



Politechnika Śląska  
Wydział Budownictwa  
Katedra Geotechniki i Dróg



Anna Maria Juzwa

**ANALIZA WSPÓŁPRACY GRUPY KOLUMN  
INIEKCYJNYCH Z PODŁOŻEM GRUNTOWYM**

**ROZPRAWA DOKTORSKA**

Promotor: dr hab. inż. Joanna BZÓWKA, prof. Politechniki Śląskiej

Gliwice, czerwiec 2015

# STRESZCZENIE

## **Analiza współpracy grupy kolumn iniekcyjnych z podłożem gruntowym**

Gwałtowny rozwój geoinżynierii, jaki nastąpił w ciągu ostatnich lat w Polsce wiąże się z wprowadzeniem wielu nowych technologii wzmocnienia słabego podłoża gruntowego. Jedną z popularniejszych technologii jest iniekcja strumieniowa. Metoda ta polega na wprowadzeniu do podłoża pod ciśnieniem strumienia zaczynu cementowego, który skrawa i rozdrabnia strukturę masywu gruntowego, a następnie wiąże się z drobinami gruntu tworząc strukturę o parametrach i strukturze przypominających beton. Kolumny iniekcyjne znajdują zastosowanie jako elementy przenoszące obciążenia na nośne warstwy podłoża i zmniejszające osiadania konstrukcji.

Problemem do rozwiązania, który pozwoli zoptymalizować zastosowanie technologii iniekcji strumieniowej do wzmocnień podłoża gruntowego, jest wyjaśnienie istoty współpracy kolumn iniekcyjnych z masywem gruntowym. W przypadku technologii iniekcji strumieniowej aplikacje praktyczne wyprzedziły badania. W praktyce inżynierskiej, w celu weryfikacji wykonanego wzmocnienia podłoża, najczęściej stosuje się próbne obciążenie pojedynczej kolumny. Badanie takie wykonuje się w oparciu o procedurę analogiczną jak dla pali. Jednakże dotychczas nie przeprowadzono badań zachowania się grupy kolumn iniekcyjnych obciążonych siłą pionową.

Celem niniejszej rozprawy doktorskiej jest opis współpracy kolumn w grupie. Aby osiągnąć cel pracy przeprowadzono badania terenowe oraz opracowano modele numeryczne, odzwierciedlające rzeczywistą pracę grupy kolumn iniekcyjnych w ośrodku gruntowym.

W celu wyjaśnienia problemu przenoszenia przez kolumny iniekcyjne sił pionowych, przeprowadzono na poletku doświadczalnym badania w skali rzeczywistej, polegające na próbnym obciążeniu pojedynczej kolumny oraz grupy trzech kolumn iniekcyjnych. Wyniki tych badań, parametry warstw podłoża oraz rezultaty badań laboratoryjnych tworzywa gruntowo-cementowego stanowiły podstawę do kalibracji modelu numerycznego.

Analizy numeryczne przeprowadzono metodą elementów skończonych, posługując się programem komputerowym Z\_Soil.PC. Do opisu zachowania się gruntu pod obciążeniem zastosowano model sprężysto-idealnie plastyczny o powierzchni granicznej Coulomba-Mohra z niestowarzyszonym prawem płynięcia. W obliczeniach zastosowano trójstrefowy model obliczeniowy, składający się z następujących stref: ośrodka gruntowego, tworzywa gruntowo-cementowego kolumn i warstwy kontaktowej.

Praca składa się z 7 rozdziałów. Przedstawiono w nich krótką charakterystykę technologii iniekcji strumieniowej, przykłady zastosowań tej technologii w praktyce oraz sposoby rozwiązań numerycznych wzmocnionego podłoża gruntowego, ze szczególnym

uwzględnieniem stosowanych modeli konstytutywnych gruntu. Dokładnie scharakteryzowano przebieg badań na poletku doświadczalnym wraz z opisem warunków gruntowo-wodnych podłoża, układem i parametrami wykonanych kolumn badawczych, podaniem wyników próbnego obciążenia statycznego pojedynczej kolumny oraz grupy kolumn iniekcyjnych. Przeprowadzono analizę porównawczą rezultatów próbnych obciążeń, zestawiając uzyskane krzywe zależności „obciążenie-osiadanie”. Szczegółowo przedstawiono wyciąg z analiz numerycznych wraz z przyjętymi założeniami oraz przeprowadzono porównanie pomiędzy wynikami tych analiz a wynikami próbnych obciążeń, wykonanych na poletku doświadczalnym.