

§3. LÝ THUYẾT ÁP LỰC ĐẤT CỦA C.A.COULOMB.

Như chúng ta đã biết, trong nhóm theo lý thuyết cân bằng giới hạn của khối rắn có xu hướng xem khối đất trượt sau tường chắn, giới hạn bởi mặt trượt có hình dạng định trước: Là mặt phẳng (C.A.Coulomb), là mặt cong (W.Fellenius), là mặt hỗn hợp giữa phẳng và cong (L.Rendulic).

Do tính phức tạp trong tính toán của xu hướng xem mặt trượt là mặt cong hay mặt hỗn hợp, hơn nữa kết quả cũng không sai khác nhiều so với xu hướng xem mặt trượt là mặt phẳng của C.A.Coulomb, nên trong phần này chỉ trình bày xu hướng xem mặt trượt là mặt phẳng.

Lý thuyết áp lực đất lên tường chắn của C.A.Coulomb dựa trên cơ sở của các giả thiết sau đây :

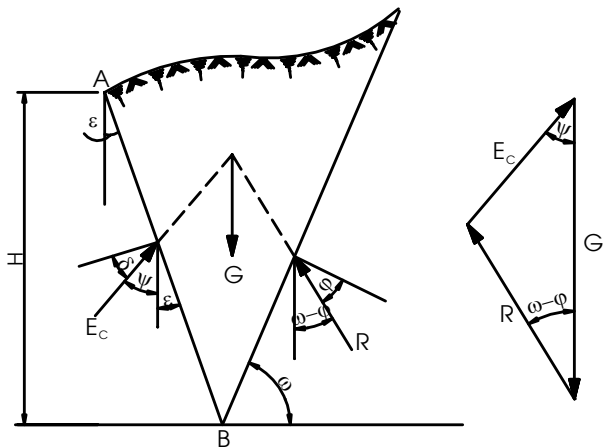
- Tường tuyệt đối cứng không biến dạng, mặt trượt là mặt phẳng.
- Lãng thể trượt xem như một khối rắn tuyệt đối được giới hạn bằng hai mặt trượt : mặt phát sinh trong khối đất và mặt lưng tường. Giả thiết này cho phép ta thay các lực thể tích và lực bề mặt tác dụng lên lãng thể trượt bằng các lực tương đương như trọng lượng G của lãng thể trượt, phản lực R từ khối đất bất động và phản lực E từ phía tường.

- Xét khối đất trượt ở trạng thái cân bằng giới hạn, nghĩa là trạng thái ứng với thời điểm bắt đầu trượt (trị số áp lực đất chủ động tính toán được xác định tương ứng với lực đẩy của lãng thể trượt lên tường, còn trị số áp lực đất bị động được xác định tương ứng với lực chống của lãng thể trượt lên tường). Với giả thiết này cho phép ta thừa nhận các góc lệch của các phản lực tại các mặt trượt bằng góc ma sát trong φ (giữa khối đất bất động và lãng thể trượt) và góc ma sát ngoài δ (giữa đất và lưng tường) đồng thời đa giác lực (G, E_c, R) khép kín.

3.1. Tính toán áp lực chủ động lớn nhất của đất theo lý thuyết C.A.Coulomb.

3.1.1. Tính toán áp lực chủ động lớn nhất của đất rời theo lý thuyết C.A.Coulomb

Giả sử có một tường chắn cứng với lưng tường phẳng AB , chắn giữ khối đất đắp (đất rời) sau lưng tường với mặt đất có dạng bất kỳ, không chịu tác dụng của tải trọng ngoài (hình V-6). Nếu gọi ε là góc nghiêng của lưng tường so với phương thẳng đứng và ω là góc hợp bởi mặt trượt giả thiết nào đó với phương nằm ngang, thì tại thời điểm xảy ra trượt sẽ xuất hiện hai mặt trượt AB và BC , tạo thành lãng thể trượt ABC .



Hình V-6

Theo giả thiết 2 và 3 thì phương của hai phản lực E_c và R được xác định

bởi góc ma sát ngoài δ và góc ma sát trong φ như hình (V-6). Điều kiện cân bằng giới hạn được thỏa mãn khi tam giác lực (G, E_c, R) khép kín. Do đó, dựa vào hệ thức lượng của tam giác lực (hình V-6): có thể rút ra biểu thức sau đây của áp lực chủ động đối với đất rời lên lưng tường cứng.

$$E_c = G \cdot \frac{\sin(\omega - \varphi)}{\sin(\omega - \varphi + \psi)} \quad (V-4)$$

Trong đó : G - Trọng lượng của lãng thể trượt ABC ;

ω - Góc trượt ;

ψ - Góc nghiêng giữa E_c và phương thẳng đứng và xác định bằng:

$$\psi = 90^\circ - \varepsilon - \delta \quad (V-5)$$

ε - Góc nghiêng của lưng tường.

