

Piotr GAŚKA*
Politechnika Rzeszowska

LABORATORYJNE BADANIA PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH GRUNTÓW REJONU PODKARPACIA

Streszczenie. Prognozowanie stateczności osuwisk wymaga znajomości parametrów wytrzymałościowych gruntów ze strefy poślizgu. W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań parametrów wytrzymałościowych glin oraz pyłów lessopodobnych przeprowadzonych w aparacie bezpośredniego ścinania.

LABORATORY RESEARCHES OF GEOTECHNICAL PARAMETERS OF SOILS FROM PODKARPACIE REGION

Summary. The prognose of landslide safety factor requires the knowledge of soils strength parameters from surrounding sliding surface. In this paper the results of clayey wastes and loesslike silts strength parameters using direct shear box method researches are presented. Researches of typical soils from sliding surfaces allow to evaluate the strength parameters. These parameters depend on soils moistures.

1. Wstęp

Na obszarze województwa podkarpackiego zbadano ponad sto osuwisk o bardzo podobnym charakterze. Osuwiska te obejmują swoim zasięgiem nasypy drogowe oraz podłoże zwietrzelinowe fliszu karpackiego. W badaniach wykorzystano materiały archiwalne Generalnej Dyrekcji Dróg Publicznych Oddziału Karpackiego w Rzeszowie oraz Państwowego Instytutu Geologicznego – Oddział Karpacki w Krakowie [1]. Stwierdzono, że część nasypów drogowych uszkodzonych w wyniku ruchów osuwiskowych została prostymi metodami uzupełniona. Duża część osuwisk pozostaje niezabezpieczona, stanowiąc często poważne utrudnienia w ruchu drogowym i wymaga zastosowania prac, pozwalających na trwałe ustabilizowanie osuwisk oraz odbudowanie uszkodzonych dróg.

*Opiekun naukowy: Prof. dr hab. inż. Lech Wysokiński

Na podstawie analiz dokumentacji geologiczno-inżynierskich oraz projektów technicznych zabezpieczeń, wykonanych na potrzeby kilku osuwisk drogowych, stwierdzono niewiele prób wyznaczenia parametrów wytrzymałościowych zwierzelin metodami bezpośrednimi, tzn. przy wykorzystaniu badań laboratoryjnych lub *in situ*.

2. Cel pracy

Celem pracy jest określenie parametrów wytrzymałościowych gruntów typowych dla województwa podkarpackiego. Parametry te wyznaczane są dla określenia możliwości uzyskania prognoz dotyczących stateczności osuwisk po zabezpieczeniu oraz ich przemieszczeń metodami MES. Badanie wykonano na gruntach z osuwisk w miejscowości Trzciana oraz Niedźwiada. Osuwiska powstały w gruntach typowych dla tych części rejonu Podkarpacia.

3. Program badań

Próbki zwierzelin pobrano z przypowierzchniowych warstw osuwisk w miejscowości Trzciana oraz Niedźwiada. Na osuwisku w miejscowości Niedźwiada stwierdzono zaleganie pyłu. W materiałach archiwalnych [1] pyły zalegające na stokach okolic osuwiska określane są jako pyły lessopodobne.

Próby gruntów wymieszano w mieszarce laboratoryjnej do uzyskania jednolitej masy. Zmiany wilgotności prób uzyskiwano przez dodanie do gruntów wody destylowanej i wymieszanie do uzyskania jednolitej masy w mieszarce laboratoryjnej.

