

Zbigniew KOŁACZ

WPLYW NA WIELKOŚĆ ODPORU NA ŚCIANCE ZABURZENIA W POSTACI INNEJ ŚCIANKI

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki doświadczeń laboratoryjnych prowadzonych na bezkohezyjnym ośrodku analogowym typu stos Taylora - Schneebelięgo. W oparciu o uzyskane wyniki zaproponowano sposób obliczania granicznego oporu i odpowiadającego mu przesunięcia ścianek, wykorzystując do tego celu metodę W. Florina odpowiednio zmodyfikowaną.

1. WSTĘP

Zagadnienie wpływu na wielkość oporu na ściance zaburzenia w postaci innej ścianki znajdującej się w zasięgu bryły wyporu jest specyficznym zagadnieniem mechaniki gruntów.

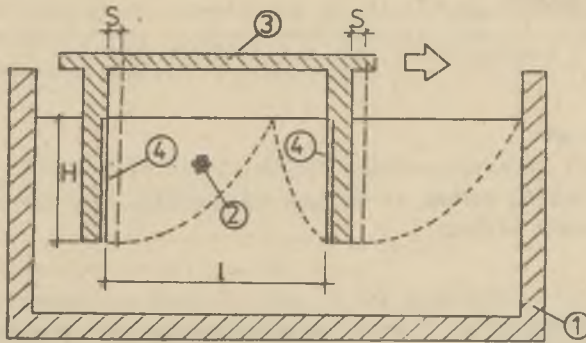
Problemem tym zajmowało się wielu badaczy, m.in. Streck, Szaraniec, Hückel. Badali oni powyższe zagadnienie przy rozwiązywaniu pracy zespołu kotwi na wspólnym ciągle. Były to głównie badania laboratoryjne, na podstawie których podawano konkretne zalecenia praktyczne, co do nośności zespołu kotwi [2].

W poniższej pracy zaproponowano sposób obliczania wielkości oporu przy braku możliwości wytworzenia się pełnej bryły wyporu, a co za tym idzie pełnej wielkości oporu na ściance z zastosowaniem metody Florina. Niniejszą koncepcję wysunięto na podstawie otrzymanych w badaniach laboratoryjnych wyników doświadczeń.

2. METODYKA PROWADZONYCH BADAŃ

Do wykonania eksperymentów zastosowano aparaturę badawczą, której opis przedstawiono w [3]. Do badań użyto bezkohezyjnego ośrodka analogowego typu stos Taylora - Schneebelięgo o cechach fizykomechanicznych opisanych w [4].

Eksperymenty prowadzono na nieruchomym ośrodku, przepychając w nim równolegle dwie sztywne, sprzężone ze sobą, znajdujące się w pewnej odległości od siebie pionowe ścianki (rys. 1). Pomiar wielkości oporu wykonywano za pomocą membran tensometrycznych. Doświadczenia prowadzono przy różnych zagłębieniach ścianek H (208 mm, 258 mm, 320 mm) oraz przy różnych ich rozstawach l (od 310 do 908 mm co 100 mm).

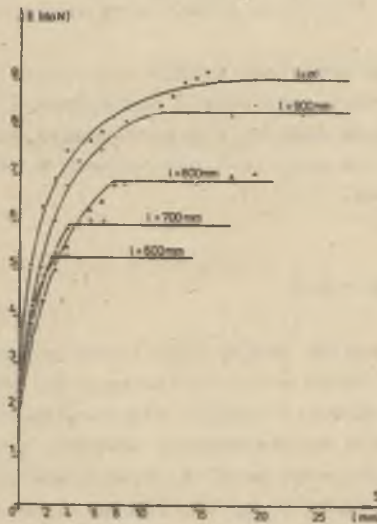


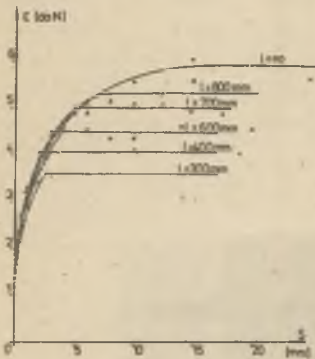
Rys. 1. Stanowisko badawcze

1 - sztywna rama aparatu, 2 - ósrodek, 3 - badane ścianki wraz ze sztywnym połączeniem, 4 - membrany pomiarowe

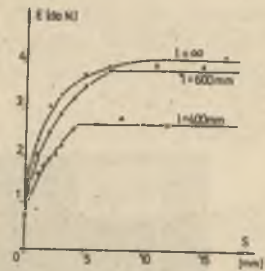
3. WYNIKI DOŚWIADCZEŃ

Przebieg mobilizacji siły odporu na ściance przedstawiono dla różnych wysokości ścianek na rys. 2a, b, c.