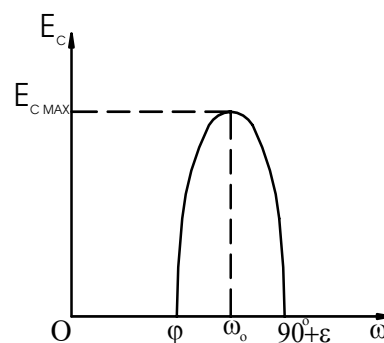
Tương tự ta có biểu thức tính R :

$$R = G \cdot \frac{\sin \psi}{\sin(\omega - \varphi + \psi)} \tag{V-6}$$

Trong phương trình (V-4) do đại lượng G thay đổi theo ω , nên E_c là hàm số của ω . Để tính toán ổn định của tường phải dựa vào áp lực chủ động lớn nhất E_{cmax} của đất tác dụng lên lưng tường. Do đó, để giải được bài toán áp lực đất C.A.Coulomb đã dùng nguyên lý cực trị để đưa thêm vào một phương trình nữa. Nguyên lý cực trị tức là góc ω ứng với trị số áp lực chủ động lớn nhất (E_{cmax}) của đất rời lên lưng tường cũng được xác định từ điều kiện:

$$\frac{dE_c}{d\omega} = 0 \tag{V-7}$$

Từ phương trình (V-4) có thể thấy rằng hàm số $E_c = f(\omega)$ biến thiên theo dạng đường cong (hình V-7) đường cong này sẽ cắt trục ω tại các điểm khi $\omega = \varphi$ hoặc $\omega = 90^\circ + \varepsilon$, tức là $E_c = 0$. Nếu vẽ đường thẳng tiếp tuyến với đường cong và song song với trục ω sẽ xác định được trị số áp lực chủ động lớn nhất (E_{cmax}) và trị số góc trượt ω_0 .

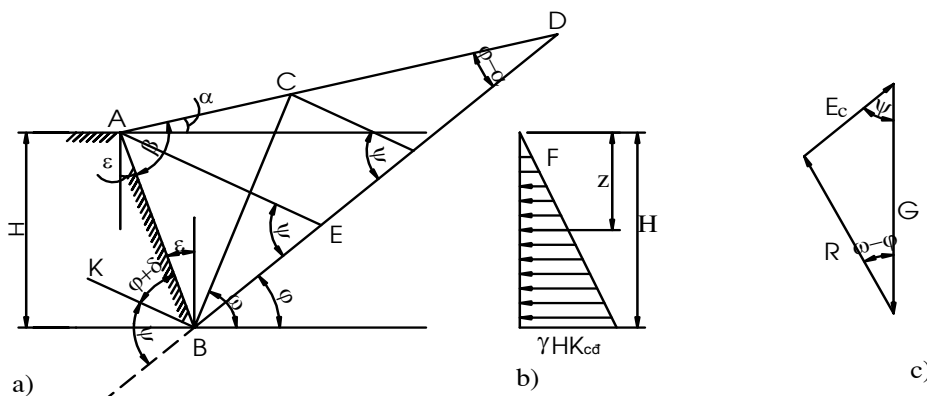


Hình V-7

Để xác định được trị số lớn nhất của E_c trong các trị số có thể có, người ta phải giả thiết nhiều mặt trượt BC có thể xảy ra, để từ đó xác định được trị số E_{cmax} . Dựa vào các điều kiện của bài toán đặt ra (hình dạng lưng tường, hình dạng mặt đất đắp, và tải trọng ngoài tác dụng lên khối đất đắp, v.v ...) hiện nay thường dùng các phương pháp sau đây để xác định áp lực chủ động lớn nhất E_{cmax} của đất.

3.1.1.1. Thành lập công thức tính toán áp lực chủ động lớn nhất của đất rời theo phương pháp giải tích.

Phương pháp giải tích chỉ dùng để giải bài toán với trường hợp mặt đất phẳng và lưng tường phẳng (hình V-8). Từ đáy tường B trên hình (V-8). Kẻ trục ma sát BD hợp với phương nằm ngang một góc bằng góc ma sát trong của đất φ . Và cũng từ B vẽ trục chuẩn BK hợp với lưng tường một góc $(\varphi + \delta)$. Như vậy trục chuẩn BK sẽ tạo với đường kéo dài của trục ma sát một góc bằng ψ .



