

Recenzje



Piotr Srokosz, Ireneusz Dyka, Marcin Bujko: **Badania sztywności gruntu w kolumnie rezonansowej**. Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, 2017.

Tematyka książki związana jest z badaniami odkształcalności podłoża gruntowego w laboratorium oraz ich opisem matematycznym i modelowaniem numerycznym. Praca ma charakter monografii na temat sztywności gruntu rozpatrywanej w szerokim zakresie odkształceń. Autorzy koncentrują się przede wszystkim na wyznaczaniu modułu odkształcenia postaciowego oraz opisu zjawiska jego degradacji wraz z poziomem odkształcenia w gruncie. Wykorzystują tutaj zaawansowane aparaty do badań laboratoryjnych zagadnień dynamicznych i cyklicznych, takich jak kolumna rezonansowa oraz aparat skrętnego ścinania, dotychczas mało obecnych w świadomości inżynierów geotechników. Autorzy monografii stosują nowoczesne metody pomiarowe przemieszczeń lokalnych oraz wyznaczają sztywność próbek gruntu w zakresie małych i bardzo małych odkształceń. W opisie zjawisk fizycznych wykorzystują zaawansowane modele konstytutywne gruntów, modelowanie numeryczne metodą MES zachowania się próbek

gruntu w badaniach laboratoryjnych oraz interpretację wyników tych badań metodą analizy wstecznej.

Podjęta tematyka badawcza stanowi unikalną w skali kraju próbę opracowania metodyki wyznaczania parametrów odkształcenia gruntu z wykorzystaniem kombinacji zaawansowanej aparatury badawczej oraz metod numerycznych. Należy podkreślić aktualność podjętej tematyki badawczej związanej z oddziaływaniami dynamicznymi i cyklicznymi na grunt w tak istotnych zagadnieniach jak projektowanie fundamentów pod maszyny, linii kolejowych oraz obiektów energetyki wiatrowej na lądzie, a szczególnie na morzu. Szczególną uwagę należy zwrócić na interakcję konstrukcji i gruntu, gdzie zmiany poziomu odkształcenia i podatność konstrukcji wpływają na ich wzajemną współpracę. Dodatkowo należy tu uwzględnić zagadnienie tłumienia drgań od pojazdów, maszyn, urządzeń budowlanych, takich jak kafary i wibratory. Stanowi ono coraz istotniejszy problem, zwłaszcza na terenach zabudowanych. Znajomość modułu odkształcenia postaciowego oraz współczynnika tłumienia gruntu są niezbędne w analizie propagacji fal i drgań w ośrodku gruntowym oraz przy projektowaniu izolacji przeciwwibracyjnych.

Książka składa się ze spisu treści, spisu oznaczeń, ośmiu rozdziałów oraz obszernego spisu literatury. Dodatkowo zamieszczono spis rysunków i tabel oraz aneks zawierający załączniki do rozdziałów 2 i 7. Rozdział 1. stanowi wprowadzenie oraz opis celu i zakresu pracy. W rozdziale 2. opisano parametry sztywności gruntu, zdefiniowano moduł sieczny i styczny, moduł odkształcenia objętościowego oraz postaciowego. Autorzy przytaczają też liczne wzory na wyznaczanie maksymalnej wartości modułu odkształcenia G_0 z badań laboratoryjnych i polowych. Ważną częścią tego rozdziału jest opis różnych modeli degradacji modułu odkształcenia postaciowego z poziomem odkształcenia w gruncie. Definicje odkształceń postaciowych inżynierskich i w postaci tensorowej przedstawiono w załączniku do tego rozdziału, co ułatwia czytelnikowi dalszą lekturę.

W rozdziale 3. opisano modele konstytutywne gruntów w zakresie małych odkształceń, począwszy od prostych modeli biliniowych aż do złożonych modeli uwzględniających wpływ ścieżki naprężenia oraz obciążeń cyklicznych. Przedstawiono krzywe degradacji aproksymowane funkcją hiperboliczną i funkcją logarytmiczną.

W rozdziale 4. przedstawiono metody pomiarowe stosowane do wyznaczania modułu ścinania. Zasadniczą częścią stanowią podrozdział 4.3 na temat badań polowych i podrozdział 4.4 dotyczący badań laboratoryjnych. Autorzy omawiają metody SCP-TU i SDMT oraz sejsmiki wglębnej i powierzchniowej. Omawiają też zastosowanie elementów typu bender w badaniach w aparacie trójosiowego ściskania.

