốn nói là rất tốn kém về công sức vật tư và cả thời gian nữa.

Giữ ổn định thành hố đào (mái dốc thành hố đào còn được gọi là "ta luy thành hố đào" - Tiếng Pháp: Talus) nói chung được thực hiện theo hai cách sau:

Cách 1: Đào và tạo mái nghiêng thích hợp không cần phải gia cố chống đỡ bề mặt, ta gọi là mái dốc thành hố đào không gia cố bề mặt.

Cách 2 : Đào và phải gia cố chống đỡ mái dốc thành hố đào:

Việc chọn phương pháp xử lý mái dốc thành hố đào phụ thuộc vào nhiều điều kiện khác nhau như sau đây:

- Phụ thuộc vào diện tích khu đất xây dựng lớn hay nhỏ.
- Phụ thuộc vào chiều sâu hố đào sâu hay nông.
- Phụ thuộc vào sự hiện hữu của các công trình kế cận.
- Phụ thuộc vào điều kiện thời tiết trong thời gian đào và thời gian thi công nói chung dưới hố đào.
- Phụ thuộc vào thời gian tồn tại của hố đào (lâu hay mau).
- Phụ thuộc vào tình hình địa chất khu vực (nước ngầm, đất cứng hay mềm, đất chặt hay rời ...).

Khi đào nông, đào đất dính, đất thịt (không phải đất cát, đất rời) hoặc đào sâu nhưng việc vát mái thành hố đào không ảnh hưởng đến xung quanh ... và xét về mặt kinh tế việc chữa vát mái thành hố đào có lợi hơn ... thì người ta sẽ đào đất và giữ ổn định thành hố đào theo cách thứ nhất.

Trong trường hợp chiều sâu hố đào nhỏ ($<1,5$ m), đào vào mùa khô, nền đất chặt, không có nước ngầm và trên bề mặt tự nhiên không có tải trọng tác dụng, với thời gian tồn tại hố đào ngắn (vài ba ngày) - Ví dụ như đào hố móng đơn chẳng hạn, người ta sẽ đào chừa mái thành hố đào thẳng đứng mà không cần phải gia cố chống đỡ bề mặt thành hố đào.

Trong các trường hợp còn lại, thành hố đào phải được gia cố. Việc gia cố thành hố đào có thể thực hiện ở các thời điểm khác nhau:

- Phải tiến hành gia cố trước khi đào đất:

 - Chấn đất thành hố đào bằng cọc bản.

 - Chấn đất thành hố đào bằng cọc bê tông cốt thép tiền chế.

 - Chấn đất thành hố đào bằng cọc giếng.

 - Chấn đất thành hố đào bằng cọc nhồi.

 - Chấn đất thành hố đào bằng tường trong đất.

- Tiến hành song song với việc đào sâu: Chấn bằng các tấm (kim loại, ván, các tấm bện từ tre hoặc bện từ cành cây ...).

- Tiến hành sau khi đào sâu: Chấn bằng các khối tường xây.

Việc chọn cách giữ ổn định mái dốc thành hố đào ngoài những điều kiện đã nêu trên, còn phải xét đến một số yếu tố khác như:

 - Thời gian thực hiện (nhANH, chậm).

 - Khả năng thực hiện của đơn vị thi công.

 - Hiệu quả kinh tế.

 - Phương tiện thi công và vật tư hiện có.

 - Do yêu cầu của thiết kế.

 - Phần dưới đây ta sẽ đi sâu vào từng phương pháp thực hiện.

5.1. MÁI DỐC THÀNH HỐ ĐÀO KHÔNG GIA CỐ BỀ MẶT

Đối với các công trình dân dụng nhỏ, hố đào nông, xung quanh không có công trình hiện hữu ... khi đào, người ta sẽ chừa mái dốc thành hố đào theo các trường hợp sau:

- Mái vát nghiêng cùng một độ dốc từ đỉnh đến chân mái.

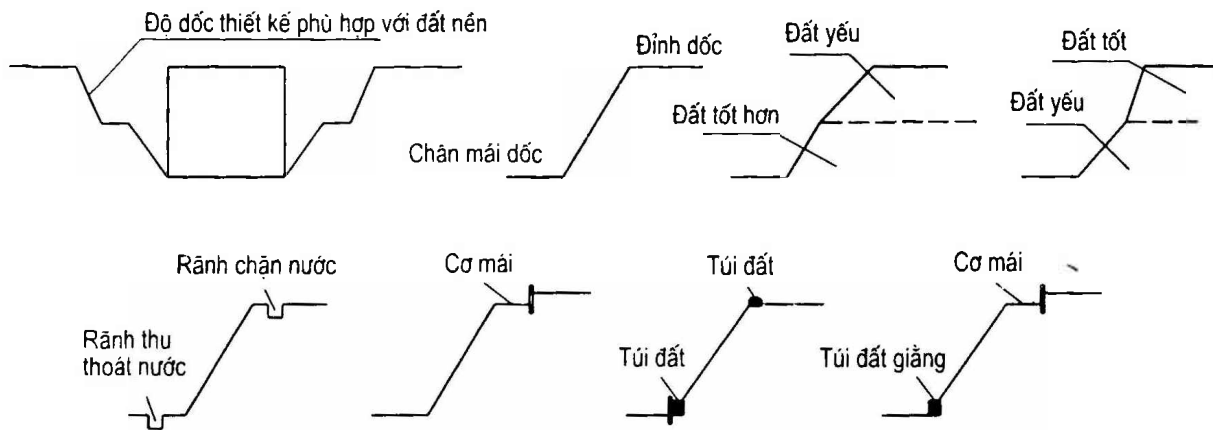
- Mái vát nghiêng gãy khúc (độ dốc mái thay đổi).

- Mái giạt cấp hoặc mái nghiêng giạt cấp.

- Mái thẳng đứng (như đã nói ở trên).

Để có thể chọn được mái dốc thành hố đào không gia cố một cách hợp lý, ta sẽ lần lượt xét đến các vấn đề sau:

Chọn mái dốc thành hố đào đảm bảo mái dốc thành hố đào giữ ổn định và phương pháp tính toán kiểm tra khả năng ổn định của mái dốc, đồng thời tính toán chiều sâu đào lớn nhất khi chứa mái dốc thành hố đào thẳng đứng.



Hình 77: Các loại mái đất không gia cố thường thấy

1. Mái dốc thành hố đào

Mái dốc thành hố đào được ổn định hay không chủ yếu phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Góc ma sát trong của đất φ° .
- Lực dính C (KN/m^2).
- Cường độ kháng cắt của đất.

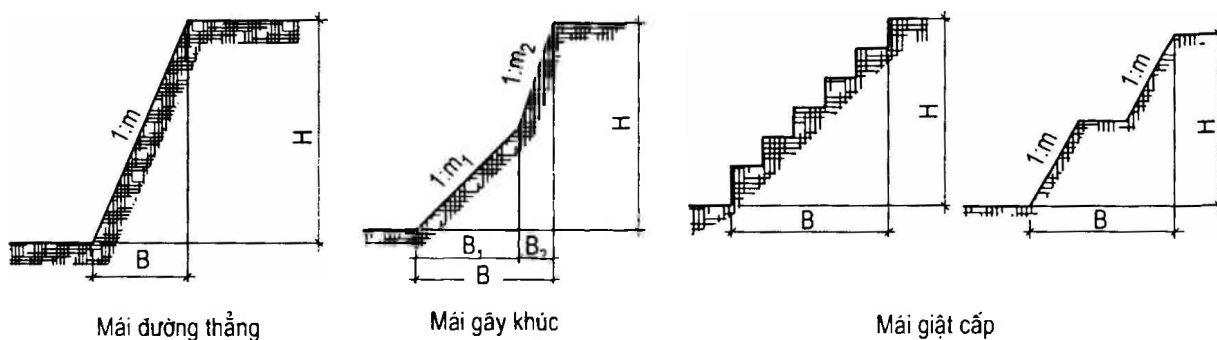
Đất sét: Góc φ lớn, lực dính C lớn.

Đất cát: Góc φ nhỏ, lực dính $C \approx 0$.

Do vậy khi đào, độ dốc thành hố đào đất sét lớn còn độ dốc thành hố đào đất cát nhỏ.

Ngoài ba yếu tố trên, độ dốc thành hố đào còn phụ thuộc chiều sâu hố đào và phụ thuộc vào một số yếu tố khách quan khác như: thời tiết mưa hay khô, thời gian tồn tại của thành hố đào mau hay lâu... Do một số ảnh hưởng ngoại lai đôi khi làm cho cường độ kháng cắt của đất giảm xuống. Ví dụ nước mưa làm cho lượng ngậm nước trong đất tăng lên và dung trọng của đất cũng tăng theo đồng thời lực cắt của đất giảm xuống, điều đó ảnh hưởng đến tính ổn định của đất. Cũng có khi do trên thành hố đào có phụ tải (vật tư, thiết bị, dụng cụ chất đống...) khiến cho lực cắt trong đất tăng cao và mái dốc thành hố đào mất ổn định... Tất cả các nhân tố khiến mái dốc thành hố đào mất ổn định, nhiều lúc gây ra sạt lở nghiêm trọng.

Vì vậy chọn mái dốc cho khối đất đào cũng như khối đất đắp ta phải lưu ý đến tất cả các điều kiện đã nói trên (φ ; C , cường độ kháng cắt, lượng nước ở trong đất, thời gian tồn tại của mái dốc thành hố đào hoặc mái dốc khối đắp...). Các mái dốc khối đất có các hình dạng sau đây:



Hình 78: Mái dốc khối đất đào đắp

Độ dốc của khối đất đào hoặc khối đất đắp được ký hiệu là: $\frac{H}{B}$

$$\frac{H}{B} = \frac{1}{\frac{B}{H}} = \frac{1}{m} \quad (m = \frac{B}{H}) \quad (62)$$

Trong đó:

H - Chiều sâu của khối đào hoặc chiều cao của khối đắp;

B - Chiều rộng của mái dốc khối đất.

Khi lớp đất hố đào đều, mực nước thấp hơn đáy hố đào (hoặc rãnh mương đào) thì độ dốc thành hố đào có thể theo bảng tham khảo sau đây mà không cần phải gia cố hoặc bảo vệ thêm. Với chiều sâu hố đào dưới 5m.

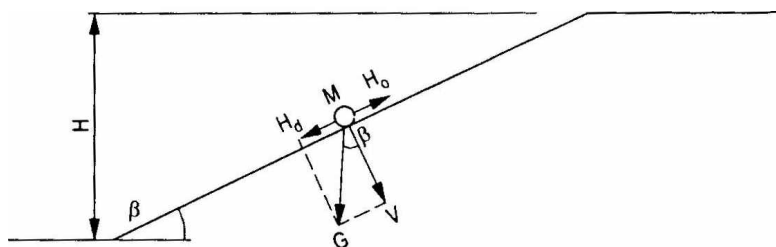
Đất cát chặt, chặt vừa, đá dăm	$1/m = 1$
Đất á sét – á sét nhẹ hơi dẻo và dẻo cứng	$1/m = 1,25$
Đất sét dẻo và dẻo cứng, đất lẫn đá	$1/m = 1,5$
Đất sét cứng	$1/m = 2$

2. Tính toán ổn định của mái dốc đất thông thường

Trường hợp mái dốc có đỉnh mái phẳng và chân mái phẳng là trường hợp thường gặp.

Ta xét cho hai trường hợp:

- Đất không dính
- Đất dính.



Hình 79: Sơ đồ tính toán

a) Tính toán ổn định mái dốc đất không dính

Theo hình vẽ bên cạnh, góc của mái đất không dính là β , chiều cao mái đất là H, độ dính $C = 0$. Trọng lượng hạt đất trên dốc mái là G; Góc ma sát trong của đất là φ .

$$\text{Lực trượt xuống của hạt đất là: } H_d = G \sin \beta \quad (63)$$

Lực kháng trượt H_o là:

$$H_o = G \cos \beta \tan \varphi \quad (64)$$

Giá trị $\frac{H_o}{H_d}$ chính là hệ số an toàn ổn định của mái đất không dính, ta gọi nó là K

$$K = \frac{H_o}{H_d} = \frac{G \cos \beta \tan \varphi}{G \sin \beta} = \frac{\tan \varphi}{\tan \beta} \geq 1,1 \div 1,5 \quad (65)$$

Khi $\beta = \varphi$ thì $K = 1$, lực kháng trượt cân bằng với lực trượt. Mái dốc ở trạng thái cân bằng giới hạn. Khi $\beta < \varphi$ thì mái dốc đất ở trạng thái ổn định và chiều cao H không có ảnh hưởng gì. Khi $\beta > \varphi$ thì mái đất ở trạng thái mất ổn định.

b) Tính toán ổn định cho mái dốc đất dính

Để tính toán ổn định cho mái dốc đất dính người ta thường dùng hai cách tính toán sau:

Phương pháp tính hệ số ổn định.

Phương pháp chia thành rẻo để tính.

- Phương pháp tính hệ số ổn định

Căn cứ vào lý luận và tính toán ta được biểu đồ (hình 80).

Sử dụng giản đồ sẽ đơn giản việc tính toán ổn định của mái dốc khối đất.

Trục tung biểu thị hệ số ổn định φ_s :

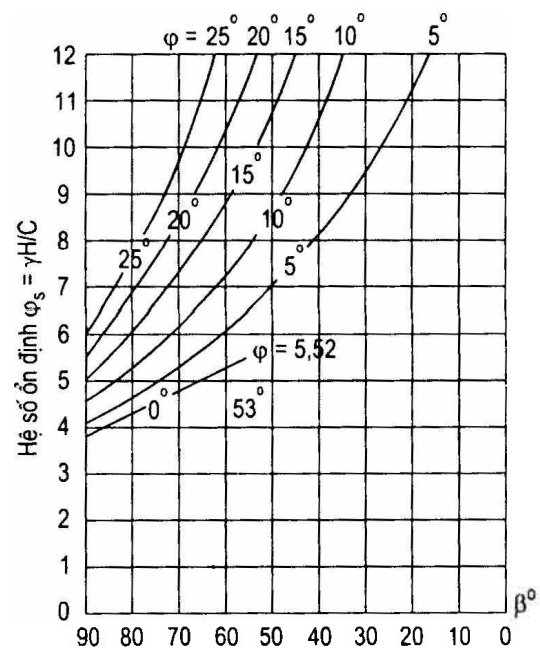
$$\varphi_s = \frac{\gamma H}{C} \quad (66)$$

Trục hoành biểu thị góc mái dốc của khối đất.

Ta giả thiết lực dính của đất không thay đổi theo chiều sâu, thì chiều cao giới hạn và chiều cao ổn định an toàn của mái đất được tính theo công thức sau:

$$H_c = \varphi_s \frac{C}{\gamma} \quad (67)$$

$$\text{và } H = \varphi_s \frac{C}{K\gamma} \quad (68)$$



Hình 80: Đường cong xác định hệ số ổn định φ_s phụ thuộc vào góc ma sát trong và góc đất mái dốc β

Trong đó:

H_c - Chiều cao giới hạn của mái đất (m) - chiều cao ổn định của mái đất;

H - Chiều cao ổn định an toàn của mái đất (m);

φ_s - Hệ số ổn định, tra ra từ biểu đồ trên;

K - Hệ số ổn định an toàn, thường lấy $K = 1,1-1,5$;

C - Lực dính của đất (kN/m^2);

γ - Dung trọng đất (kN/m^3);

Theo công thức tính φ_c và công thức tính H nói trên, khi đã biết giá trị β (hoặc H) và các chỉ số C , φ , γ thì ta có thể tìm ra chiều cao ổn định H của mái đất (hoặc β hoặc K).

Ví dụ tính toán 10:

Đào móng, đất nền có các chỉ số $C = 22 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$; $\varphi = 20^\circ$, nếu đào hố móng có góc chân mái $\beta = 70^\circ$, với hệ số chiều cao an toàn lấy $K = 1,3$. Hãy tìm chiều cao $H_{\max}$ đào cho phép.

Bài giải:

$$\varphi = 20^\circ; \beta = 70^\circ \text{ tra sơ đồ ta có } \varphi_s = 8,25$$

Theo công thức tính H_c ta có:

$$H_c = 8,25 \times \frac{22}{18,5} = 9,81 \text{ m}$$

Do hệ số an toàn $K = 1,3$ nên chiều sâu $H_{\max}$ là:

$$H_{\max} = \frac{H_c}{K} = \frac{9,81}{1,3} = 7,55 \text{ m}$$

Ví dụ tính toán 11:

Góc ma sát trong của đất $\varphi = 15^\circ$, lực dính $C = 10 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$. Hãy tm:

- Tìm chiều cao H_c khi giữ đất ổn định với góc mái 50° .

- Tìm góc mái dốc ổn định khi chiều cao mái 5m.

- Hệ số ổn định của mái khi $\beta = 50^\circ$; $H = 4,8 \text{ m}$.

Bài giải:

Tra biểu đồ với $\beta = 50^\circ$ và $\varphi_s = 10,25$, chiếu theo công thức:

$$\varphi_s = \frac{\gamma H}{C} \Rightarrow H = \frac{\varphi_s C}{\gamma} = \frac{10,25 \times 10}{18} = 5,69 \text{ m}$$

Tìm φ_s :

$$\varphi_s = \frac{\gamma H}{C} = \frac{18 \times 5}{10} = 9$$

Tra biểu đồ: $\varphi = 15^\circ$ mà $\varphi_s = 9$, ta có $\beta = 58^\circ$

Biết $H = 4,8$; $\beta = 50^\circ$, từ biểu đồ ta tra ra $\varphi_s = 10,25$ theo công thức $H = \varphi_s \frac{C}{K\gamma}$ ta có:

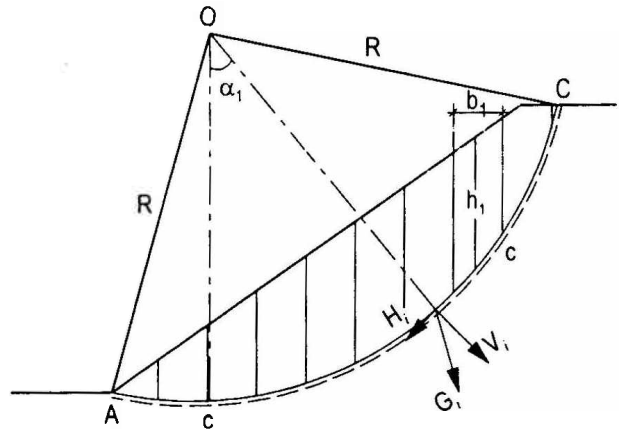
$$K = \frac{C\varphi_s}{H\gamma} = \frac{10 \times 10,25}{4,8 \times 18} \approx 1,2$$

- Phương pháp chia thành rẻo để tính

Phương pháp này thích dụng khi tính toán đất đồng chất đồng tính theo các hướng, cũng có thể dùng để tính các mái đất cấu tạo phân tầng.

Để tính toán, người ta giả thiết đất mất ổn định và trượt theo vòng cung như hình 81 và trình tự tính toán theo các bước sau:

Trước tiên chọn điểm O, bán kính R ta quay được cung AC, đem mảnh đất hình cung chia làm nhiều rẻo (thường thì từ 8 – 12) đều nhau. Vẽ các hướng lực H_i và V_i cho từng rẻo có trọng lượng khối đất là G_i :



Hình 81: Sơ đồ tính ổn định theo rẻo

$$H_i = G_i \sin \alpha_i$$

$$V_i = G_i \cos \alpha_i$$

Tính toán moment trượt M_{ov} và moment kháng trượt M_r (Lấy O làm tâm quay trượt).

$$M_{ov} = \sum_{i=1}^n H_i R = R \sum_{i=1}^n G_i \sin \alpha_i \quad (69)$$

$$\begin{aligned} M_r &= \sum_{i=1}^n (V_i \tan \varphi_i + C_i \hat{l}_i) R \\ &= R \sum_{i=1}^n (G_i \cos \alpha_i \tan \varphi_i + C_i \hat{l}_i) \end{aligned} \quad (70)$$

Trong đó:

C_i và φ_i - Lực dính và góc ma sát đất rẻo i ;

$\hat{l}_i$ - Chiều dài cung trượt tại rẻo i ;

α_i - Góc giữa đường dọc và pháp tuyến tới cung i (pháp tuyến qua giữa cung i).

Tính toán hệ số an toàn ổn định của mái dốc khối đất.

$$K = \frac{M_r}{M_{ov}} = \frac{\sum_{i=1}^n G_i \cos \alpha_i \tan \varphi_i + \sum_{i=1}^n C_i \hat{l}_i}{\sum_{i=1}^n G_i \sin \alpha_i} = \frac{\sum_{i=1}^n \gamma_i b_i h_i \cos \alpha_i \tan \varphi_i + \sum_{i=1}^n C_i \hat{l}_i}{\sum_{i=1}^n \gamma_i b_i h_i \sin \alpha_i} \geq 1,1 \div 1,5 \quad (71)$$

Trong đó:

γ_i - Dung trọng đất của rẻo i ;

b_i - Chiều rộng đất của rẻo i ;

h_i - Chiều cao trung tính của đất rẻo i .

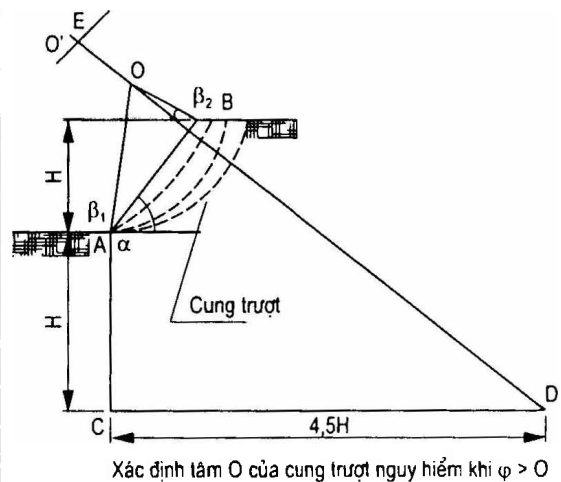
Giả sử có nhiều mặt trượt khác nhau có thể xảy ra, với mỗi mặt trượt có một hệ số ổn định K khác nhau. Khi $K = 1$ thì mái đất ở trạng thái cân bằng cực hạn; $K > 1$: mái đất ổn định. $K < 1$ mái đất không ổn định. Cung trượt nào có hệ số $K_{\min}$ thì cung trượt đó là cung trượt nguy hiểm nhất. Vì vậy yêu cầu hệ số K : $K_{\min} \geq 1,1 \div 1,5$.

Nếu tính toán mà không đạt, với đất đắp có thể chọn vật liệu đất đắp khác – loại đất có những chỉ tiêu cơ lý đáp ứng độ ổn định của mái đắp ($K > 1,1 \div 1,5$), hoặc có thể thay đổi độ dốc mái của khối đất (đào hay đắp) với độ dốc thoải hơn nhằm đáp ứng yêu cầu ổn định của mái.

Với trường hợp đất sét siêu dẻo $\varphi = 0$, để tìm tâm O của cung tròn trượt, ta theo bảng tra 22 dưới đây: Căn cứ góc α (góc chân mái) để tìm ra β_1 và β_2 rồi từ đó tìm ra O .

Bảng 22. Giá trị β_1 và β_2

$\frac{l}{m} = \frac{H}{B}$	Góc chân mái dốc α°	β_1°	β_2°
1 : 0	90"	33	40
1 : 0,26	75	32	40
1 : 0,58	60	29	40
1 : 1	45	28	38
1 : 1,5	33°41'	26	35
1 : 1,73	30	25	36
1 : 2	26°34'	25	35
1 : 3	18°26'	25	35
1 : 4	14°03'	24	37
1 : 5	11°19'	25	37

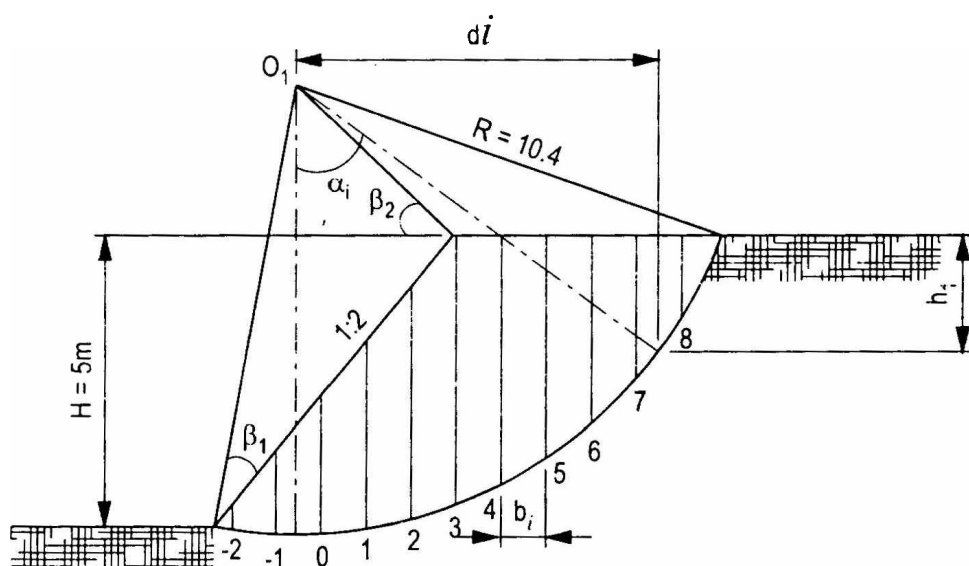


Hình 82: Xác định tâm O của cung trượt nguy hiểm khi $\varphi > 0$

Khi đất có $\varphi > 0$ ta tìm tâm O của cung trượt theo hình vẽ 82. Từ điểm A hạ xuống 1 khoảng H , rồi kẻ đường ngang dài $4,5H$ và ta có 2 điểm C và D . Sử dụng bảng β_1 và β_2 , tìm điểm O . Kéo dài DO ... ra, trên đó ta có một số điểm để chọn làm tâm O cung trượt. Sau khi tính toán ta biết được vị trí E (trên DO kéo dài) là vị trí tâm O cung trượt có hệ số K nhỏ nhất. Tại E ta kẻ đường thẳng góc EO' , trên EO ta sẽ chọn các tâm cung trượt mới để tìm ra trị số K nhỏ nhất... Sau nhiều lần làm như thế cuối cùng ta cũng tìm ra được tâm quay của vòng cung trượt nguy hiểm nhất ($K_{\min}$). Hiện nay, nhờ máy vi tính người ta có thể tìm nhanh hơn nhiều.