Hình V-8

Giả sử BC là một mặt trượt bất kỳ và có góc trượt tương ứng là ω . Từ A và C kẻ các đường AE, CF song song với trục chuẩn BK. Từ hình (V-8) ta thấy rằng tam giác BCF đồng dạng với tam giác lực nên ta có :

$$E_c = G \cdot \frac{CF}{BF} \quad (V-9)$$

Trong đó : $G = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot AB \cdot AC \cdot \sin \beta$ (V-10)

với $\beta = 90^\circ - \varepsilon + \alpha$
 γ - dung trọng của đất

Thay (V-10) vào (V-9) ta có : $E_c = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot AB \cdot AC \cdot \frac{CF}{BF} \cdot \sin \beta$ (V-11)

vì $CF \parallel AE$ nên ta có :

$$AC = AD \cdot \frac{EF}{ED} \text{ và } CF = AE \cdot \frac{FD}{ED} \quad (V-12)$$

Thay (V-12) vào (V-11) ta có : $E_c = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot \sin \beta \cdot \frac{AB \cdot AE \cdot AD}{ED^2} \cdot \frac{EF \cdot FD}{BF}$ (V-13)

Từ biểu thức (V-13) ta thấy rằng AB, AE, AD và ED hoàn toàn không phụ thuộc vào góc trượt ω , cho nên trị số cực đại của áp lực chủ động (E_{cmax}) sẽ tương ứng với trị số cực đại của biến lượng $\frac{EF \cdot FD}{BF}$.

Nếu ta đặt : $A = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot \sin \beta \cdot \frac{AB \cdot AE \cdot AD}{ED^2}$ và $X = \frac{EF \cdot FD}{BF}$

với lý do trên ta có : $E_{cmax} = A \cdot X_{max}$ (V-14)

Do điểm C chưa xác định dẫn đến F cũng chưa xác định được nên đặt $BF = x$ là ẩn số, $BE = a$ và $BD = b$ là những số đã biết.

Ta có : $X = \frac{(x-a)(b-x)}{x}$ (V-15)

Dựa vào điều kiện (V-7) và (V-14) ta có : $\frac{dX}{dx} = 0$, sau khi giải ra ta có trị số cực đại của $x_{max} = \sqrt{a \cdot b}$ và đem thay trị số này vào phương trình (V-15) ta được trị số cực đại của X là :

$$X_{max} = (\sqrt{b} - \sqrt{a})^2 \quad (V-16)$$

Xét tam giác ABD ta có góc $ADB = \varphi - \alpha$ thì theo hệ thức sin trong tam giác lượng ta có

$$AB = b \cdot \frac{\sin(\varphi - \alpha)}{\sin \beta} ; \quad AD = AB \cdot \frac{\cos(\varphi - \varepsilon)}{\sin(\varphi - \alpha)}$$

$$AE = AB \cdot \frac{\cos(\varphi - \varepsilon)}{\sin \psi} ; \quad DE = b - a$$

Thay AB, AD, AE, DE và (V-16) vào (V-14) đồng thời rút gọn ta có :

$$E_{cmax} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot AB^2 \cdot \frac{\cos^2(\varphi - \varepsilon)}{\sin \psi} \cdot \frac{1}{[1 + \sqrt{a/b}]^2} \quad (V-17)$$

Mặt khác ta có : $AB = \frac{H}{\cos \varepsilon}$, và nếu đặt $Z = \frac{a}{b}$ ta có thể viết dưới dạng sau :

$$Z = \frac{a}{b} = \frac{a}{AB} \times \frac{AB}{b} = \frac{\sin(\varphi + \delta)}{\sin \varphi} \cdot \frac{\sin(\varphi - \alpha)}{\cos(\varepsilon - \alpha)}$$

, thay Z vào công thức (V-17)

$$\text{ta có: } E_{c \max} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_{cd} \quad (\text{V-18})$$

Trong đó : K_{cd} - là hệ số áp lực chủ động của đất và bằng

$$K_{cd} = \frac{\cos^2(\varphi - \varepsilon)}{\cos^2 \varepsilon \cdot \sin \psi} \cdot \frac{1}{\left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \alpha)}{\sin \psi \cdot \cos(\varepsilon - \alpha)}} \right]^2} \quad (\text{V-19})$$

H - là chiều cao tường chắn ; δ - góc ma sát giữa đất đắp và lưng tường có thể lấy theo bảng (V-2) ; các đại lượng khác như hình vẽ (V-8).

* Các trường hợp đặc biệt.

