

Henryk KLETA
Zbigniew LIPSKI
Politechnika Śląska, Gliwice

DRGANIA GRUNTU SPOWODOWANE ZAGĘSZCZANIEM MATERIAŁU SKALNEGO W ŚWIETLE POMIARÓW

Streszczenie. W artykule przedstawiono kształtowanie się drgań gruntu w rejonie prowadzonego zagęszczania podłoża gruntowego na terenie pogórnym w aspekcie ochrony obiektów osiedla mieszkaniowego.

Wyniki badań propagacji drgań gruntu pozwoliły na ocenę szkodliwości zagęszczania podłoża dla środowiska.

THE PROPAGATION OF GROUND VIBRATIONS ACCOMPANYING THE DENSIFYING PROCESS OF GROUND BASE FROM THE POINT OF MEASUREMENTS

Summary. The paper describes ground vibrations characteristic in an area of ground base densifying works. Analysis of propagation of ground vibrations allows the assessment of harm of such works on the environment.

1. Wstęp

W trakcie budowy supermarketu wystąpiła konieczność oceny szkodliwości drgań powierzchni terenu. Drgania terenu były spowodowane wykonywaniem wzmocnienia gruntu przez jego dynamiczne zagęszczanie. Przedmiotowy teren budowy zlokalizowany jest w północno-zachodniej części Katowic w dzielnicy Załęże, pomiędzy Drogową Trasą Średnicową a rzeką Rawą. Na północ od rzeki Rawy, która wyznacza północną granicę budowy supermarketu Auchan, znajduje się oczyszczalnia ścieków „Klimzowiec” oraz Osiedle Tysiąclecia. Na południe od przedmiotowego terenu zlokalizowana jest ulica Gliwicka z zabudową mieszkaniową.

2. Warunki geologiczne w rejonie propagacji drgań

W profilu geologicznym podłoża przedmiotowego terenu zalegają utwory czwartorzędu i karbonu. Budowa geologiczna jest zróżnicowana, warstwę przypowierzchniową budują nasypy o zróżnicowanym składzie i miąższości od 0.3 m do 6.1 m.

W zachodniej części tego terenu występują osady mułu osadnikowego deponowane tu w przeszłości, miejscami muł występuje z pyłami, piaskami i lokalnie z żuzłem i kamieniami.

W północnej, zachodniej i wschodniej części terenu stwierdzono torfy na głębokościach od 1.6 do 4.8 m i miąższości 0.3 do 3.2 m.

Pod mułami lub torfami w zachodniej części terenu występują piaski, a lokalnie grunty piaszczyste przewarstwione są gruntami spoistymi reprezentowanymi przez gliny i piaski lub gliny pylaste.

Wschodnią część omawianego terenu budują nasypy o miąższościach od 0.3 do 4.5 m z żuzli, kamieni, gliny, piasków i miejscami torfów.

3. Charakterystyka przeprowadzonych pomiarów drgań powierzchni terenu

Pomiary drgań powierzchni ziemi w rejonie budowy Centrum Handlowego Auchan w Katowicach przeprowadzono dla układu punktów pomiarowych umożliwiającego ocenę zagrożenia obiektów powierzchniowych drganiami powierzchni terenu wywołanymi zagęszczaniem gruntu.

Pomiary prowadzono z zastosowaniem rejestratora cyfrowego, będącego urządzeniem mikrokomputerowym z możliwością pomiaru w trzech kanałach i archiwizowaniem sygnałów na dyskietce. Rejestrator zasilany był z akumulatora 12V/7Ah.

W trakcie pomiarów stosowano zestaw trzech przetworników piezoelektrycznych typu PPWa-22PN z wbudowanymi przedwzmacniaczami zasilanymi linią sygnałową z rejestratora. Zastosowane przetworniki charakteryzują się następującymi parametrami:

- czułością 50 do 80 mV/g dla częstotliwości 160 Hz,
- przedziałem pomiarowym $2 \cdot 10^{-4} \pm 20$ g,
- pasmem przenoszenia 0,5 ÷ 8000 Hz.