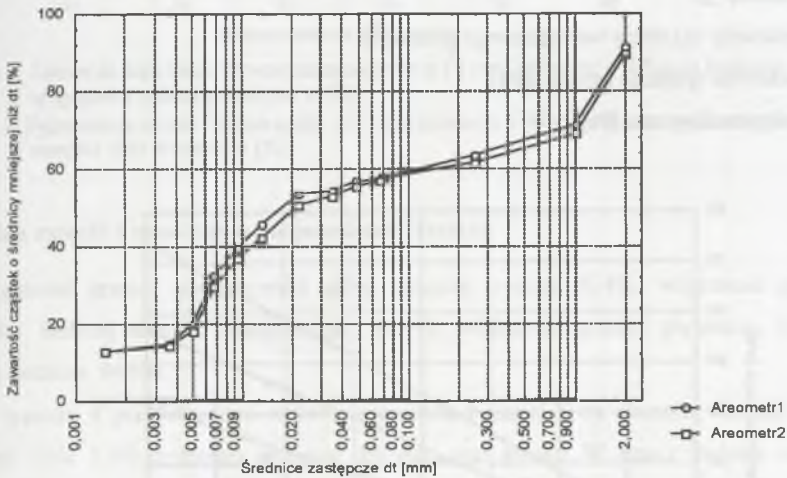
Próbki poddano ścinaniu w aparacie skrzynkowym [2,3,4] dla zmiennych wilgotności, w zakresie od wilgotności granicy plastyczności do wilgotności granicy płynności, oraz pięciu zmiennych naprężeń normalnych do próbki, dostosowanych do średnio występujących w płytkich osuwiskach zwierzelinowych (50, 75, 100, 125, 150 kPa). Próbki ścinano po zakończeniu procesu osiadania wywołanego zadaniem stopniem obciążenia. Próbki badano przy prędkości ścinania 1 [mm/min]. W czasie badania określano średnią wilgotność próbek przed ścinaniem oraz średnią wilgotność próbek po ścięciu (z okolicy powierzchni ścięcia). Ponadto zbadano granicę plastyczności oraz płynności metodą Casagrandego oraz stożków.

4. Analiza wyników

4.1. Glina piaszczysta z osuwiska w miejscowości Trzciana

Wilgotność granicy plastyczności gliny piaszczystej z osuwiska w Trzcianie wynosi 5,27%. Wilgotność granicy płynności, badanej metodą Casagrandego, wynosi 45,27%. Wilgotność granicy płynności, badanej metodą stożków, wynosi 49,66%.

Z badania uziarnienia gliny piaszczystej (rys.1) wynika, że około 10% masy próbeki zbudowane jest z ziaren rumoszu skalnego o średnicy zastępczej w granicach 5÷10 mm. Na podstawie analizy składu granulometrycznego rodzaj badanej zwiertzeliny określono jako glinę piaszczystą z rumoszem skalnym.



Rys. 1. Krzywe uziarnienia gliny piaszczystej

Fig. 1. Grain size distribution curves of sandy clay

W czasie badania wartość naprężenia ścinającego szybko wzrastała, następnie występował krótki okres stabilizacji lub wahań wartości naprężenia ścinającego względem pewnej wartości średniej. Po tej fazie wartość naprężenia ścinającego wzrastała dalej, jednak znacznie wolniej niż w fazie początkowej. Jako naprężenie ścinające, powodujące potencjalną utratę stateczności mas ziemnych, przyjęto naprężenie z okolicy miejsca zmiany nachylenia wykresu naprężenia ścinającego w zależności od czasu ścinania, odpowiadające pierwszemu wyraźnemu ścięciu badanej próbki.

Równania prostych aproksymujących otrzymano metodą estymacji liniowej przy wykorzystaniu programu Statistica.

Zdecydowano dokładnie przedstawić zależność całkowitych parametrów wytrzymałościowych badanego gruntu od zmiennej wilgotności, którą można łatwo i dokładnie wyznaczyć.