- Trường hợp tường thẳng đứng với lưng tường nhẵn, mặt đất sau lưng tường nghiêng dưới góc bằng góc ma sát trong của đất, tức là ($\varepsilon = 0, \delta = 0$ và $\alpha = \varphi$).

$$\text{Do đó : } K_{cd} = \cos^2 \varphi \quad (\text{V-20})$$

- Trường hợp lưng tường nghiêng, lưng tường trơn nhẵn và mặt đất nằm ngang tức là ($\delta = 0, \alpha = 0$ và $\varepsilon \neq 0$). Do đó ta có :

$$K_{cd} = \left[\pm tg \varepsilon + tg \left(45^\circ - \frac{\varphi - \varepsilon}{2} \right) \right]^2 \cos \varepsilon \quad (\text{V-21})$$

Lấy dấu (+) khi tường nghiêng dương còn dấu (-) khi tường nghiêng âm

- Trường hợp tường thẳng đứng, lưng tường trơn nhẵn và mặt đất sau lưng tường nằm ngang, tức là ($\varepsilon = 0, \delta = 0$ và $\alpha = 0$). Do đó ta có :

$$K_{cd} = tg^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (\text{V-22})$$

Bảng V-2: Trị số góc ma sát giữa đất đắp và lưng tường.

Đặc điểm tường chắn	Góc ma sát δ
Lưng tường trơn nhẵn, thoát nước không tốt	$0 \div \varphi/3$
Lưng tường nhám, thoát nước tốt	$\varphi/3 \div \varphi/2$
Lưng tường rất nhám, thoát nước tốt	$\varphi/2 \div 2\varphi/3$

Từ công thức (V-18) ta thấy rằng, áp lực chủ động (E_{cd}) tỷ lệ thuận với chiều cao tường. Do vậy cường độ áp lực đất chủ động tác dụng lên tường tại độ sâu Z được tính như sau:

$$P_c = \frac{dE_c}{dz} = \frac{d}{dz} \left(\frac{1}{2} \gamma \cdot z^2 \cdot K_{cd} \right) = \gamma \cdot z \cdot K_{cd} \quad (\text{V-23})$$

Biểu đồ cường độ áp lực đất chủ động của đất lên tường theo chiều sâu có dạng hình tam giác như trên hình (V.8-b). Điểm đặt của áp lực đất chủ động nằm ở trọng tâm biểu đồ cường độ áp lực, trong trường hợp này, trọng tâm của biểu đồ nằm trên đáy tường là H/3, phương tác dụng của E_c nghiêng một góc δ so với pháp tuyến của lưng tường.

3.1.1.2. Xác định áp lực chủ động lớn nhất của đất theo phương pháp đồ giải.

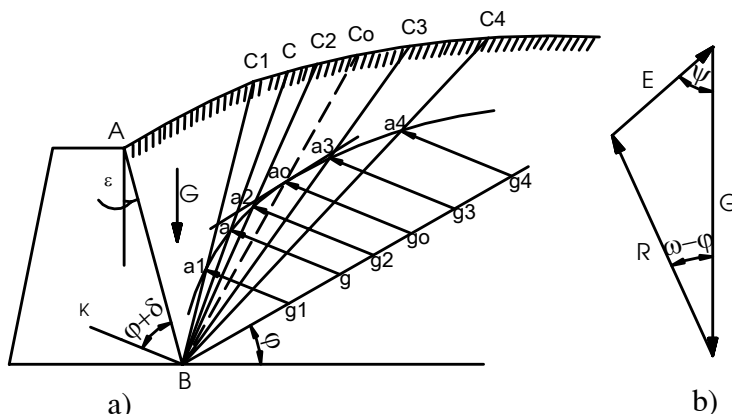
Phương pháp này vẫn dựa trên những giả thiết cơ bản và nguyên lý tính toán giống như phương pháp giải tích, chỉ khác là dùng cách vẽ để xác định áp lực chủ động

3.1.1.2.1. Phương pháp K.Culman.

Phương pháp này được dùng cho mọi trường hợp khi tường đứng hoặc nghiêng mặt đất sau tường có dạng bất kỳ, và có xét đến ảnh hưởng của lực ma sát giữa đất và tường. Bản chất của phương pháp này là dựa vào nguyên tắc xây dựng tam giác lực khép kín (Hình V-9). Để giải quyết bài toán này K.Culman dựa trên cơ sở tính chất

sau đây:

Giả sử có mặt trượt BC làm với mặt nằm ngang một góc ω (hình V-9). Từ B kẻ trục chuẩn BK làm với lưng tường một góc $(\varphi + \delta)$ và cũng từ B kẻ đường BD làm với mặt nằm ngang một góc là φ , rồi từ C kẻ đường song song với BK cắt BD tại F, (hình V-9) thì tam giác BCF sẽ đồng dạng với tam giác lực G,R,E_c. Nếu lấy đoạn Bg trên BD biểu thị trọng lượng G của lãng thể trượt BCA (cạnh G trong tam giác lực GRE_c) và từ g kẻ đường thẳng song song với BK cắt mặt trượt BC tại a, thì đoạn ag biểu thị trị số áp lực chủ động E_c ứng với mặt trượt BC đã giả định. (Vì tam giác Bag cũng đồng dạng và bằng tam giác lực G.R.E_c).