Ví dụ tính toán 12:

Mái dốc khối đất có hình dạng như sau (hình 83). Đất á sét đều $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$, $C = 10 \text{ kN/m}^2$, $\varphi = 15^\circ$. Hãy nghiệm toán tính ổn định theo phương pháp phân rỗ.



Hình 83: Mặt cắt mái dốc khối đất đào

Bài giải:

Tiến hành các bước sau:

Vẽ mặt cắt mái dốc khối đất theo hình bên.

Với độ dốc mái 1 : 2 theo như bảng tra β_1 và β_2 ở phần trên thì góc α chân mái: $\alpha = 26^\circ 34'$ và ta có : $\beta_1 = 25^\circ$, $\beta_2 = 35^\circ$. Từ đó ta tìm được điểm O cung trượt là O_1 . Tính tỷ lệ ta có $R = 10,4 \text{ m}$.

Phân thành các rỗ b: $b = 0,1R = 1,04 \text{ m}$

Đánh số hiệu cho các rỗ. Rỗ có lực ngược với lực trượt thì đánh số âm (như hình trên là -1 và -2).

Tìm $\sin \alpha_i$:

$$\sin \alpha_i = \frac{d_i}{R}$$

Tính chiều cao và chiều dài cung $\widehat{l}$:

Tính tỷ lệ trên hình vẽ chiều cao h_i (rỗ i).

Và tính tỷ lệ chiều dài cung trượt $\widehat{l}_i$ (rỗ i).

Gồm các rỗ: Từ rỗ -2 đến rỗ 8. Các rỗ có $b = 1,04 \text{ m}$

Lập bảng tính toán (của ví dụ 12)

Tên rổ	h_i	$\sin\alpha_i$	$\cos\alpha_i = V_i - \sin^2\alpha_i$	$h_i \sin\alpha_i$	$h_i \cos\alpha_i$	l
-2	1,1	-0,2	0,980	-0,22	1,08	1,9
-1	1,7	-0,1	0,995	-0,17	1,69	1,1
0	2,3	0	1,000	0	2,3	1
1	2,8	0,1	0,995	0,28	2,79	1
2	3,1	0,2	0,980	0,62	3,04	1,1
3	3,5	0,3	0,954	1,05	3,34	1,2
4	3,5	0,4	0,916	1,40	3,21	1,2
5	3,4	0,5	0,866	1,70	2,94	1,2
6	3,3	0,6	0,813	1,98	2,68	1,3
7	2,6	0,7	0,715	1,82	1,86	1,3
8	1,5	0,8	0,600	1,2	0,9	2,7
				$\Sigma 9,66$	$\Sigma 25,83$	$\Sigma 15,0$

Sau khi có các thông số trên ta thay vào công thức tính K:

$$\begin{aligned}
 K_{O_1} &= \frac{\gamma b t g \varphi \sum_{i=1}^n h_i \cos \alpha_i + c \bar{l}}{\gamma b \sum_{i=1}^n h_i \sin \alpha_i} \\
 &= \frac{18 \times 1,04 \times \operatorname{tg} 15^\circ \times 25,83 + 10 \times 15}{18 \times 1,04 \times 9,66} \\
 &= 1,55
 \end{aligned}$$

O_1 chưa hẳn là tâm của vòng tròn cung trượt nguy hiểm nhất. Vì thế K_{O_1} cũng chưa hẳn là hệ số an toàn ổn định nhỏ nhất.

Ta lại giả định tâm O ở tại vị trí E, $OE = 1/3H$; cho các tâm vòng tròn cung trượt di chuyển trên OE... làm nhiều lần ta sẽ tìm được tâm cung trượt mà tại đó có hệ số an toàn K là $K_{\min}$. Tại điểm này ta kẻ đường thẳng góc với OE, rồi ta lại chọn thêm các tâm tròn cung trượt khác nữa... cuối cùng ta cũng tìm được tâm cung tròn cung trượt có trị số K nhỏ nhất.

3. Tính chiều sâu thành hố đào max khi đào thành hố đào thẳng đứng

Để tính chiều sâu hố đào $h_{\max}$ khi đào có thành hố đào thẳng đứng như hình 84 ta sử dụng công thức tính toán sau. (Khi này áp lực đất E_a trên thành hố đào bằng 0).

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma h^2 \operatorname{tg}^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2}) - 2c \operatorname{htg}(45^\circ - \frac{\varphi}{2}) + \frac{2c^2}{\gamma} \quad (72)$$

Giải ra được:

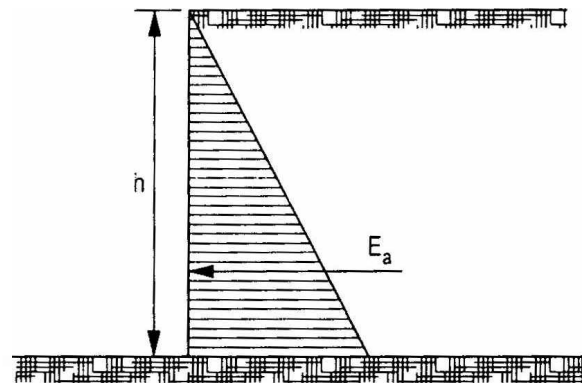
$$h = \frac{2c}{\gamma \tan(45^\circ - \frac{\varphi}{2})} \quad (73)$$

với hệ số an toàn k (lấy $k = 1,25$) thì:

$$h_{\max} = \frac{2c}{k\gamma \tan(45^\circ - \frac{\varphi}{2})} \quad (74)$$

Trường hợp trên thành hố đào có lực phân bố đều q (KN/m^2) thì $h_{\max}$ được tính như sau:

$$h_{\max} = \frac{2c}{k\gamma \tan(45^\circ - \frac{\varphi}{2})} - \frac{q}{\gamma} \quad (75)$$



Hình 84: Chiều cao thành hố đào thẳng

Trong đó:

- γ : Dung trọng đất thành hố đào (kN/m^3);
- φ : Góc ma sát trong của đất thành hố đào ($^\circ$);
- c : Lực dính của đất thành hố đào (kN/m^2).

Ví dụ tính toán 13:

Đất đào là đất á sét có dung trọng $13,5 \text{ kN/m}^3$, góc ma sát trong 20° , lực dính 14 kN/m^2 . Trên thành hố đào có tải trọng phân bố đều $q = 5 \text{ kN/m}^2$. Hãy tính $h_{\max}$.

Bài giải:

Chọn $k = 1,25$; sử dụng công thức tính toán đã nói trên:

$$\begin{aligned} h_{\max} &= \frac{2,14}{1,25 \cdot 13,5 \tan(45^\circ - \frac{20}{2})} - \frac{5}{13,5} \\ &= 1,73 - 0,27 = 1,46 \text{ m} \end{aligned}$$

4. Chọn độ dốc cho thành hố đào khi có chiều sâu “h”

Tính toán độ dốc cho thành hố đào theo hình 85.

Giả thiết mặt trượt sẽ trượt qua chân thành hố đào (qua điểm A). Thể tích khối đất trượt là ABC.

Trọng lượng khối đất trượt G sẽ là:

$$G = \frac{\gamma h^2}{2} \cdot \frac{\sin(\theta - \varphi)}{\sin \theta \sin \varphi} \quad (76)$$

Khi khối đất ở trạng thái cân bằng cực hạn thì chiều cao $h_{\max}$ của độ dốc thành hố đào là:

$$h = \frac{2c \sin \theta \cos \varphi}{\gamma \sin^2 \left(\frac{\theta - \varphi}{2} \right)} \quad (77)$$

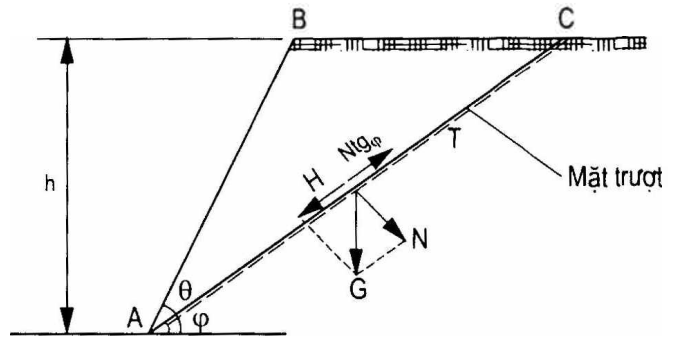
Trong đó:

c - Lực dính (kN/m^2);

θ - Góc độ dốc thành hố đào ($^\circ$);

φ - Góc ma sát trong ($^\circ$);

γ - Dung trọng đất (kN/m^3).



Hình 85: Sơ đồ tính toán chọn độ dốc thành hố đào

Trong công thức tính h trên, nếu biết c , φ , γ và nếu ta giả định góc ma sát θ thì ta có thể tìm ra h .

Công thức trên xảy ra các trường hợp sau đây:

Nếu $\theta = \varphi$ thì $h = \infty$

Nếu $\theta > \varphi$ và lực dính c càng lớn thì h cũng sẽ càng lớn.

Ngược lại dù $\theta > \varphi$ nhưng lực dính $c = 0$ thì $h = 0$ và do đó h càng lớn thì mái dốc càng thiếu ổn định.

Nếu $\theta < \varphi$, dốc thành hố xoải, h sẽ rất lớn

Ví dụ tính toán 14:

Lực dính $c = 10 \text{ kN/m}^2$, $\varphi = 20^\circ$, $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$. Tính h cực hạn khi $\theta = 60^\circ$ và tìm θ khi $h = 6,5 \text{ m}$.

Bài giải:

Theo công thức h ở trên thay vào ta có:

$$h = \frac{2 \times 10 \sin 60 \cos 20^\circ}{18 \sin^2 \left(\frac{60 - 20}{2} \right)} = 7,72 \text{ m}$$

$$h = 7,72 \text{ m}$$

Tìm θ :

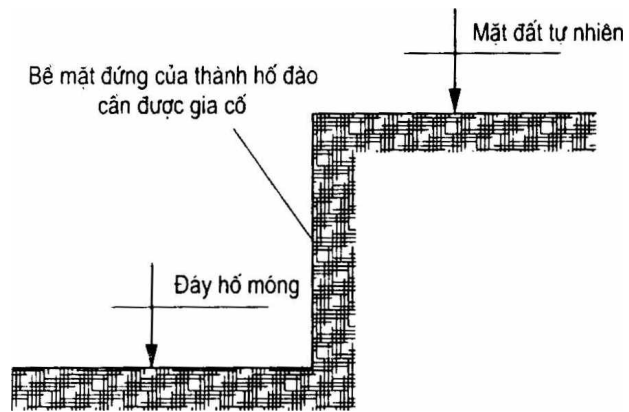
$$6,5 = \frac{2 \times 10 \sin \theta \cos 20^\circ}{18 \sin^2 \left(\frac{\theta - 20}{2} \right)}$$

$$\Rightarrow \sin \theta = 0,906 \Rightarrow \theta = 65^\circ$$

$$\Rightarrow \text{Góc ổn định của mái dốc } \theta \leq 65^\circ.$$

5.2. MÁI DỐC THÀNH HỐ ĐÀO CÓ GIA CỐ BỀ MẶT

Khi hố đào nằm ở vị trí có các công trình hiện hữu lân cận xung quanh, khi hố đào có chiều sâu hố đào lớn và khi đào mương rãnh đặt các tuyến ống tuyến cáp ... người ta sẽ đào với mái dốc thành hố đào thẳng đứng. Để cho quá trình thi công (đào đất và lấp đất...) được an toàn người ta phải tiến hành gia cố giữ ổn định cho mái dốc thành hố đào.



Hình 86: Thành hố đào thẳng đứng

Tùy theo điều kiện thi công cụ thể, tùy theo yêu cầu và khả năng của đơn

vị thi công hoặc do đặc điểm của kết cấu móng công trình mà người ta sẽ có nhiều giải pháp thi công khác nhau trong việc gia cố thành hố đào.

Phương pháp gia cố chống sụt lở cho thành hố đào sẽ được trình bày cụ thể theo các phần sau đây:

Chấn đất thành hố đào bằng cọc bản hoặc cọc bê tông cốt thép.

Chấn đất thành hố đào bằng cọc giếng - cọc nhồi.

Chấn đất bằng tường trong đất.

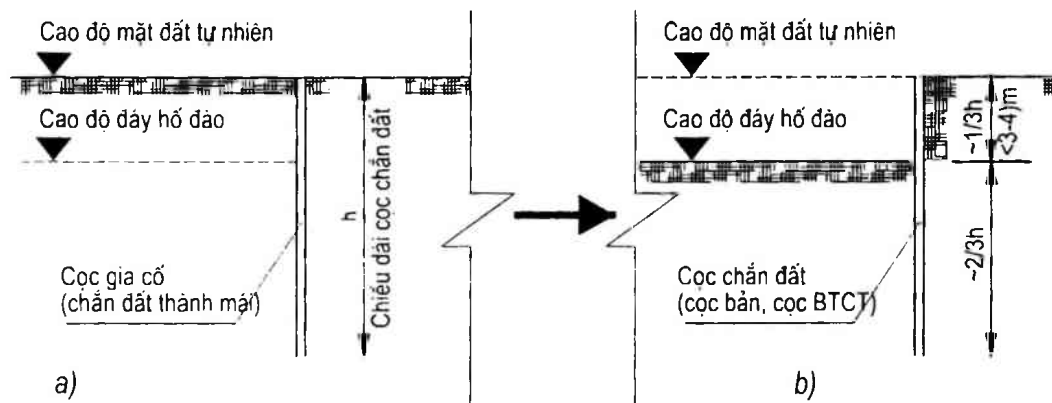
Thi công ngược (Top - Down).

Vừa đào vừa tiến hành chấn đất bằng các tấm.

Chấn đất bằng các tường khối xây.

1. Gia cố bằng cọc bản và cọc bê tông cốt thép tiền chế

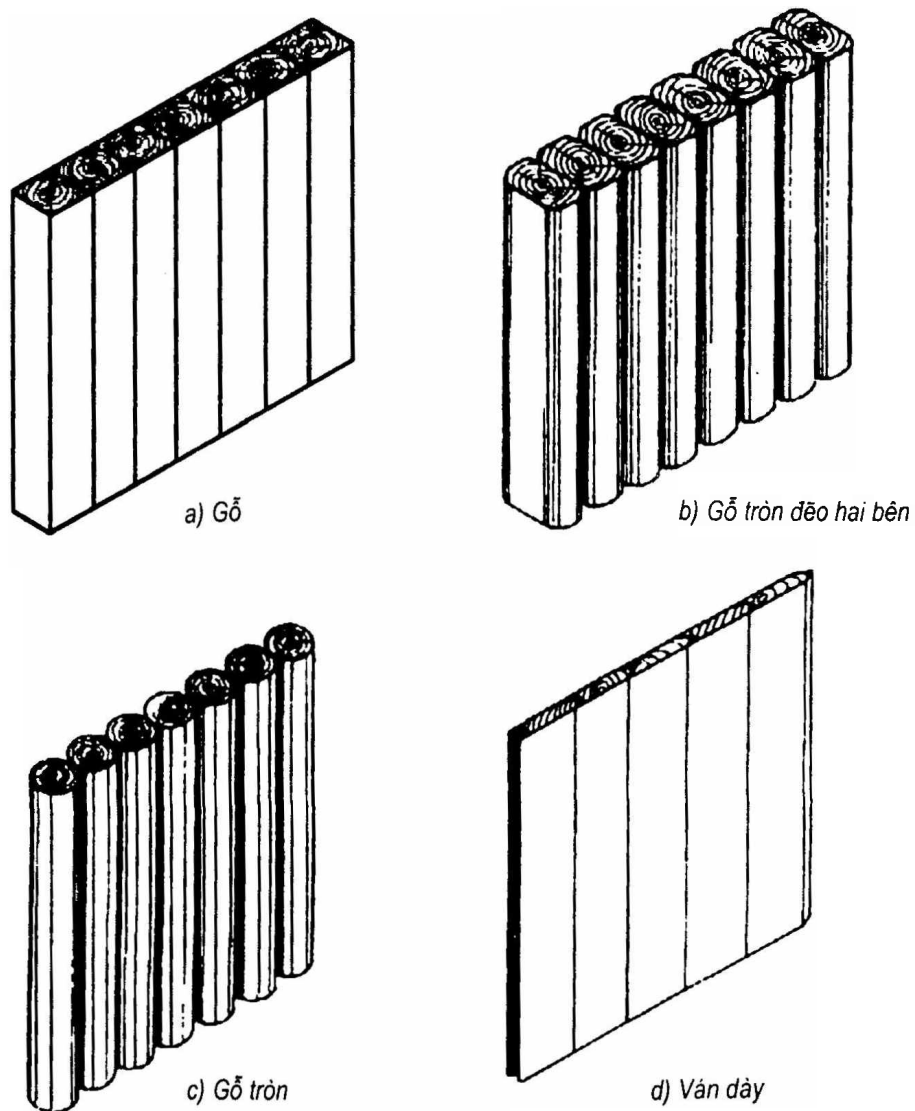
Để có thể đào đất với mái dốc thành hố đào đứng người ta phải tiến hành đóng cọc gia cố mái (cọc chấn đất) trước khi tiến hành đào đất, cọc đóng chấn đất có thể



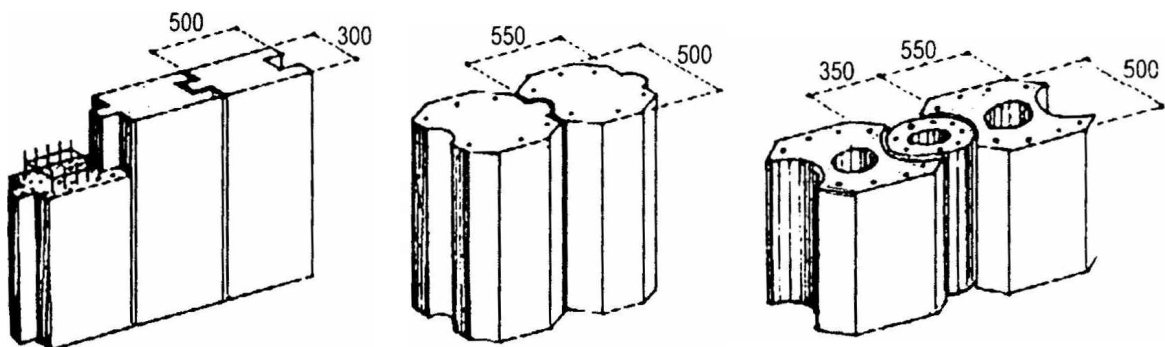
Hình 87: Chấn đất thành hố đào bằng cọc bản hoặc cọc BTCT

a) Đóng cọc trước khi đào; b) Sau khi đào

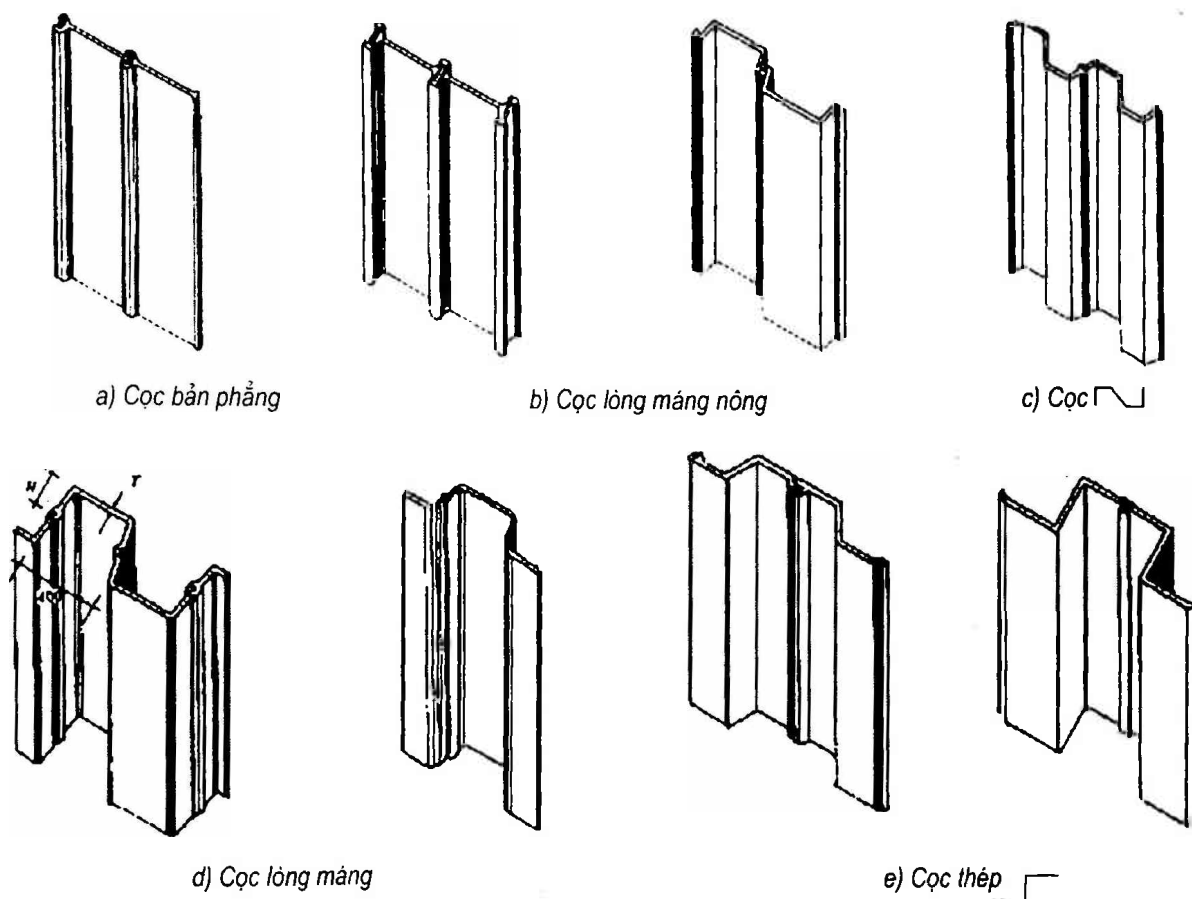
là cọc bản (cọc bản bằng thép hoặc cọc bản bằng bê tông cốt thép), cũng có khi chấn đất bằng cọc bê tông cốt thép tiền chế (cọc tròn, cọc vuông, cọc bát giác, cọc tam giác...).



