

$$H = 6 \text{ m.} \quad \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} = 3,76 \quad \alpha = 30^\circ < 40^\circ$$

$$H = 9 \text{ m.} \quad \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} = 5,64 \quad \alpha = 20^\circ < 40^\circ$$

$$\text{Dla żwiru rzecznoego } \phi_s = 30^\circ \quad c = 1,5 \text{ t/m}^2 \quad \gamma = 1,8 \text{ t/m}^3$$

$$H = 3 \text{ m.} \quad \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} = 3 \cdot \frac{1,8}{4 \cdot 1,5} = 0,9; \quad \alpha = 96^\circ > 30^\circ$$

$$H = 6 \text{ m.} \quad \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} = 1,8 \quad \alpha = 58^\circ > 30^\circ$$

$$H = 9 \text{ m.} \quad \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} = 2,7 \quad \alpha = 40^\circ > 30^\circ$$

Jeżeli ziemia niepodparta trzyma się tarciem, wówczas kąt nachylenia płaszczyzny odłamu $\varphi_s = \phi_s = \alpha$. Jeżeli ziemia znajduje się pod wpływem spoistości, to stok ma nachylenie α , jeżeli jednak $\frac{\alpha}{2}$ staje się większe od φ_s , wówczas ziemia po przewyciężeniu spoistości klina będzie się utrzymywała tarciem przy kącie stoku $\alpha = \phi_s$.

Spoistość ziemi c możemy obliczyć ze wzoru (884). W tym celu przy danych H i γ bierzemy szereg wartości dla α , zauważamy, przy której z nich ma miejsce obsuwanie się stoku, i dla niej wyznaczamy c .

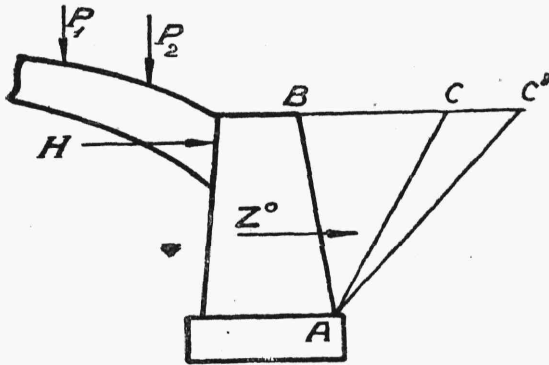
6. Odpór ziemi.

Kiedy mówimy o parciu ziemi na mury, mamy na widoku siły skierowane od strony ziemi w stronę muru i mogące wywołać wywrócenie się muru w kierunku od ziemi.

Może się jednak zdarzyć, że na mur w kierunku ku ziemi działają siły poziome, których wypadkowa większa jest niż parcie ziemi na mur. W tym wypadku siły poziome za pośrednictwem muru mogą dążyć do oddzielenia od masy ziemnej za murem pewnej bryły i do przesunięcia jej po pozostałej masie ziemnej. Tego rodzaju przesunięciu masa ziemna stawia opór, zwany odporem ziemi lub biernym parciem.

Ze względu na stateczność muru interesuje nas przede wszystkim odpór Z^0 , jaki ziemia za murem dać musi w warunkach najmniej nawet korzystnych, podobnie jak przy wyznaczaniu czynnego parcia ziemi interesowało nas największe parcie możliwe Z .

Skoro siły poziome, działające na mur w kierunku do ziemi stają się większe od parcia czynnego ziemi na mur, wówczas miarodajnym do obliczenia muru staje się zwykle odpór ziemi, jako ta siła, którą mur musi przewyciężyć, nim się zacznie nachylać w kierunku do ziemi.

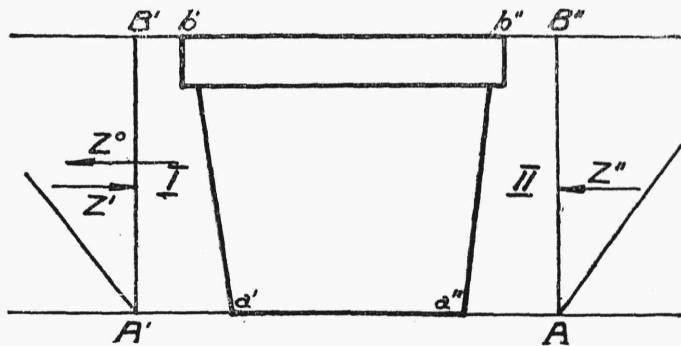


Rys. 433.

Odpór ziemi może więc stać się np. miarodajnym przy obliczaniu murów w dwóch wypadkach następujących.

Przypuśćmy, że mur podtrzymuje sklepienie (rys. 433) i że rozpór sklepienia H jest większy od parcia ziemi na mur Z . Mur może tu zachować stateczność tylko o tyle, o ile odpór ziemi za murem będzie tu dostateczny.