Hình V-9

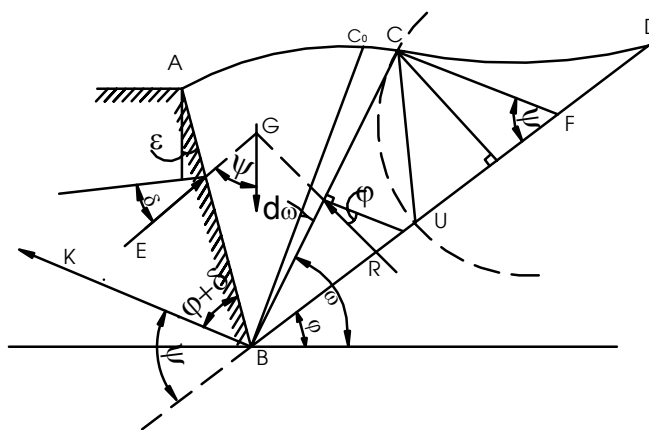
Dựa trên cơ sở của tính chất đó K.Culman đã đề ra cách vẽ như sau : Vẽ nhiều mặt trượt "có thể" BC₁, BC₂ ... BC_n, và cũng bằng cách tương tự như đã trình bày ở trên sẽ xác định được các giao điểm a₁, a₂ ... a_n. Như vậy đã tìm được các vectơ biểu diễn áp lực chủ động E_{c1}, E_{c2}, ... E_{cn} tương ứng với các mặt trượt đã giả định. Nối các điểm a_i ta được một đường cong trong hệ trục tọa độ xiên KBD gọi là đường cong Culman (C). Đường cong này có tung độ lớn nhất là a₀g₀ (a₀ là điểm tiếp tuyến của đường thẳng với đường cong và song song với BD), biểu diễn áp lực chủ động lớn nhất E_{cmax} của đất rời lên lưng tường cứng. Mặt trượt tính toán BC₀ sẽ đi qua điểm a₀ có tung độ lớn nhất a₀g₀ (hình V-9).

3.1.1.2.2. Phương pháp G.Rebhan.

Phương pháp này có thể áp dụng cho mọi trường hợp. Dựa vào các giả thiết tính toán áp lực đất của Coulomb. Rebhan đưa ra hai định lý gọi là định lý Rebhan.

- Diện tích của lãng thể trượt ABC ứng với trị số E_{cmax} bằng diện tích của tam giác lực BCF vẽ trên vết của mặt trượt.

- Trị số E_{cmax} bằng dung trọng của đất nhân với diện tích tam giác CUF là tam giác cân có CF = UF).



Hình V-10

Bản chất của phương pháp này là dựa vào các giả thiết của C.A.Coulomb. Trị số áp lực chủ động của đất lên tường xác định theo công thức (V-4).

$$E_c = G \cdot \frac{\sin(\omega - \varphi)}{\sin(\omega - \varphi + \psi)} \tag{V-4'}$$

Theo A.C.Coulomb thì trị số E_c cần tìm là lớn nhất, do đó dựa vào nguyên lý cực trị ta lấy đạo hàm biểu thức trên theo ω và cho triệt tiêu để tìm trị số E_{cmax} ta có :

$$\frac{dE_c}{d\omega} = \frac{dG}{d\omega} \cdot \frac{\sin(\omega - \varphi)}{\sin(\omega - \varphi + \psi)} + G \cdot \frac{\cos(\omega - \varphi) \cdot \sin(\omega - \varphi + \psi) - \sin(\omega - \varphi) \cdot \cos(\omega - \varphi + \psi)}{\sin^2(\omega - \varphi + \psi)} = 0 \quad (V-24)$$

$$\text{hay : } \frac{dG}{d\omega} \sin(\omega - \varphi) + G \cdot \frac{\sin \psi}{\sin(\omega - \varphi + \psi)} = 0 \quad (V-24')$$

Vì $\cos(\omega - \varphi) \cdot \sin(\omega - \varphi + \psi) - \sin(\omega - \varphi) \cdot \cos(\omega - \varphi + \psi) = \sin \psi$

Do đó ta có thể rút ra biểu thức xác định trọng lượng lăng thể trượt ứng với mặt trượt có áp lực đất chủ động lớn nhất tác dụng lên lưng tường.

$$G = -\frac{dG}{d\omega} \cdot \frac{\sin(\omega - \varphi) \cdot \sin(\omega - \varphi + \psi)}{\sin \psi} \quad (V-25)$$

Mặt khác theo hình vẽ (V-10) ta có $[dG] = \gamma \cdot dt(\Delta BC_0C)$ (trị số tuyệt đối). Do $d\omega$ nhỏ nên ta có thể viết :

$$[dG] = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot BC^2 \cdot d\omega$$