Hình 88: Dùng cọc bản bằng gỗ để chấn đất thành hố đào



Hình 89: Dùng cọc bê tông cốt thép để chấn đất thành hố đào



Hình 90: Dùng cọc bản thép để chắn đất thành hố đào

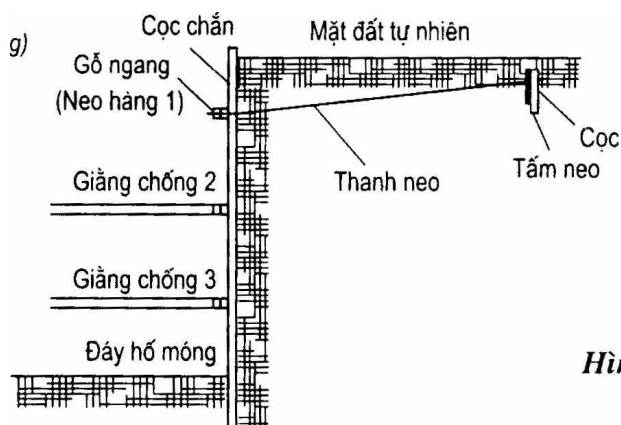
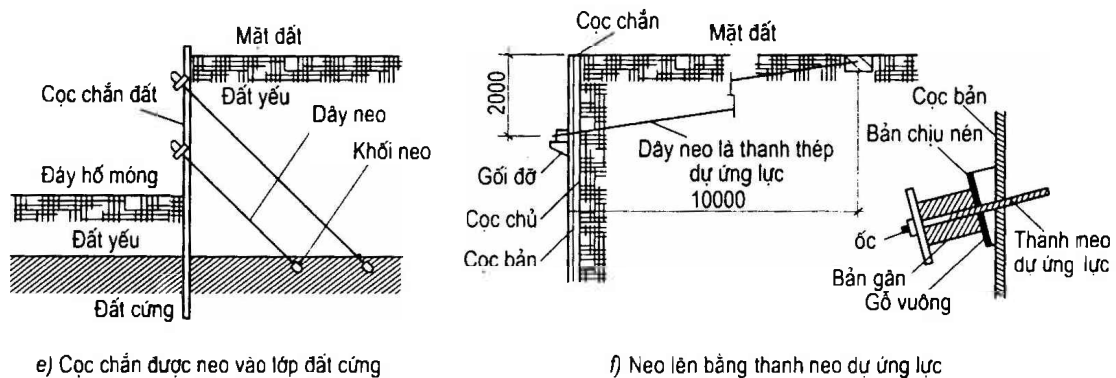
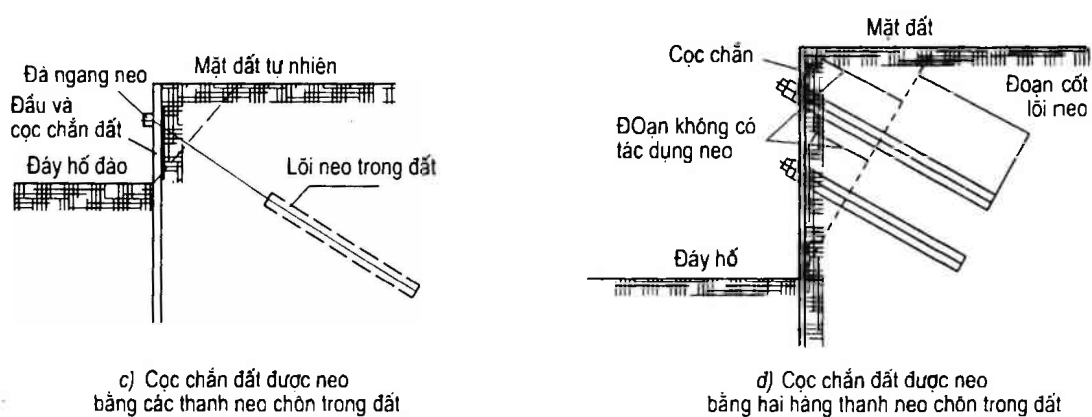
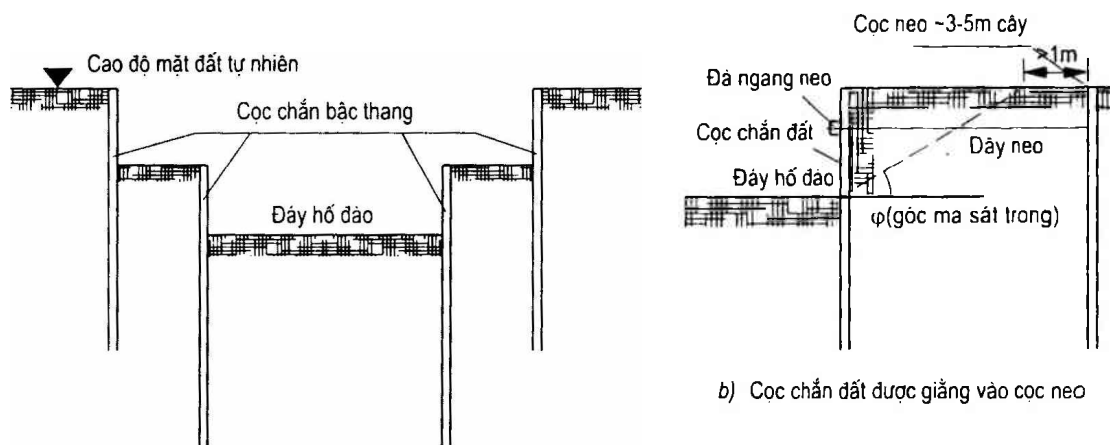
Với loại cọc chắn có 1 đầu ngàm (đầu chôn sâu thấp hơn đáy hố đào) và một đầu công xôn (phần từ cao độ mặt đất thiên nhiên đến đáy hố móng), để đảm bảo khả năng chắn đất của cọc, yêu cầu phần công xôn chắn đất chỉ nên $\leq \frac{1}{3}$ chiều dài cọc chôn và phải nhỏ hơn 3 – 4 m ($\frac{h}{3} < 3 - 4 \text{ m}$).

Trong trường hợp chiều sâu hố đào lớn hơn một phần ba chiều dài cọc thì nên có giải pháp gia cường bằng cách đóng cọc chắn dạng bậc thang (yêu cầu diện tích đất xung quanh rộng) hoặc phải bố trí giằng neo ở đầu cọc chắn.

Sau đây là một số hình vẽ thể hiện phương pháp chắn đất thành hố đào bằng cọc bản.

Tính toán cọc bản cho các trường hợp chắn đất thành hố đào (chắn không có gia cường và chắn có gia cường, neo kéo và chống) được trình bày trong **Phụ lục 3: "Tính toán cọc bản"**.

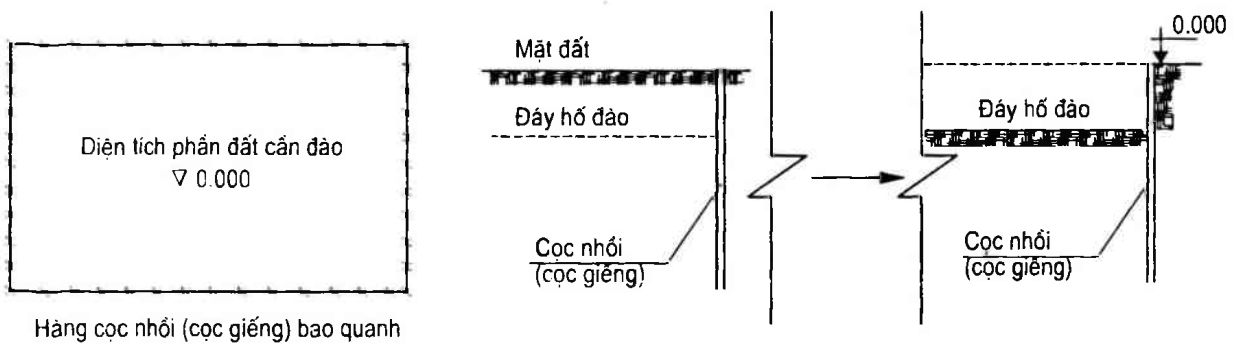
Tính toán lực chịu của cọc neo và lực chịu của thanh neo trong đất được trình bày trong **Phụ lục 6: "Tính toán lực chịu của cọc neo trong đất nền"**.



Hình 91: (a,b,c,d,e,f,g) chấn đất mái đứng thành hố đào bằng cọc bản

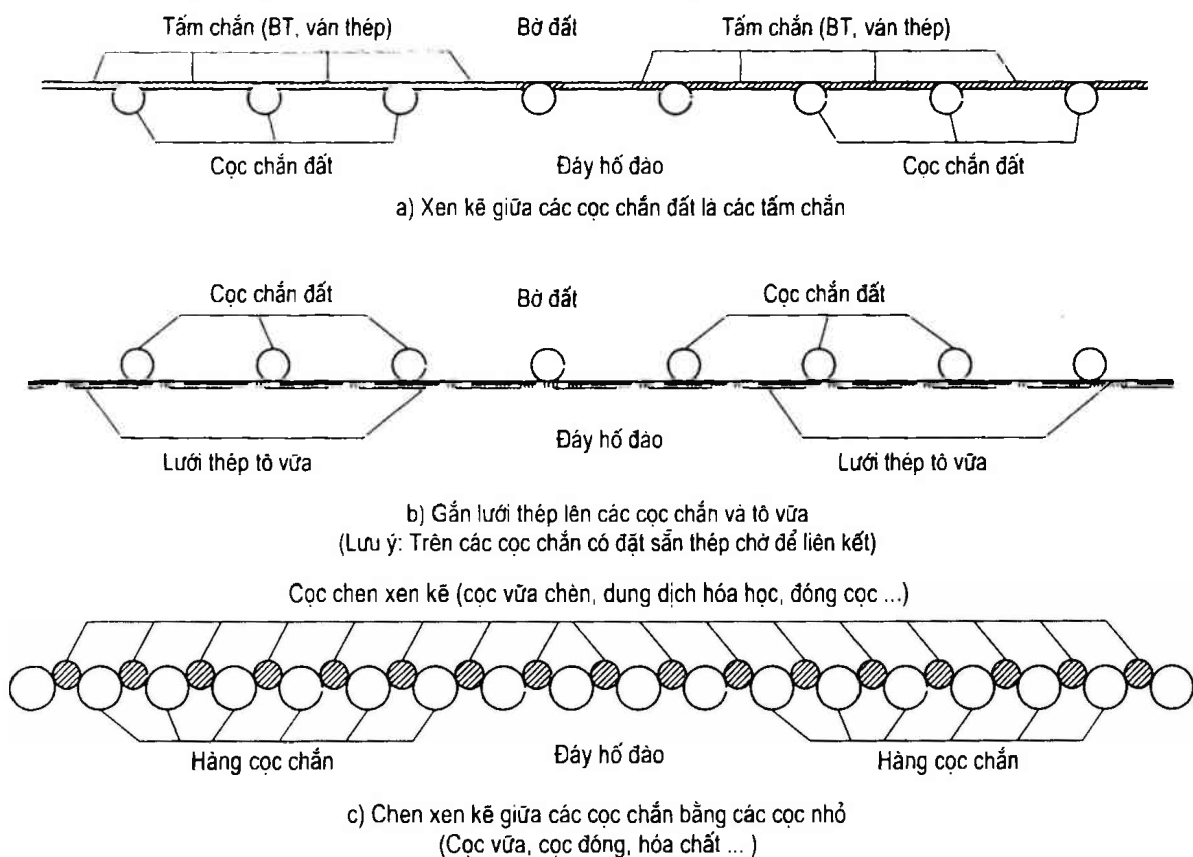
2. Chấn đất bằng cọc giếng và cọc nhồi

Người ta tiến hành thi công cọc giếng và cọc nhồi xung quanh diện tích đất cần đào.



Hình 92: Chấn đất mái thành hố đào bằng cọc nhồi (cọc giếng)

Cọc nhồi (cọc giếng) được áp dụng để gia cố chấn đất thành hố đào khi đào sâu > 5 m. Tùy chiều sâu hố móng và phụ thuộc vào đường kính cọc nhồi, đồng thời cần xem xét đến khả năng sụt lở của đất thành hố đào mà người ta sẽ bố trí các cọc nhồi (cọc giếng) sát nhau hoặc cách nhau 1 – 3 m. Khi các cọc cách nhau, giữa chúng người ta lắp thêm các tấm chắn (ván, kim loại, BTCT) hoặc người ta đặt các tấm lưới thép (gắn vào các sắt chờ có sẵn trên cọc nhồi) và trát vữa để tạo thành tấm chắn ở khoảng hở giữa các cọc nhồi và cọc giếng chấn đất.



Hình 93: Gia cố giữ thành hố đào bằng các cọc nhồi (cọc giếng)

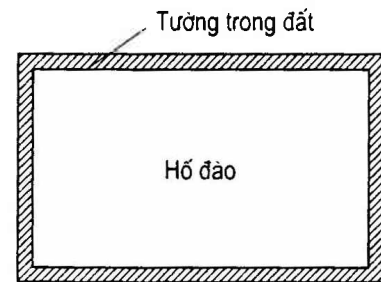
Tính toán chấn đất thành hố đào bằng cọc nhồi và cọc giếng được trình bày trong hai **Phụ lục 4 "Tính toán cọc bê tông nhồi chấn đất"** và **Phụ lục 5 "Chấn đất bằng cọc giếng bê tông"**.

Trong trường hợp các cọc chấn đất gần sát nhau, người ta có thể chen xen kẽ giữa chúng bằng các cọc đóng, cọc vữa hoặc dung dịch hoá chất ... nhằm giữ cho thành hố ổn định và không bị sụt lở trong suốt quá trình thi công.

3. Chấn đất bằng tường trong đất

Trước khi đào đất hố móng công trình, người ta tiến hành thi công tường trong đất xung quanh công trình.

Tường trong đất ngoài khả năng giữ cho thành đất khỏi sụt lở còn có khả năng chống thấm giữ cho hố đào được khô. Tùy theo yêu cầu của thiết kế mà tường trong đất có tham gia chịu lực của móng hay chỉ đơn thuần là tường chấn đất mà thôi.



Hình 94: Tường trong đất

Tường chấn đất thi công xong mới tiến hành đào đất.

Trình tự thực hiện và biện pháp thi công tường trong đất được trình bày trong chuyên mục: "Thi công tường trong đất".

4. Thi công ngược (Top-Down method)

Thi công ngược là một phương pháp hiện đại, xuất hiện trong vòng 20 năm trở lại đây. Tại Việt Nam, chủ yếu ở Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh có nhiều công trình đã được thi công theo phương pháp này.

a) Chu trình thực hiện

Trình tự thực hiện được thể hiện theo các hình vẽ bên cạnh, tóm tắt như sau:

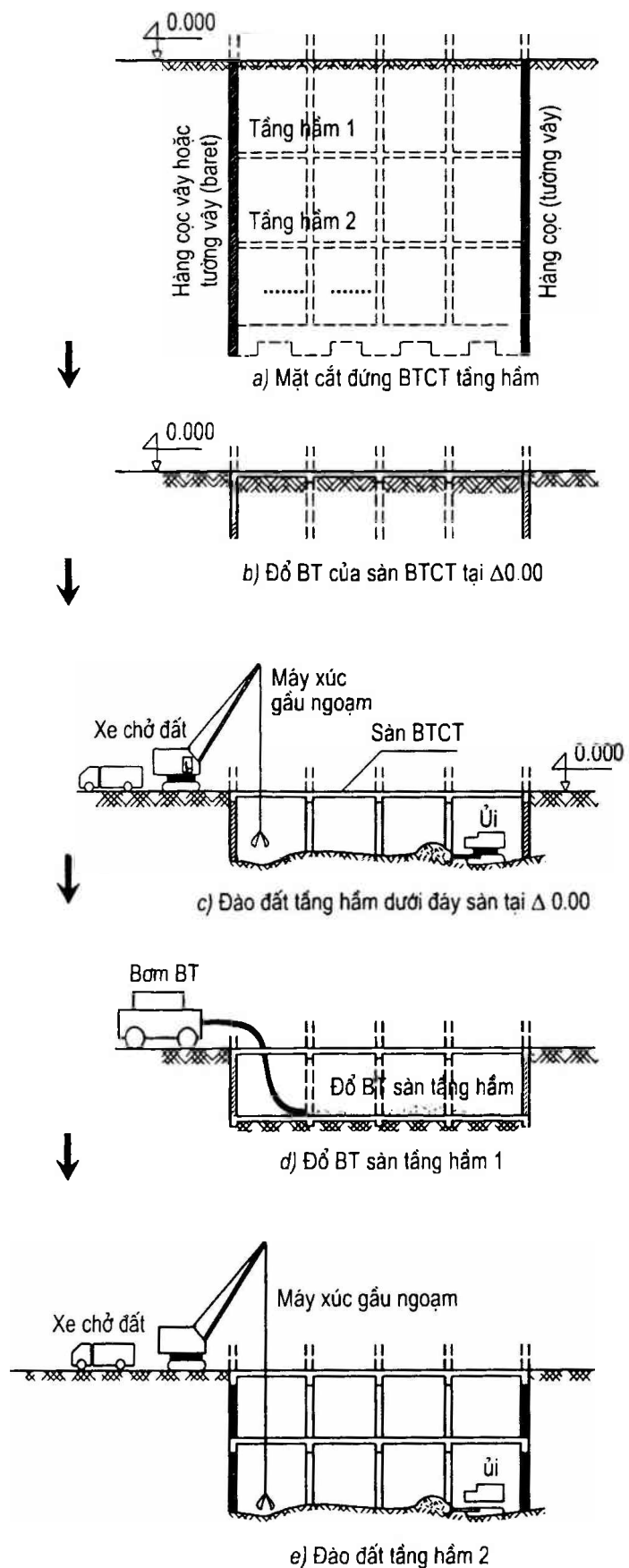
Sau khi hoàn thành công tác thi công cọc nhồi và tường vây xung quanh hố đào (tường vây có thể là cọc nhồi, có thể là tường trong đất hoặc cọc đặc tiền chế), người ta tiến hành thi công phần BTCT sàn tại cốt $\nabla 0.00$ (như hình 95b). Khi thi công người ta chừa lại một ô sàn (phần này sẽ đổ kín lại sau này). Thường thì ô sàn chừa lại sát mặt trước công trình - điều đó sẽ tạo nhiều thuận tiện cho việc vận chuyển đất đá, cốt pha, cốt thép và bê tông. Khi bê tông sàn tại $\nabla 0.00$ đạt cường độ, người ta tiến hành đào, vận chuyển đất bên dưới sàn $\nabla 0.00$ phần đất thuộc tầng hầm 1. Dùng máy xúc gầu ngoạm đứng ở nền $\nabla 0.00$ để lấy đất ở ô trống của sàn. Để có thể lấy đất dưới đáy sàn, người ta cần thả xuống một máy ủi, máy ủi có nhiệm vụ dồn đất về ô trống để máy xúc gầu ngoạm lấy đất lên.

Sau khi đào đất đến đáy sàn tầng hầm 1 (tức là trần của tầng hầm 2) ta sẽ ngưng việc đào đất để chuẩn bị thi công sàn BTCT của đáy tầng hầm 1 (BTCT trần của tầng hầm 2). Khi bê tông sàn đạt được cường độ thiết kế, người ta tiếp tục tiến hành đào đất của tầng hầm 3 kế tiếp. Chu trình thực hiện giống như trước.

b) Chống đỡ sàn BTCT

Do thi công ngược từ trên xuống nên việc đỡ cột ngay dưới đáy sàn chưa thể tiến hành ngay được. Để sàn vẫn ổn định, người ta chống đỡ sàn bằng các cột tạm. Đó là các sắt hình chữ H được đặt trước trong cọc nhồi trước đó. Nếu cột nằm đúng trên vị trí cọc nhồi thì khi thi công cọc nhồi này người ta đặt trước trong cọc nhồi một sắt hình H suốt chiều sâu từ $\nabla 0.00$ đến đáy móng công trình. Trong trường hợp vị trí cột không nằm đúng trên đầu cọc nhồi thì người ta sẽ đặt 4 sắt hình H vào trong 4 thân cọc nhồi quanh thân cột (các cọc nhồi này đỡ móng của cột). Tại vị trí đầu cột sắt H (cột tạm) phía dưới các đầu dầm của ô sàn, người ta hàn các chi tiết đỡ dầm ô sàn và liên kết với cốt thép dầm ô sàn, bảo đảm sau khi đào lấy đất dưới sàn BTCT thì cột vẫn đỡ được sàn một cách chắc chắn an toàn để có thể tiếp tục thi công các phần tiếp theo.

Khi đã hoàn tất việc đào đất, đổ bê tông cho các tầng sàn và móng thì người ta tiến hành thi công đổ



Hình 95: Trình tự thi công TOP-DOWN

bê tông cho các cột tầng hầm. Tại vị trí các sắt hình H làm cột tạm trùng với vị trí của cột BTCT thì người ta đặt cốt thép cột, lắp đặt cốp pha và đổ bê tông. Tại sàn BTCT trên đầu cột, chừa các lỗ $\phi = 150$ ở các góc ô sàn. Từ các lỗ chừa sẵn này ta tiến hành đổ bê tông chèn đầy các cột, đó là các cột bê tông có lõi là lõi sắt H. Tại các vị trí mà cột tạm, sắt H không trùng với vị trí của cột bê tông tầng hầm thì người ta cũng tiến hành đặt cốt thép, ghép cốp pha và đổ bê tông cho cột đúng vị trí thiết kế đã quy định. Sau khi cột bê tông đạt cường độ chịu lực, người ta sẽ cắt tháo các sắt hình H (các cột tạm xung quanh) và thu hồi lại. Việc đổ bê tông cho các cột cần lưu ý độ sụt, biện pháp bơm bê tông và phương pháp đầm chặt bê tông.

c) Công tác cốp pha - cốt thép - đổ bê tông cho các sàn tầng hầm

Khi đào đất đến cao độ đáy sàn, phải làm phẳng, đầm chặt bề mặt, tiến hành lắp đặt cốp pha ô sàn và cốp pha đầm ngay trên bề mặt đất đào. Lưu ý việc kết nối cốp pha, đảm bảo cốp pha phẳng thẳng và ổn định trong suốt quá trình.

Tiếp đến là việc lắp đặt cốt thép, hàn các chi tiết đỡ sàn đầm cũng như các chi tiết liên kết với đầu dầm lên các đầu cột tạm H ngay dưới các đầu dầm. Thi công BTCT các sàn tầng hầm, ngoài việc đổ bê tông có thể dùng máy bơm, còn lại việc lắp đặt cốp pha, cốt thép gần như phải làm bằng tay.

d) Đặt sắt chờ

Khi thi công tường vây tầng hầm (cọc nhồi hoặc tường trong đất) người ta đặt sẵn một số sắt chờ, tại các vị trí cao độ dầm sàn tầng hầm tiếp giáp với tường vây. Các sắt chờ đặt trong cọc nhồi hoặc tường trong đất của tường vây. Khi thi công sàn BTCT của tầng hầm, tại các vị trí tiếp giáp với tường vây, sắt của dầm sàn tầng hầm được liên kết với sắt chờ có sẵn trong tường vây. Các sắt chờ nên đặt đủ và chính xác.

e) Các công việc khác

- Trong trường hợp mặt trước công trình rộng hoặc mặt bên có sân bãi,... người ta có thể làm đường dốc để cho xe ủi và xe xúc nâng (Loader-dozer), xe chở đất xuống đào, chở đất trực tiếp và không nhất thiết phải chừa ô sàn trống để lấy đất lên bằng gầu ngoạm như đã trình bày ở trên.

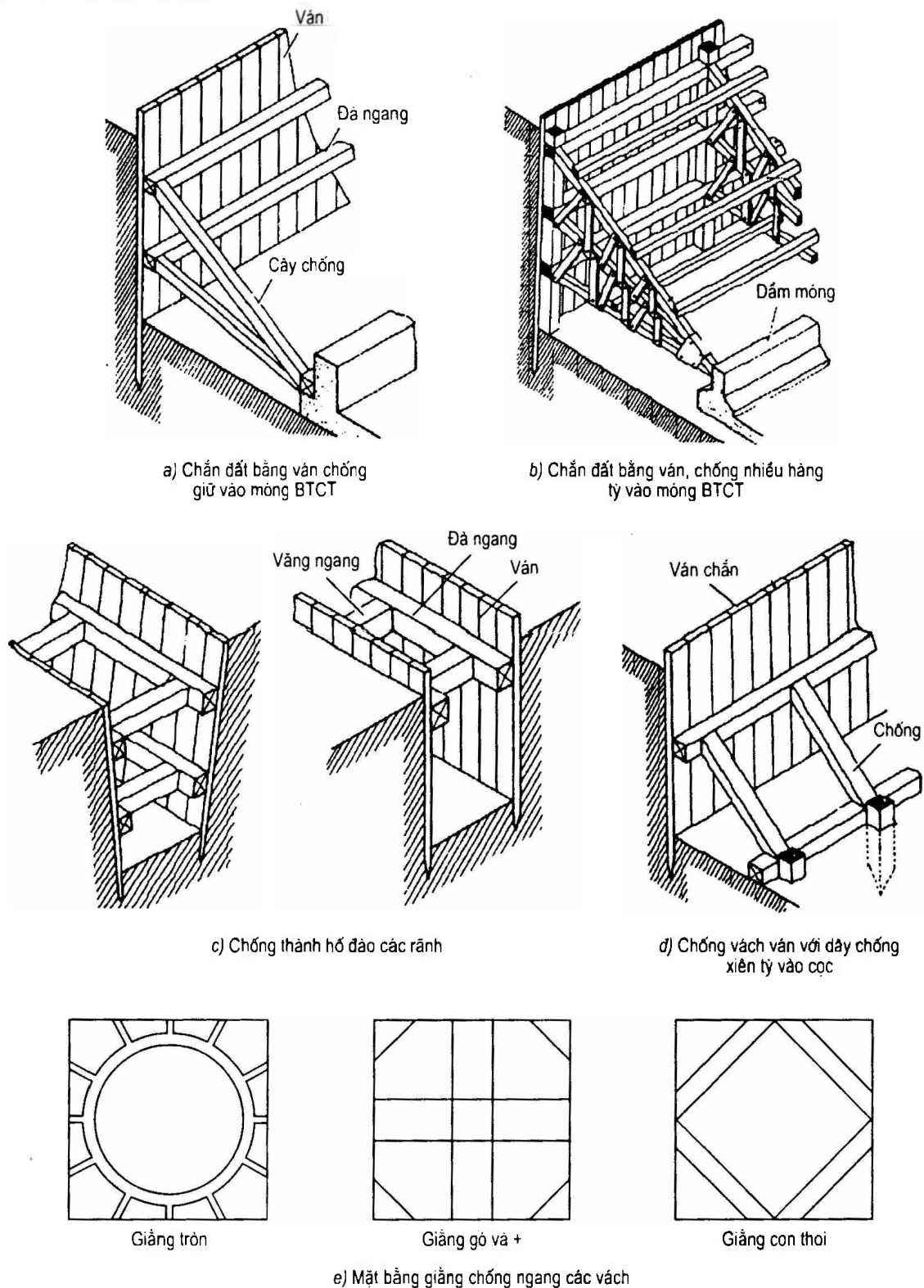
- Thi công tầng hầm theo phương pháp Top Down cần phải lưu ý giải quyết tốt về ánh sáng, thoát nước, thông gió,... bảo đảm an toàn lao động trong suốt quá trình thi công.

