

**KONFERENCJA ŚRODOWISKOWA
SEKCJI MECHANIKI GRUNTÓW I SKAŁ ORAZ FUNDAMENTOWANIA
KOMITETU INŻYNIERII LĄDOWEJ I WODNEJ PAN
„GEOTECHNIKA W OŚRODKU GLIWICKIM”**

ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

1995

Seria: BUDOWNICTWO z. 80

Nr kol. 1288

Marian BELA

Katedra Geotechniki
Politechnika Śląska

**ZMIANY STANU ZAGĘSZCZENIA GRUNTÓW NIESPOISTYCH POD WPŁYWEM
OBCIĄŻEŃ**

Streszczenie. W pracy niniejszej przedstawiono wyniki badań zmian zagęszczenia piasku pod wpływem obciążeń. Badania wykonano przy użyciu standardowych edometrów. Obciążenie powoduje znaczny przyrost zagęszczenia piasku, największy przy małym zagęszczeniu początkowym. Na podstawie uzyskanych wyników badań opracowano zależności analityczne pozwalające na prognozowanie zmian zagęszczenia piasku pod wpływem obciążenia. Przedstawione rozwiązanie może być przydatne do projektowania podsypki piaskowej, stosowanej przy posadowieniu obiektów na terenach górniczych.

LOAD INDUCED CHANGES OF DENSITY OF GRANULAR SOILS

Summary. In the paper changes of sand density induced by loads are presented. The investigations were carried out using the standard oedometers. A considerable increasing of sand density under loading is extremal one for the case of loose initial state. On the base of results obtained analytical relations have been derived which can be used for predictions of sand density changes induced by loading. The presented solution can be useful for design of sand cushions under building structures in the mining areas.

ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОТНОСТИ НЕСВЯЗНЫХ ГРУНТОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ НАГРУЗОК

Резюме. В настоящей работе представлены результаты исследований изменений плотности песка под влиянием нагрузок. Исследования были выполнены при помощи стандартных одометров. Нагрузка вызывает значительное повышение плотности песка, самое большое - при небольшой начальной плотности. На основании полученных результатов были установлены аналитические зависимости, позволяющие прогнозировать изменения плотности песка под влиянием нагрузки. Представленное решение может быть пригодным для проектирования песочного основания, применяемого при возведении объектов на территории горной эксплуатации.

1. WSTĘP

Grunty mają budowę trójfazową. Pod wpływem przyrostu obciążenia zmienia się objętość gruntu i zmniejsza się jego porowatość. Z tych powodów zmianie ulegają również inne właściwości gruntu, w tym wytrzymałość i ściślność.

W przypadku modernizacji, przebudowy i nadbudowy istniejących obiektów następuje przyrost obciążeń przekazywanych na fundamenty. Jest możliwość przeniesienia tego dodatkowego obciążenia poprzez istniejące fundamenty obiektu, a więc zwiększenia jednostkowego obciążenia podłoża. Należałoby wówczas jednak określić zakres zaistniałych zmian właściwości gruntów pod obciążeniem i określić przyrost nośności podłoża.