Vì ω tăng thì G giảm cho nên ta có :

$$dG = -[dG] = -\frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot BC^2 \cdot d\omega \quad (V-26)$$

Hơn nữa từ tam giác BCF ta có :

$$BC = BF \cdot \frac{\sin \psi}{\sin(\omega - \varphi + \psi)} \quad (V-27)$$

Thay biểu thức (V-27) và (V-26) vào (V-25) ta có :

$$G = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot BC \cdot BF \cdot \sin(\omega - \varphi) = \gamma \cdot dt(\Delta BCF) \quad (V-28)$$

Mặt khác theo hình vẽ (V-10) ta có :

$$G = \gamma \cdot dt(\Delta ABC) \quad (V-29)$$

Do đó ta có :

$$dt(\Delta ABC) = dt(\Delta BCF) \quad (V-30)$$

Công thức (V-30) là nội dung định lý thứ nhất của Rebhan.

Theo định lý thứ nhất của Rebhan thì từ biểu thức (V-28) thay vào biểu thức (V-4') ta được trị số của áp lực chủ động lớn nhất E_{cmax} là :

$$E_{cmax} = \gamma \cdot dt(\Delta BCF) \cdot \frac{\sin(\omega - \varphi)}{\sin(\omega - \varphi + \psi)} = \gamma \cdot \frac{1}{2} \cdot BF \cdot CF \cdot \frac{\sin \psi \cdot \sin(\omega - \varphi)}{\sin(\omega - \varphi + \psi)} \quad (V-31)$$

cũng theo hình vẽ (V-10) ta có liên hệ :

$$BF = CF \cdot \frac{\sin(\omega - \varphi + \psi)}{\sin(\omega - \varphi)} \quad (V-32)$$

Do đó khi thay (V-32) vào (V-31) ta có :

$$E_{cmax} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot CF^2 \cdot \sin \psi \quad (V-33)$$

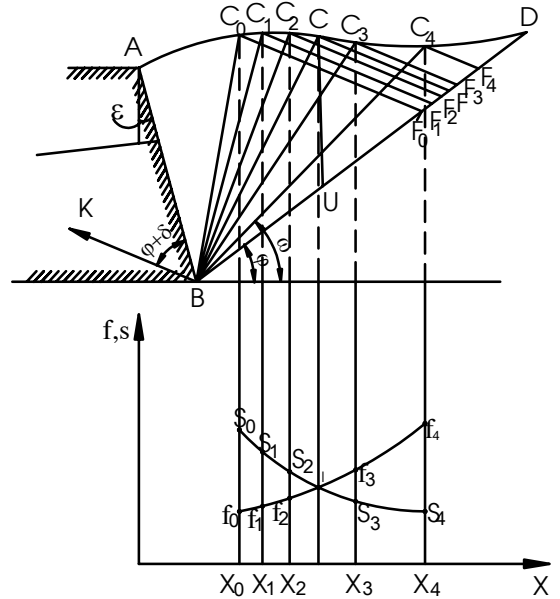
vì $\frac{1}{2} \cdot CF^2 \cdot \sin \psi$ chính bằng diện tích của tam giác cân CUF nên ta có :

$$E_{cmax} = \gamma \cdot dt(\Delta CUF) \quad (V-34)$$

(Tam giác CUF được vẽ như sau : lấy F làm tâm chấp đoạn FC xuống trục BD ta được FU = FC).

Dựa trên cơ sở hai định lý trên G.Rebhan và M.G.Beskin đề nghị phương pháp đồ thị xác định vị trí mặt trượt ứng với E_{cmax} như sau:

Sau khi đã vẽ được đường chuẩn BK làm một góc $(\varphi + \delta)$ với lưng tường và đường BD làm với mặt phẳng nằm ngang một góc là φ (hình V-11), ta vẽ nhiều mặt trượt bất kỳ $BC_0, BC_1, BC_2 \dots BC_n$. Từ các điểm $C_0, C_1, C_2 \dots C_n$ ta vẽ các đường thẳng song song với trục chuẩn BK, và như thế ta đã có các tam giác lực vẽ trên vết các mặt trượt là $\Delta BC_0F_0, \Delta BC_1F_1, \dots \Delta BC_nF_n$ (hình V-11). Tính các diện tích của tam giác ABC_i và BC_iF_i gọi (đặt) chúng là f_i và S_i . Từ chân tường B, theo một tỷ lệ nhất định đặt các tung độ có trị số bằng f_i và S_i tương ứng với các hoành độ X_i của các điểm C_i . Nối các đầu mút của các đoạn thẳng đó ta được hai đường cong f và S. Từ giao điểm I của hai đường cong đó, ta dựng đường thẳng đứng gặp mặt đất tại C. Nối C với B ta được vị trí mặt trượt BC tính toán tương ứng với E_{cmax} , bởi lúc này ta có diện tích lăng thể trượt ABC bằng diện tích tam giác lực BCF vẽ trên vết mặt trượt của nó. Nếu từ C ta kẻ đường thẳng song song với trục chuẩn BK ta sẽ được đoạn CF, để tính E_{cmax} theo công thức (V-33).