- Người ta có thể thi công tầng hầm theo phương pháp Top Down đồng thời vừa phát triển công trình theo chiều cao (tầng trệt $\rightarrow$ lầu 1 $\rightarrow$ lầu 2 $\rightarrow$...).

Thực ra phương pháp thi công ngược có ba trường hợp: Thi công ngược kín, thi công ngược hở và thi công nửa ngược. Thi công ngược kín là vừa thi công phần ngầm theo phương ngược vừa tiến hành thi công phần nổi. Thi công phần ngược hở với hố đào rộng, người ta đào ở giữa hố đến cao độ thiết kế, đổ sàn cột từ đáy đến $\nabla 0,00$. Phần chu vi sẽ được thi công ngược từ trên xuống - Trường hợp này gọi là thi công nửa ngược.

5. Chấn đất bằng các tấm

Chấn vách hố đào bằng các tấm (tấm ván, tấm kim loại, tấm vật liệu bện như phen tre, cành cây bện...) là một phương pháp được sử dụng nhiều ở nước ta. Dưới đây là một số hình minh họa:



Hình 97: Chấn đất thành hố đào bằng ván (a,b,c,d) và mặt bằng giằng chống ngang các vách (e)

Thường thì người ta vừa đào vừa chống vách (trường hợp đất quá yếu hoặc đang đào ở vị trí sâu so với mặt đất.) cũng có lúc, nếu nhận thấy đất có thể tạm ổn định trong một thời gian thì sau khi đào xong đến một độ sâu nhất định người ta mới tiến hành chắn đất bằng vách ván.

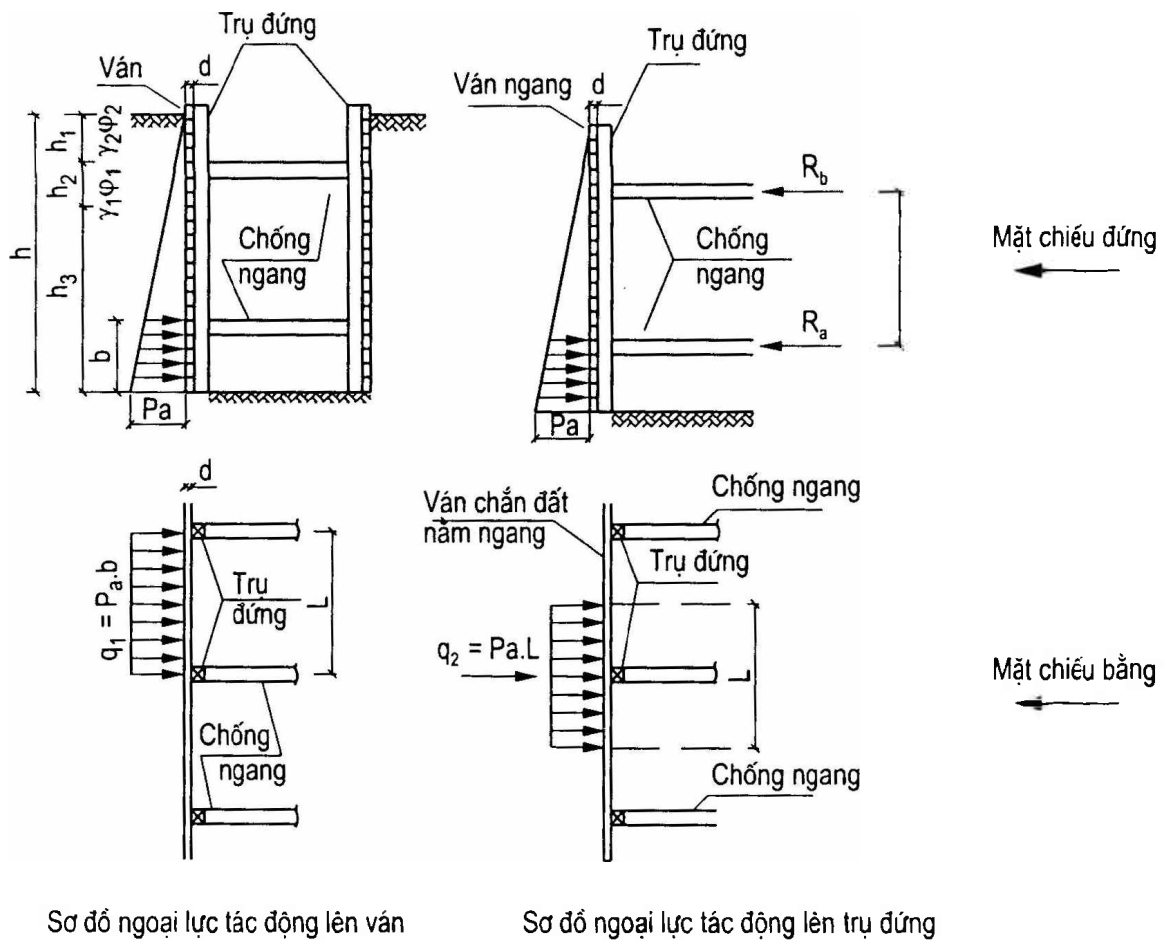
Khi đào hố móng có thành hố đào đứng hoặc khi đào các hào rãnh để lắp đặt các tuyến ống... người ta thường dùng các tấm phẳng (ván, tấm kim loại...) áp sát mặt đứng thành hố, thành mương... để chống giữ cho đất thành hố khỏi bị sụt lở. Các tấm chắn có thể đặt ngang (với các thanh liên kết là các trụ đứng) hoặc các tấm chắn có thể đặt đứng (với các thanh liên kết là các đà ngang). Người ta dùng cây chống vào các trụ đứng và đà ngang để giữ cho thành hố đào (mương đào) được ổn định.

Sau đây ta sẽ xét 2 trường hợp:

Ván chắn đất đặt nằm ngang.

Ván chắn đất đặt đứng.

a) Chống giữ thành hố đào bằng các tấm ván nằm ngang



Sơ đồ ngoại lực tác động lên ván

Sơ đồ ngoại lực tác động lên trụ đứng

Hình 98: Chống vách hố đào bằng ván nằm ngang

Trong sơ đồ trên là áp lực đất tác dụng lên ván ngang và các trụ đứng. Nếu ta bỏ qua lực ma sát của đất và tường chắn không tính (thiên về an toàn) thì cường độ áp lực đất với độ sâu hố đào h sẽ là:

$$P_a = \gamma \cdot h \cdot \tan^2(45 - \frac{\varphi}{2}) \text{ (KN/m}^2\text{)} \quad (78)$$

$$\gamma = \frac{\gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2 + \gamma_3 \cdot h_3}{h_1 + h_2 + h_3} \text{ (KN/m}^3\text{)} \quad (79)$$

Trong đó:

h - chiều sâu hố đào (m);

$$\varphi - \text{góc ma sát của đất } \varphi = \frac{\varphi_1 \cdot h_1 + \varphi_2 \cdot h_2 + \varphi_3 \cdot h_3}{h_1 + h_2 + h_3} \quad (80)$$

a) Tính toán tường chắn

Tính toán chiều dày ván khi chịu lực tối đa, ván ở độ sâu h , có chiều rộng b . Áp lực chủ động tác dụng lên ván sẽ là:

$$q_1 = P_a \cdot b \quad (81)$$

Nếu xem ván chịu lực như một dầm đơn giản thì:

$$M_{\max} = \frac{q_1 \cdot L^2}{8} = \frac{P_a \cdot b \cdot L^2}{8} \quad (82)$$

Mômen mặt cắt W :

$$W = \frac{M_{\max}}{f_m} \quad (83)$$

Trong đó: f_m là cường độ kháng uốn cho phép của gỗ (N/mm^2)

Chiều dày ván yêu cầu d sẽ là:

$$D = \sqrt{\frac{6W}{b}} \quad (84)$$

b) Tính toán trụ đứng

Trụ đứng là dầm liên tục chịu lực tam giác nhưng ta xem như chiều dầm đơn giản để tính toán và tìm khoảng cách l_1 thích hợp. Trong hình vẽ trên, trụ đứng gối lên 2 điểm, khoảng cách 2 gối là l_1 . Các trụ đứng cách nhau L . Tại gối đỡ dưới, áp lực đất chủ động $q_2 = P_a \cdot L$ (kN/m^2). P_a là áp lực đất chủ động của đất tại chân trụ đứng (kN/m^2).

Khi trụ đứng chịu tác dụng của lực tam giác, phản lực tại gối dưới của trụ đứng là:

$$R_a = \frac{q_2 \cdot l_1}{3} \quad (85)$$

Và phản lực tại gối trên của trụ đứng là:

$$R_b = \frac{q_2 \cdot l_1}{6} \quad (86)$$

Vì vậy mômen cực đại tại mặt cắt cách gối trên trụ đứng khoảng x ($x = 0,5 \sim 8 \cdot l_1$) sẽ là:

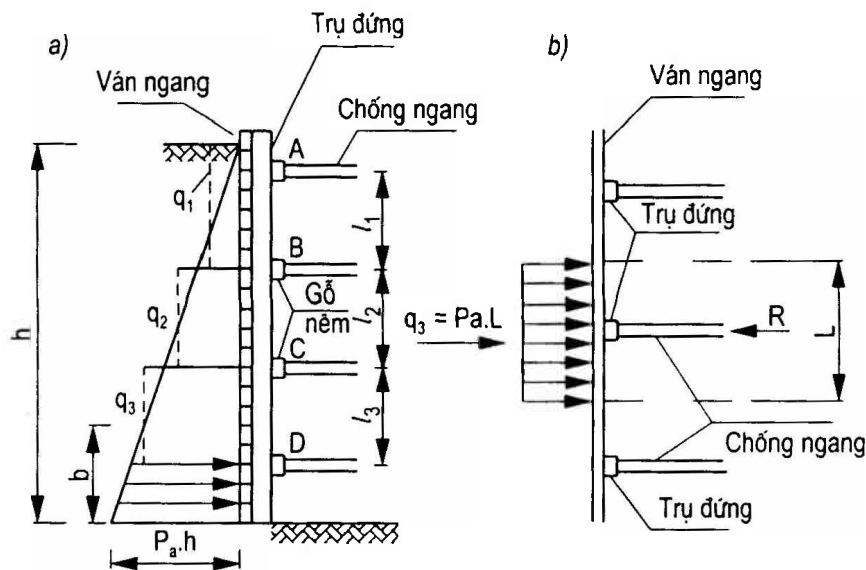
$$M_{\max} = 0,0642 \cdot q_2 \cdot l_1^2$$

Ứng suất cực đại là:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} \leq f_m \quad (87)$$

Trong trường hợp vách ván có nhiều hàng chống ngang như hình bên.

Để đơn giản tính toán khoảng cách hình thang giữa các khoảng chống ngang trên trụ đứng ta chuyển sang các tải trọng đều q_1, q_2, q_3 (lấy giá trị bình quân).



Hình 99: Tính toán trụ đứng khi có nhiều tầng chống ngang

Ta tính giá trị mômen cực đại:

$$M_{\max} = \frac{q_2 \cdot l_3^2}{8} \quad (88)$$

Có $M_{\max}$, từ đó ta sẽ tính ra tiết diện thích hợp của trụ đứng. Phản lực tại đầu cây chống ngang (hình 99b) bằng tổng hợp của tải trọng hai nửa nhịp:

$$R = \frac{q_3 l_3 + q_2 l_2}{2} \quad (89)$$

Trường hợp tại A và D không có chống ngang thì phải tính đầu trên và đầu dưới của trụ đứng như dạng công xôn.

c) Tính chống ngang

Thanh chống ngang là thanh chịu nén. Ta dùng công thức tìm tiết diện mặt cắt ngang của thanh chống ngang:

$$A_0 = \frac{R}{\varphi \cdot f_c} \quad (90)$$

Trong đó:

A_0 - tiết diện thanh chống ngang (mm^2);

R - phản lực tại đầu thanh chống (N);

f_c - cường độ kháng nén và chịu nén dọc thớ của gỗ (N/mm^2);

φ - hệ số ổn định chính tâm của thanh chống ngang.

Sau đây là cường độ kháng nén của 1 số gỗ:

Gỗ bách: f_c : 15 – 16 N/mm^2

Cây linh sam (fir) f_c : 12 – 13 N/mm^2

Cây thông f_c : 10 – 12 N/mm^2

Gỗ sồi f_c : 18 N/mm^2

...v...v...

Hệ số ổn định φ được tính theo công thức:

Với $\lambda \leq 75$ thì:

$$\varphi = \frac{1}{1 + \left(\frac{\lambda^2}{80}\right)^2} \quad (91)$$

Công thức này dùng cho thanh chống ngang là gỗ có $f_c \geq 12 \text{ N/mm}^2$

Với $\lambda \geq 75$ thì:

$$\varphi = \frac{3000}{\lambda^2}$$

Công thức này dùng cho thanh chống ngang là gỗ có $f_c < 15 \text{ N/mm}^2$

Khi $\lambda \geq 91$ thì

$$\frac{2800}{\lambda^2}$$

Đối với các thanh chống, yêu cầu $[\lambda] < 200$

Ví dụ tính toán 15:

Hãy tính chọn các chi tiết cấu tạo vách ván chắn đất khi đào hào sau: Đào hào đặt ống sâu 2 m. Lớp 1m phía trên là đất đắp có $\gamma_1 = 17 \text{ kN/m}^3$. Góc ma sát trong $\varphi_1 = 22^\circ$. Lớp 1 m dưới còn lại là sét vàng $\gamma_2 = 18,4 \text{ kN/m}^3$. Góc ma sát trong $\varphi_2 = 23^\circ$. Ván tường chống vách là ván nằm ngang liên tục. Gỗ ván vách thành có các chỉ số:

Cường độ kháng uốn $f_m = 10 \text{ kN/mm}^2$

Cường độ kháng nén $f_c = 10 \text{ kN/mm}^2$

Bài giải:

Dung trọng đất bình quân: $\gamma = \frac{17,1+18,4.1}{2} = 17,7 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

Góc ma sát trong bình quân: $\varphi = \frac{22^\circ.1+23^\circ.1}{2} = 22^\circ 30'$

Áp lực đất bình quân tại vị trí sâu 2 m là

$$P_a = \gamma \cdot h \cdot \text{tg}^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2}) = 17,7 \cdot 2 \cdot \text{tg}^2(45^\circ - \frac{22^\circ 30'}{2}) = 15,8 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Ván chắn đất dùng loại $75 \times 200 \text{ mm}$. Tại độ sâu 2m, áp lực đất tác dụng lên ván là q_1 :

$$q_1 = P_a \cdot b = 15,8 \cdot 0,2 = 3,16 \text{ kN/mm}$$

Mômen mặt cắt ván W: $W = \frac{20.7,5^2}{6} = 187,5 \text{ cm}^3$

Với cường độ kháng uốn $f_m = 10 \text{ kN/mm}^2$ thì mômen cho phép cực đại là:

$$M_{\max} = 187,5 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 1875 \text{ N.m}$$

Khoảng cách giữa các trụ chống (tính theo công thức $\frac{q_1 \cdot L^2}{8}$) sẽ là:

$$L = \sqrt{\frac{8 \cdot M_{\max}}{q_1}} = \sqrt{\frac{8 \cdot 1875}{3,16 \cdot 10^3}} = 2,18 \Rightarrow \text{lấy tròn } L = 2 \text{ m}$$

Tải trọng áp lực đất chủ động tác dụng tại chân trụ đứng là:

$$q_2 = P_a \cdot L = 15,8 \cdot 2 = 31,6 \text{ kN/m}$$

Chọn gỗ trụ đứng $15 \times 15 \text{ cm}$ có $W = \frac{15^3}{6} = 562,5 \text{ cm}^3$

Với giá trị cường độ kháng uốn $f_m = 10 \text{ N/mm}^2$ thì mômen chịu uốn cho phép cực đại của trụ đứng là:

$$M_{\max} = 562,5 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 5625 \text{ N.m}$$

Do vậy, khoảng cách giữa các cây chống ngang l_1 sẽ là:

$$l_1 = \sqrt{\frac{M_{\max}}{0,0642 \cdot q_2}} = \sqrt{\frac{5625}{0,0642 \cdot 31,6 \cdot 10^3}} = 1,67 \text{ m}$$

Bảo đảm an toàn, ta lấy:

$$l_1 = 1,5 \text{ m}$$

Cho đầu trên chịu công xôn 0,3 m và đầu dưới chịu công xôn 0,2 m.

Cây trụ đứng chịu tác dụng của lực tam giác, phản lực ở thanh chống ngang dưới

là:

$$R_a = \frac{q_2 \cdot l_1}{3} = \frac{31,6 \cdot 1,5}{3} = 15,8 \text{ kN}$$

Phản lực ở thanh chống ngang trên là:

$$R_a = \frac{q_2 \cdot l_1}{6} = \frac{31,6 \cdot 1,5}{6} = 7,5 \text{ kN}$$

Với thanh chống chịu nén có cường độ gỗ chịu nén $f_c = 10 \text{ kN/mm}^2$ và gỗ chống ngang có $l = l_0 = 2,5 \text{ m}$, mặt cắt gỗ chống ngang là $10 \times 10 \text{ cm}$ thì độ mảnh λ sẽ là:

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{2,5}{0,29 \cdot 0,10} = 86,2 < 91$$

cho nên:

$$\varphi = \frac{1}{1 + \left(\frac{\lambda^2}{65}\right)^2} = \frac{1}{1 + \left(\frac{86,2^2}{65}\right)^2} = 0,36$$

Lực chịu nén của thanh ngang:

$$N = \varphi \cdot A_n \cdot f_c = 0,36 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 10 = 36000 \text{ N} = 36 \text{ kN} > 15 \text{ kN}$$

Do $36 \text{ kN} > 15,8 \text{ kN}$ như vậy đảm bảo an toàn cho thanh chống ngang.

b) Tính toán vách chắn đất có ván chắn đặt theo chiều đứng

Vách đứng có hai trường hợp: cây chống ngang cách đều nhau (đẳng cự) và cây chống ngang không đều nhau (không đẳng cự).

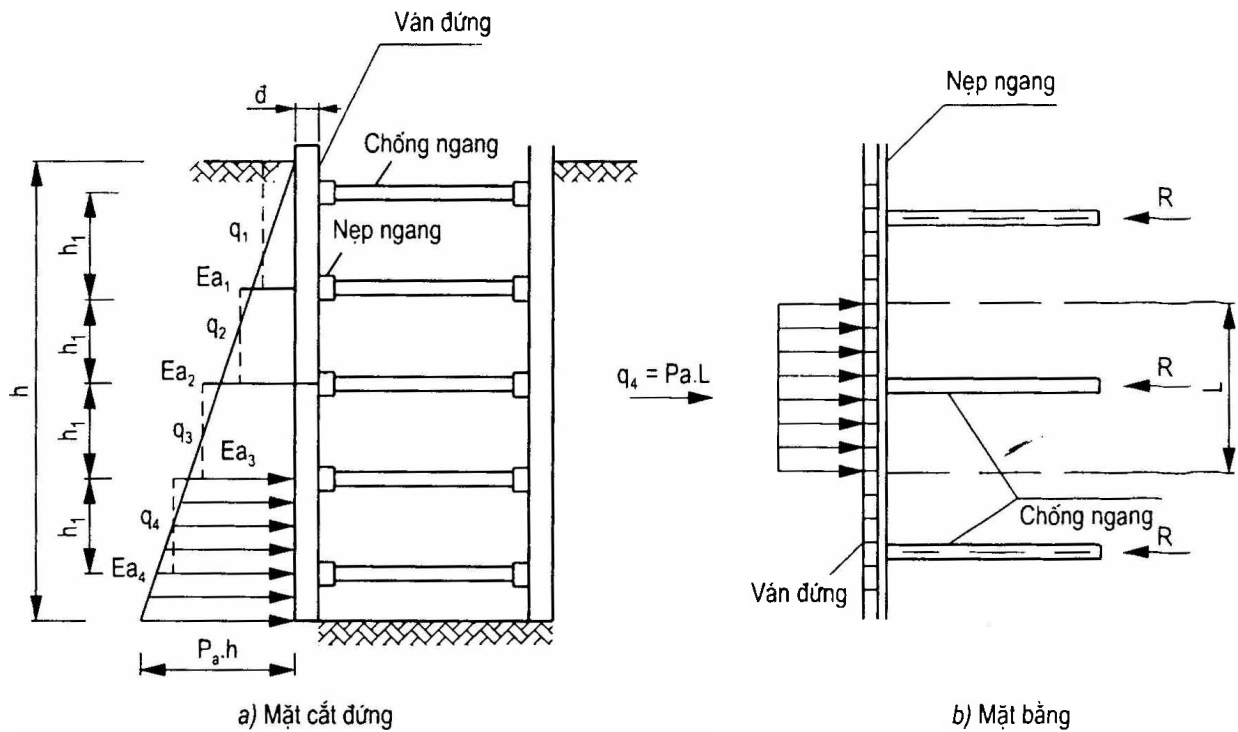
- **Vách chắn đứng có chống ngang đẳng cự** (khoảng cách cây chống đều nhau).

Trong hình dưới, khoảng cách các cây chống ngang bằng nhau từ trên xuống dưới (h_1).

Khi tính toán, ta tính cho khoảng cách cuối cùng - nơi chịu lực lớn nhất. Lực tác dụng lên từng bước ván (h_1) là lực hình thang, để đơn giản hơn, ta chuyển sang giá trị phân bố đều. Tính mômen cực đại là:

$$M_{\max} = \frac{q_4 \cdot h_1^2}{8} \quad (92)$$

Dựa vào kết quả tính $M_{\max}$ để chọn ván đứng thích hợp. Cách tính nẹp ngang và cây chống ngang (theo sơ đồ (b)) cũng giống như những phần trước đã trình bày.



Hình 100: Vách ván đứng liên tục có chống ngang đều nhau

- Ván chắn đứng có chống ngang không đẳng cự

Khi bố trí các chống ngang không đều nhau theo chiều đứng (khoảng cách chống ngang theo chiều đứng không đẳng cự nhưng ván chắn đứng có mômen đẳng trị - đẳng mômen). Khoảng cách cây chống ngang càng xuống sâu càng dày, mục đích nhằm cho mômen chịu lực của ván giữa các khoảng chống ngang đều như nhau.

Chiều dày của ván chắn đứng có thể được tính theo cách đơn giản sau:

Giả thiết áp lực đất E_a phân bố đều trên chiều cao h_1 . Giả thiết ván gồi dạng theo dầm đơn giản, mômen xảy ra tại đoạn ván h_1 là:

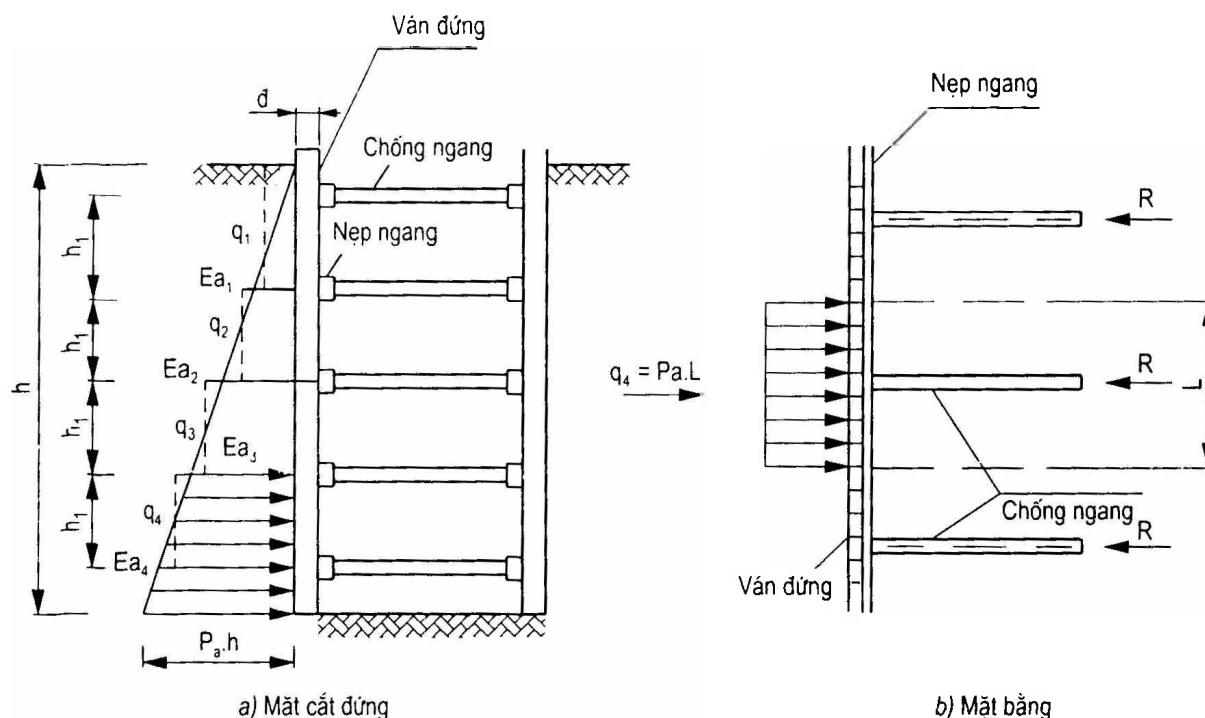
$$M_1 = \frac{E_{a1} \cdot h_1}{8} = \frac{d^2}{6} \cdot f_m \quad (93)$$

Với
$$E_{a1} = \frac{1}{2} \gamma \cdot h_1^2 \cdot \text{tg}^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right) \quad (94)$$

Thay vào công thức trên ta được:

$$M_1 = \frac{1}{16} \gamma \cdot h_1^3 \cdot \text{tg}^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right) = \frac{d^2}{6} \cdot f_m \quad (95)$$

$$h_1^3 = \frac{2,67 \cdot d^2 \cdot f_m}{\gamma \cdot \text{tg}^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)} \quad (96)$$



Hình 101: Vách ván đứng có khoảng cách chống ngang trên cùng mặt cắt đứng không đẳng cự li ($h_1 > h_2 > h_3 > h_4$)

Trong các công thức trên:

d - chiều dày ván;

f_m - cường độ chống uốn của gỗ;

γ - dung trọng của đất ($\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$);

φ - góc ma sát trong của đất.

