

Streszczenie

Niniejsza praca badawcza zawiera analizę pracy konstrukcji tymczasowych wzmocniających podłoże gruntowe, tzw. platform roboczych, na podstawie własnych badań terenowych i modelowych oraz obliczeń numerycznych. W szczególności skupiono się w niej na dokładnym poznaniu mechanizmu zniszczenia platform roboczych z uwzględnieniem ich miąższości, wpływu parametrów gruntu nasypowego i słabonośnego podłoża oraz zbrojenia z geosyntetyków.

Na początku pracy przedstawiono przegląd metod projektowania platform roboczych w kolejności chronologicznej. Omówiono w nim metody stanowiące podstawę dzisiejszych opracowań oraz najnowsze proponowane podejścia.

Istotnym elementem pracy jest, zawarty w kolejnym rozdziale, przegląd metod wyznaczania parametrów geotechnicznych podłoża oraz metod kontroli jakości wykonania platform roboczych. Zostały one zastosowane na poletku badawczym w terenie.

Omówiony został również dobór materiałów do konstrukcji platformy roboczej. W ramach tej części pracy przeprowadzono badania laboratoryjne mające na celu ustalenie zależności między parametrami wytrzymałościowymi gruntów zasypowych wykorzystywanych do budowy platform roboczych w zależności od zawartości frakcji pylastej.

Analiza numeryczna obejmowała wyliczenie nośności warstwy platformy roboczej przykrywającej podłoże słabonośne przy użyciu metody DLO (Distinct Layout Optimization), w której poszukiwano rozwiązania kinematycznie dopuszczalnego. Analizowano dwa podejścia odnośnie współczynników częściowych. Podejście przy użyciu współczynnika częściowego A pozwala na bezpośrednie wyznaczenie nośności platformy roboczej przy zniszczeniu oraz na oszacowanie zapasu bezpieczeństwa dla przyjętego oddziaływania. W podejściu B sprawdzany jest zapas bezpieczeństwa w stosunku do parametrów gruntu użytego do konstrukcji platformy roboczej. Analizę przeprowadzono w zakresie różnych względnych miąższości platformy i wytrzymałości na ścinanie bez odplywu podłoża słabonośnego. W celu wykonania analizy porównawczej sprawdzono nośność identycznych modeli obliczeniowych przy użyciu programu LimitStateGEO, metody poradnika BRE oraz porównano przykładowe przypadki obliczeniowe z wynikami analiz innych autorów.

Analizę mechanizmów pracy platformy roboczej na słabonośnym podłożu gruntowym z gruntu spoistego na podstawie badań modelowych w płaskim stanie odkształcenia z wykorzystaniem różnych materiałów zastępczych modelujących podłoże słabonośne oraz zbrojenia geosyntetykami wykonano w Laboratorium Katedry Geotechniki PG. W trakcie przeprowadzania badań mierzono osiadania oraz siłę działającą na model. Pola odkształceń podłoża pod fundamentem określono metodą PIV. Kąty rozkładu naprężenia określone zostały na podstawie trajektorii przemieszczeń opracowanych przy użyciu metody PIV. Analizowano wpływ rodzaju materiału słabonośnego, wbudowanych geosyntetyków oraz ich umiejscowienie w modelu, co pozwoliło lepiej poznać

mechanizm pracy rozpatrywanego układu platforma robocza - podłoże słabonośne oraz zbadać zjawisko rozkładu naprężenia pod fundamentem.

W ramach badań kontrolnych zbadano platformę pod projektowanym nasypem drogowym na terenie Żuław Wiślanych, wykonaną z piasku średniego na słabonośnym podłożu z namulów. Badania kontrolne obejmowały badania laboratoryjne materiału platformy, badania dylatometryczne oraz próbne obciążenia statyczne płytą sztywną. Badania DMT wykonano z poziomu platformy roboczej, z wykorzystaniem urządzenia Rig-220. W rozdziale przedstawiono metodę wyznaczania parametrów geotechnicznych podłoża uwarstwionego na podstawie wyników badań dylatometrycznych.