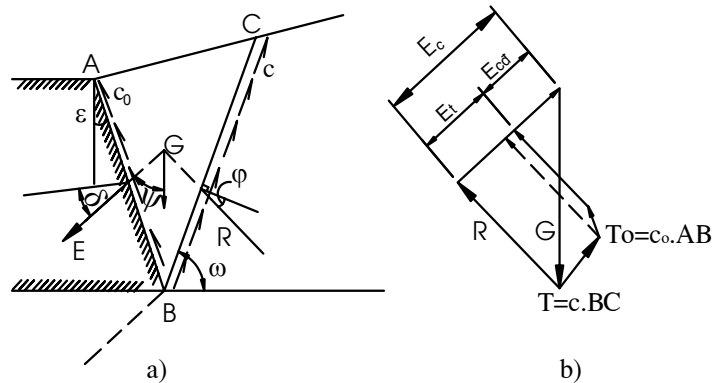


Hình V-11

3.1.2. Tính toán áp lực chủ động lớn nhất của đất dính theo lý thuyết C.A.Coulomb.

Việc tính toán áp lực đất chủ động lớn nhất, có xét đến ảnh hưởng của lực dính kết là điều rất cần thiết. Trước đây, khi thiết kế thường hay bỏ qua ảnh hưởng của lực dính vì cho rằng nó chỉ được phát huy trong một điều kiện nhất định, còn khi trong đất đắp xuất hiện vùng biến dạng dẻo dưới tác dụng của trọng lượng bản thân đất cũng như do ảnh hưởng của tải trọng ngoài trên mặt đất đắp, hoặc khi đất nằm trong nước (thường thấy ở đất đắp sau tường chắn thuộc các công trình thủy lợi), cũng như khi nhiệt độ của môi trường xung quanh thay đổi, làm cho kết cấu của khối đất bị phá hoại, thì ảnh hưởng của lực dính không còn nữa. Rõ ràng đánh giá ảnh hưởng của lực dính như vậy là chưa thoả đáng.

Lý luận áp lực đất của Coulomb có thể mở rộng đối với đất đắp là đất dính, khi xác định áp lực chủ động E_{cd} của đất dính, vẫn dựa vào các giả thiết và nguyên lý tính toán như đất rời, nhưng thêm vào giả thiết, lực dính của đất đắp được xem như tác dụng theo phương của mặt trượt và phân bố đều trên mặt trượt. Như vậy ảnh hưởng của lực dính được xét đến qua hai lực tác dụng lên hai mặt trượt, trên mặt trượt thứ nhất, lực dính được xác định theo công thức (xét bài toán phẳng):



Hình V-12

$$T = c \cdot \overline{BC} \quad (V-35)$$

Lực dính tác dụng lên mặt trượt thứ hai (lưng tường) bằng :

$$T_0 = c_0 \cdot \overline{AB} \quad (V-36)$$

Trong đó : c - lực dính đơn vị của đất đắp

c_0 - lực dính đơn vị của đất đắp với lưng tường.

Trong trường hợp này đa giác lực gồm năm lực (G, R, T, T_0 và E_{cd}) hợp lại cũng phải khép kín. Dựa vào đa giác lực (hình V-12.b) có thể thiết lập được công thức của áp lực chủ động trong trường hợp này dưới dạng :

$$E_{cd} = E_c - E_T \quad (V-37)$$

Trong tính toán nhiều khi để đỡ phức tạp người ta không xét đến lực dính trên lưng tường mà chỉ xét đến lực dính trên mặt trượt BC.

$$\text{Trong đó : } E_c = G \frac{\sin(\omega - \varphi)}{\sin(\omega - \varphi + \psi)}$$

$$E_T = T \frac{\cos \varphi}{\sin(\omega - \varphi + \psi)}$$

Để tìm được trị số áp lực chủ động lớn nhất của đất dính (E_{cdmax}) cũng tiến hành tương tự như đối với đất rời.