Thay giá trị f_m và γ vào công thức h_1 ở trên ta có:

$$h_1 = 0,53 \sqrt[3]{\frac{d^2}{\gamma^2(45 - \frac{\varphi}{2})}} \quad (\text{m}) \quad (97)$$

Để tính khoảng cách giữa các cây chống ngang, theo nguyên tắc đẳng mômen ta có:

$$\frac{E_{a1} \cdot h_1}{8} = \frac{E_{a2} \cdot h_2}{8} = \frac{E_{a3} \cdot h_3}{8} = \frac{E_{a4} \cdot h_4}{8} = \dots = \frac{E_{an} \cdot h_n}{8} \quad (98)$$

Thay $E_{a1} E_{a2} E_{a3} \dots E_{an}$ vào biểu thức trên ta được:

$$\begin{aligned} h_1 \cdot h_1^2 &= h_2 [(h_1 + h_2)^2 - h_1^2] = h_3 [(h_1 + h_2 + h_3)^2 - (h_1 + h_2)^2] = \dots = \\ &= h_n \left[\left(\sum_1^n h \right)^2 - \left(\sum_1^{n-1} h \right)^2 \right] \end{aligned} \quad (99)$$

Giải ra ta được: $h_2 = 0,62.h_1$

$$h_3 = 0,52.h_1$$

$$h_4 = 0,46.h_1$$

$$h_5 = 0,42.h_1$$

$$h_6 = 0,39.h_1$$

Nếu ta đã biết chiều dày ván, dùng công thức trên để tìm khoảng cách của các chống ngang. Chiều dày ván chấn thường dùng là 5-8 cm. Quy cách cây chống ngang phụ thuộc vào áp lực đất lớn hay nhỏ và chiều rộng hố đào (chiều dài cây chống ngang) lớn hay bé. Gỗ chống ngang thường dùng là:

Gỗ vuông: $100 \times 100 \div 160 \times 160$

Gỗ tròn: $\Phi 80 \div \Phi 150$

Ví dụ tính toán 16:

Hào đào sâu 5m, dung trọng đất 18 kN/m^3 , góc ma sát trong $\varphi = 30^\circ$. Ván chấn đất dày 5 cm. Thử tìm khoảng cách cây chống ngang.

Bài giải:

Rãnh đào sâu 5 m ta bố trí 4 hàng chống ngang theo chiều đứng, thay vào công thức tính h ta có:

$$h_1 = 0,53 \sqrt[3]{\frac{5^2}{\text{tg}^2(45 - \frac{30}{2})}} = 2,24$$

$$h_2 = 0,62.h_1 = 0,62. 2,24 = 1,39 \text{ m}$$

$$h_3 = 0,52.h_1 = 0,52. 2,24 = 1,16 \text{ m}$$

4. Chấn đất hố đào bằng tường xây

Chấn đất thành hố đào hoặc mái khối đắp bằng tường xây được thực hiện sau khi đào hoặc sau khi đắp.

Tính toán tường chấn được trình bày trong **Phụ lục 7: "Tính tường chấn đất"**.

Chương 6

THOÁT NƯỚC THI CÔNG

Trong quá trình đào đất hố móng, đào kênh mương, ao hồ, đào rãnh đặt các tuyến ống truyền cáp... ngoài việc đào lấy đất, gia cố xử lý thành hố đào người ta phải có giải pháp thoát nước tốt hoặc ngăn không cho nước ngấm vào hố đào. Nước chảy vào hố đào hoặc thấm ngấm vào hố đào là nước mặt hoặc nước ngầm. Nước chảy vào hoặc thấm ngấm vào trong hố đào không chỉ gây khó khăn cho việc đào đất và thi công các công việc khác (đổ bê tông, xây trát, lấp đặt,...) mà nó còn dễ tạo ra các nguy cơ sụt lở đất và làm giảm khả năng chịu lực của đất nền.

Do vậy, để đảm bảo an toàn cho quá trình thi công suôn sẻ cũng như đảm bảo chất lượng công trình... chúng ta phải giữ cho hố đào, rãnh đào luôn luôn được khô ráo, phải thoát nước kịp thời và nhanh (nước mưa, nước nơi khác chảy vào hố đào) hoặc ngăn chặn không cho nước chảy vào hố đào (làm đê chặn, rãnh chặn xung quanh hố đào, thoát ngầm bằng hệ giếng kim quanh hố đào, rãnh đào).

Chặn nước bằng các rãnh chặn đê, chặn trên bờ mái hố đào hoặc dùng các rãnh thu ở chân mái hố đào về một hố thu tập trung rồi bơm thoát ra ngoài... chúng ta gọi là phương pháp thoát nước hở.

Ngăn chặn không cho nước ngầm thấm vào hố móng bằng hệ thống giếng kim cắm bao quanh vành ngoài bờ mái hố đào để hút nước ngầm làm hạ mực nước ngầm (thấp hơn đáy hố đào)... ta gọi là thoát nước kín.

Phương pháp thoát nước hở được áp dụng khi chiều sâu hạ thoát nước nhỏ, đồng thời quanh chân mái thành hố đào, rãnh đào không có hiện tượng lưu sa. Trong trường hợp chiều sâu hạ mức nước thấm (nước ngầm trong đất) lớn hoặc đất quanh thành hố đào là loại đất bùn nhão yếu, hoặc có hiện tượng lưu sa... thì chúng ta phải sử dụng phương pháp thoát nước kín (giếng kim lọc).

Việc thoát nước hở hay thoát nước kín được thực hiện liên tục cho đến khi thi công xong phần móng, cho đến khi đã lấp đặt xong các cấu kiện trong rãnh hố đào (đối với công trình có kết cấu móng hộp, trước khi ngưng bơm thoát nước cần lưu ý đến các điều kiện thỏa mãn bảo đảm móng không bị đẩy nổi).

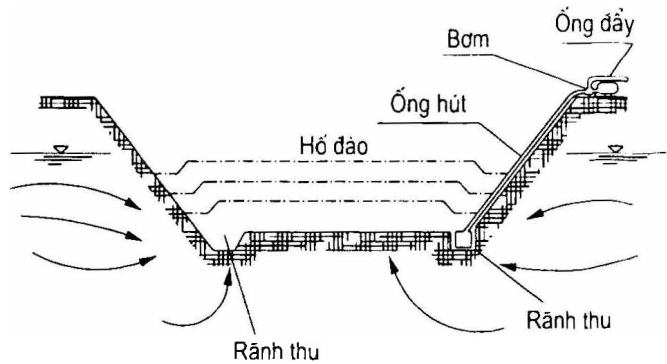
6.1. THOÁT NƯỚC HỖ (SURFACE DRAINAGE)

Thoát nước hở hay còn gọi là thoát nước bề mặt là phương pháp thoát nước được sử dụng nhiều.

Khi đào hố người ta tạo các rãnh ở chân mái hố đào và thu về một hố (tuỳ hố đào lớn hay nhỏ mà có một hố thu hay nhiều hố thu) rồi dùng bơm hút nước đưa ra ngoài hố đào, rãnh đào. Đối với nước trên mặt đất tràn vào người ta sẽ làm các đê chặn hoặc rãnh chặn để ngăn lại và chuyển chúng theo hướng khác.

1. Phương pháp dùng hố thu và rãnh thu để thoát nước

Xung quanh chân mái thành hố đào người ta làm các rãnh thu nước để tập trung về hố thu. Trên chiều dài khoảng 20 - 30m nên đặt một hố thu. Tại hố thu bố trí một máy bơm để hút nước và đưa ra ngoài hố đào.



Hình 102: Thoát nước hố bằng rãnh thu và hố thu

Rãnh thu nên thấp hơn đáy hố đào khoảng 30 - 50cm. Độ dốc đáy rãnh thu 0,2 - 0,3%. Hố thu nước là vị trí sẽ đặt ống hút của máy bơm thoát nên kích thước và chiều sâu phải lớn hơn rãnh thu.

Chiều rộng hố thu: 0,6 - 0,8m

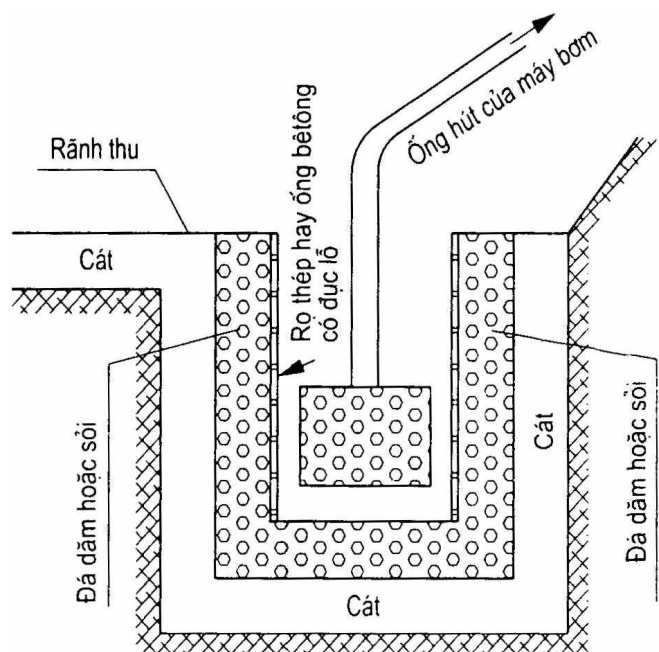
Chiều dài hố thu: 0,6 - 0,8m

Chiều sâu hố thu: 0,6 - 0,8m

Kích thước cấu tạo rãnh thu nói chung phụ thuộc vào diện tích đáy hố đào và khả năng thấm của đất tại khu vực hố đào.

Bảng kế tiếp dưới đây sẽ giới thiệu kích thước rãnh hố đào cho một số trường hợp.

Trong trường hợp đất yếu và hay bị sụt lở, rãnh thu sau khi đào xong có thể lấp lại bằng cát và tại hố thu nên làm các vách liếp chắn đứng để chống sụt lở cho thành hố thu nước. Trong trường hợp tránh không cho cát hoặc đất hút vào máy bơm, người ta phải làm hệ

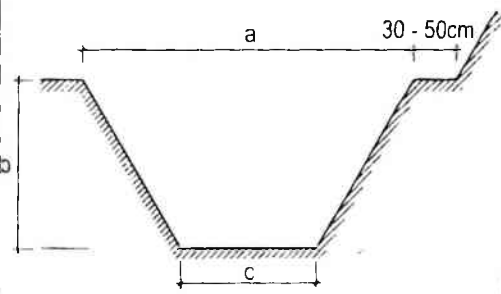


Hình 103: Cấu tạo rãnh thu nước có hệ thống lọc

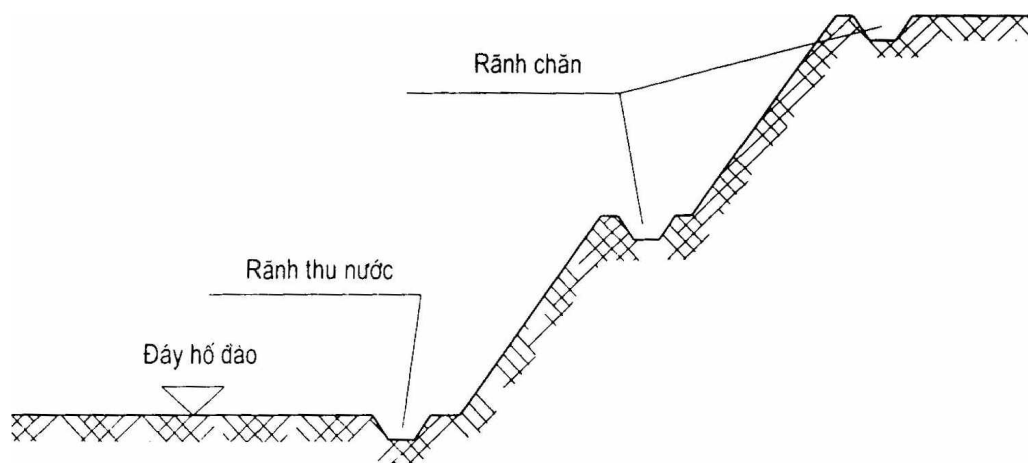
thống lọc tại hố thu để bảo đảm cho bơm không bị tắc nghẹt khi bơm. Cấu tạo của hố thu có hệ thống lọc được mô tả trong hình vẽ bên cạnh. Lớp cát có tác dụng giữ không cho đất bị cuốn theo nước và không bị lở sụt. Lớp đá dăm hoặc sỏi có tác dụng giữ cho cát không bị hút vào ống hút của máy bơm.

Nếu hố đào ở vùng đất có hệ số thấm lớn, nước thoát của ống đẩy phải đưa ra xa, không nên xả ngay cạnh hố đào để tránh trường hợp nước ngấm lại vào trong hố đào.

Bảng 23. Cấu tạo mặt cắt rãnh thu nước

Mặt cắt rãnh đào	Diện tích hố đào	Ký hiệu kích thước	Chiều sâu mực nước ngầm					
			Đất sét bùn			Đất sét		
			4	4 ÷ 8	8 ÷ 12	4	4 ÷ 8	8 ÷ 12
	≤ 5000	a	0,5	0,7	0,9	0,4	0,5	0,6
		b	0,5	0,7	0,9	0,4	0,5	0,6
		c	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3
	5000 ÷ 10000	a	0,8	1,0	1,2	0,5	0,7	0,9
		b	0,8	1,0	1,2	0,5	0,7	0,9
		c	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
	> 10000	a	1,0	2,0	1,5	0,6	0,8	1,0
		b	1,0	1,5	1,5	0,6	0,8	1,0
		c	0,4	0,4	0,5	0,3	0,3	0,4

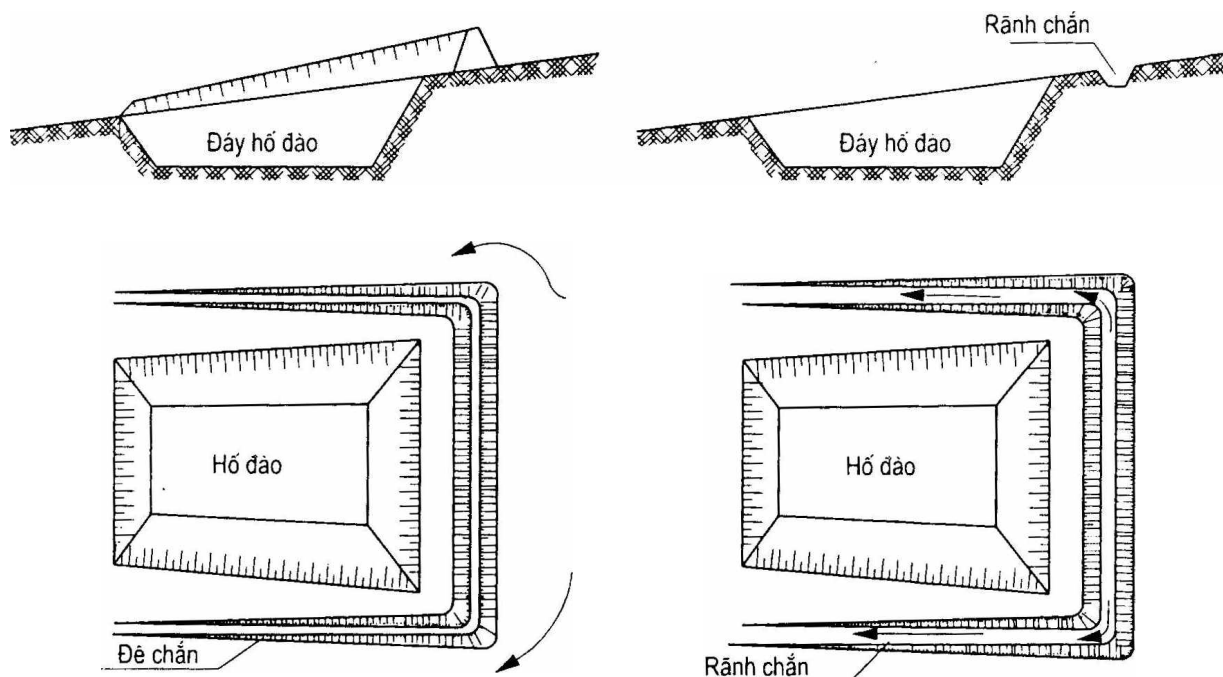
Khi hố đào tương đối sâu, mực nước ngầm trong đất lại cao, khả năng thấm của các rãnh đất tương đối mạnh,... người ta thường làm hai đến ba cấp rãnh chặn nước trên mái nghiêng để tránh hiện tượng nước rò rỉ chảy trên mặt mái thành hố đào bảo đảm mái được ổn định không bị sụt lở.



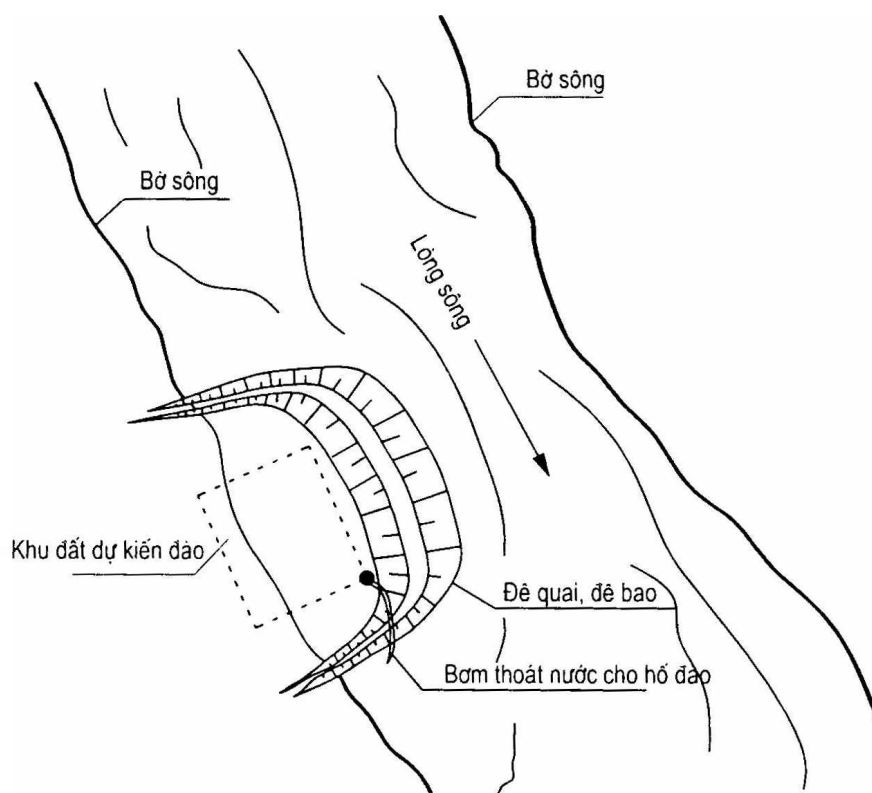
Hình 104: Các rãnh chặn trên cơ mái

2. Chặn nước tràn vào hố đào

- Đối với các hố đào ở sườn đồi hoặc bờ sông, ngoài việc làm các rãnh thu, hố thu trong hố đào, người ta còn phải có biện pháp chặn nước chảy vào hố đào.
- Đối với hố đào ở sườn đồi, ta có thể làm đê chặn hoặc rãnh chặn như hình dưới đây.



Hình 105: Đê chặn (a) và rãnh chặn (b) khi đào ở sườn đồi



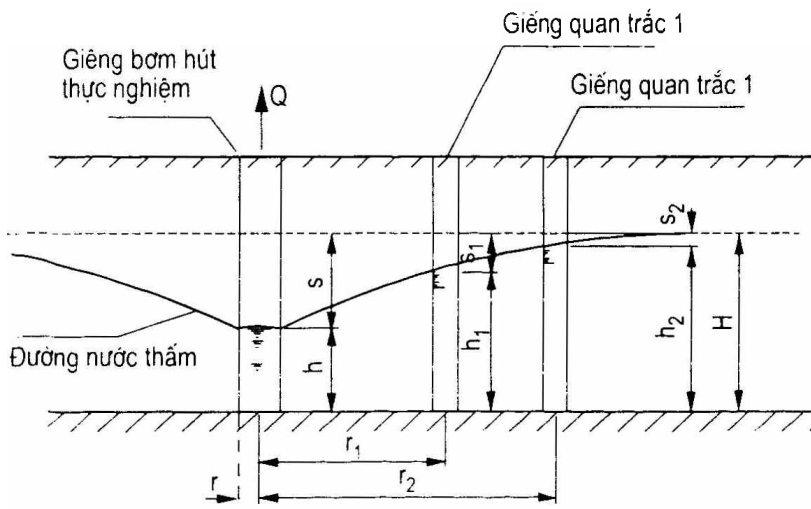
Hình 106: Cấu tạo đê bao khi đào đất ở bờ sông

- Trong trường hợp hố đào được thực hiện ở bờ sông (thị công nhà máy thủy điện, nhà thủy tạ, trạm cấp nước thô,...) để ngăn không cho nước tràn hoặc ngấm vào hố đào thì người ta phải tiến hành đắp đê bao (còn gọi là đê quai-đê quai xanh) rồi mới tiến hành việc đào đất.

3. Tính toán lượng nước chảy vào hố đào

a) Tính toán hệ số thấm của đất

Hệ số thấm k của đất là một thông số dùng để tính toán lượng nước thấm vào hố đào. Nói chung người ta xác định được chúng nhờ vào bơm hút thực nghiệm tại hiện trường.



Nhờ vào quan trắc theo dõi thay đổi mức nước xung quanh thành giếng quan trắc cạnh giếng bơm hút thực nghiệm.

Theo yêu cầu thực tế mà ta có thể tạo một giếng quan trắc hoặc hai hay ba giếng quan trắc như hình vẽ bên cạnh.

Hình 107: Giải đồ tính toán hệ số thấm k

Người ta dùng máy bơm hút với tốc độ không đổi và quan sát thấy mức nước trong các giếng quan trắc ổn định (không thay đổi cao độ mực nước) lúc này lưu lượng nước thấm vào giếng bơm hút thực nghiệm cân bằng với lưu lượng nước được hút ra. Lưu lượng nước thấm vào giếng hút và lưu lượng nước được bơm hút ra là Q . Căn cứ vào lượng Q ta tính được hệ số thấm k .

Khi chỉ có một giếng quan trắc thì:

$$k = 0,73Q \frac{\lg r_1 - \lg r}{h_1^2 - h^2} = 0,73Q \frac{\lg r_1 - \lg r}{(2H - S - S_1)(S - S_1)} \quad (100)$$

Trường hợp có hai giếng quan trắc thì hệ số k được tính như sau:

$$k = 0,73Q \frac{\lg r_2 - \lg r_1}{h_2^2 - h_1^2} = 0,73Q \frac{\lg r_2 - \lg r_1}{(2H - S_1 - S_2)(S_1 - S_2)} \quad (101)$$

Trong hai công thức trên:

k - Hệ số thấm (m/d: mét/ngày đêm);

Q - Lưu lượng nước bơm hút (m^3/d : mét khối/ngày đêm);

r - Bán kính của giếng hút thử nghiệm (m);

r_1 và r_2 - Bán kính tính từ tâm giếng hút đến tâm giếng quan trắc 1 và 2;

h - Chiều cao cột nước trong giếng hút thử nghiệm (m);

h_1 và h_2 - Chiều cao cột nước trong giếng quan trắc 1 và 2 (m);

S - Giá trị mức nước hạ xuống trong giếng hút (m);

S_1 và S_2 - Giá trị mức nước hạ xuống trong giếng quan trắc 1 và 2 (m);

H - Chiều cao mức nước tính từ đáy giếng hút - chiều dày tầng đất ngậm nước (m).

Với quan trắc và thực nghiệm như đã trình bày, người ta đã lập ra bảng hệ số k sau đây (có tính tham khảo).

