ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2002
Seria: GÓRNICTWO z. 254 Nr kol. 1563

Mirosław CHUDEK, Henryk KLETA
Politechnika Śląska, Gliwice

WPŁYW ODDZIAŁYWAŃ DYNAMICZNYCH NA DEFORMACJE ZBOCZY I SKARP NA TERENACH GÓRNICZYCH

Streszczenie. Przedstawiono zagadnienie kształtowania się stateczności zboczy w przypadku występowania deformacji i wstrząsów górotworu pochodzenia górniczego w świetle obliczeń numerycznych.

THE INFLUENCE OF DYNAMIC ACTIONS ON DEFORMATION OF SLOPS AND SCARPS ON THE MINING AREA

Summary. The paper presents the problem of the slope stability in case of mining genesis earth tremors occurrence and discuss the results of the numerical computations of the ground behavior on slopes.

1. Wstęp

Zjawiska zachodzące w zboczach masywu skalnego, w tym także w obszarach brzeżnych głębokich niecek obniżeniowych, ukształtowanych w wyniku dokonanej podziemnej eksploatacji złóż pokładowych, są bardzo złożone, dotychczas w pełni nie rozpoznane, a istotne w zagadnieniach ochrony środowiska.

W referacie zaprezentowano zagadnienie kształtowania się stateczności skarp w przypadku występowania wpływów eksploatacji górniczej, w tym oddziaływania wstrząsów górotworu pochodzenia górniczego.

2. Czynniki wpływające na stateczność zboczy i skarp znajdujących się w zasięgu wpływów eksploatacji górniczej

Głównymi czynnikami, które decydują o stateczności zboczy w warunkach deformacji masywu skalnego spowodowanych podziemną eksploatacją złóż pokładowych oraz wstrząsami, a także zmianą warunków hydrogeologicznych w czasie są:

- osuwiskowe i erozyjne procesy zachodzące na powierzchniach podebranych,
- wpływ rozmakania na zmianę parametrów wytrzymałościowych gruntów, w tym szczególnie gruntów gliniastych,
- oddziaływanie podziemnej eksploatacji złóż pokładowych na zmianę struktury geomechanicznej skarp, zboczy i brzeżnych obszarów niecek osiadania,
- przepływ wody w gruncie o naruszonej strukturze spowodowanej deformacjami wywołanymi podziemną eksploatacją złóż pokładowych.

Utrata stateczności zboczy czy też brzeżnych obszarów niecek osiadania zależy głównie od:

- wielkości i intensywności wpływów eksploatacji górniczej,
- własności fizycznych, mechanicznych i reologicznych gruntów,
- wstrząsów masywu skalnego,
- zmian warunków hydrogeologicznych, zawodnienia lub nawodnienia gruntu,
- strumieni osuwiskowych występujących w zboczu.

Wśród czynników zewnętrznych naruszających stan równowagi zbocza można wyróżnić:

- występowanie odkształceń górniczych,
- przyrost obciążenia wynikający z opadów atmosferycznych lub ciężaru nowo wybudowanych obiektów,
- przenikanie wody do strefy osuwu, spadek parametrów wytrzymałościowych skał,
- występowanie wstrząsów górniczych,
- występowanie drgań od robót strzałowych,
- występowanie drgań wibracyjnych powodowanych np. ruchem drogowym.

3. Analiza numeryczna stateczności zbocza w warunkach oddziaływania wpływów eksploatacji górniczych

Podstawowym zagadnieniem przy określeniu stateczności zboczy i skarp w masywie skalnym jest ustalenie potencjalnych powierzchni poślizgu oraz bilansu sił usuwających i utrzymujących masyw skalny w równowadze.