Metodą estymacji nieliniowej przy wykorzystaniu programu Statistica (rys.3) określono zależność zmiany parametrów wytrzymałościowych φ , c od wilgotności w postaci funkcji wykładniczej:

$$\varphi = 120,3985 * \exp(-0,0688998 * w) \quad (1)$$

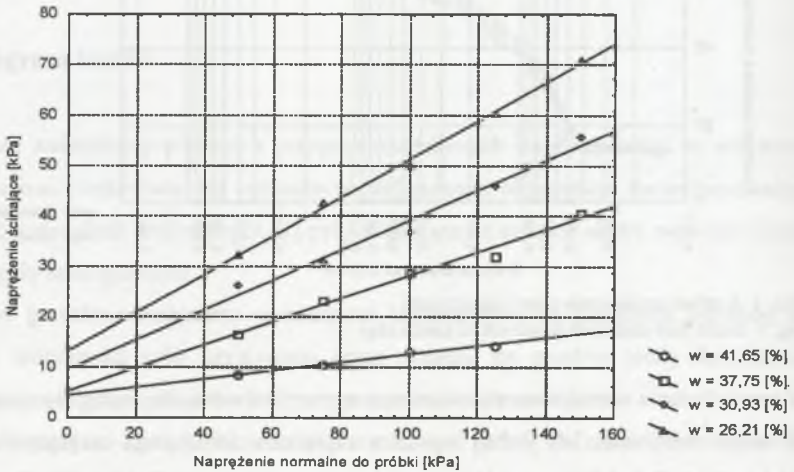
$$c = 88,39004 * \exp(-0,0762012 * w) \quad (2)$$

gdzie:

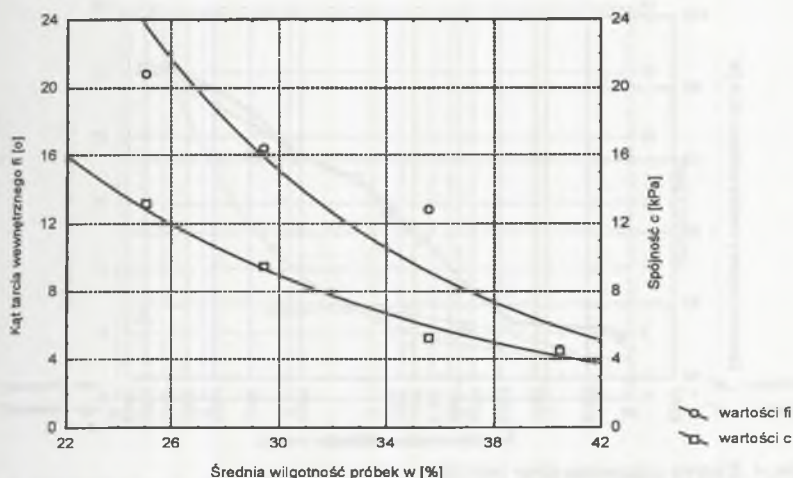
φ - całkowity kąt tarcia wewnętrznego gruntu [$^{\circ}$],

c - całkowita spójność gruntu [kPa],

w - wilgotność gruntu [%].



Rys. 2. Zależność napężenia ścinającego τ [kPa] od napężenia normalnego do próbek σ [kPa]
 Fig. 2. Dependence of shear stress τ [kPa] versus normal stress σ [kPa]



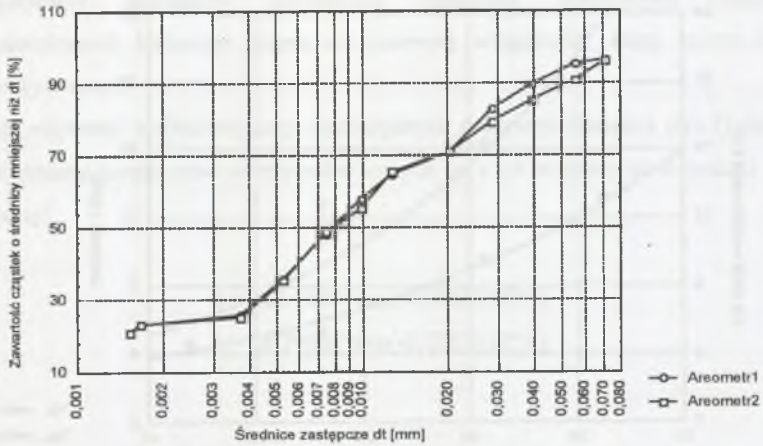
Rys. 3. Zależność kąta tarcia wewnętrznego gruntu ϕ [°] oraz spójności c [kPa] od średnich wilgotności próbek po ścięciu w [%]