Rys. 2a. Zestawienie wyników doświadczeń przy wysokości ścianki $H = 320\text{ mm}$



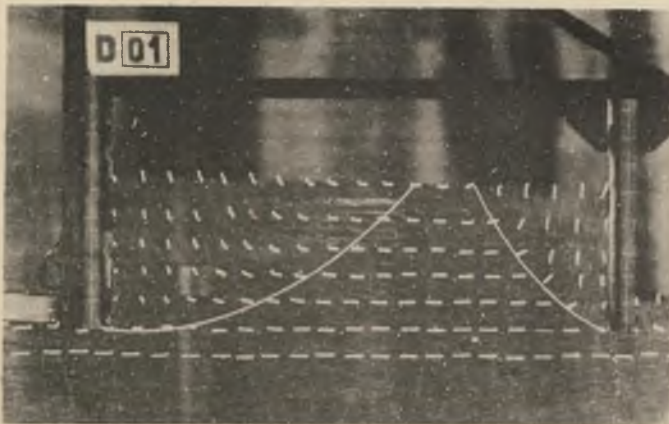
Rys. 2b. Zestawienie wyników doświadczeń przy wysokości ścianki $H = 258$ mm



Rys. 2c. Zestawienie wyników doświadczeń przy wysokości ścianki $H = 208$ mm

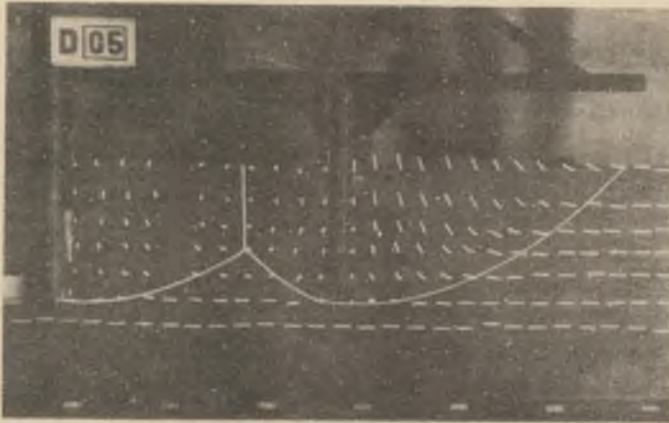
Charakterystycznym momentem we wszystkich doświadczeniach, uwidoczniwym na wykresach, jest nagłe stabilizowanie się siły. Następuje ono po początkowo płynnym narastaniu siły odporu wraz ze wzrostem przesunięcia ścianki.

Stabilizacja siły ma wyraźny związek z odległością od zaburzającej ścianki. Im ta odległość jest mniejsza, tym szybsza jest stabilizacja siły. Prowadzona w doświadczeniach rejestracja fotograficzna pozwoliła na dokładniejsze sprecyzowanie tej zależności (rys. 3). Graniczna siła odporu osiągała swą pełną wielkość tylko w przypadku, gdy odległość zaburzenia była większa od sumy długości klina parcia ozynnego na ścianie zaburzającej i długości klina odporu na badanej ścianie.



Rys. 3. Kształt klinów parcia i odporu przy rozstawie ścianek większym od sumarycznej ich długości

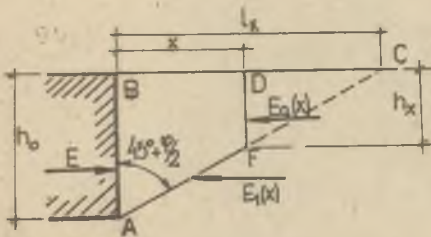
W doświadczeniach określono tę wielkość jako około $3,46 H$. W podobnych doświadczeniach prowadzonych na piasku z kotwami kwadratowymi i prostokątnymi przez Strecka i Szarańca [2] uzyskano tę odległość $l = 3,17 H$. Natomiast gdy zaburzająca ścianka znalazła się w odległości mniejszej od sumarycznej długości klina parcia i odporu obserwowano skrócenie tych brył jak to przedstawiono przykładowo na rys. 4.