Pomiary drgań wykonano dla dwóch zasadniczych linii pomiarowych, a mianowicie punkty pomiarowe leżące pomiędzy Rawą a Osiedlem Tysiąclecia usytuowano prawie w linii prostej łączącej plac budowy supermarketu z budynkiem kościoła. Natomiast od strony

Drogowej Trasy Średnicowej (DTŚ) punkty pomiarowe usytuowano ukośnie w stosunku do placu budowy, co spowodowane było warunkami bezpiecznego zainstalowania urządzenia pomiarowego w sąsiedztwie DTŚ. Pomiarów zrealizowano w następujących punktach pomiarowych:

- od południowej strony budowy, pomiędzy placem budowy hipermarketu a Drogową Trasą Średnicową – 3 punkty pomiarowe,
- od strony południowej na terenie placu budowy, u podstawy skarpy – 1 punkt pomiarowy,
- od strony północnej pomiędzy rzeką Rawą a kościołem zlokalizowanym na terenie Osiedla Tysiąclecia – 5 punktów pomiarowych.

Warunki zagęszczania materiału nasypowego w palach w trakcie pomiarów drgań odpowiadały zaleceniom stosownej technologii wykonywania pali gruntowych pod obiekt hipermarketu. W trakcie pomiarów drgania podłoża gruntowego wywoływane były zagęszczaniem materiału skalnego w trzech palach gruntowych oznaczonych numerami I, II, III usytuowanych na terenie placu budowy.

Pale nr I i II miały głębokość 1,6 m i materiał odpadowy – z przepalanej hałdy górniczej nasypywany warstwami, zagęszczany był w otworach za pomocą płyty stalowej o masie 12,5 Mg swobodnie spadającej z wysokości ok. 15 m (rys. 1).

Pal nr III posiadał głębokość 3,0 m i materiał skalny zagęszczano również warstwami za pomocą płyty.

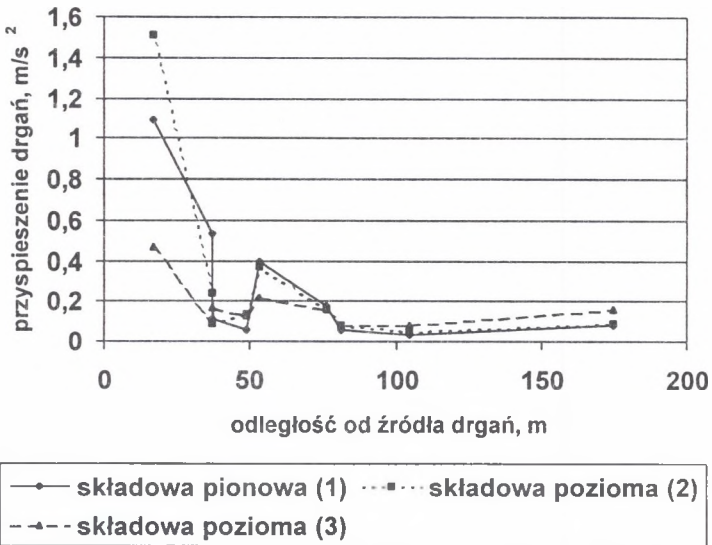
Pomiary drgań w każdym punkcie pomiarowym wykonywano według następujących zasad:

- przetworniki drgań mocowano na rurowej sondzie, wbijanej w grunt na głębokość około 0,3 – 0,4 m,
- przed wbiciem sondy usuwano warstwę gleby o grubości ok. 0,15 – 0,20 m,
- w każdym punkcie pomiarowym wykonywano dwa – trzy niezależne pomiary, które odpowiadały 1 – 2 uderzeniom płyty w zagęszczany materiał,
- przetworniki były zorientowane zawsze tak samo; kanał 1, to jest składowa pionowa, kanał 2 – składowa pozioma równoległa do osi poprzecznej placu budowy (w przybliżeniu kierunek północ – południe), kanał 3 – składowa pozioma równoległa do osi placu budowy (w przybliżeniu wschód – zachód),
- rejestrowano przebiegi przyspieszenia związane z drganiami powierzchni terenu wywołane przez uderzenia płyty w zagęszczany materiał skalny.

Na rys. 2 przedstawiono przyspieszenia drgań w funkcji odległości od miejsca zagęszczania gruntu.



Rys.1. Zagęszczanie materiału skalnego za pomocą płyty stalowej
 Fig.1. Consolidation rock materials with the assistance steel panel



Rys.2. Zmierzone przyspieszenia drgań w funkcji odległości od miejsca zagęszczania gruntu
 Fig.2. Accelerations of vibrations in function of distance from ground consolidation place

W tabelicy 1 zestawiono maksymalne wartości przyspieszeń zarejestrowane w trakcie poszczególnych pomiarów.