Fig. 3. Dependence of soil friction angle ϕ [°] and cohesion c [kPa] versus average moistures of samples after research w [%]

4.2. Gлина звязла з осуwiska в мiєсцовości Трчцiana

Wilgotność granicy plastyczności gliny звязłej wynosi 26,4%, wilgotność granicy płynności, badanej metodą Casagrandego, 86,9%, wilgotność granicy płynności, badanej metodą stożków, 94,6%.

Na rysunku 4 przedstawiono wykres uziarnienia badanej gliny звязłej. Badany grunt zawierał około 3,5% drobnego rumoszu skalnego oraz piasku. W czasie badania wartość naprężenia ścinającego wzrastała, jednak wolniej niż w przypadku gliny piaszczystej. W dalszej fazie występował okres stabilizacji lub wahań wartości naprężenia ścinającego, a następnie jego znaczny spadek.

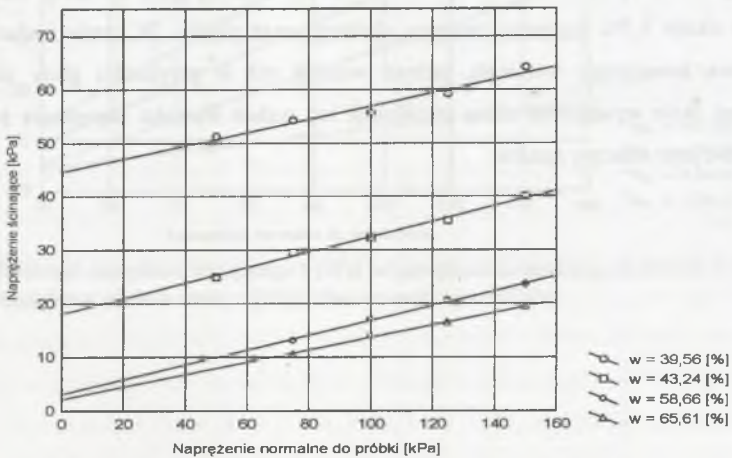


Rys. 4. Krzywe uziarnienia gliny zwięzłej
Fig. 4. Grain size distribution curves of concise clay

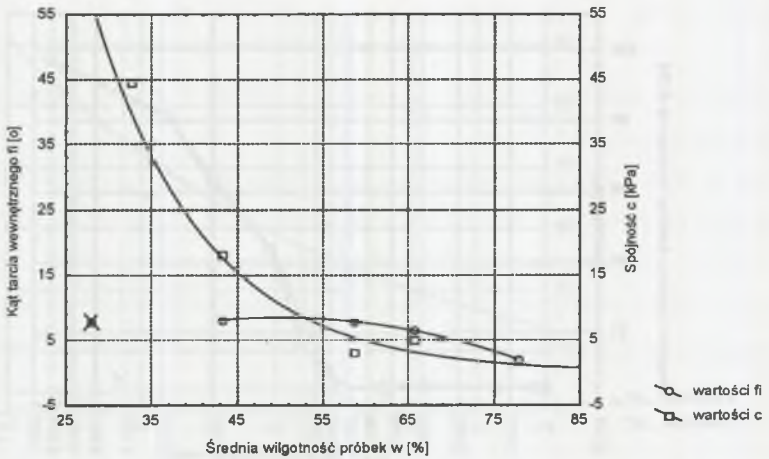
Na rysunku 6 przedstawiono zależność całkowitych parametrów wytrzymałościowych φ , c gliny zwięzłej od jej zmiennej wilgotności. Metodą estymacji nieliniowej określono zależność zmiany parametrów wytrzymałościowych φ , c od wilgotności w postaci funkcji :

$$\varphi = 0,3359046 + 0,4044487 * w - 0,0048387 * w^2 \quad (3)$$

$$c = 1,365095 * \exp(-0,0927059 * w) \quad (4)$$



Rys. 5. Zależność naprężenia ścinającego τ [kPa] od naprężenia normalnego do próbek σ [kPa]
Fig. 5. Dependence of shear stress τ [kPa] versus normal stress σ [kPa]