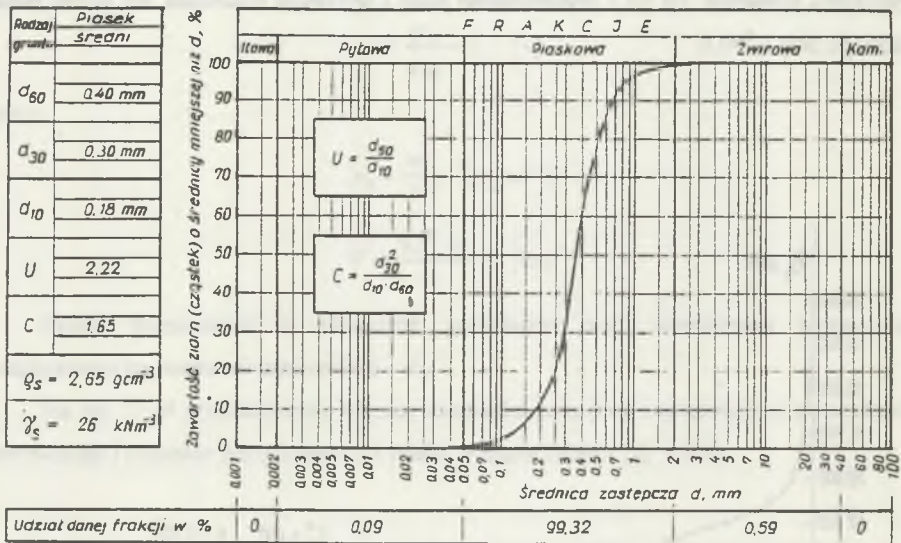
W terenach górniczych, w przypadku sztywnego podłoża gruntowego wykonuje się poduszki piaskowe, między innymi w celu osłabienia podłoża w strefie posadowienia fundamentów. Zagęszczenie poduszki piaskowej winno być jak najmniejsze, [1], najczęściej nie większe niż $I_D=0,30$. Małe zagęszczenie poduszki piaskowej daje korzystniejsze warunki pracy konstrukcji obiektu przy wystąpieniu deformacji górniczej terenu. Obciążenie gruntu podsypki powoduje wzrost jej zagęszczenia. Przewidywanie stopnia zmian zagęszczenia pozwoli na zaprojektowanie poduszki piaskowej o wymaganym zagęszczeniu oraz dokładniejszą ocenę jej właściwości.

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań zmian wartości wskaźnika porowatości (e) i stopnia zagęszczenia (I_D) piasku średniego pod wpływem obciążeń.

Dla uzyskanych wyników opracowano zależności analityczne pozwalające na prognozowanie zmian zagęszczenia.

2. OPIS WYKONANYCH BADAŃ

Do badań użyto piasku średniego, skład uziarnienia przedstawiony jest na wykresie uziarnienia (rys. 1).



Rys. 1. Wykres uziarnienia piasku użytego do badań

Fig. 1. Granular composition of sand used in tests

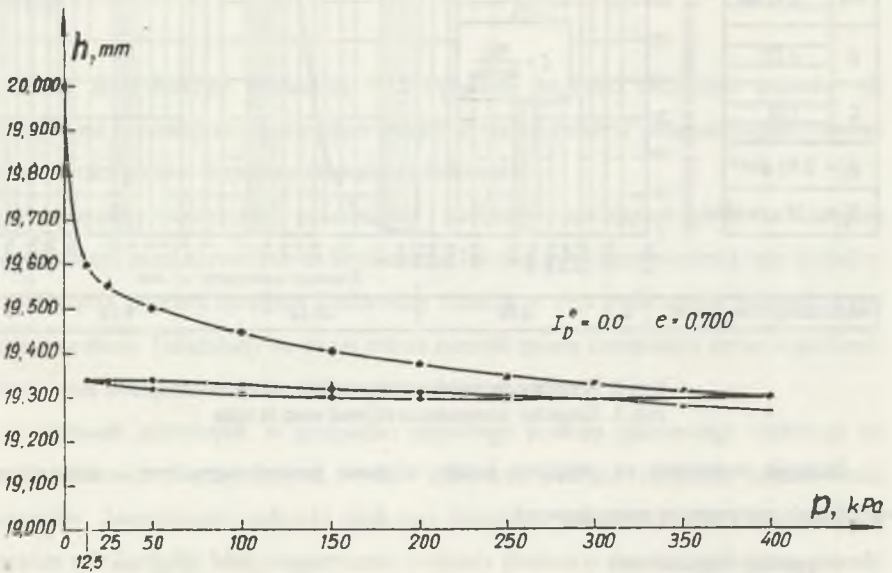
Badania wykonano na próbkach piasku w stanie powietrznosuchym o następujących wartościach parametrów początkowych:

- gęstość objętościowa $\rho = 1,56 - 1,81 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,
- porowatość $n = 0,317 - 0,412$,
- wskaźnik porowatości $e = 0,464 - 0,700$,
- wskaźnik porowatości maksymalnej $e_{\max} = 0,700$,
- wskaźnik porowatości minimalnej $e_{\min} = 0,431$,
- stopień zagęszczenia $I_D = 0,0 - 0,878$.