Bảng 24. Hệ số thấm k của một số loại đất

Loại đất	k (m/d)	Loại đất	k (m/d)
Sét – á sét	$< 0,1$	Cát vừa lẫn sét	$20 \div 25$
Á sét nhẹ	$0,1 \div 0,5$	Cát thô đồng nhất	$35 \div 50$
Cát mùn	$0,5 \div 1,0$	Cát to hạt	$50 \div 75$
Cát mịn	$1,0 \div 5,0$	Sỏi	$50 \div 100$
Cát nhỏ lẫn sét	$10 \div 15$	Đá cuội	$100 \div 300$

Ví dụ:

Để quan trắc và tính toán hệ số k cho một công trình, người ta tạo một giếng bơm hút (có hệ thống lọc), đường kính giếng là 100mm và hai giếng quan trắc cách giếng bơm hút là 5m và 10m. Sau khi quan sát theo dõi ta có các số hiệu sau:

Lưu lượng bơm hút ổn định $Q = 200\text{m}^3/\text{ngày đêm}$.

Giá trị mực nước trong giếng bơm hút hạ xuống là $S = 8\text{m}$.

Tại giếng quan trắc 1 và 2: $S_1 = 4,5\text{m}$ và $S_2 = 2\text{m}$.

Chiều dày tầng đất ngậm nước $H = 20\text{m}$.

Hãy tìm hệ số thấm k .

Bài giải:

- Hệ số thấm thấu từ giếng bơm hút đến giếng quan trắc 1:

$$k_1 = 0,73 \times 200 \frac{\lg 5 - \lg 0,1}{(2 \times 20 - 8 - 4,5)(8 - 4,5)} = 2,58(\text{m/d})$$

- Hệ số thấm thấu từ giếng bơm hút đến giếng quan trắc 2:

$$k_2 = 0,73 \times 200 \frac{\lg 10 - \lg 0,1}{(2 \times 20 - 8 - 2)(8 - 2)} = 1,62(\text{m/d})$$

- Hệ số thấm thấu từ giếng quan trắc 1 đến giếng quan trắc 2:

$$k_3 = 0,73 \times 200 \frac{\lg 10 - \lg 5}{(2 \times 20 - 4,5 - 2)(4,5 - 2)} = 0,52(\text{m/d})$$

- Hệ số thấm thấu trung bình từ giếng bơm đến giếng quan trắc 2 sẽ là:

$$k = \frac{k_1 + k_2 + k_3}{3} = \frac{2,58 + 1,62 + 0,52}{3} = 1,57(\text{m/d})$$

Hệ số thấm k của khu vực quan trắc thực nghiệm là $k = 1,57\text{m/d}$

b) Tính toán lượng nước chảy vào hố đào khi lòng sông lân cận khô cạn (hoặc ở xa sông hồ)

Trường hợp này, lượng nước chảy vào hố đào Q được tính như sau:

$$Q = \frac{1,36kH^2}{\lg(R + r_o) - \lg r_o} \quad (102)$$

Trong đó:

Q - Lượng nước chảy vào hố đào trong một ngày đêm (m^3/d);

k - Hệ số thấm (m/d);

H - Chiều sâu mức nước ổn định trong tầng đất được tính từ cao độ trên của mực nước đến đáy hố đào. Trong trường hợp tầng đất dưới đáy hố đào là tầng đất thấm có chiều dày thấm khá lớn, để đảm bảo an toàn ta cộng thêm $3 \div 4\text{m}$; $H \rightarrow [H + (3 \div 4)]$;

R - Bán kính ảnh hưởng (m) được lấy theo bảng tra ở trang kế tiếp;

r_o - Bán kính hoán đổi của đáy hố đào (m). Với hố đào hình chữ nhật thì

$$r_o = u \frac{L + B}{4} \quad (103)$$

Với đáy hố đào có hình dáng bất quy tắc thì lấy

$$r_o = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad (104)$$

Trong các ký hiệu trên của công thức tính r_o :

L - Cạnh dài hố đào;

B - Cạnh ngắn hố đào;

A - Diện tích của đáy hố đào;

u - Tra theo bảng tra kèm theo dưới đây.

Bảng 25. Bán kính ảnh hưởng r

LOẠI NHAM TẦNG	k (m/d)	R (m)
Lớp nham tầng có nhiều khe nứt	> 60	> 500
Lớp cuội sỏi, cát thô, cát vừa không có các hạt mịn	> 60	200 ÷ 600
Lớp nham tầng hơi có vết nứt	20 ÷ 60	150 ÷ 250
Lớp cuội sỏi lẫn nhiều hạt mịn	20 ÷ 60	100 ÷ 200
Cát thô, cát vừa cát mịn trộn lẫn không đồng đều	5 ÷ 20	80 ÷ 150

Bảng 26. Giá trị hệ số u

Tỷ lệ giữa hai cạnh hố đào B/L	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	1
Giá trị hệ số u	1	1	1,12	1,16	1,18	1, 8

c) Tính toán lượng nước chảy vào hố đào khi ở gần bờ sông

Khi hố đào ở gần ven sông thì Q được tính theo công thức:

$$Q = \frac{1,36kH^2}{\lg \frac{2D}{r_0}} \quad (105)$$

Trong đó: D là khoảng cách từ bờ sông đến hố đào. Các ký hiệu còn lại giống như các công thức trên đã trình bày.

d) Tính toán lượng nước chảy vào hố đào khi tầng đất ngầm nước đồng đều và thành hố đào được chắn bằng cọc bản và dè vây

Khi tầng đất ngầm nước của hố đào đồng đều và xung quanh được chắn bằng tường vây cọc bản không thấm (cọc lòng máng Larssen) hoặc dè vây thì lượng nước chảy vào hố đào được tính như sau:

$$Q = k.H.s.q \quad (106)$$

Trong đó:

Q - Lượng nước chảy vào hố đào m³/giờ

k - Hệ số thấm (thẩm thấu) của đất hố đào, tra trong bảng "Hệ số thấm k" ở các trang trước. Nếu tầng đất ngầm nước không đồng đều, nó được cấu tạo bằng nhiều lớp có độ thấm khác nhau, thì hệ số k là giá trị bình quân gia quyền của các lớp đó

$$k = \frac{\sum k_i h_i}{\sum h_i} \quad (107)$$

k_i và h_i - là hệ số thấm và chiều dày các lớp đất trong tầng đất ngầm nước của hố đào;

S - Chiều dài chu vi của tường vây, dè vây chắn thành hố đào;

q - Lưu lượng thấm đơn vị, tra theo biểu đồ đường cong bên cạnh;

Trong biểu đồ bên:

q - Lưu lượng thấm đơn vị;

l - Chiều sâu mực nước ngầm tính từ tầng không thấm nước trở lên;

h - Chiều cao từ mặt nước ngầm đến chân tường vây;

t - Phần tường vây cọc bản chôn sâu trong đất nền;

z - Khoảng cách từ mũi cọc bản đến tầng không thấm nước.

Ví dụ:

Thi công giếng chìm hình chữ nhật $8 \times 4,8\text{m}$, sâu 10m . Thoát nước theo phương pháp hạ giếng chìm, giếng hạ cạnh lòng sông khô có tầng cát không đồng đều. Hệ số thấm thấu quan trắc được $k = 15\text{m/d}$. Mực nước ngầm ở cao độ $-0,2\text{m}$. Tính lượng nước chảy vào hố đào khi hạ giếng chìm?

Bài giải:

Theo như đề bài đã cho, với $k = 15\text{ m/d}$, tra bảng “Bán kính ảnh hưởng của đất” ta được $R = 100\text{m}$

$$\text{Có } \frac{B}{L} = \frac{4,8}{8} = 0,6 \text{ tra bảng tìm hệ số } u, \text{ ta có } u = 1,18$$

Tìm bán kính hoán đổi của hố đào r_0 :

$$r_0 = u \frac{L + H}{4} = 1,18 \frac{8 + 4,8}{4} = 3,78\text{m}$$

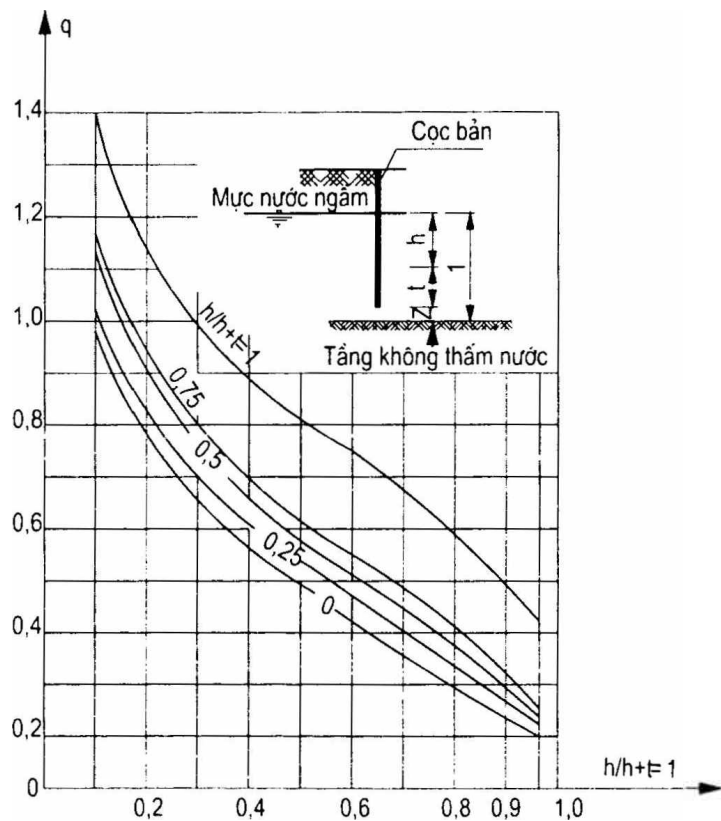
Chiều sâu mực nước ngầm H trong hố đào (tính từ mức ổn định trên cùng xuống tới đáy hố đào)

$$H = 10 - 0,2 + 4 = 13,8\text{m}$$

Thay vào công thức tính Q (cho hố đào cạnh lòng sông khô hoặc xa lòng sông) ta có:

$$Q = \frac{1,36kH^2}{\lg(R + r_0) - \lg r_0} = \frac{1,36 \times 15 \times 13,8^2}{\lg(100 + 3,78) - \lg 3,78} = 2697,9 (\text{m}^3/\text{d})$$

$$\rightarrow Q = 112,4 \text{ m}^3/\text{giờ}$$



Hình 108: Đường cong lưu lượng thấm đơn vị (với hệ số thấm $k = 1$)

Ví dụ:

Thi công tầng hầm ngầm, chiều sâu hố đào 8m, đất tại hố đào là loại á sét nẹ có chiều dày 20m. Hệ số thấm $k = 0,5\text{m/d}$. Mức nước ngầm ở cao độ $-0,6\text{m}$. Thành hố đào được chắn bằng tường vây cọc bản Larssen số 5 dài 15m, chu vi tường vây cọc bản là 120m. Hãy tính lượng nước thấm chảy vào hố đào?

Bài giải:

Cột nước tính từ $-0,6\text{m}$ đến đáy hố đào là $h = 8 - 0,6 = 7,4\text{m}$

Cọc bản Larssen cắm sâu vào trong đất là $15 - 8 = 7\text{m}$

Chiều sâu từ mức trên nước ngầm (ở $-0,6\text{m}$) đến tầng không thấm nước là $l = 20 - 0,6 = 19,4\text{m}$ cho nên

$$\frac{h+t}{l} = \frac{7,4+7}{19,4} = 0,74$$

Tra biểu đồ “Đường cong lưu lượng thấm đơn vị” ta được $q = 0,48$

Thay vào công thức $Q = k.H.s.q$ ta có:

$$Q = 0,5 \times 20 \times 120 \times 0,48 = 576 (\text{m}^3/\text{d})$$

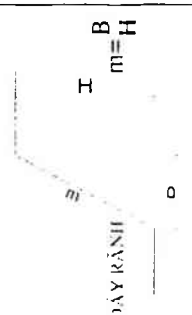
Vậy lượng nước chảy vào hố đào là $576\text{m}^3/\text{ngày đêm}$

e) Tính toán lưu lượng thoát của các rãnh thoát và mương dẫn thoát

Mặt cắt mương rãnh thoát nước thường có dạng hình thang (với loại đất yếu) hoặc hình chữ nhật (với loại đất cứng hoặc nền đá). Sau khi đào đất hố đào, người ta đào rãnh thoát nước. Rãnh thoát nước có thể được lát phủ đá, gạch hoặc không lát phủ. Khi tạo rãnh thoát cần lưu ý đến lưu tốc dòng chảy thoát và hệ số nhám của rãnh thoát.

Sau đây là một số bảng về độ dốc mái thành rãnh thoát, hệ số nhám cho phép và lưu tốc dòng thoát cho phép. Các số liệu trong bảng được tổng kết theo kinh nghiệm, dùng để tham khảo và đối chiếu sử dụng

Bảng 27. Độ dốc thành mái kênh và rãnh thoát nước kênh (kênh hở)

Vật liệu thành mái (đất đá – lát phủ)	Độ dốc thành mái 1:m	
Sét có lẫn cát	1 : 1,5 ÷ 1 : 2,0	
Sét – á sét	1 : 1,25 ÷ 1 : 1,5	
Sỏi – cuội	1 : 1,25 ÷ 1 : 1,5	
Đất bán nham – đất cứng như đá	1 : 0,5 ÷ 1 : 1,0	
Đá phong hóa	1 : 0,25 ÷ 1 : 0,5	
Nham thạch	1 : 0,1 ÷ 1 : 0,25	
Lát phủ bằng gạch đá hoặc bê tông	1 : 0,5 ÷ 1 : 1,0	

Bảng 28. Lưu tốc cho phép lớn nhất và hệ số nhám đối với kênh rãnh

Cấu tạo kênh rãnh hở	Lưu tốc cho phép max m/giây	Hệ số nhám n
Cát mịn - Cát trung bình - A' sét nhẹ	0,5 ÷ 0,6	0,030
Cát thô - Sét - A' sét	1,0 ÷ 1,5	0,030
Đất sét - Có áo cỏ phủ bề mặt	1,6	0,025
Đá mềm - Sa nham - diệp thạch - đá vôi	4,0	0,017
Đá xây khan	2,0 ÷ 3,0	0,020
Đá xây có vữa	3,0 ÷ 4,0	0,017
Bê tông, có vữa xoa trát bề mặt	4,0	0,013
Xây gạch có trát láng	4,0	0,015 (0,017)

Khi sử dụng bảng tra lưu tốc κ cho phép nói trên cần lưu ý:

- Nếu mực nước trong rãnh sâu $< 0,4\text{m}$ thì cần phải nhân với hệ số giảm tốc 0,85
- Nếu mực nước trong rãnh sâu $\geq 1,0\text{m}$ thì cần phải nhân với hệ số tăng là 1,25
- Nếu mực nước trong rãnh sâu $\geq 2,0\text{m}$ thì cần phải nhân với hệ số tăng là 1,4
- Lưu tốc dòng chảy: $\kappa 0,4\text{m/giây}$
- Tại những đoạn kênh rãnh thoát quá dốc mà lưu tốc của nó vượt quá các trị số trong bảng này thì cần phải tạo nước nhảy hoặc máng tiêu năng.
- Lát phủ kênh rãnh bằng gạch thứ cấp có trát láng vữa thì lấy hệ số nhám $n = 0,017$

Để xác định lưu lượng thoát của kênh rãnh, ta dùng công thức:

$$Q = A.v \quad (108)$$

Trong đó: Q - Lưu lượng thoát ($\text{m}^3/\text{giây}$);

A - Diện tích mặt cắt ngang hữu hiệu của dòng chảy trong kênh rãnh (m^2);

v - Lưu tốc dòng chảy.

Để xác định lưu tốc dòng chảy v ta dùng công thức:

$$v = c\sqrt{R.i} \quad (109)$$

Trong đó:

v - Lưu tốc dòng chảy (m/giây);

c - Hệ số lưu tốc, giá trị c phụ thuộc vào hệ số nhám n và bán kính thủy lực R;

i - Độ dốc tuyến tính rãnh (độ dốc dọc);

R - Bán kính thủy lực (m), là tỷ số giữa diện tích mặt cắt ngang hữu hiệu A chia cho chiều dài cạnh ướt của rãnh thoát. Giá trị R được tra theo bảng sau đây.

Bảng 29. Giá trị hệ số lưu tốc c

$R \backslash n$	0,013	0,015	0,017	0,020	0,025	0,030
0,10	54,3	45,1	38,1	30,6	22,4	17,3
0,12	55,8	46,5	39,5	32,6	23,5	18,3
0,14	57,2	47,8	40,7	33,0	24,5	19,1
0,16	58,4	48,9	41,8	34,0	25,4	19,9
0,18	59,5	49,8	42,7	34,8	26,2	20,6
0,20	60,4	50,8	43,6	35,7	26,9	21,3
0,22	61,3	51,7	44,4	36,4	27,6	21,9
0,24	62,1	52,5	45,2	37,1	28,3	22,5
0,26	62,9	53,2	45,9	37,8	28,8	23,0
0,28	63,6	54,0	46,5	38,4	29,4	23,5
0,30	64,3	54,6	47,2	39,0	29,9	24,0
0,35	5,8	56,0	48,6	40,3	31,1	25,1
0,40	67,1	57,3	49,8	41,5	32,2	26,0
0,45	68,4	58,4	50,9	42,5	33,1	26,9
0,50	69,5	59,5	51,9	43,5	34,0	27,8
0,55	70,4	60,5	52,8	44,4	34,8	28,5
0,60	71,4	61,4	53,7	45,2	35,5	29,2
0,65	72,2	62,2	54,5	45,9	36,2	29,8
0,70	73,0	63,0	55,2	46,6	36,9	30,4

Ví dụ:

Cạnh đáy mặt cắt hình thang của rãnh thoát nước $b = 0,4\text{m}$. Độ dốc thành rãnh là 1:1, chiều sâu nước thoát trong rãnh $h = 0,6\text{m}$. Rãnh thoát dẫn nước được xây lát đá có trát láng $n = 0,017$. Độ dốc dọc của rãnh $i = 0,5\%$. Hãy tính lưu tốc cho phép và lưu lượng nước được dẫn thoát theo rãnh nói trên.

Bài giải:

Theo số liệu đầu bài thì diện tích mặt cắt hữu hiệu của dòng chảy A là:

$$A = 0,4 \times 0,6 + 0,6 \times 0,9 = 0,6\text{m}^2$$

Tra bảng tìm bán kính thủy lực R ta có: $R = 0,29$ (ở trang sau)

Có R rồi ta trở lại tra bảng tìm hệ số lưu tốc c

Với $R = 0,29$ và $n = 0,017$ ta tìm ra $c = 46,85$

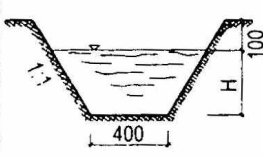
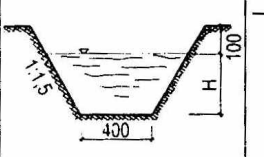
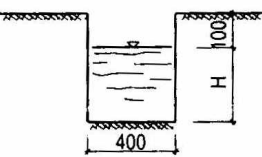
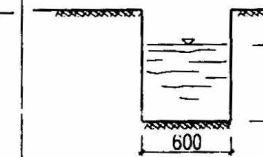
Lưu tốc cho phép

$$v = c\sqrt{R.i} = 46,85 \cdot \sqrt{0,29 \times 0,005} = 1,78 \text{ (m/giây)}$$

Có v ta tìm được lưu lượng Q :

$$Q = v.A = 1,78 \times 0,6 = 1,07 \text{ (m}^3\text{/giây)}$$

Bảng 30. Bán kính thủy lực R dùng cho kênh hở

Độ sâu nước h (m)				
0,3	0,17	0,17	0,12	0,15
0,4	0,21	0,22	0,13	0,17
0,5	0,24	0,26	0,14	0,19
0,6	0,29	0,30	0,15	0,20
0,7	0,32	0,35	0,16	0,21
0,8	0,36	0,39	0,16	0,22
0,9	0,40	0,43	0,16	0,23
1,0	0,43	0,47	0,17	0,23
1,1	0,45	0,52	0,17	0,24
1,2	0,51	0,56	0,17	0,24
1,3	0,54	0,60	0,17	0,24
1,4	0,58	0,64	0,18	0,25
1,5	0,62	0,68	0,18	0,25

Ví dụ:

Rãnh thoát (kênh hở) mặt cắt hình chữ nhật, chiều rộng đáy $b = 0,4\text{m}$. Các điều kiện còn lại giống như ví dụ trước ($i = 0,5\%$, $n = 0,017$, $h = 0,6\text{m}$). Hãy xác định lưu lượng và lưu tốc cho phép?

Bài giải:

Diện tích mặt cắt hữu hiệu:

$$A = 0,6 \times 0,4 = 0,24 \text{ (m}^2\text{)}$$

Tra bảng tìm R với $h = 0,6\text{m}$ và $b = 0,4\text{m}$, ta có:

$$R = 0,15$$

Có $R = 0,15$ và hệ số nhám $n = 0,017$ ta tìm hệ số lưu tốc c , ta có:

$$c = 41,25$$

Tìm lưu tốc cho phép:

$$v = c\sqrt{R.i} = 41,25 \cdot \sqrt{0,15 \times 0,005} = 1,13 \text{ (m/giây)}$$

Tìm Q:

$$Q = A.v \Rightarrow Q = 1,13 \times 0,24 = 0,27 \text{ (m}^3\text{/giây)}$$

4. Các loại bơm dùng để bơm thoát nước

Bơm dùng để bơm thoát nước trong hố đào có thể là bơm chạy bằng động cơ xăng hoặc bằng động cơ diesel. Chúng là những loại bơm di động, dùng cho những nơi không có điện. Thường thì người ta dùng các máy bơm chạy điện, cùng một công suất như nhau, máy bơm chạy điện gọn nhẹ hơn và ít hư hỏng hơn.

Bơm thoát nước chủ yếu được sử dụng là các loại bơm ly tâm, bơm chìm và bơm trục mềm.

Tùy theo yêu cầu mà ta sử dụng bơm có lưu lượng lớn hay nhỏ và cột nước đẩy của bơm cao hay thấp.

- Lưu lượng bơm thoát nước hố đào có nhiều loại:

Thường dùng nhất 6 - 100 m³/giờ.

Đặc biệt có loại 300 - 500 m³/giờ hoặc lớn hơn nữa 700 - 1000 m³/giờ.

- Cột nước đẩy:

Chiều cao đẩy thấp $\leq 3,5\text{m}$.

Chiều cao đẩy thông thường của các loại bơm 10 - 30m.

Đặc biệt có đẩy cao đến 60 - 70m.

- Chiều sâu ống hút:

Chiều sâu ống hút thông thường 6m.

Có loại chiều sâu ống hút giới hạn $\leq 4\text{m}$.

Có loại chiều sâu ống hút đạt đến 8m.

Khi chọn bơm thoát ta phải xem xét vị trí cao độ đặt máy bơm thoát để chọn chiều cao hút thích hợp (khoảng cách đứng từ tâm bơm đến đáy hố thu nước). Đồng thời cũng cần xem xét để chọn loại bơm đạt được lưu lượng thoát và cột nước đẩy yêu cầu, không nên chọn loại bơm có cột nước đẩy quá lớn không cần thiết (cùng một lưu lượng hút thoát như nhau, bơm có cột nước đẩy lớn hơn sẽ có công suất lớn hơn rất nhiều).

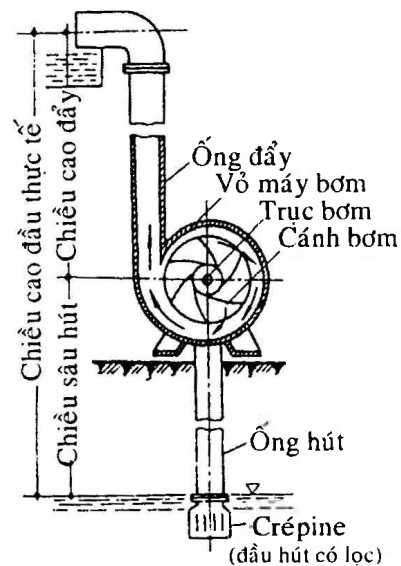
a) Bơm ly tâm (*centrifugal pump*)

Bơm ly tâm là loại bơm thoát nước rất thông dụng, loại thường dùng có $Q = 6 - 100 \text{ m}^3\text{/giờ}$, cột nước đẩy thường dưới 40m, chiều sâu hút 5-8m. Khi chọn bơm ly tâm cần lưu ý các yêu cầu: lưu lượng, chiều cao đẩy và chiều sâu hút.

Công suất của động cơ khoảng 1,7KN (cho loại 6 m³/giờ) đến 10KN (cho loại 100 m³/giờ).

Vị trí đặt bơm phải cao hơn đáy hố đào và ổn định. Tuy nhiên không nên cao quá, vì như thế chiều cao ống hút quá lớn và nếu chiều cao hút lớn hơn chiều cao hút cho phép thì không thể bơm hút được.

Phần dưới cùng của ống hút thường có gắn đầu hút (suction basket). Đầu hút có gắn lưới van giữ nước mỗi trong ống hút (suction valve). Vỏ ngoài đầu hút được đục lỗ nhỏ hoặc rãnh nhỏ có tác dụng giữ không cho rác và đất đá chui vào trong ống hút – vai trò giống như một lưới lọc (filter screen).