Rys. 6. Zależność kąta tarcia wewnętrznego gruntu φ [°] oraz spójności c [kPa] od średnich wilgotności próbek po ścięciu w [%]

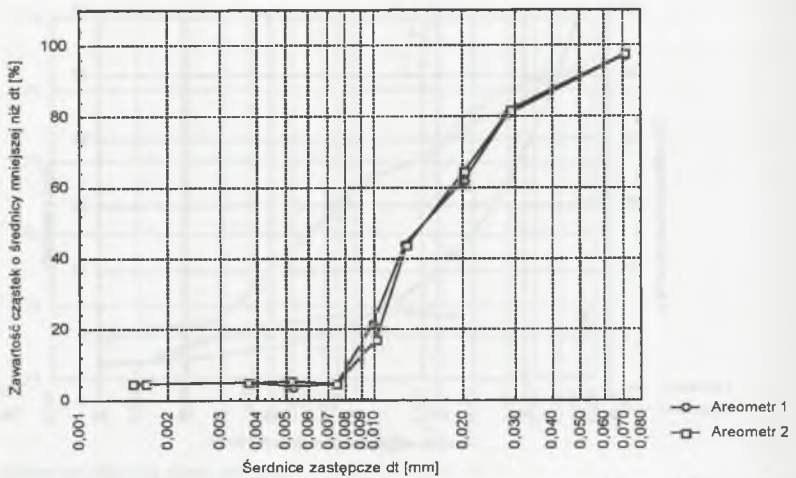
Fig. 6. Dependence of soil friction angle φ [°] and cohesion c [kPa] versus average moistures of samples after research w [%]

4.3. Pył lessopodobny z osuwiska w miejscowości Niedźwiada

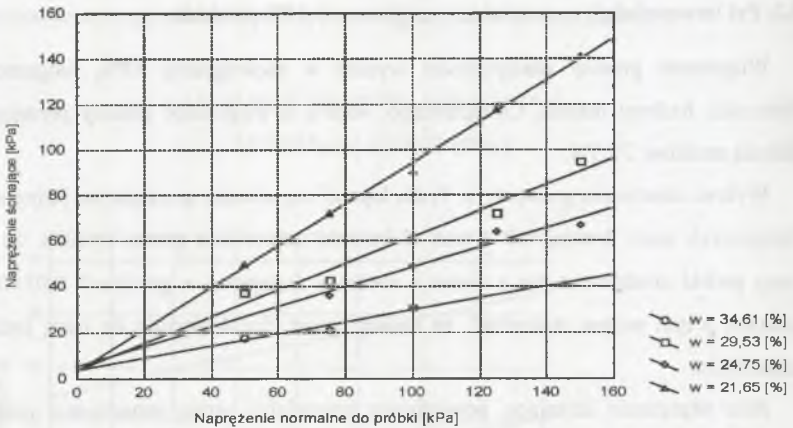
Wilgotność granicy plastyczności wynosi w zaokrągleniu 18%, wilgotność granicy płynności, badanej metodą Casagrandego, 36,8%, a wilgotność granicy płynności, badanej metodą stożków, 39,5%.

Wykres uziarnienia gruntu (rys. 7) dla lepszej czytelności sporządzono jedynie dla średnic zastępczych ziarn poniżej 0,071 mm. Z badania uziarnienia gruntu wynika, że około 80% masy próbki zbudowane jest z ziaren o średnicy zastępczej w granicach 0,03÷0,01 mm. W związku z tym można stwierdzić, że badany grunt charakteryzuje się dużą jednorodnością uziarnienia.

