

STRESZCZENIE

„Numeryczna analiza ograniczania drgań transportowych przez wibroizolacyjną przegrodę w gruncie”

W pracy doktorskiej przedstawiono analizy numeryczne MES ograniczania drgań transportowych przez wibroizolacyjne przegrody w gruncie wykonane z różnych materiałów, na zadane wymuszenie kinematyczne w postaci sygnału vibroseis.

Intensywny rozwój różnych gałęzi transportu powoduje, że stanowią one główne źródło szkodliwych drgań mających negatywny wpływ na budynki i komfort ludzi w nich przebywających. Jedną z metod ograniczenia negatywnego oddziaływania drgań transportowych są pionowe przegrody w gruncie. Ponieważ rodzaj przegrody, jej głębokość ma zasadniczy wpływ na redukcje amplitud drgań pionowych i poziomych, to głównym celem pracy była szczegółowa analiza skuteczności rodzaju przegrody.

W celu rozwiązania problemu naukowego wykonano przegląd aktualnej literatury naukowej na temat pionowych przegród w gruncie, sposobu modelowania zjawisk dynamicznych w ośrodku gruntowym oraz analiz numerycznych.

Autorskie badania własne zrealizowano w 4 grupach badawczych, które obejmowały: badania terenowe i laboratoryjne ośrodka gruntowego; projekt mieszaniny gruntobetonu z dodatkiem odpadów gumowych pochodzących z recyklingu zużytych opon, stanowiących materiał przegrody; modelowanie numeryczne ośrodka jednorodnego poddanego wymuszeniu kinematycznemu bez i z zastosowaniem przegrody oraz analizy numeryczne odpowiedzi dynamicznej podłoża uwarstwionego poddanego wymuszeniu kinematycznemu bez i z przegrodą.

W ramach badań terenowych wykonano: wiercenia mechaniczne, sondowania statyczne CPTU, sondowania dynamiczne SLVT, badania dynamiczne podłoża SCPTU, profile wilgotnościowe. Główne prace badawcze zrealizowano na poligonie badawczym w Krakowie.

W zakresie badań laboratoryjnych wykonano: badania granulometryczne, badania granic plastyczności i płynności, badania edometryczne.

Przeprowadzona analiza uzyskanych parametrów fizycznych, mechanicznych oraz dynamicznych warunków gruntowych, umożliwiła zbudowanie szczegółowego modelu geotechnicznego podłoża zastosowanego w modelowaniu numerycznym.

Analizy numeryczne MES przeprowadzono wariantowo w programie MIDAS GTS NX. Uwzględniono modele jednorodne ośrodka gruntowego oraz model podłoża uwarstwionego oparty na modelu geotechnicznym. Analizy numeryczne wykonano na wieloparametrycznym modelu konstytutywnym ośrodka gruntowego Hardening Soil w zakresie małych odkształceń. Prawdliwość odwzorowania odpowiedzi dynamicznej podłoża na zadane wymuszenie kinematyczne w postaci sygnału vibroseis zweryfikowano poprzez porównanie wyznaczonych numerycznie amplitud pionowych i poziomych przyspieszeń drgań z wartościami pomierzonymi na poligonie badawczym.

Wykonane analizy numeryczne podłoża gruntowego bez i z zastosowaniem przegród w gruncie umożliwiły ocenę skuteczności danego typu przegrody w redukcji maksymalnych amplitud przyspieszeń drgań w określonych pasmach częstotliwościowych. Zaproponowane rozwiązane autorskiej koncepcji przegrody z gruntobetonu z odpadów gumowych stanowi skuteczną przegrodę tłumiącą szkodliwe drgania transportowe.

ABSTRACT

Numerical analysis of the reduction of transport vibrations by a vibroisolating barrier in the ground

The doctoral thesis presents FEM numerical analyzes of limiting transport vibrations by vibroisolating partitions in the ground made of various materials, for a given kinematic excitation in the form of a vibroseis signal.

The intensive development of the share of various modes of transport makes them the main source of harmful vibrations. They have a negative impact on buildings and the comfort of people staying in them.

One of the methods of reducing the negative impact of transport vibrations are vertical barriers in the ground.

Since the type of partition and its depth have a significant impact on the reduction of the amplitudes of vertical and horizontal vibrations, the main goal was a detailed analysis of the effectiveness of the type of barrier.

In order to solve the scientific problem, a review of the current scientific literature on vertical barriers in the ground was performed.

Methods of modeling dynamic phenomena in the soil medium and numerical analyzes were analyzed.

The author's own research was carried out in 4 research groups, which included: field and laboratory research of the ground medium; design of a mixture of concrete with the addition of rubber waste from the recycling of used tires, constituting the partition material; numerical modeling of a homogeneous medium subjected to kinematic excitation without and with the use of a barriers and numerical analyzes of the dynamic response of a stratified substrate subjected to kinematic excitation without and with a barriers.

As part of field research, mechanical drilling, static cone penetration test (CPTU), dynamic cone penetration (SLVT), dynamic SCPTU subsoil testing, and moisture profiles were performed. The main research work was carried out at the test site in Cracow.

Laboratory tests included: granulometric tests, tests of plasticity and liquidity limits, and oedometric tests. The analysis of the obtained physical, mechanical and dynamic parameters of the ground conditions made it possible to build a detailed geotechnical model of the subsoil used in numerical modelling.

MIDAS GTS NX program was carried out to variants FEM numerical analyzes. Homogeneous models of the soil medium and a stratified subsoil model based on a geotechnical model were taken into account. Numerical analyzes were performed on a multi-parameter constitutive model of the Hardening Soil ground medium in the field of small deformations.

The correctness of mapping the dynamic response of the ground to the given kinematic excitation in the form of a vibroseis signal was verified by comparing the numerically determined vertical amplitudes and vibration acceleration levels with the values measured on the test site.

The performed numerical analyzes of the subsoil without and with the use of barriers in the ground made it possible to assess the effectiveness of a given type of barrier in reducing the maximum amplitudes of vibration accelerations in specific frequency bands.

The proposed solution of the original concept of barrier made of soil concrete made with rubber waste is an effective barrier damping harmful transport vibrations.