3.2. Tính toán áp lực bị động nhỏ nhất của đất tác dụng lên lưng tường chắn.

Nếu dưới tác dụng của lực ngoài, tường chắn chuyển vị về phía đất và gây ra trạng thái cân bằng giới hạn bị động, thì đất sau tường có khả năng bị trượt lên theo mặt trượt BC và BA (hình V-13). Ở trạng thái cân bằng giới hạn, lãng thể ABC chịu tác dụng của các lực:

Trọng lượng bản thân G của lãng thể trượt ABC ;

Phản lực R của phần đất còn lại đối với lãng thể ABC ;

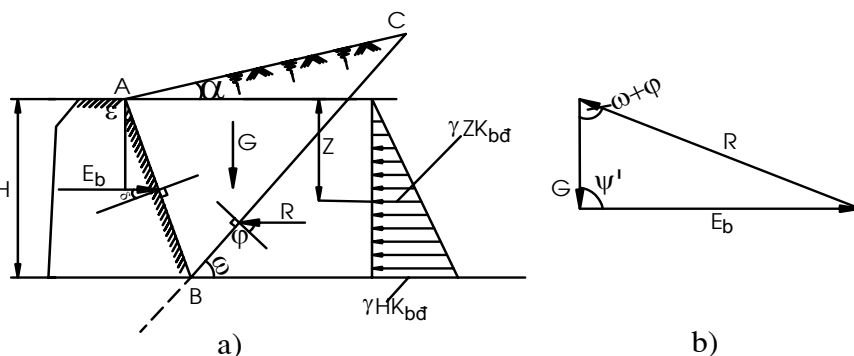
Phản lực E_b của lưng tường đối với lãng thể trượt.

Vì lãng thể ABC ở trạng thái cân bằng giới hạn và có xu hướng trượt lên trên, nên phương và chiều của các lực tác dụng có thể biểu thị như trên hình (V-13a). Hệ lực tác dụng lên lãng thể cân bằng nên tam giác lực khép kín. Từ hệ thức lượng trong tam giác lực có thể dễ dàng rút ra công thức của E_b , như sau :

$$E_b = G \cdot \frac{\sin(\omega + \varphi)}{\sin(\omega + \varphi + \psi')} \quad (V-38)$$

Công thức (V-38) cho thấy rằng E_b là một hàm số của ω và trị số của E sẽ thay đổi khi ω thay đổi, nghĩa là ứng với những mặt trượt khác nhau, E_b sẽ có những trị số khác nhau. Theo giả thiết của C.A.Coulomb, trị số áp lực bị động E_b là trị số nhỏ nhất của E_b và mặt trượt ứng với E_{bmin} là mặt trượt nguy hiểm nhất.

Muốn tìm E_{bmin} , có thể dùng phương pháp giải tích hoặc phương pháp đồ giải tương tự như trường hợp tính áp lực của đất chủ động.



Hình V-13

Đối với đất rời, kết quả của phương pháp giải tích cho trường hợp mặt đất phẳng nghiêng một góc α so với phương nằm ngang, biểu thức áp lực bị động có dạng như sau:

$$E_{b\min} = K_{bd} \cdot \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \quad (V-39)$$

Trong đó : K_{bd} - hệ số áp lực bị động, trong trường hợp tổng quát tính theo công thức sau :

$$K_{bd} = \frac{\cos^2(\varphi + \varepsilon)}{\cos^2 \varepsilon \cdot \cos(\varepsilon - \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi + \alpha)}{\cos(\varepsilon - \delta) \cdot \cos(\varepsilon - \alpha)}} \right]^2} \quad (V-40)$$

Trường hợp đặc biệt nếu lưng tường thẳng đứng , mặt tường trơn nhẵn, mặt đứng nằm ngang $\alpha = \varepsilon = \delta = 0$, sẽ có :

$$K_{bd} = \text{tg}^2(45^\circ + \varphi/2) \quad (V-41)$$

Cường độ áp lực đất bị động tại điểm bất kỳ theo chiều cao của tường được xác định theo công thức sau:

$$P_b = \frac{dE_b}{dz} = \frac{d}{dz} \left(\frac{1}{2} \gamma \cdot z^2 dZ \right) = \gamma z K_{bd} \quad (V-42)$$

Áp lực bị động E_b tác dụng tại điểm cách chân tường một khoảng $H/3$, phương tác dụng nghiêng với pháp tuyến lưng tường một góc δ .

Trị số áp lực bị động tính theo phương pháp của C.A.Coulomb lớn hơn trị số thực tế rất nhiều và sai số càng lớn khi δ càng lớn. Sở dĩ có sai số lớn như vậy là vì do giả thiết về mặt trượt này không phù hợp với thực tế. Tuy nhiên, khi $\delta = \varepsilon = \alpha = 0$, thì kết quả tương đối phù hợp với thực tế hơn.

Lực dính của đất làm tăng trị số áp lực bị động, nhưng khi điều kiện môi trường (nhiệt độ, độ ẩm) thay đổi thì trị số của nó thay đổi nhiều. Vì vậy để đảm bảo an toàn cho công trình thiết kế, trong thực tế tính toán áp lực bị động, thường bỏ qua ảnh hưởng của lực dính