

Analiza wrażliwości numerycznego modelu procesu zapadliskowego na zmianę wartości parametrów fizyczno-mechanicznych metodą zbiorów losowych w warunkach geologicznych i górniczych niecki bytomskiej

Mgr inż. Krzysztof KRAWIEC

Rozprawa doktorska

Streszczenie

Głównym celem pracy doktorskiej jest ocena wpływu zmian wartości parametrów fizyczno-mechanicznych modelu numerycznego na prawdopodobieństwo wystąpienia określonych wartości naprężenia pionowego i współczynnika rozporu bocznego (stosunku naprężenia poziomego do naprężenia pionowego) oraz przemieszczenia pionowego w strefie rozwoju procesu zapadliskowego w warunkach geologiczno-górniczych niecki bytomskiej, na terenach płytkiej, historycznej eksploatacji górniczej, z wykorzystaniem metody zbiorów losowych.

W rozprawie analizowano wrażliwość modelu numerycznego na zmiany wartości parametrów wejściowych związanych z ich niepewnością wyznaczenia i ograniczoną reprezentatywnością wynikającą z metodyki oznaczenia parametrów. W tym celu zastosowano metodę zbiorów losowych do opisu prawdopodobieństwa wystąpienia wynikowych wartości wielkości obliczonych numerycznie i w efekcie oceny rozwoju procesu niszczenia w ośrodku skalnym.

Zadanie badawcze ukierunkowane jest na górotwór skłonny do rozwoju procesów niszczenia, silnie zróżnicowany pod kątem właściwości fizyczno-mechanicznych. Identyfikacja parametrów takiego górotworu jest skomplikowana. Trudnym zagadnieniem jest również wyznaczenie parametrów wejściowych do obliczeń numerycznych mających na celu możliwie wiarygodną ocenę stateczności górotworu.

Badania własne zostały poprzedzone studium zagadnień teoretycznych dotyczącym:

- modeli rozwoju zniszczenia wokół płytko położonych pustek w górotworze oraz modeli procesu zapadliskowego,

- sposobu numerycznego opisu procesu zapadliskowego w świetle hipotez dotyczących rozwoju zniszczenia wokół pustek położonych na niewielkich głębokościach,
- podstaw teoretycznych i zastosowania metody zbiorów losowych w rozwiązywaniu różnych zagadnień geoinżynierskich.

Autor zaproponował sposób rozwiązania zadania badawczego, które w pierwszym etapie polega na wyznaczeniu parametrów wejściowych modelu numerycznego na podstawie przeprowadzonych badań in situ oraz opinii ekspertów, a następnie przeprowadzeniu obliczeń numerycznych mających na celu określenie, które z parametrów są najbardziej istotne w kontekście rozważanego zagadnienia badawczego.

W następnej kolejności, bazując na zaproponowanej teorii zbiorów losowych, sporządza się zestawy danych wejściowych do dalszych obliczeń. W obliczeniach numerycznych wylicza się zmiany przemieszczeń pionowych, naprężeń pionowych i współczynnika rozporu bocznego dla przyjętego modelu rozwoju procesu zapadliskowego. Otrzymane rezultaty analizuje się pod kątem dolnej i górnej dystrybuanty aproksymowanej rozkładem normalnym i rozkładem beta. Pozwala to w konsekwencji na określenie prawdopodobieństwa wystąpienia danej wartości przemieszczenia i naprężenia w zależności od przyjętego zestawu parametrów fizyczno–mechanicznych.

Opracowany sposób rozwiązania zadania badawczego został zweryfikowany dla dwóch przykładów z rejonów zagrożonych, w zróżnicowanym stopniu, wystąpieniem deformacji nieciągłych na powierzchni terenu, w warunkach geologiczno-inżynierskich niecki bytomskiej, na terenach pogórnich płytkiej eksploatacji złoża rud metali. W efekcie Autor rozprawy pokazał, że w ośrodku skalnym, silnie naruszonym procesami geologicznymi i działalnością górnictwem, opisanym parametrami fizyczno-mechanicznymi o dużej zmienności ich wartości, modelowanie numeryczne procesu zapadliskowego z zastosowaniem metody zbiorów losowych umożliwia uzyskanie miarodajnych wyników symulacji numerycznej oraz określenie ryzyka rozwoju procesu zapadliskowego.

Rozwiązanie ma znaczenie poznawcze, gdyż uściśla wiedzę o rozwoju procesu zapadliskowego oraz ma istotne znaczenie aplikacyjne w projektowaniu zabudowy na

terenach pogórnicych zagrożonych występowaniem deformacji nieciągłych. Można go również zastosować do rozwiązywania innych zagadnień geoinżynierskich np. analizy stateczności osuwisk, w skomplikowanych warunkach geologiczno-inżynierskich.

Sensitivity analysis of a numerical model of the sinkhole formation process, showing changes in the physical-mechanical parameters value using the random set method under Bytom Basin geological and mining conditions

Mgr inż. Krzysztof KRAWIEC

PhD thesis

Abstract

The main purpose of this doctoral dissertation is an analysis of the influence of changes in numerical model material constants affecting the probability of occurrence for values of vertical stress, the lateral pressure coefficient, and vertical displacement. The analysis was realized under the geological and mining conditions of the sinkhole formation process typical for the historical, shallow exploitation area of metal ore in the Bytom Basin.

The dissertation examines the sensitivity of the numerical model to the changes in input parameter values resulting from the uncertainties of their determination. For this purpose, the random set method was used to describe the probability of occurrence of the values of numerically calculated variables, and to assess the destruction processes in the rock mass.

The research itself is concentrated on rock mass susceptible to the development of destructive processes as characterized by strongly diversified physical-mechanical parameters. The identification of the parameters of such rock mass is complicated; the determination of input parameters for numerical calculation is difficult if attempting to obtain a reliable assessment of rock mass stability.

The essential research was preceded by a study of prior documentation concentrated on:

- models of the destruction development process around a void at a shallow depth in a rock mass, and models of the sinkhole formation process,
- the method of numerically describing the sinkhole formation process based on a hypothesis concerning development of the destruction process around a void at a shallow depth,
- theoretical basis and application of the random set method in resolving various geoenvironmental issues.

This doctoral dissertation proposes a method of analytical research which relies firstly on defining the input parameters of the numerical model on the basis of *in-situ* studies and expert opinions. Then, the calculations are conducted to determine which of the parameters are the most sensitive in the context of the research task.

In the next step, based on the proposed theory of the random set, the input data sets are prepared for further calculations. The numerical calculations in the presented examples focused on observation of the results of vertical displacement, vertical stresses, and the coefficient of lateral pressure in the model of the sinkhole formation process. The results were analyzed in the form of an upper and lower distribution function approximated by normal distribution and beta distribution. This made it possible to determine the probability of occurrence of values of displacement and stress according to an established set of physical-mechanical parameters.

The proposed method of problem solving was verified for two examples from areas endangered by the occurrence of discontinuity deformation on the terrain surface under the geological and mining conditions typical for the historical, shallow exploitation area of metal ore in the Bytom Basin. Given these factors, the analysis has shown that numerical modelling of the sinkhole formation process with application of the random set method provides an opportunity to obtain reliable results and a risk assessment for the sinkhole formation process.

The solution constitutes meaningful research by providing specific knowledge about the sinkhole formation process, having important practical application in designing construction work on post-mining areas endangered by the occurrence of discontinuous deformations. The solution could be applied in addressing various geoen지니어ing topics such as slope stability analysis under complicated geological engineering conditions.