

ROZDZIAŁ XVIII.

Równowaga mas ziemnych.

I. Podstawy obliczenia parcia ziemi.

Z punktu widzenia mechaniki budowli przypisujemy ziemi własności następujące:

1^o Brak sprężystości. Wyjątek stanowi tu wypadek, gdy ziemia odgrywa rolę podłoża pod fundament i gdy może być uważana za sprężystą wobec tego, że jest wtedy zwykle nieporuszana i mocno zleżała. Zależność między odkształceniem a obciążeniem w danym wypadku bywa przedstawiana w różnych formach, najczęściej jednak, jako reguła prostej proporcjonalności (por. rozdz. XI,8 i XVI,8).

2^o Sypkość. Wprawdzie niektóre gatunki ziemi, np. glina, w małym tylko stopniu tę własność posiadają, jednak wszystkie prawie wzory dotyczące budowli ziemnych, liczą się tylko z ziemią sypką.

3^o Tarcie wewnętrzne. Jest to siła, która utrzymuje w zależności od siebie poszczególne cząstki masy ziemnej. O ile na płaszczyznę poziomą nasypimy ziemi, to ograniczy się ona powierzchnią płaską, nachyloną względem poziomu o kąt ϕ_s , zwany kątem stoku naturalnego. Kąt ten równa się kątowi tarcia. Aby to dowieść, bierzemy cząstkę ziemi A , leżącą na powierzchni stoku naturalnego (rys. 414) i rozkładamy jej ciężar własny na kierunek styczny i prostopadły do płaszczyzny AB . Z odpowiedniego trójkąta sił otrzymamy tu, że $T = N \operatorname{tg} \phi$. Z drugiej strony dla równowagi cząstki A jest koniecznem, aby siła T równoważyła się z tarciem cząstki A na powierzchni stoku, czyli, aby $T = N \cdot f$, gdzie f jest to współczynnik tarcia. Wynika stąd, że $f = \operatorname{tg} \phi$.

ulega wywróceniu się, lub, inaczej mówiąc, w stanie, gdy wszystkie cząstki ziemi dążą do zsuwania się jedna po drugiej. W takim stanie równowagi możemy bez żadnych zastrzeżeń uwzględniać tarcie wewnętrzne w masie ziemnej.

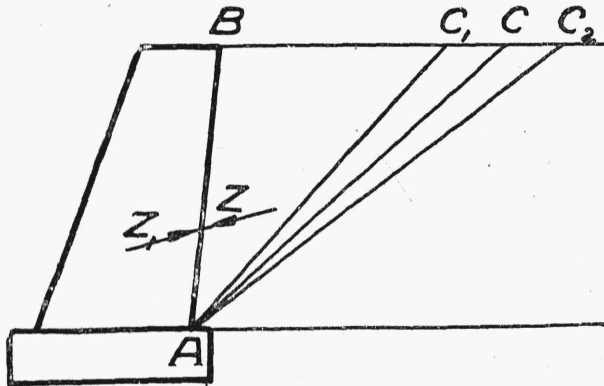
Dotycząca stanu równowagi granicznej teoria Rankine'a ¹⁾ (rok 1857) wychodzi z równań równowagi nieskończenie małego prostopadłościanu (por. rozdz. VIII, 1), dorzucając do nich równanie, charakteryzujące stan równowagi granicznej. W podobny sposób rzecz ma się w obliczeniach parcia ziemi Levy'ego, Mohr'a i t.d.

Teorie te nie dają rozwiązania dla wszystkich mających praktyczne znaczenie wypadków i wymagają przytem obliczeń dość skomplikowanych.

Wreszcie stan równowagi granicznej dotyczy również teorii parcia ziemi, podanej przez Coulomb'a w roku 1773 i metody na niej opartej.

Metoda ta, dzięki swej prostocie i możliwości łatwego przystosowania jej do różnych potrzeb technicznych, zyskała sobie, w różnych zresztą odmianach, największe rozpowszechnienie, chociaż czynione jej zarzuty nie przestają zajmować literatury naukowej i pobudzać do ulepszeń ²⁾.