Rys. 4. Kształt bryły współpracy ośrodka ze ścianką przy rozstawie mniejszym od sumarycznej długości klina parcia i odporu

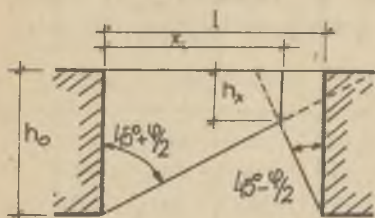
4. METODA OBLICZEŃ

Powyższe wyniki analizy doświadczeń wykazują pewne podobieństwo do założeń modelu przyjętego do obliczania odporu przez W.A. Florina [1]. Założył on mianowicie, że na skutek przesuwania ściany w kierunku gruntu przy wielkości naporu mniejszej od E_p^{gr} zagęszczenia doznaje tylko pewna, odpowiednia do wielkości E bryła gruntu ograniczona napierającą ścianką z jednej strony, powierzchnią poślizgu od dołu oraz pewną pionową płaszczyzną z drugiej strony (rys. 5).



Rys. 5. Schemat obliczeniowy przyjęty przez Florina

Opierając się na powyższym podobieństwie można określić dla danej odległości od zaburzenia odpowiadającą jej długość zagęsz-



Rys. 6. Przyjęty model obliczeniowy

ozonej strefy klina wyporu (rys. 6), a na jej podstawie wielkość E , którą można uznać za wielkość graniczną odporu dla danego rozstawu ścianek.

Z założeń tej metody [1] wynika:

$$E_a(x) = E_p(x) - (1-\alpha) E_p(0), \quad (1)$$

gdzie:

$E_a(x)$ - wartość parcia czynnego w odległości x od ścianki,

$E_p(x)$ - wartość odporu w odległości x od ścianki,

$E_p(0)$ - wartość odporu na ściance dla $x = 0$,

$\alpha = \frac{E}{E_p(0)}$ - współczynnik określający proporcję szukanej wartości odporu do odporu granicznego na ściance.

Dla naziomu nieobciążonego, poziomego i zasypki piaskowej mamy:

$$E_a(x) = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h_x^2 \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2}), \quad (2)$$

$$E_p(x) = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h_x^2 \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ + \frac{\varphi}{2}), \quad (3)$$

$$E_p(0) = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h_0^2 \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ + \frac{\varphi}{2}). \quad (4)$$

Po podstawieniu (2), (3) i (4) do (1) przy uwzględnieniu, że

$$h_x = h_0 \left(1 - \frac{x}{l_k}\right)$$

i przekształceniach otrzymamy:

$$\alpha = 1 - \left(1 - \frac{x}{l_k}\right)^2 \cdot \left(1 - \frac{\operatorname{tg}^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2})}{\operatorname{tg}^2(45^\circ + \frac{\varphi}{2})}\right), \quad (5)$$

gdzie:

h_x - wysokość przekroju klina wyporu w odległości x od ścianki,

h_0 - zagiębnienie ścianki,

$l_k = h_0 \cdot \operatorname{tg}(45^\circ + \frac{\varphi}{2})$ - długość klina wyporu.

Z prostych przeliczeń na podstawie rysunku 6 określamy długość strefy zagęszczenia x_1 dla danego rozstawu ścianek l .

$$x_1 = \frac{l \cdot \operatorname{tg}(45^\circ + \frac{\varphi}{2})}{\operatorname{tg}(45^\circ + \frac{\varphi}{2}) + \operatorname{tg}(45^\circ - \frac{\varphi}{2})}. \quad (6)$$

Następnie dla określonej ze wzoru (5) wielkości α , odpowiadającej długości zagęszczonej strefy x_1 , prowadzimy obliczenia przesunięcia ścianki zgodnie z zaleceniami Fiorina.

Przykład liczbowy

Dane:

- wysokość ścianki - 200 cm,
- ścianka pionowa i gładka, naziem poziomy,
- odległość do sąsiedniej ścianki - 300 cm,
- zasypka - piasek średni o $\varphi = 38^\circ$; $\eta = 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$; $\xi = 0,45$,
- krzywą ściśliwości piasku przedstawia rys. m₇.