Badania wykonano przy użyciu edometrów standardowych ($d=65\text{mm}$, $h=20\text{mm}$), stosując następujące stopnie obciążenia: 12,5; 25, 50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 400 kPa. Celem badań [1] była również ocena wartości modułów ściśliwości (M_o) i wskaźników

skonsolidowania (β) w warunkach pracy podsypki piaskowej w porównaniu do wartości zestawianych w normie [2].

Wykonano 10 badań pełnych, z odciążeniem do wartości 12,5 kPa i obciążeniem wtórnym do 400 kPa. Wykonano ponadto 4 badania, w których realizowane były tylko obciążenia pierwotne. Na rys.2 przedstawiono jeden z wykresów ściśliwości, dla próbki piasku luźnego, przy $I_D^0=0,0$.



Rys.2. Krzywa ściśliwości pierwotnej i wtórnej piasku luźnego, $I_D^0=0,0$

Fig.2. Curve of primary and secondary compressibility of loose sand, $I_D^0=0,0$

3. DYSKUSJA WYNIKÓW BADAŃ I WNIOSKI

Badania przeprowadzono na tych samych próbkach piasku przy zmiennych wartościach początkowego stanu zagęszczenia.

Zmiany wskaźnika porowatości określono w zależności:

$$e = \frac{\rho_{ss}}{\rho_{dd}} - 1, \quad [-]$$

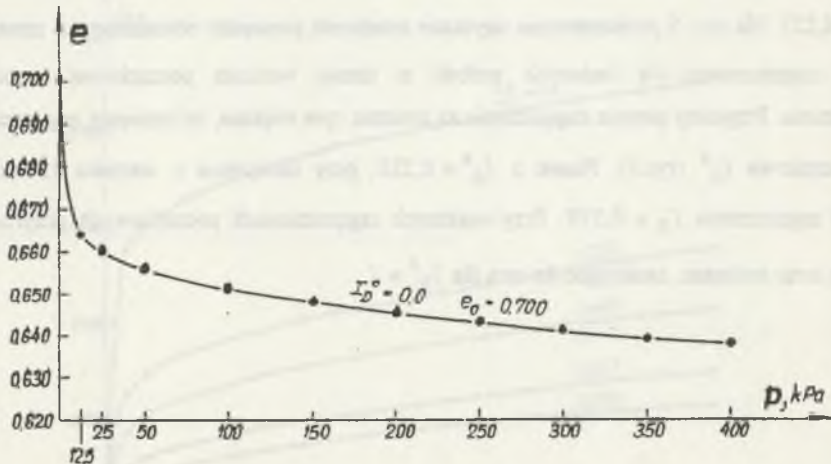
gdzie:

$$\rho_d = \frac{m_s}{V}, \quad [g \cdot cm^{-3}]$$

$$V = \frac{6,5^2 \cdot \pi}{4} \cdot h, \quad [cm^3]$$

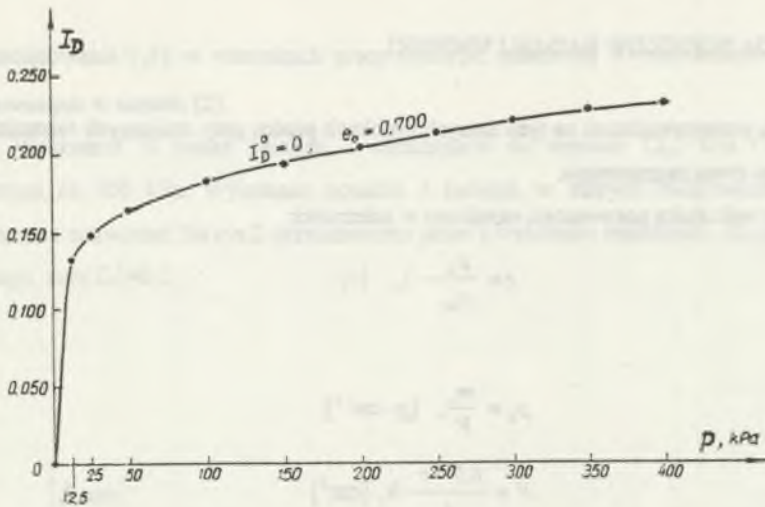
Piasek zagęszczano w edometrze, początkowy stan zagęszczenia wyznaczono każdorazowo na podstawie masy próbki - m_s .