Przeprowadzone badania pozwoliły na oszacowanie nośności granicznej platformy metodą kinematyczną i porównanie jej z innymi rozwiązaniami metody analizy granicznej oraz wzorami półempirycznymi. Przeprowadzono analizę parametryczną mechanizmu zniszczenia podłoża dwuwarstwowego obciążonego fundamentem pasmowym. Wyniki uzyskane na podstawie przeprowadzonych analiz numerycznych pozwoliły na sformułowanie szeregu wniosków odnośnie mechanizmu pracy platform roboczych posadowionych na podłożu słabonośnym z gruntu spoistego.

W pracy zaproponowano własną kompleksową metodę wyznaczania parametrów geotechnicznych materiału platformy i słabonośnego podłoża spoistego na podstawie badań dylatometrycznych.

Zaproponowana została również procedura projektowania platform roboczych.

Summary

This paper includes an analysis of temporary ground-supported structures' performance, so-called working platforms, based on in situ tests, model tests and numerical analysis. Particularly, focus was put on the exact understanding of the working platform failure mechanism, taking into account their thickness, the impact of working platform, subgrade soil and geosynthetic reinforcement.

In the introduction of the thesis an overview of working platform designing methods in chronological order was presented. The methods which are the base of present approaches and the most recent ones were discussed.

The next chapter describes determining methods for geotechnical parameters of subgrade and quality control methods of working platforms overview. They were applied on the trial field.

Selection of materials for the working platforms construction was also discussed. Within this part of the work, the laboratory tests to determine the strength parameters of working platforms material dependence on silt fraction content were carried out.

Numerical analysis involved the load bearing capacity calculation of working platform layer covering soft subgrade using Distinct Layout Optimization (DLO) method, in which a kinematically admissible estimation was searched for. Two partial factor approaches were analyzed. Approach A allows to determine the working platform load bearing capacity at failure and safety margin for the assumed load. Approach B checks the safety margin of available soil parameters used for working platform construction. The analysis was carried out for different relative thicknesses of working platform and subgrade shear strengths. For comparative analysis, the bearing capacity of identical calculation models was checked using LimitStateGEO, BRE guidance method and some selected cases were compared with analyses of other authors.

Analysis of working platform performance on soft cohesive subgrade based on model tests in plain strain conditions using various alternative materials modeling soft subgrade like poliurethane foams and wooden curls and geosynthetic reinforcement were performed in the Geotechnical Department Laboratory of PG. The model settlements under vertical force were measured during the tests. Field of deformations under foundation was determined with the PIV method. Load-spread angles were determined on the basis of displacement trajectories plots developed using the PIV method.

The influence of the soft subgrade material type, inlaid geosynthetics and their positioning in the model were analyzed to better understand the performance of considered working platform-soft subgrade system and to investigate the stress distribution effect under foundations.

As a part of the verification tests, a working platform under a designed road embankment in the Żuławy Wiślane, made of medium sand on a mud subgrade was surveyed. Verification tests embraced the laboratory testing of the working platform material, dilatometric tests and rigid plate static load tests. DMT tests were performed from a working platform level using the Rig-220 device. The chapter presents the geotechnical parameters of layered subgrade based on dilatometric tests results.

The undertaken tests allowed to assess the ultimate bearing capacity of working platforms with the kinematic method and to compare it to other limit state solutions and semi-empirical formulae. Comprehensive parametric studies of the failure mechanism for two-layer subsoil loaded with a strip footing were undertaken.

The results obtained on the basis of performed numerical analyzes allowed to formulate a series of conclusions concerning performance of working platforms on soft cohesive subgrade. A new comprehensive method of geotechnical parameter determination for both working platform and cohesive subgrade was proposed based on DMT tests. The working platform design routine was also proposed.