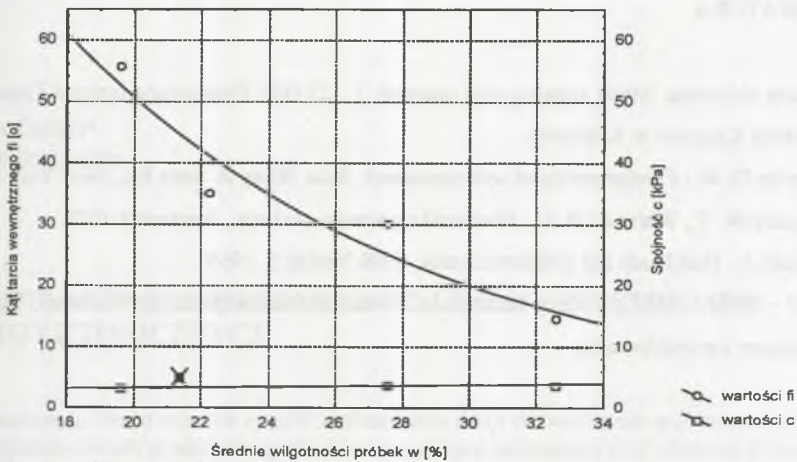
Jako naprężenie ścinające, powodujące potencjalną utratę stateczności mas ziemnych, przyjęto naprężenie z okolicy miejsca zmiany nachylenia wykresu naprężenia ścinającego w zależności od czasu ścinania, odpowiadające pierwszemu wyraźnemu ścięciu badanej próbki.



Rys. 7. Krzywe uziarnienia pyłu lessopodobnego
 Fig. 7. Grain size distribution curves of loesslike silt



Rys.8. Zależność naprężenia ścinającego τ [kPa] od naprężenia normalnego do próbek σ [kPa]
 Fig. 8. Dependence of shear stress τ [kPa] versus normal stress σ [kPa]



Rys. 9. Zależność kąta tarcia wewnętrznego gruntu ϕ [°] oraz spójności c [kPa] od średnich wilgotności próbek po ścięciu w [%]

Fig. 9. Dependence of soil friction angle ϕ [°] and cohesion c [kPa] versus average moistures of samples after research w [%]

Metodą estymacji nieliniowej określono zależność zmiany całkowitych parametrów wytrzymałościowych ϕ , c od wilgotności, w postaci funkcji wykładniczej:

$$\phi = 320,7567 \cdot \exp(-0,0922013 \cdot w) \quad (5)$$

$$c = 2,470075 \cdot \exp(0,014026 \cdot w) \quad (6)$$

5. Wnioski

Prognozowanie stateczności zabezpieczonych osuwisk wymaga znajomości parametrów wytrzymałościowych gruntów ze strefy poślizgu. Przeprowadzone badania typowych gruntów spoistych występujących w strefach poślizgu pozwalają oszacować wartości parametrów wytrzymałościowych w zależności od zmiennej wilgotności gruntów. Szczególnie w przypadku badanego pyłu lessopodobnego zachodzi konieczność weryfikacji otrzymanych wartości parametrów wytrzymałościowych w badaniach próbek o nienaruszonej strukturze lub in situ. Otrzymane w badaniach parametry wytrzymałościowe gruntów różnią się od parametrów normowych [5].

LITERATURA

1. Praca zbiorowa: Mapa rejestracyjna osuwisk 1 : 25 000. Państwowy Instytut Geologiczny Oddział Karpacki w Krakowie.
2. Taylor D. W.: Fundamentals of soil mechanics. John Wiley & Sons Inc, New York 1954.
3. Lambe W. T., Whitman R. V.: Mechanika gruntów. Arkady, Warszawa 1978.
4. Kezdi A.: Handbuch der bodenmechanik, VEB Verlag 5, 1969.
5. PN – 81/B – 03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Zbigniew Młynarek

Abstract

The prognosis of landslide safety factor requires the knowledge soils of strength parameters from surroundings sliding surface. In this paper the results of clayey wastes and loesslike silts strength parameters researches using direct shear box method are presented.