Na rys. 3 i 4 przedstawiono wykresy zależności pomiędzy obciążeniem a wskaźnikiem porowatości i stopniem zagęszczenia dla piasku w stanie luźnym ($I_p^0 = 0,0$).



Rys. 3. Zmiany wskaźnika porowatości piasku luźnego, $I_p^0 = 0,0$

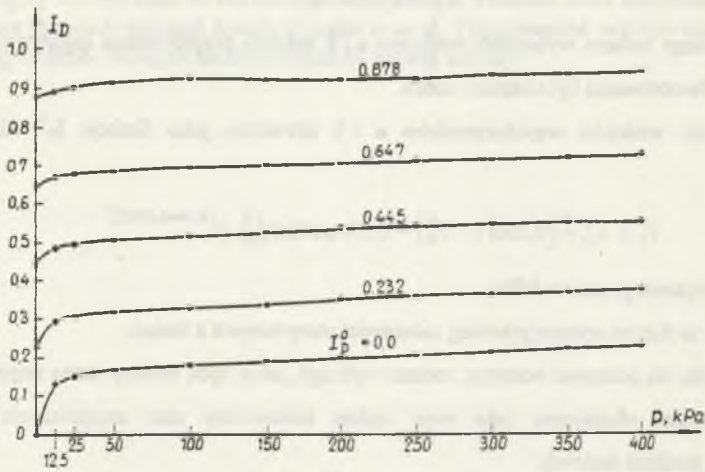
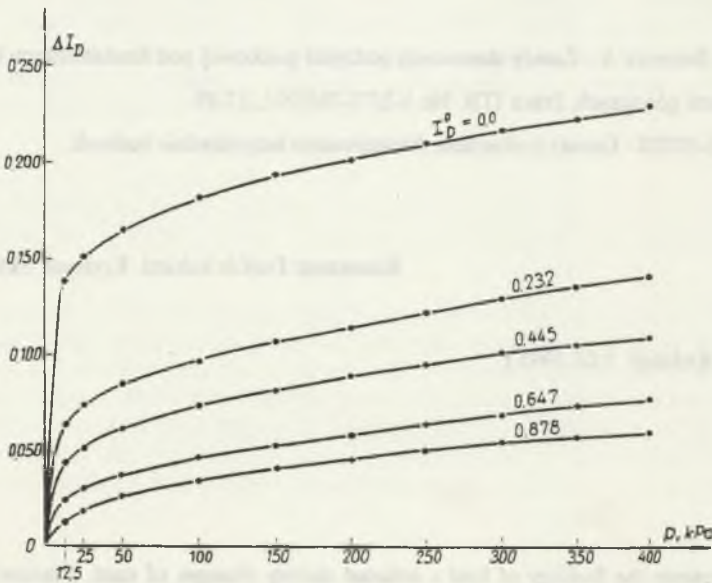
Fig. 3. Changes of void ratio of loose sand, $I_p^0 = 0,0$



Rys.4. Zmiany stopnia zagęszczenia piasku luźnego, $I_D^0=0,0$

Fig.4. Changes of index of density of loose sand, $I_D^0=0,0$

Zagęszczenie zwiększa się z przyrostem obciążenia, najwięcej już przy małych obciążeniach. Dla obciążenia 12.5 kPa przyrost ΔI_D stanowi już 61% przyrostu całkowitego (do 400 kPa), dla obciążenia 50kPa–72%, całkowity przyrost stopnia zagęszczenia $\Delta I_D = 0,227$. Na rys. 5 przedstawiono uzyskane zależności pomiędzy obciążeniem a zmianą stopnia zagęszczenia dla badanych próbek o różnej wartości początkowej stopnia zagęszczenia. Przyrosty stopnia zagęszczenia są znaczne, tym większe, im mniejsze zagęszczenie początkowe I_D^0 (rys.6). Piasek o $I_D^0 = 0,232$, przy obciążeniu o wartości 150 kPa uzyskał zagęszczenie $I_D = 0,339$. Przy większych zagęszczeniach początkowych przyrosty ΔI_D są coraz mniejsze, zanikające do zera dla $I_D^0 = 1$.