Tok postępowania:

Ze wzoru (6) obliczamy długość strefy współpracy:

$$x_1 = \frac{300 \cdot \text{tg}(45^\circ + 38^\circ/2)}{\text{tg}(45^\circ + 38^\circ/2) + \text{tg}(45^\circ - 38^\circ/2)} = 242 \text{ cm.}$$

Ze wzoru (5) obliczamy wartość współczynnika α :

$$\alpha = 1 - \left(1 - \frac{242}{410}\right)^2 \cdot \left(1 - \frac{\text{tg}^2 26^\circ}{\text{tg}^2 64^\circ}\right) = 0,84.$$

Przyjmujemy podział strefy współpracy x_1 na np 4 równe odcinki po 60,5 cm każdy, tj. $x_1 = 0$, $x_2 = 60,5$ cm, $x_3 = 121$ cm, $x_4 = 181,5$ cm, $x_5 = 242$ cm i dla nich określamy wysokości przekrojów h_{x_1} :

$$h_{x_1} = h_0 \left(1 - \frac{x_1}{x_1}\right) = 200 \cdot \left(1 - \frac{x_1}{410}\right).$$

Następnie określamy wartości odporu w tych przekrojach ze wzoru:

$$E(x_1) = E_p(x_1) - (1-\alpha)E_p(0)$$

oraz średnie naprężenia w tych przekrojach.

$$\sigma_{x_1} = \frac{E(x_1)}{h_{x_1}}.$$

Dalej obliczamy wielkość ściśnięcia części klina, będącą jednocześnie wartością przesunięcia ścianki. Dokładne obliczenia przedstawiono w tabeli.

| Lp, | x_i [cm] | h_{x_i} [cm] | $E(x_i)$ [daN/cm] | σ_{x_i} [kPa] | $\frac{\eta \cdot h_{x_i}}{2}$ [kPa] | σ''_k [kPa] | σ'_k [kPa] | ε'' | ε' | $\frac{\varepsilon'' - \varepsilon'}{1 + \varepsilon'}$ |
|-----|---------------|-------------------|----------------------|-------------------------|---|-----------------------|----------------------|-----------------|----------------|---|
| 1 | 0 | 200 | 127,1 | 63,5 | 18,0 | 66,5 | 18,0 | 0,708 | 0,734 | 0,0150 |
| 2 | 60,5 | 170,5 | 85,7 | 50,3 | 15,3 | 53,7 | 15,3 | 0,714 | 0,736 | 0,0127 |
| 3 | 121 | 141 | 50,9 | 36,1 | 12,7 | 40,2 | 12,7 | 0,722 | 0,737 | 0,0086 |
| 4 | 181,5 | 111,5 | 22,8 | 20,4 | 10,0 | 25,6 | 10,0 | 0,7295 | 0,739 | 0,0052 |
| 5 | 242 | 82 | 1,2 (o) | 1,5 (o) | 7,4 | 7,4 | 7,4 | 0,7405 | 0,7405 | 0 |

gdzie:

$$\sigma''_k = \frac{1+\xi}{1+2\xi} \sigma_{x_i} + \frac{\eta \cdot h_{x_i}}{2}; \quad \sigma'_k = \frac{\eta \cdot h_{x_i}}{2}$$

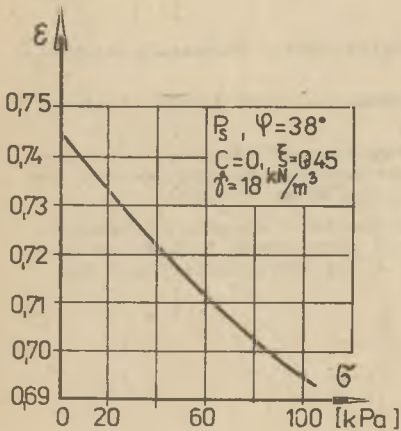
ξ - współczynnik rozporu bocznego

ε'' i ε' - wielkości odczytane dla σ''_k i σ'_k z rys. 7.

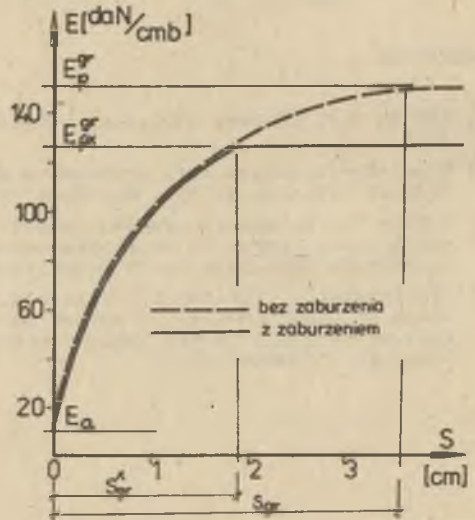
Ostatecznie wielkość przesunięcia ścianki wynosi:

$$s = \sum \delta_i \cdot \Delta x_i = \left(\frac{\delta_1}{2} + \delta_2 + \delta_3 + \dots + \delta_{n-1} + \frac{\delta_n}{2} \right) \cdot \Delta x_i =$$

$$= \left(\frac{0,015}{2} + 0,0127 + 0,0086 + \frac{0,0052}{2} \right) \cdot 60,5 = 1,90 \text{ cm.}$$



Rys. 7. Krzywa ściśliwości piasku



Rys. 8. Wykres zależności wartości odporu od przesuwu ścianki

Podobnie można obliczyć wielkość odporu na ściance i wielkość przesu-
nięcia ścianki bez wpływu zaburzenia.