Hình 109: Cấu tạo bơm ly tâm

b) Bơm chìm (submersible pump – subaqueous pump)

Bơm chìm là loại máy bơm được thả chìm trong nước. Gồm phần thân bơm đứng gắn liền với động cơ điện 3 pha (380 volt). Động cơ điện được bọc kín. Bơm chìm nhỏ gọn và nhẹ có lưu lượng từ 15 - 120 m³/giờ. Cột nước đẩy biến đổi theo từng loại, từ 3,5 - 28m. Công suất điện từ 1,5 - 4KW. Đôi khi đạt đến 7,5KW với các bơm có lưu lượng trên 250 m³/giờ. Loại bơm này hiện được sử dụng nhiều trên các công trình và khi vận hành không cần phải mỗi nước cho máy bơm.

c) Bơm trục mềm (soft spindle pump)

Bơm trục mềm bao gồm các thành phần sau:

Máy bơm + ống đẩy ($d_{\text{ống}} \approx 40\text{mm}$).

Động cơ điện.

Trục mềm.

Máy bơm đặt trong nước, có gắn ống đẩy để đẩy nước thoát ra ngoài. Động cơ điện được đặt trên bờ (trên miệng hố đào). Trục mềm (sợi cáp được bọc ngoài bằng ống cao su mềm) có nhiệm vụ truyền động từ động cơ sang trục máy bơm.

Loại bơm này có kết cấu đơn giản, nhỏ gọn dễ di chuyển bằng tay, có lưu lượng khoảng 10 m³/giờ và cột nước đẩy 6 - 8m.

5. Xử lý hiện tượng cát chảy (lưu sa) khi bơm thoát nước thi công

Khi đào đất mà trong các lớp đất cấu tạo đất nền hố đào có lớp cát bột và trong trường hợp áp lực nước ngầm trong đất lớn, dưới tác động của áp lực thủy động, tại

chân các thành hố đào thường xảy ra hiện tượng cát chảy (lưu sa – Drift sand, Quicksand).

Để tránh hiện tượng lưu sa ta phải giải quyết theo các hướng sau đây:

- Giảm thiểu áp lực thủy động của dòng nước ngầm.
- Chuyển hướng của dòng nước ngầm trong đất có áp lực thủy động lớn đi theo hướng khác.

Để đạt được các yêu cầu nói trên người ta thường thực hiện theo các cách sau:

- Dùng giếng kim lọc cắm bao quanh hố đào và bơm hút để giảm áp lực thấm vào thành hố đào.

- Đóng tường cọc bản chắn thành đất hố đào - ngoài việc chắn đất sụt lở, tường cọc bản có tác dụng kéo dài đường thấm của dòng chảy. Khi dòng chảy vào đến hố đào, áp lực tự động sẽ nhỏ đi rất nhiều do đó sẽ không xảy ra hiện tượng lưu sa.

- Dùng các vật liệu nặng: đá hộc, các bao cát,... để chặn các chân thành hố đào (trọng lượng vật nặng phải cân bằng với áp lực thủy động nước ngầm).

- Làm tường liên tục trong đất bao quanh thành hố đào.

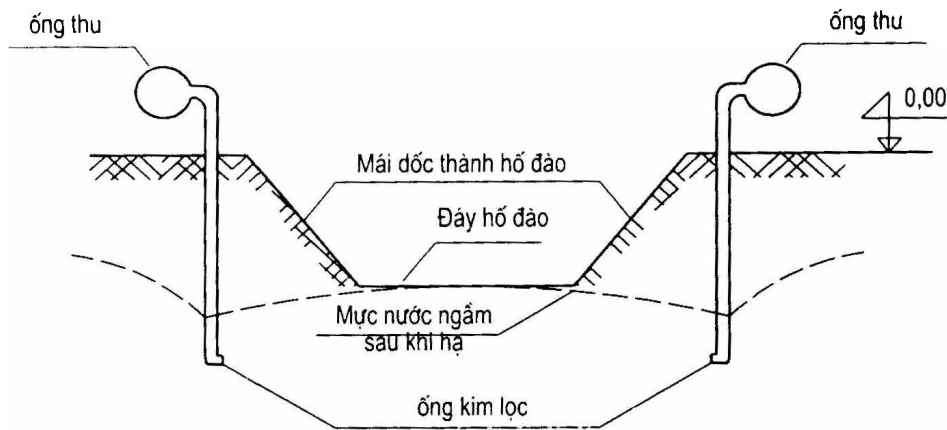
Nói chung người thi công nên lấy việc đề phòng hiện tượng lưu sa làm chính, việc xử lý sau khi xuất hiện lưu sa là việc bất đắc dĩ. Trước khi đào đất cần nắm kỹ tình hình địa chất và thủy văn của khu vực, có các giải pháp đề phòng hiện tượng lưu sa có thể xảy ra theo các phương pháp đã nói trên. Còn để cho đến khi xảy ra hiện tượng lưu sa, chúng ta mới xử lý, giải quyết thì sẽ tốn rất nhiều công sức và chắc chắn việc thi công sẽ gặp khó khăn và chậm tiến độ thực hiện so với kế hoạch ban đầu.

6.2. THOÁT NƯỚC KÍN (SUBSURFACE DRAINAGE, UNDERDRAINAGE)

Phương pháp thoát nước kín dùng để hạ mực nước ngầm xung quanh hố đào. Phương pháp hạ mực nước ngầm chủ yếu vì hố đào tạo cho hố đào được khô (nước không chảy ra từ thành hố đào và không trôi lên từ đáy hố đào). Phương pháp thoát nước kín bằng cách hạ mực nước ngầm xung quanh thành hố đào được tiến hành trước khi tiến hành đào đất. Với phương pháp thoát nước kín (hạ mực nước ngầm) này, người ta sẽ giảm bớt được một số yêu cầu không cần thiết khác như:

Không cần phải tạo mái xoải nhiều hay phải gia cố chống sụp lở cho mái thành hố đào. Đồng thời với thành hố đào khô ráo việc thi công bằng cơ giới sẽ nhanh và thuận lợi hơn.

Người ta có thể thực hiện việc thoát nước kín (hạ mực nước ngầm) bằng nhiều phương pháp và thiết bị khác nhau ... Sau đây là một số phương pháp và thiết bị hạ mực nước ngầm thường được áp dụng nhất:



Hình 110: Sơ đồ thoát nước kín

- Phương pháp bơm kim lọc nhẹ.
- Phương pháp bơm kim lọc phun.
- Phương pháp bơm kim điện thấm
- Phương pháp bơm kim giếng ống.
- Phương pháp bơm kim giếng sâu.

2.1. Tính toán thoát nước theo phương pháp thoát nước kín (hạ mực nước ngầm)

Để hạ mực nước ngầm thấp hơn đáy hố đào, người ta bố trí xung quanh hố đào một hàng kim lọc hút nước. Hàng kim lọc cắm xung quanh hố đào có thể theo hình vuông, hình chữ nhật hoặc hình tròn. Cao độ dưới của đầu kim lọc phải sâu hơn đáy hố đào.

Ta gọi r là khoảng cách từ kim lọc đến tâm hố đào (bán kính hoán đổi – áp dụng cho cả hình vuông, hình chữ nhật hoặc một hình bất kì) được tính như sau:

$$r = \sqrt{\frac{F}{\pi}} \quad (110)$$

Trong đó:

r - Bán kính hoán đổi (M);

F - Diện tích bề mặt khu đất được giới hạn bằng các kim lọc cắm bao quanh (m^2).

Ta cũng quy ước:

$Q_{\max}$ - lượng nước ngầm chảy vào hố móng khi nước hồ hoặc sông lân cận có mức dâng cao nhất.

$Q_{\min}$ - lượng nước ngầm chảy vào hố móng khi nước hồ hoặc sông lân cận có mức dâng thấp nhất.

Để đơn giản trong tính toán ta xem lớp đất nền đáy hố đào là lớp đồng nhất có hệ số thấm trung bình là k . Hệ số k được tính theo công thức sau:

$$k = \frac{(k_1 h_1 + k_2 h_2 + k_3 h_3 + \dots + k_n h_n)}{h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_n}, \quad (M / \text{ngày đêm}) \quad (111)$$

Trong đó:

k : là hệ số thấm trung bình của đất nền hố móng ($M / \text{ngày đêm}$);

$k_1, k_2, \dots$ là các hệ số thấm của các lớp đất có chiều dày $h_1, h_2, \dots$ ($h_1, h_2, \dots$ tính bằng M).

Tính toán thoát nước kín (hạ mức nước ngầm) cụ thể ta phải xác định được các thông số sau:

+ Lưu lượng nước thoát trong trường hợp nước ngầm có áp và không có áp.

+ Số lượng thiết bị hút nước ngầm loại gì?

Bao nhiêu?

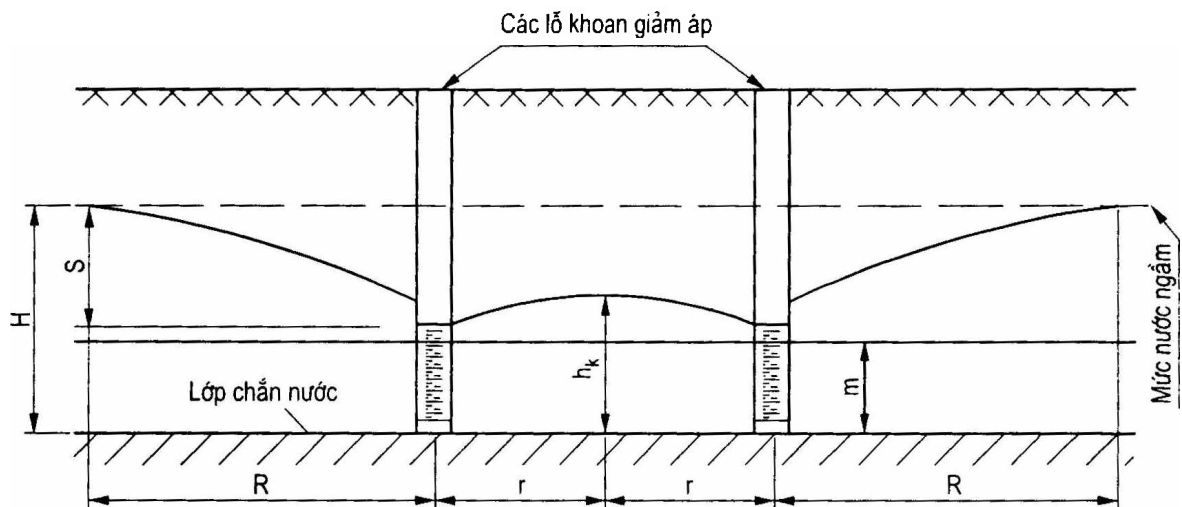
+ Cao độ của đầu kim lọc để có thể hạ mức nước ngầm thấp hơn đáy hố đào ...

Trong trường hợp ta có hố đào có hàng kim lọc bao quanh hố đào theo hai cạnh L và B (như hình vẽ bên)

Bán kính hoán đổi r được tính như sau:

$$r = \sqrt{\frac{L \times B}{\pi}} \quad (112)$$

a) Trường hợp hố đào gặp nước ngầm không có áp



Hình 112: Đường viền thiết bị hạ nước ngầm không có áp

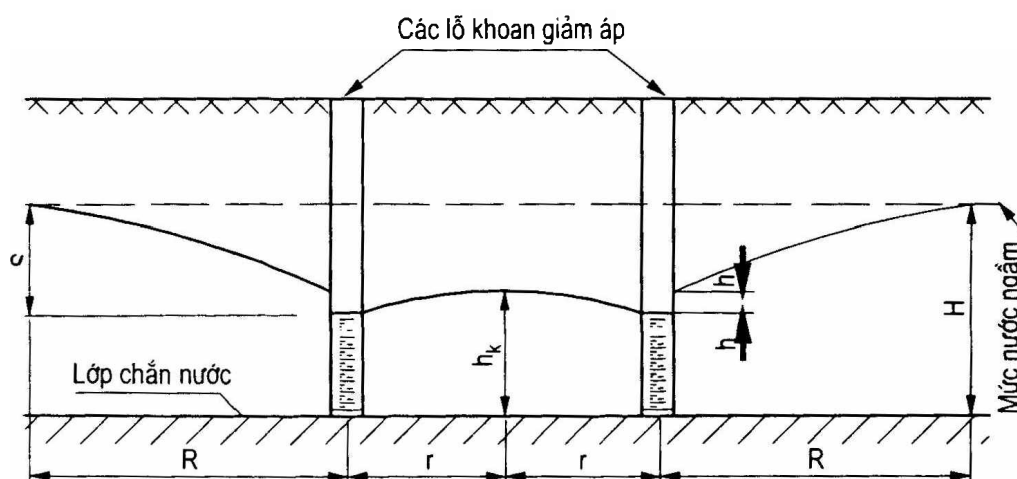
Trường hợp đào hố gặp nước ngầm không có áp như hình bên thì lượng nước ngầm phải thoát (phải hút) được tính theo công thức sau:

$$Q = \frac{1,37k(H^2 - h_k^2)}{\lg \frac{r+R}{r}}, \text{ M}^3/\text{ngày đêm}$$

Để các lỗ khoan giảm áp có đặt các thiết bị kim lọc hút thoát đạt được lưu lượng Q nói trên, các lỗ khoan phải khoan đến độ sâu cần thiết. Nếu lỗ khoan đạt đến độ sâu yêu cầu và chiều sâu nước của nước trong lỗ khoan giảm áp là h_0 thì h_0 được tính như sau:

$$h_0 = \sqrt{h_k^2 - 0,73 \frac{Q}{nk} \lg \frac{r}{n.r}} = \sqrt{h_k^2 - 0,73 \frac{Q}{nk} \lg \frac{L}{2\pi r}} \quad (113)$$

b) Trường hợp hố đào gặp các tầng đất chứa nước ngầm có áp



Hình 113: Đường viển hạ mức nước ngầm có áp

Trong trường hợp hố đào gặp các tầng đất chứa nước như hình trên thì lượng nước ngầm phải hút thoát là:

$$Q = \frac{2,73.k.m(H-h_k)}{\lg \frac{R+r}{r}}, \text{ M}^3/\text{ngày đêm} \quad (115)$$

Chiều sâu nước trong lỗ khoan giảm áp được xác định theo công thức sau:

$$h_0 = h_k - 0,73 \frac{Q}{k.n.m} \lg \frac{r}{n.r} = h_k - 0,73 \frac{Q}{k.n.m} \lg \frac{1}{2\pi r} \quad (116)$$

Trong các công thức trên:

Q - lượng nước hút thoát của một ngày đêm (24 giờ) $\text{M}^3/\text{ngày đêm}$;

k - Hệ số thấm trung bình của đất nền $\text{M}/\text{ngày đêm}$;

H - Chiều dày lớp đất có nước ngầm M ;

h_k - Chiều cao mực nước sau khi hạ (đối với trường hợp nước ngầm không có áp thì đó là mực nước tĩnh, còn với trường hợp nước ngầm có áp thì đó là mức đo áp của nước ngầm tại tâm hố đào tính từ lớp chắn nước ở bên dưới lên). Đơn vị tính bằng M;

R - Bán kính ảnh hưởng của đường cong giảm áp M;

m - Chiều dày lớp đất chứa nước M;

h_0 - Chiều sâu mực nước trong lỗ khoan M;

r - Bán kính quy đổi của đường viền các lỗ khoan giảm áp (các lỗ có cấm kim lọc hút nước) M

l - Khoảng cách giữa các giếng giảm áp (khoảng cách giữa các kim lọc hút nước);

n - Số lượng kim lọc hút nước (số lỗ khoan giảm áp) trên đường viền.

Trong các công thức trên, giá trị R (bán kính ảnh hưởng của đường cong giảm áp) được xác định theo công thức của I. R. Cu xa kin như sau:

$$R = 2S\sqrt{H.k} \quad (117)$$

Trong đó:

S - Chiều sâu nước ngầm được hạ xuống hố khoan giảm áp (M);

H - Chiều dày lớp đất có nước ngầm (M);

k - Hệ số thấm M/ngày đêm.

Nếu bơm liên tục, giá trị R sẽ lớn hơn và R sẽ được tính như sau:

$$R = \sqrt{r^2 + \frac{2kt.H}{\mu}} \quad (118)$$

t - Thời gian tính từ lúc bắt đầu bơm (ngày đêm).

μ - Hệ số tiêu nước phụ thuộc vào hệ số thấm của đất.

Bảng 31. Bảng tra hệ số μ

Hệ số thấm k (M / ngày đêm)	μ
1 – 10	0,12 – 0,18
10 – 50	0,18 – 0,22
50 – 100	0,22 – 0,24

Giá trị thời gian t trong công thức trên thường lấy $t = 2 \div 5$ ngày.

Nếu xác định được khoảng cách mép sông hồ lân cận (nơi xuất phát các dòng nước chảy ngầm vào hố đào) đến lỗ khoan giảm áp hoặc tâm hố đào là l_1 mà các giá trị R tính toán theo các công thức nói trên lớn hơn l_1 ($R > l_1$) thì trong các công thức tính Q (lượng nước ngầm hút thoát) vừa nêu trên ta sẽ thay R bằng $2l_1$:

$$Q = \frac{1,37k(H^2 - h_k^2)}{\lg \frac{R+r}{r}} \Rightarrow \frac{1,37k(H^2 - h_k^2)}{\lg \frac{2l+r}{r}} \quad (119)$$

$$Q = \frac{2,73.k.m(H - h_k)}{\lg \frac{R+r}{r}} \Rightarrow \frac{2,73.k.m(H - h_k)}{\lg \frac{2l+r}{r}} \quad (120)$$

Cần lưu ý rằng bài toán tính toán thiết bị hạ mức nước ngầm phải được thực hiện bằng phương pháp so sánh chọn lọc theo các bước sau:

- + Giả thiết số lỗ khoan giảm áp là n lỗ, lỗ khoan giảm áp có đường kính lỗ là $2r_c$.
- + Với các công thức tính Q nói trên, ta tính được lượng nước ngầm phải hút thoát toàn bộ cho đường nền là Q (M^3 trong ngày đêm) - giá trị Q chia cho n ta sẽ có lượng nước bơm thoát cho từng lỗ khoan giảm áp trong ngày đêm (Q').
- + Sử dụng các công thức tính h_0 ta tính được chiều sâu mức nước hạ tại tâm hố đào.

Sau nhiều lần giả thiết giá trị " n " cuối cùng ta sẽ tìm được giá trị " n " thích hợp. Giá trị " n " gọi là thích hợp nếu cao độ nước ngầm tại tâm hố đào thấp hơn đáy hố đào, bảo đảm hố đào khô ráo. Đó chính là đáp số bài toán (số thiết bị bơm hút) ta cần tìm.

Nếu gọi " f " là khả năng thu nước của giếng lỗ khoan giảm áp, thì bao giờ ta cũng có:

$$f \geq Q' \quad (121)$$

Trong đó: Q' là lượng nước hút thoát từng lỗ khoan giảm áp

$$Q' = \frac{Q}{n}, \quad M^3/\text{ngày đêm} \quad (122)$$

Giá trị f được tính như sau:

$$f = 2\pi r_c l_0 v_\phi \quad (123)$$

Trong đó:

r_c - Bán kính lỗ khoan giảm áp (M);

l_0 - Chiều sâu bộ phận hút nước trong lỗ khoan. Đó chính là chiều dài của bộ phận kim lọc (M).

v_ϕ - Tốc độ cho phép nước hút chảy vào kim lọc $m/\text{ngày đêm}$. Giá trị v_ϕ được tính gần đúng theo công thức của X.K.Abramốp:

$$v_\phi = 60\sqrt[4]{k} \quad m/\text{ngày đêm} \quad (124)$$

k - Hệ số thấm của đất tại hố đào.

Khi chọn kim lọc cho lỗ khoan giảm áp (đường kính và chiều dài kim lọc) cần dựa vào lưu lượng nước cần hút thoát, cần dựa vào đặc điểm cấu tạo địa chất của đất trong lỗ khoan giảm áp.

Đường kính kim lọc được chọn được xác định theo công thức:

$$d = \frac{7643Q'}{l_o v_\phi}, \text{ mm} \quad (125)$$

Đường kính của lỗ khoan đặt kim lọc phụ thuộc vào đường kính của kim lọc. Đường kính của lỗ khoan được tính như sau:

- Đối với các ống kim lọc có lỗ, khe lọc thì đường kính lỗ khoan chính là đường kính phủ bì mặt ngoài của ống kim lọc.
- Đối với các ống kim lọc có mặt ngoài là lưới lọc thì đường kính của lỗ khoan cũng chính là đường kính phủ bì mặt ngoài của lưới kim lọc.
- Đối với các ống kim lọc có mặt ngoài là dây quăn, thì đường kính của lỗ khoan chính là đường kính phủ bì mặt ngoài của dây quăn.
- Đối với các ống kim lọc sỏi thì đường kính của lỗ khoan chính là đường kính phủ bì mặt ngoài của lớp sỏi xung quanh.

2. Các thiết bị kim lọc hạ mức nước ngầm

Các thiết bị kim lọc hạ mức nước ngầm có rất nhiều loại. Thường được sử dụng nhiều là:

- Kim lọc nhẹ.
- Kim lọc phun.
- Kim lọc điện thấm.
- Kim lọc giếng ống.
- Kim lọc giếng sâu.

Tuy có nhiều chủng loại, song mỗi loại kim lọc chỉ thích hợp trong một phạm vi nhất định.

Bảng 32. Phạm vi ứng dụng các loại kim lọc

Loại kim lọc	Hệ số thấm thấu của đất (M/day)	Độ sâu mức nước được hạ thấp M
Kim lọc loại nhẹ đơn tầng	0,5 ÷ 50	3 – 6 M
Kim lọc loại nhẹ nhiều tầng	0,1 ÷ 50	6 – 12M chủ yếu phụ thuộc vào số tầng đặt kim lọc
Kim lọc phun	0,1 – 2	8 – 12M
Kim lọc điện thấm	< 0,1	Phụ thuộc vào loại kim lọc được chọn
Kim lọc kiểu giếng ống	20 – 200	3 – 5M
Kim lọc giếng sâu	10 – 250	> 15M

a) Hạ mức nước ngầm bằng hệ thống kim lọc nhẹ:

- Kim lọc loại nhẹ có khả năng hạ nước ngầm có hệ số $k = 0,5 - 50 \text{ M/d}$ và mức nước hạ 3 – 6 m. Nếu lắp nhiều đường viền ở nhiều tầng (tại các bậc thang – có mái hố đào) thì có thể hạ sâu hơn nhưng cũng như không lớn hơn 12 M. Tác dụng của việc hạ mức nước ngầm bằng kim lọc nhẹ là: Hút thoát tốt, đề phòng được hiện tượng lưu sa và tạo ổn định cho mái taluy thành hố đào.

- Trong trường hợp mức nước ngầm dưới 5 M mà hệ số thấm của đất lớn thì người ta xử lý như sau:

- Với hệ số $k = 50 - 150$ (cát to, sạn, cát lẫn sỏi) thì người ta dùng bơm ly tâm hút trực tiếp từ các giếng khoan.

- Với hệ số $k = 100 \div > 200$ (sỏi, đá cuội) thì được thực hiện thoát nước theo phương pháp thoát nước hở (thoát nước mặt).

- Các đặc trưng chủ yếu của kim lọc nhẹ là:

Lưu lượng bơm (tuỳ loại kim lọc): $30 \div 150 \text{ m}^3/\text{giờ}$

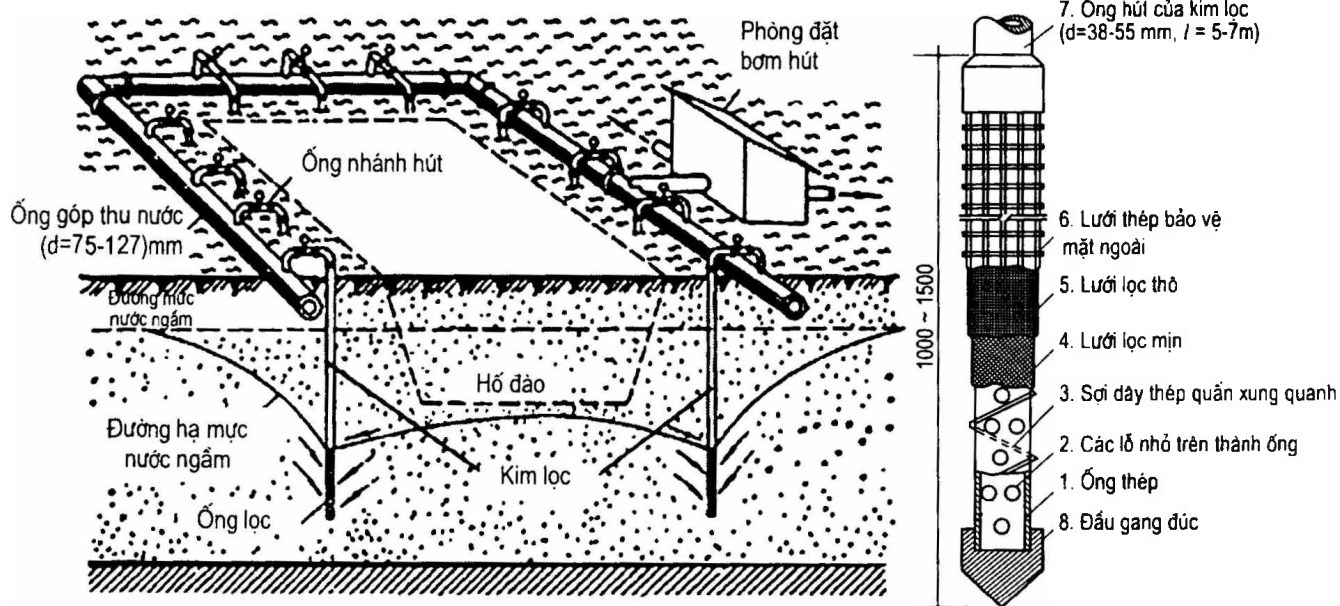
Chiều cao cột nước đẩy (tuỳ loại): $23 \div 35 \text{ m}$

Chiều sâu cột nước hút $\approx 8 \text{ m}$

Chiều dài kim lọc $\approx 8,5 \text{ m}$

Đường kính kim lọc (tuỳ loại) $108 - 150 \text{ mm}$

- Đầu kim lọc nhẹ có ưu điểm là hạ vào lòng đất nhanh và đơn giản, hiệu quả làm việc của các đầu kim loại nhẹ phụ thuộc vào các chỗ nối trong phần ống hút (độ kín các mối nối).