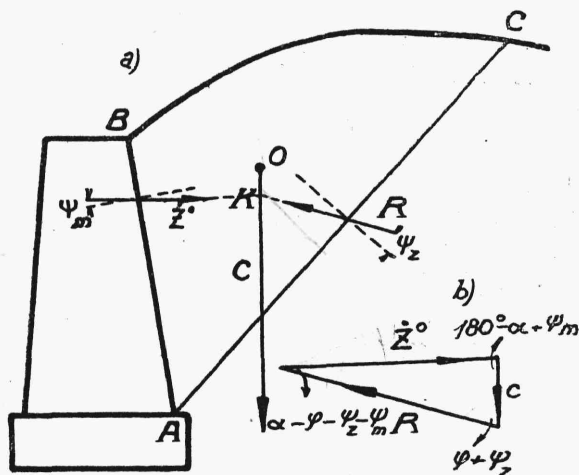
Weźmy w dalszym ciągu tunel przedstawiony na rys. 434 i przypuśćmy, że czynne parcie ziemi Z'' na mur II jest większe niż parcie ziemi Z' na mur I. Może tu zajść wypadek, że siła Z'' za pośrednictwem pokrycia tunelu i muru I będzie cisnąć na ziemię, znajdującą się za tym ostatnim,



Rys. 434.

i wówczas do obliczenia muru I stać się może miarodajnym odpór ziemi. Musimy wówczas sprawdzić, czy parcie muru na ziemię nie przekracza odporu, poczem mur możemy obliczać, jako belkę na sprężystym podłożu pionowym (por. rozdz. XI,8).

Przy wyznaczeniu odporu ziemi liczymy się, jak poprzednio, z założeniami teorii Coulomb'a, przyjmujemy więc (rys. 435), że pod działaniem sił zewnętrznych oddziela się od masy ziemnej za murem pewien klin odłamu ABC ograniczony płaszczyzną AC , przechodzącą przez tylną dolną krawędź muru A .



Rys. 435.

Odpór takiego klina oznaczamy przez Z^0 .

Ponieważ klin ABC w chwili równowagi granicznej pod działaniem siły Z^0 może przesunąć się w kierunku AC (t. j. ku górze), więc tarcie będzie tu działać w kierunku przeciwnym.

Mając to na uwadze, wykreślamy dla chwili równowagi granicznej trójkąt sił dla klina ABC (rys. 435b).

Kąty między poszczególnymi siłami będą odpowiednio równe:

$$\text{kat } (Z^0, C) = 180^\circ - \alpha + \psi_m$$

$$\text{kat } (R, C) = \varphi + \psi_z$$

$$\text{kat } (Z^0, R) = \alpha - \varphi - \psi_z - \psi_m$$

Z trójkąta sił (rys. 435b) otrzymujemy, że:

$$Z^0 = C \cdot \frac{\sin(\varphi + \psi_z)}{\sin(\alpha - \varphi - \psi_z - \psi_m)} \quad (885)$$

Porównyując wzór ten ze wzorem dla \dot{Z} , t.j. ze wzorem (831), widzimy, iż różnią się one od siebie jedynie znakami przy ψ_s i ψ_m .

Ze wzoru (885) możemy wyznaczyć opór dowolnego klina odłamu, stawiany przesuwaniu klina w kierunku od muru w chwili równowagi granicznej. Ponieważ jednak, przy obliczeniu stateczności murów, musimy liczyć się z najmniejszym odporem ziemi, musimy więc wyznaczyć odpowiednie położenie płaszczyzny AC .

W tym celu znajdujemy $Z^0 = \min \dot{Z}^0$, co robimy drogą przyrównania do zera pochodnej \dot{Z}^0 względem φ_0 lub względem $x = \text{ctg } \varphi_0$. Wzory dla C będą tu te same, co przy wyznaczeniu \dot{Z} , stosunek zaś sinusów różni się tylko znakami przy ψ . Ponieważ zarówno do wyznaczenia $\max \dot{Z}$, jak i do wyznaczenia $\min \dot{Z}^0$, musieliśmy przyrównać do zera pochodną względem $x = \text{ctg } \varphi$, więc wyprowadzone dla Z wzory mogą służyć po zamianie ψ przez $-\psi$ również i do obliczenia Z^0 .

Możemy więc np. napisać dla naziomu poziomego, obciążonego jednostajnie, że

$$Z^0 = \frac{\gamma h}{2} (h + 2h_1) \text{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\psi}{2} \right) \quad (886)$$

$$\varphi_0 = 45^\circ - \frac{\psi}{2}$$

Klin odłamu jest tu więc większy niż dla parcia czynnego Z .

Jednostkowy opór ziemi wynosi w danym wypadku:

$$z^0 = \gamma (h + h_1) \text{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\psi}{2} \right) \quad (887)$$

W razie, gdy siła H , działająca na mur od zewnątrz jest mniejsza od $\min \dot{Z}^0 = Z^0$ a większa od $\max \dot{Z} = Z$, to przy obliczaniu wymiarów muru liczymy się tylko z odporem (reakcją) równym H , gdyż opór ziemi jest siłą bierną i występuje tylko o tyle, o ile na mur działają siły zewnętrzne.

7. Wyznaczenie głębokości posadowienia.

Wyobraźmy sobie budowlę o wysokości H nad dolną powierzchnią fundamentu BK , o zagłębieniu h w grunt sytki (piaszczysty) i o szerokości (w kierunku prostym do płaszczyzny rysunku) równej 1.