Dla przyjętych danych liczbowych wynoszą one: $P_{gr} = 151,3 \text{ daN/omb}$ i $s_{gr} = 3,57 \text{ om}$.

Na rys. 8 przedstawiono przebieg zmienności odporu w zależności od prze-
sunęcia ścianki z uwzględnieniem i bez uwzględnienia zaburzenia.

5. WNIOSKI

Zaproponowany powyżej sposób obliczania odporu, w przypadku równoległe-
go przesuwania dwóch ścianek odległych od siebie o pewną wielkość l , opar-
ty został na wnioskach z doświadczeń modelowych prowadzonych na ośrodku
analogowym typu stos Taylora-Schneebelięgo. Otrzymanemu w doświadczeniach
charakterowi zmienności zależności odporu od przemieszczenia ścianek naj-
bardziej pod względem obliczeniowym odpowiadał zaproponowany przez W.A.
Florina sposób obliczania. Sposób ten odpowiednio zmodyfikowano poprzez
pewne przewartościowanie wielkości danych i obliczanych. Przeprowadzono
także częściową weryfikację jakościową. Otrzymane w doświadczeniach wiel-
kości (rys. 2b) $E_{gr}^i = 5,1 \text{ daN}$ przy $S_{gr}^i = 0,8 \text{ om}$ dla rozstawu ścianek
 $l = 800 \text{ mm}$ i wysokości ścianki $H = 258 \text{ mm}$, co w porównaniu z E_{gr} i S_{gr} dla
ścianki bez zaburzenia daje $\frac{E_{gr}^i}{E_{gr}} = \frac{5,10}{6,00} = 0,85$ i $\frac{S_{gr}^i}{S_{gr}} = \frac{0,8}{1,34} = 0,51$, dość
dobrze potwierdzają wartości otrzymane według proponowanego sposobu obli-
czeń dla $\alpha = 0,84 \Rightarrow \frac{S_{gr}^i}{S_{gr}} = \frac{1,90}{3,57} = 0,53$.

LITERATURA

- [1] Florin W.A.: Osnovy mekhaniki gruntów. Gostroiizdat, Moskwa-Leningrad 1961.
- [2] Hueckel S.: Zakotwienia gruntowe w hydrotechnice. Biblioteka Naukowa Hydrotechnika Nr 3, PWN, Warszawa 1970.
- [3] Kołacz Z.: Zależność wartości parcia od "spełzania" ośrodka w bada-
niach laboratoryjnych na sypkim ośrodku analogowym. Zeszyt Naukowy Pol-
itechniki Śląskiej. Seria Budownictwo z. 50. Gliwice 1980.
- [4] Litwinowicz L., Kłosek K., Kołacz Z.: Zastosowanie ośrodka Schneeebe-
lięgo do badań modelowych wpływu deformacji górniczych podłoża na pro-
cesy mobilizacji parcia gruntu. Materiały V Krajowej Konferencji Geo-
techniki, Katowice 1978.

ВЛИЯНИЕ НА ВЕЛИЧИНУ СОПРОТИВЛЕНИЯ НА СТЕНКЕ ВОЛНЕНИЯ
В ОБРАЗЕ ДРУГОЙ СТЕНКИ

Резюме

В работе представлены результаты лабораторных экспериментов, осуществляемых в безкогезионной аналоговой среде типа столб Тейлора-Шнеебелиего. Опираясь на полученные результаты, предложен способ расчета предельного сопротивления и отвечающего ему перемещения стенок с использованием для этой цели метода В.А. Флорина.

THE INFLUENCE OF ANOTHER WALL ON THE RESISTANCE RATE
AT THE DISTURBANCE WALL

Summary

The results of laboratory experiments with the Taylor-Schneebeli type heap, cohesiveless along the centre, have been presented in this paper.

Basing on the obtained results we have proposed the way of calculation of the limitary resistance and the matching wall displacement using the suitably modified W.A. Floria's method.