Rys.5. Zmiany stopnia zagęszczenia piasku przy różnym zagęszczeniu początkowym, I_D^0 Fig.5. Changes of index of density of sand for various initial densities, I_D^0 Rys.6. Zmiany przyrostów stopnia zagęszczenia piasku przy różnym zagęszczeniu początkowym, I_D^0 Fig.6. Changes of increments of index of sand density for various initial densities, I_D^0

Przebieg uzyskanych zależności można bardzo dobrze opisać funkcją:

$$I_D = I_D^0 + a \cdot p^b$$

Dla każdego badania wyliczono wielkości a i b metodą przyrównania logarytmicznego; dokładność odwzorowania była bardzo dobra.

Zmienność wielkości współczynników a i b określono jako funkcje I_D^0 . Uzyskano zależność:

$$I_D = I_D^0 + [0,256(1 - I_D^0) - 0,03 \cdot \sin 2\pi I_D^0] \cdot p^{(0,14 + 0,331 I_D^0)}$$

gdzie: p – obciążenie gruntu w MPa.

Funkcja ta dobrze opisuje przebieg zależności otrzymanych z badań.

Posługując się podanym wzorem, można wyliczyć, jakie będą zmiany stanu zagęszczenia piasku poddanego obciążeniu, jaki więc będzie rzeczywisty stan zagęszczenia gruntu stanowiącego podłoże budowli.

LITERATURA

- [1] Bela M., Soczawa A.: Zasady stosowania podsypki piaskowej pod fundamentami budowli na terenach górniczych, Praca ITB, No 1-2/77-78/1991, 27-39.
- [2] PN-81/B-03020 - Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednio budowli.

Recenzent: Prof.dr hab.inż. Krystyna Skarzyńska

Wpłynęło do Redakcji 5.05.1995 r.

Abstract

The paper presents the findings of load - induced density changes of sand. Standard oedometers were used for the same samples of sand by different values of the initial density state and the initial density ratio amounts to $I_D^0 = 0,0 - 0,878$.

The initial density state has been determined on the basis of the sample mass. The load will cause a significant increase in the density of sand, the biggest at the smallest initial density

ratio. For higher initial density ratio the increase becomes smaller, even tending to 0 for $I_D^0 = 1$. The density is increasing according to the gain in load, which is most significant by small loads (Fig.6). On the basis of the findings some analytic relations were elaborated which allow to forecast the load- induced density changes in sand. The presented solution may be useful in designing of sand- filling in areas damaged by mining activity.

Prof. dr hab. inż.
Grzegorz Szwedziński
Instytut Geotechniki

WYMIAROWA ANALIZA WŁAŚCIWOŚCI PRZEKROJOWYCH I WYKORZYSTANIE WYNIKÓW W PRZEBIEGU
WYKONANIA PRAC WYKONAWCZYCH W ZAKRESIE WYKONANIA

Wskazano, iż przy realizacji robót ziemnych należy uwzględnić i podjąć odpowiednie działania w celu zapewnienia bezpieczeństwa i jakości wykonania. Przedstawiono możliwości zastosowania w tym celu metod numerycznych i analitycznych. Wykazano, że przy zastosowaniu metod numerycznych można uzyskać dokładniejsze wyniki, natomiast przy zastosowaniu metod analitycznych można uzyskać wyniki przybliżone. Wykazano również, że przy zastosowaniu metod numerycznych można uzyskać wyniki przybliżone, natomiast przy zastosowaniu metod analitycznych można uzyskać wyniki przybliżone.

ANALYSIS OF DIMENSIONAL PROPERTIES OF CROSS-SECTIONAL
AND APPLICATION OF RESULTS IN THE COURSE OF

Wykazano, iż przy realizacji robót ziemnych należy uwzględnić i podjąć odpowiednie działania w celu zapewnienia bezpieczeństwa i jakości wykonania. Przedstawiono możliwości zastosowania w tym celu metod numerycznych i analitycznych. Wykazano, że przy zastosowaniu metod numerycznych można uzyskać dokładniejsze wyniki, natomiast przy zastosowaniu metod analitycznych można uzyskać wyniki przybliżone. Wykazano również, że przy zastosowaniu metod numerycznych można uzyskać wyniki przybliżone, natomiast przy zastosowaniu metod analitycznych można uzyskać wyniki przybliżone.