W rozdziale 5. zawarto opis aparatu kolumna rezonansowa z uwzględnieniem rysu historycznego oraz aparatury dostępnej na rynku. Szczególną uwagę poświęcono aparatowi 31-WF8500 będącemu na wyposażeniu Laboratorium Geotechnicznego UWM. Urządzenie to może pracować w trybie typowej kolumny rezonansowej lub jako aparat skrętnego ścinania. Autorzy omawiają budowę aparatu, jego akcesoria oraz metodykę przygotowania próbek i przebieg samego badania. Temat ten jest szczegółowo omawiany krok po kroku i ilustrowany licznymi zdjęciami, co ułatwia zrozumienie poszczególnych faz przygotowania próbki do badań. Autorzy opisują sposób umiejscowienia akcelerometrów i czujników lokalnych przemieszczeń

wokół próbki gruntu. W podrozdziale 5.5 opisano kalibrację układu napędowego kolumny rezonansowej, co pozwoli na określenie w późniejszych badaniach odkształcalności samej próbki badanego gruntu.

W rozdziale 6. autorzy podjęli zagadnienie opisu teoretycznego badań w kolumnie rezonansowej z uwzględnieniem opisu różnych trybów jej pracy. Jest to bardzo cenna część monografii, w której przedstawiono szczegółowy, uporządkowany opis interpretacji wyników badań w kolumnie rezonansowej uwzględniający:

- skrętne drgania swobodne z tłumieniem,
- cykliczne drgania wymuszone momentem skręcającym,
- drgania wymuszone cykliczną amplitudą.

W każdym z powyższych przypadków przeanalizowano równania różniczkowe opisujące dany rodzaj drgań, warunki brzegowo-początkowe oraz rozwiązania tych równań. W przypadku drgań swobodnych podano sposób wyznaczenia logarytmicznego dekrementu tłumienia oraz współczynnika tłumienia. W badaniach drgań wymuszonych momentem skręcającym opisano identyfikację częstości rezonansowej oraz współczynnika tłumienia. W przypadku skręcania próbki drganiami wymuszonymi cyklicznie zmieniającą się amplitudą otrzymuje się moduł odkształcenia postaciowego oraz współczynnik tłumienia.

Rozdział 7. stanowi opis wykorzystania analizy wstecznej do interpretacji wyników badań w kolumnie rezonansowej. Autorzy krótko opisują podstawy analizy wstecznej oraz zamieszczają algorytm interpretacji wyników badań skrętnego ścinania z wykorzystaniem tej analizy. Przedstawiono przykładowe wyniki badań TS, które potem zasymulowano numerycznie metodą MES. Opisano autorską aplikację komputerową TS.exe, gdzie obliczenia realizowane są w formie sekwencyjnych procedur i funkcji. W zależności od odkształcenia próbki macierz sztywności jest modyfikowana w sposób iteracyjny. W podrozdziale 7.3 autorzy analizują lokalny przebieg zależności modułu ścinania od odkształcenia postaciowego i przedstawiają algorytm pozwalający na poszukiwanie lokalnej zależności $G(\gamma)$ metodą analizy wstecznej. Aproksymacja numeryczna wyników obliczeń polega na minimalizacji wartości funkcji celu. Autorzy stosują tutaj technikę prób i błędów, analizując rozwiązania lokalne i globalne. Uwzględniają również wpływ współczynnika Poissona na uzyskiwaną zależność degradacji modułu ścinania z poziomem odkształcenia postaciowego próbki.

W podsumowaniu pracy (rozdział 8.) Autorzy podkreślają aktualność podjętej tematyki badawczej, nawiązują do osiągnięć pionierów tego rodzaju badań oraz najnowszych współczesnych osiągnięć. W tej perspektywie ukazują badania przeprowadzane w ośrodku olsztyńskim, podkreślając kompleksowość analiz oraz ich nowatorski charakter w skali krajowej.

Należy podkreślić że książka jest dopracowana pod względem edytorskim, zawiera czytelne schematy, wykresy oraz zdjęcia aparatury. Recenzowana monografia autorstwa Piotra E. Srokosza, Ireneusza Dyki oraz Marcina Bujko stanowi cenną pozycję dotyczącą eksperymentalnych badań laboratoryjnych w geotechnice oraz ich interpretacji z wykorzystaniem zaawansowanych metod numerycznych.

Dr hab. inż. Lech Bałachowski, prof. nadzw. PG