Teoria Coulomb'a będzie tu przyjęta za podstawę dalszych obliczeń. Założenia Coulomb'a w tym zakresie są następujące (rys. 415):



Rys 415

1) część bryły ziemnej, działająca na mur, oddziela się w stanie równowagi granicznej podług płaszczyzny, zwanej płaszczyzną odłamu (na rys. AC);

2) płaszczyzna odłamu przechodzi przez krawędź (na rys. A), wzdłuż której tylna powierzchnia muru przecina się z powierzchnią terenu;

3) za parcie na mur uważamy siłę równą tej, która może zrównoważyć obsuwanie się każdego z pośród wszystkich możliwych klinów ABC (na rys. $Z = Z_1$) w razie gdyby klin ten był klinem odłamu.

¹⁾ W. J. Macquorn Rankine, „A manual of applied mechanics”, 1898 str. 218.

²⁾ Por. np. prof. M. Thullie, op. cit. str. 546, lub O. Mohr, op. cit. str. 258.

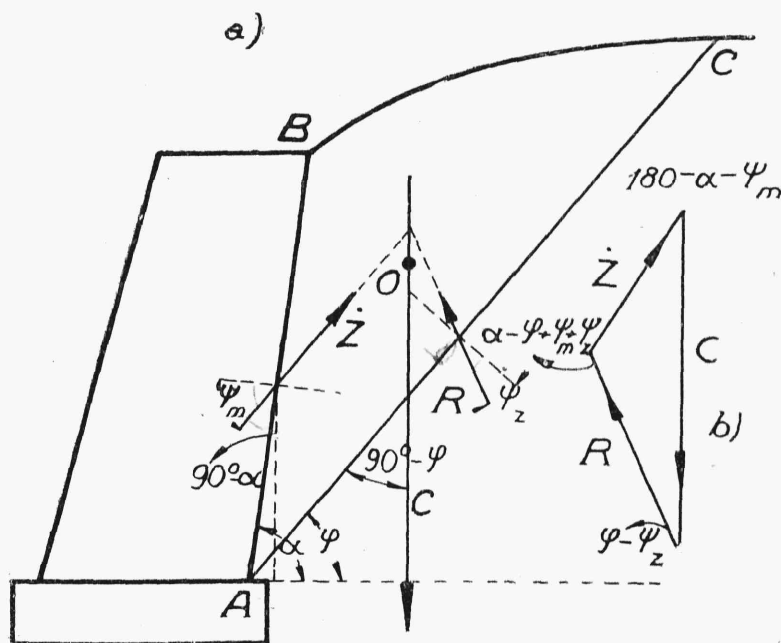
Założenia 1 i 2 zostały w znacznym stopniu potwierdzone przez doświadczenia, które wykazały, że powierzchnia odłamu AC istotnie mało się różni od płaszczyzny¹⁾. Nachylenie płaszczyzny odłamu względem pionu tłumaczy się tem, że jest ono bliskie do kierunku naprężeń ścinających (największych) w bryle ziemnej, która naprężeniom tym opierać się nie może.

Założenie 3 tłumaczy się w ten sposób, że skoro nie możemy określić, który z możliwych klinów odłamu wywiera parcie na mur, to musimy się liczyć w obliczeniu stateczności muru z tym klinem, który wywołuje parcie największe.

Sam Coulomb nie uwzględniał tarcia w płaszczyźnie AB (rys. 415), co nieraz robi się i obecnie w obliczeniach murów na korzyść bezpieczeństwa. Ten wypadek może być jednak rozpatrywany, jako wypadek szczególny obliczenia, uwzględniającego tarcie ziemi po murze.

2. Wyznaczenie parcia ziemi na powierzchnię płaską.

W myśl trzeciego założenia Coulomb'a (vid. paragraf poprzedni), ob-



Rys. 416.

liczenie parcia ziemi polegać będzie na wyznaczeniu sił Z , utrzymujących w równowadze poszczególne kliny ABC (rys. 416), uważane za kliny odłamu,

¹⁾ F. Kötter, op. cit.