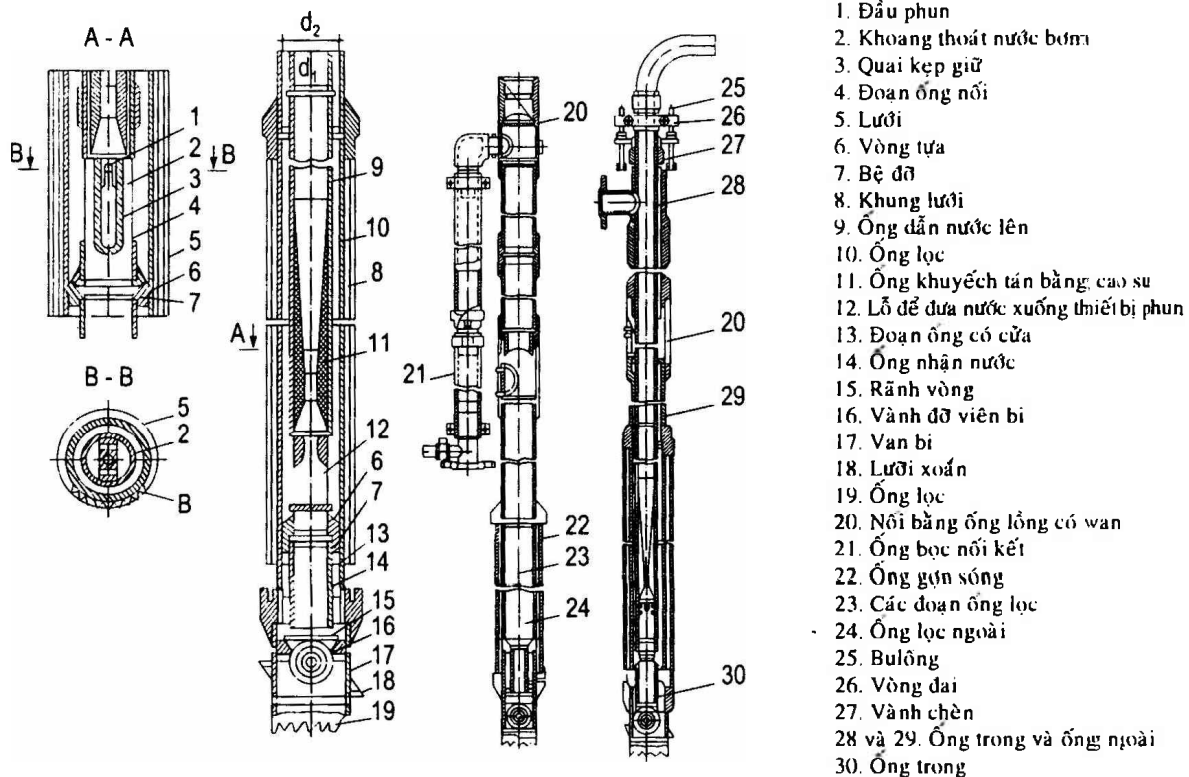
Hình 114:
Sơ đồ lắp đặt thiết bị kim lọc nhẹ lọc hút nước

Cấu tạo của
đầu kim lọc hút nước

- Bơm hút và đẩy đi kèm với thiết bị kim lọc nhẹ này là các loại bơm xoay (peripheral pump) và bơm ly tâm – chân không (centrifugal pump, vacuum pump).

b) Hạ mức nước ngầm bằng hệ thống kim lọc phun

Để tạo chân không trong lỗ khoan và để hạ mức nước ngầm đối với đất có hệ số thấm k không lớn khi mà lớp đất không chứa nước cách dưới đáy hố đào không sâu thì người ta thường dùng phương pháp kim lọc phun để hạ mức nước ngầm. Kim lọc phun cũng là một loại kim lọc nhẹ.



Hình 116: Cấu tạo đầu kim lọc phun

a) Đoạn ống lọc có đầu phun; b) Đoạn kim lọc có ống hút trên mặt đất

Thiết bị kim lọc phun bao gồm các phần chính sau:

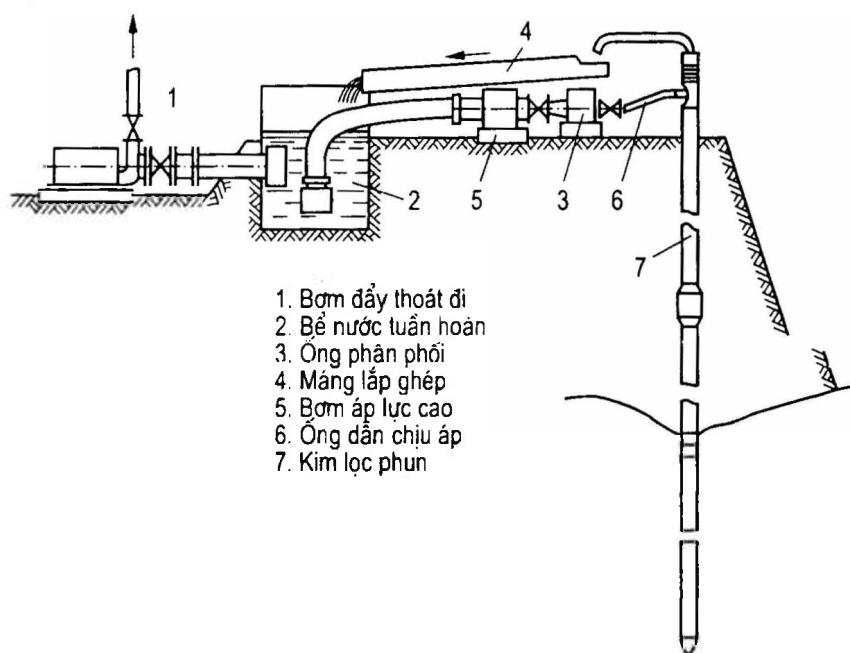
Kim lọc có bộ phận dâng nước kiểu phun.

Ống dẫn nước phân phối (ống thu nước)

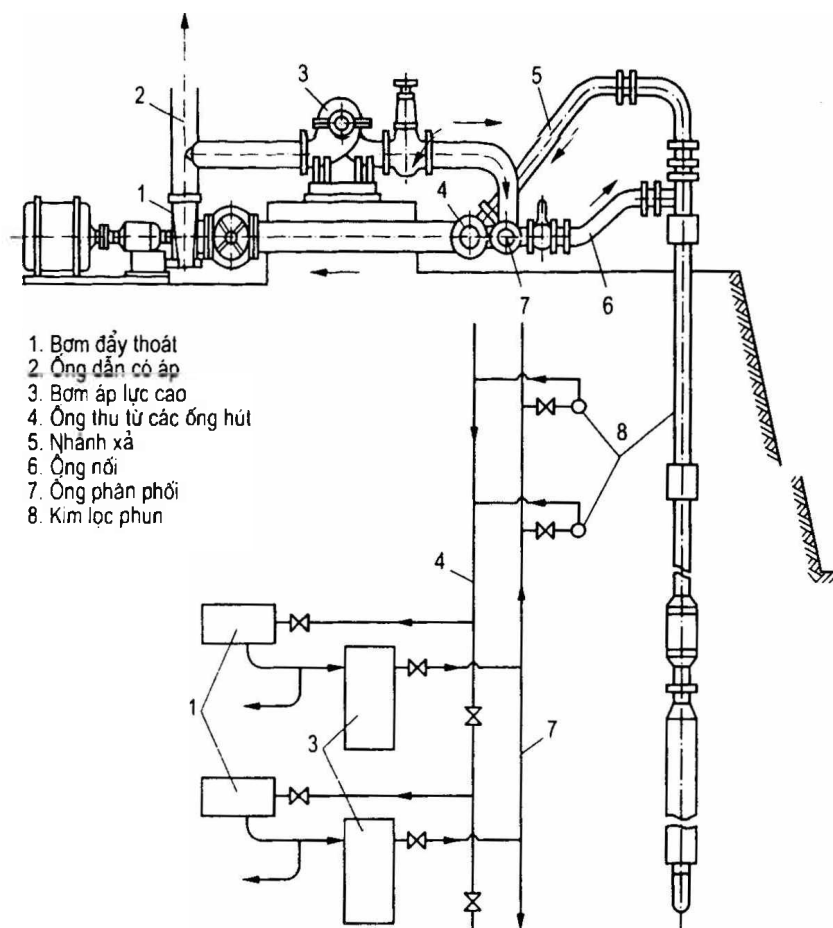
Bơm ly tâm

Bộ phận (thiết bị) dâng nước kiểu phun được đặt trong kim lọc và được dẫn động bằng các tia nước do bơm chuyên qua ống thu nước ép xuống. Ống trên của kim lọc phun có đường kính khoảng 2.5 inch hoặc 4 inch. Các chi tiết cụ thể được trong hình vẽ phần trước. Bơm dùng để đưa nước vào phun trong kim lọc là loại bơm áp lực, còn bơm thoát đẩy đi chỉ cần loại bơm thường (cột đẩy thấp). Chiều sâu hút nước của kim lọc phun có thể đạt độ sâu trên 10 m. Áp lực nước phun tùy loại mà có thể từ 6 – 10 atmôphe. Lượng nước của bơm thoát có thể đạt từ 45 ÷ 100 m³/giờ.

Hạ nước ngầm bằng phương pháp dùng kim lọc phun có thể ở 2 dạng: Có bể tuần hoàn và không có bể tuần hoàn. Sơ đồ vận hành được trình bày theo các hình dưới.

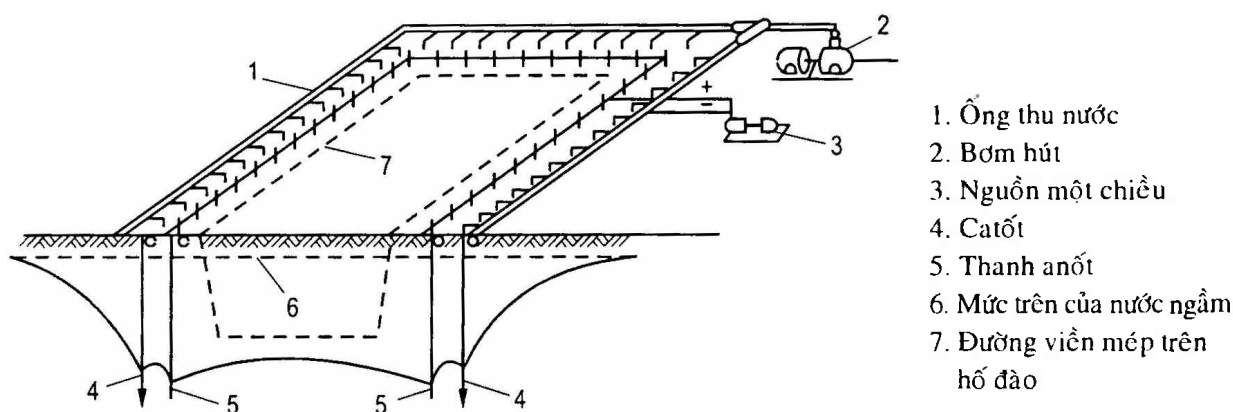


Hình 117: Sơ đồ hoạt động của kim lọc phun có bể nước tuần hoàn



Hình 118: Sơ đồ hoạt động của kim lọc phun không có bể nước tuần hoàn

c) Hạ mức nước ngầm bằng hệ thống kim lọc điện thấm



Hình 119: Sơ đồ hạ mức nước ngầm bằng phương pháp điện thấm

Khi thi công đào đất gặp lớp đất nền bảo hoà nước hoặc ít ngấm nước (sét, bùn, á sét...) và các loại đất có hệ số thấm nhỏ ($k < 1^M/d$) thì việc hạ nước ngầm bằng phương pháp điện thấm là thích hợp hơn cả. Phương pháp điện thấm dựa trên tính chất chuyển động của nước trong đất sét dưới tác dụng của dòng điện một chiều.

- Sơ đồ thực hiện theo các bước sau:

+ Đặt quanh hố đào một đường viền kim lọc (cắm vòng quanh mép ngoài của hố đào). Vòng kim lọc được cắm bao quanh vòng ngoài là một hàng catốt, chúng được nối với cực âm của nguồn điện một chiều. Vòng trong người ta cắm một vòng các thanh anốt (như hình vẽ) và chúng được nối với cực dương của nguồn điện một chiều. Anốt là các thanh kim loại hoặc bằng các ống kim loại. Các ống kim lọc vòng ngoài được nối vào ống thu (collector). Ống thu được nối với miệng hút của đầu bơm thoát. Dưới tác dụng của dòng điện, nước chảy từ anốt sang catốt và bị hút vào kim lọc rồi vào ống thu và được bơm thoát ra ngoài. Để tạo nguồn điện một chiều, người ta sử dụng các máy hàn một chiều. Nguồn điện cung cấp yêu cầu phải đạt được 0,5 – 1 ampe cho một mét vuông diện tích màng điện thấm. Điện thế nguồn một chiều có, $U_{lch} = 30 \div 60$ Vôn. Theo kinh nghiệm, lượng điện tổn hao khoảng 2 ÷ 10 KWgiờ cho một mét khối đất quanh thành hố đào.

Thiết bị hạ mức nước ngầm bằng phương pháp điện thấm bao gồm:

Các kim lọc nhẹ (các thanh catốt)

Nguồn điện một chiều $U = 30 - 60V$

Các thanh anốt (bằng số các thanh catốt)

Ống góp thu nước và bơm thoát.

d) Hạ mức nước ngầm bằng hệ thống kim lọc giếng ống:

Cấu tạo của kim lọc giếng ống được thể hiện theo hình 120. Quanh chu vi mép thành hố đào người ta đặt các giếng ống kim lọc. Cụ ly cách nhau khoảng 10 – 50 m/cái. Đường kính giếng ống từ 200mm trở lên ($D_{\text{giếng ống}} > 200 \text{ mm}$). Mỗi giếng ống đặt một bơm hút nước ngầm, máy bơm hút liên tục để hạ mức nước ngầm.

Phương pháp này áp dụng cho loại đất nền có hệ số thấm $k = 50 - 200 \text{ m/ngày đêm}$. Trong trường hợp thoát nước mặt có nguy cơ sụt lở đất hoặc đất bị cuốn trôi theo nước... người ta cũng chuyển sang áp dụng phương pháp này.

Kim lọc giếng ống chủ yếu bao gồm các bộ phận chính sau đây:

Ống lọc (phần dưới cùng)

Ống hút

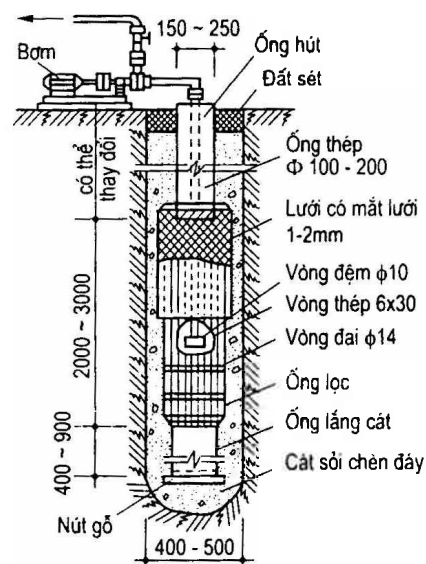
Máy hút (máy bơm)

Ống lọc có thể chế tạo từ cốt thép tròn được bọc ngoài bằng vải lọc với chiều đứng vải bọc khoảng 2 – 3 m.

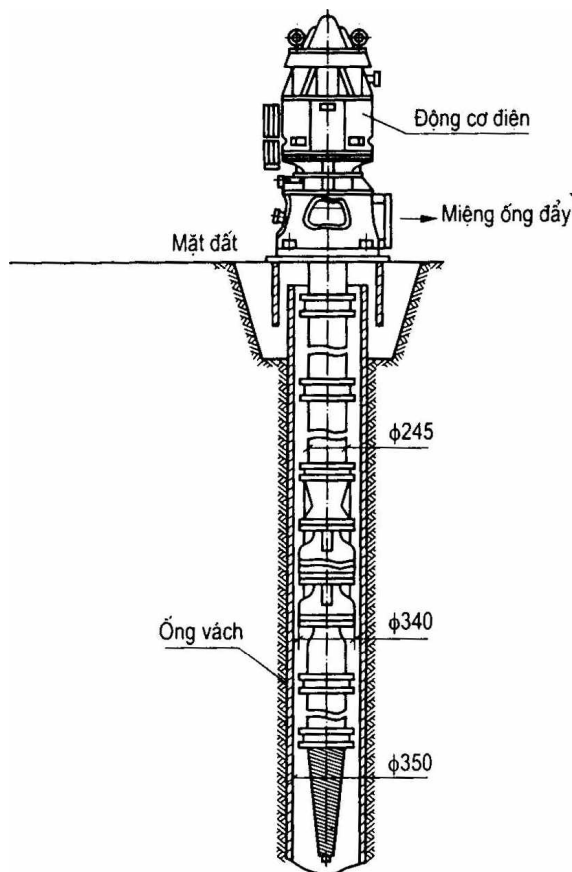
Bộ phận ống hút có thể dùng ống nhựa hoặc ống thép.

e) Hạ mức nước ngầm bằng hệ thống kim lọc giếng sâu

Khi mà chiều sâu nước ngầm lớn với phương pháp thoát nước bằng kim lọc giếng ống không đáp ứng được yêu cầu thoát nước thì người ta sẽ dùng phương pháp này. Với trường hợp đất nền có hệ số thấm lớn ($k = 50 - 250 \text{ m/ngày đêm}$), đất nền là đất bùn, đất cát hoặc cát sỏi thì hạ mức nước ngầm bằng kim lọc giếng sâu rất thích hợp.



Hình 120: Cấu tạo kim lọc giếng ống



Hình 121: Bơm tuốc bin tự chảy

Các máy bơm sử dụng để thoát nước theo phương pháp này là các loại máy bơm tuốc bin tự chảy và các loại bơm sâu tự chảy.

Các máy bơm được đặt trong các lỗ khoan có đường kính lớn và có lót vách để giữ vách lỗ không sụt lở. Các lỗ khoan đặt bơm có đường kính 200 – 500 mm.

Với máy bơm tuốc bin tự chảy thì động cơ điện ở trên miệng lỗ khoan còn phần bơm thì được đặt sâu trong lỗ khoan (như hình 121).

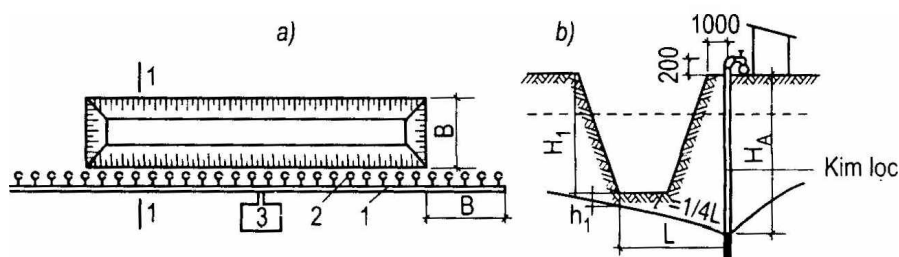
Còn với loại bơm sâu tự chảy thì máy bơm chế tạo gắn liền với động cơ điện và được thả trực tiếp vào lỗ khoan và không cần phải có trục dẫn động như loại máy bơm tuốc bin tự chảy. Loại máy bơm này gọn nhẹ, tháo lắp dễ dàng hơn.

Bơm tuốc bin tự chảy tùy loại công suất mà có thể đạt được lưu lượng thoát từ $30 \div 200 \text{ M}^3/\text{giờ}$ cho mỗi máy bơm. (Cột nước đẩy từ 30 – 90M).

Bơm sâu tự chảy có công suất nhỏ hơn, nên lưu lượng bơm tùy loại mà dao động từ 8 – 40 $\text{M}^3/\text{giờ}$. (Cột nước đẩy từ 80 – 160 M).

3. Cách đặt các hệ thống kim lọc

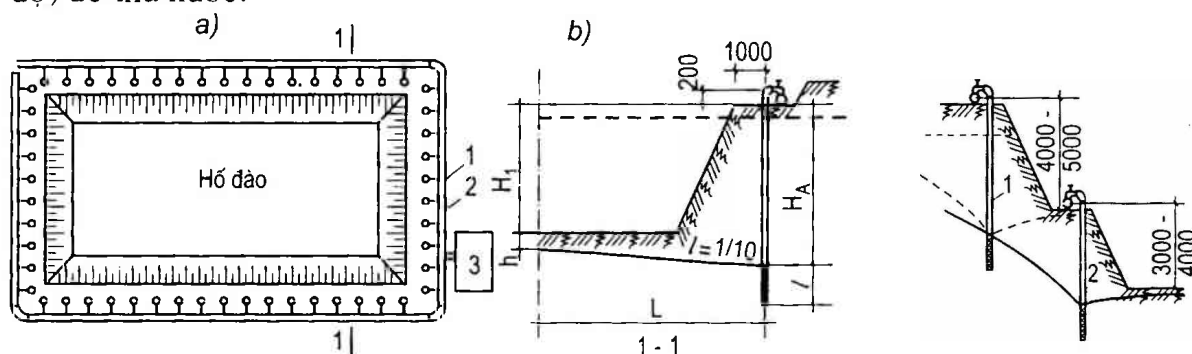
Với trường hợp đào kênh mương đặt ống, người ta chỉ cần đặt hệ thống kim lọc phía bên có thủy áp cao hơn như hình vẽ bên dưới đây:



1. Ống góp thu nước 2. Các ống kim lọc 3. Bơm hút nước

Hình 122: Hệ thống kim lọc thoát nước ngầm khi đào kênh mương

Đối với hố đào lớn, hệ thống kim lọc được bao quanh mép hố đào. Đối với trường hợp cột nước ngầm cao, người ta cần phải đặt hệ thống kim lọc ở 2 cấp (ở hai cao độ) để thu nước.

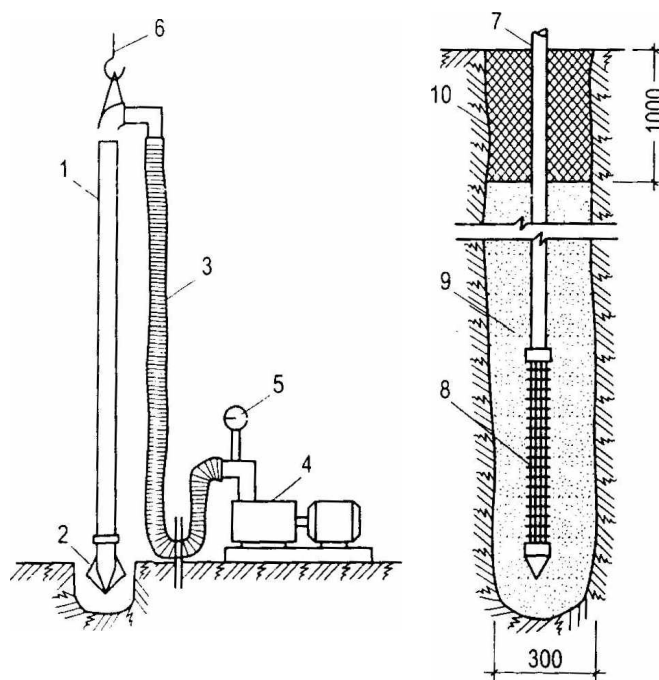


Hình 123: Mặt bằng bố trí hệ thống kim lọc

Hình 124: Hệ thống kim lọc đặt: bố trí ở hai cấp hai vòng bao quanh

4. Cách hạ ống kim lọc

Ngoài trường hợp đất yếu (bùn nhão) người ta có thể cắm trực tiếp hoặc ngoài trường hợp hạ bằng phương pháp nén rung (phải theo chỉ dẫn của nhà sản xuất đối với từng loại đất nền)... người ta cũng dùng phương pháp tạo lỗ bằng ống xói và đặt kim lọc xuống, sau đó lấp cát và chèn miệng lỗ bằng đất sét.



Hình 125: Phương pháp tạo lỗ để lắp đặt ống kim lọc

1. Ống xói; 2. Miệng xói nước; 3. Ống cao su mềm dẫn nước;
4. Bơm áp lực cao; 5. Đồng hồ áp lực; 6. Móc cầu; 7. Ống kim loại và ống hút;
8. Ống lọc; 9. Cát chèn đáy; 10. Đất sét bịt chặt.