Tabelica 1

Nr punktu pomiarowego	Położenie punktu pomiarowego	Nr pała	Maksymalne wartości przyspieszeń drgań [m/s ²]			Odległość punktu pomiarowego od miejsca zagęszczania gruntu [m]
			Składowa pionowa nr 1	Składowa pozioma nr 2	Składowa pozioma nr 3	
1	nad Rawą	I	0,08	0,09	0,16	175
2	pod skarpią	I	1,09	1,51	0,47	17
3	przy DTS	II	0,4	0,37	0,22	53
4	przy DTS	II	0,53	0,24	0,09	37
5	przy DTS	II	0,18	0,16	0,16	76
6	za Rawą	III	0,11	0,09	0,17	37
7	za Rawą	III	0,06	0,14	0,13	49
8	za Rawą	III	0,06	0,08	0,08	81
9	za Rawą	III	0,03	0,05	0,08	105

4. Podsumowanie

Wykonane pomiary pozwalają na przeprowadzenie ogólnej oceny charakteru i zasięgu wpływów dynamicznych wywołanych zagęszczaniem podłoża gruntowego pod fundamenty obiektu.

Drgania gruntu mają wyraźnie uderowy charakter o krótkim czasie trwania, wynoszącym ok. 0,4 – 1,0 s, a maksymalne przyspieszenia pojawiają się zwykle na początku trwania rejestrowanego sygnału i bardzo szybko zanikają w czasie.

W miarę oddalania punktów pomiarowych od źródła drgań stwierdza się zmianę charakteru rejestrowanych sygnałów na krótkotrwały, nieuderowy przebieg wyraźnie niestacjonarny.

Występuje bardzo wyraźne tłumienie geometryczne procesu propagacji drgań, tj. następuje silne zmniejszenie maksymalnych przyspieszeń w miarę oddalania się od źródła drgań. Dotyczy to zarówno pomiarów wykonanych od strony DTŚ, jak i za rzeką Rawą.

Stopień zaawansowania procesu zagęszczania materiału skalnego w pału wzmacniającym grunt powoduje jedynie niewielkie różnice maksymalnych wartości przyspieszenia drgań w tym samym punkcie pomiarowym.

Wykonane pomiary wskazują na efekt „ekranowania” wywołany korytem rzeki Rawy, obszaru leżącego pomiędzy rzeką a Osiedlem Tysiąclecia. Maksymalne wartości przyspieszeń

są mniejsze niż wynikałoby to z odległości od źródła drgań do punktów pomiarowych zlokalizowanych na jej brzegu.

W pobliżu granicy terenu, na którym zlokalizowany jest kościół na Osiedlu Tysiąclecia, tj. w przybliżeniu w połowie odległości pomiędzy budową a obiektami Osiedla Tysiąclecia, poziom maksymalnych przyspieszeń jest bardzo niski, wynoszący około $0,03 - 0,04 \text{ m/s}^2$, pozwalający przyjąć, że nie wystąpiło zagrożenie obiektów budowlanych zlokalizowanych w pobliżu budowy hipermarketu, drganiami wzbudzonymi w trakcie zagęszczania podłoża gruntowego.

LITERATURA

1. Ciesielski R., Kawecki J., Maciąg E.: Ocena wpływu wibracji na budowle i ludzi w budynkach. ITB, Warszawa 1993.
2. Instrukcja 348/98 Diagnostyka dynamiczna i zabezpieczenia istniejących budynków mieszkalnych przed szkodliwym działaniem drgań na właściwości użytkowe budynków. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 1998.
3. Ciesielski R., Maciąg E.: Drgania drogowe i ich wpływ na budynki. WKŁ, Warszawa 1990.
4. PN-85/B-02170 Ocena szkodliwości drgań przekazywanych przez podłoże na budynki.
5. Badania drgań gruntu w rejonie prowadzonych robót uzdatniających podłoże budowy supermarketu Auchan w Katowicach. Praca KGBPiOP, niepublikowana. Gliwice 2000.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Józef Dubiński

Abstract

The forming of ground vibration in the area of soil compacting in the aspect of housing estate protection has been presented in this paper.

The measurements were led for system of measuring points that enables evaluation of vibration hazard degree for objects located on the land surface. The measurements were done by using digital recorder based on the microcomputer system with possibility of measuring on three channels.

The measurements results point, that soil vibrations have clearly percussive character with short duration time about 0.4-1.0 s, and maximum acceleration appear usually at the beginning of registered signal duration. They decay then in a short period of time.

The clear occurrence of vibration damping has been observed, that means strong decrease in maximum acceleration values in case of going out of vibration source.

The results of soil vibration propagation researches enabled the evaluation of soil compacting harmfulness for the environment.