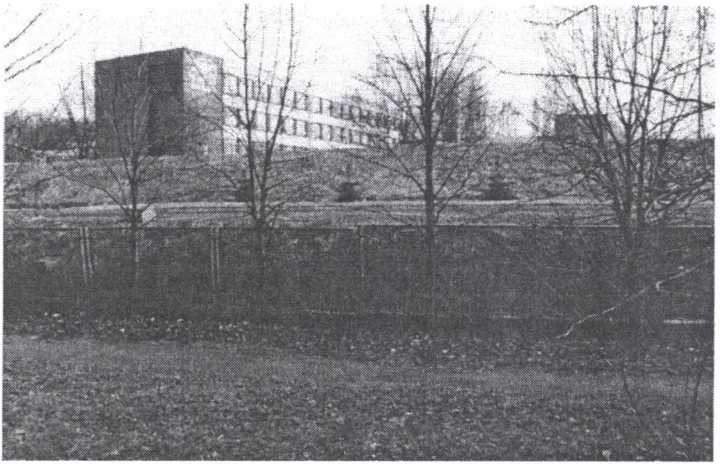
Ocenę numeryczną warunków stateczności skarpy w zasięgu oddziaływania eksploatacji górniczej przedstawiono na przykładzie skarpy zlokalizowanej w obrębie Wzgórz Radoszowskich, ograniczających od południa dolinę Potoku Bielszowickiego. Geologicznie jest to południowy skłon siodła Głównego, a górotwór w rozpatrywanym rejonie budują warstwy czwartorzędu i karbonu. Z racji położenia na wzniesieniu utwory czwartorzędowe mają niewielkie miąższości wynoszące około 5 – 10 m. Czwartorzęd zbudowany jest ze zmiennych przewarstwień glin, iłów, iłołupków i piasków. Stropową część karbonu tworzą warstwy orzeskie reprezentowane głównie przez łupki, wśród których występują cienkie pokłady węgla.

W analizowanym rejonie prowadzone są od kilkudziesięciu lat obserwacje geodezyjne, które rejestrują wpływy eksploatacji górniczej. Z analizy wyników pomiarów wynika, że w rozpatrywanym rejonie powierzchnia terenu uległa obniżeniu o około 2,6 m. Natomiast największe zmierzone odkształcenia poziome w tym rejonie wynoszą około 6,0 mm/m. Z tych danych pomiarowych wynika, że przedmiotowy teren w obrębie rozpatrywanej skarpy poddawany jest od wielu lat deformacjom powodowanym wpływami eksploatacji górniczej. Rozpatrywany rejon narażony jest również na oddziaływania dynamiczne powodowane wstrząsami górniczymi.

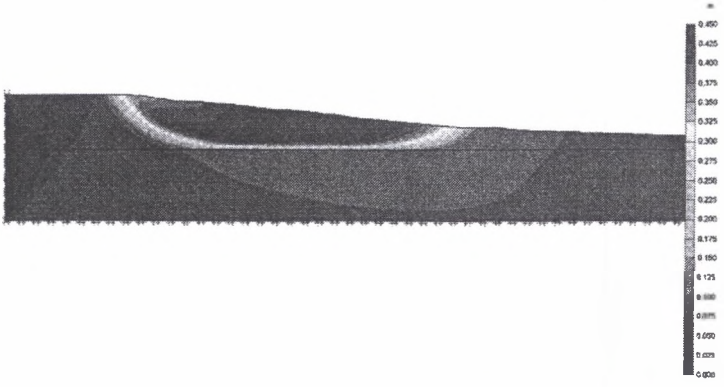
W niniejszym referacie do tego celu zastosowano program Plaxis z modułem dynamicznym. Program Plaxis jest kompletnym pakietem przeznaczonym do analizy deformacji i stateczności w projektach geotechnicznych. Pozwala na modelowanie złożonych modeli strukturalnych, przy uwzględnieniu właściwości reologicznych i nieliniowego zachowania się skał.

Modelowanie numeryczne przedmiotowego zbocza wykonano dla modelu gruntu opisanego równaniem Coulomba – Mohra, przy wykorzystaniu programu Plaxis. W analizie dynamicznej przedmiotowego zagadnienia rozważono trzy podstawowe zagadnienia:

- warunki brzegowe i dobór obciążenia dynamicznego skarpy,
- tłumienie modelu,
- propagację fali sejsmicznej przez analizowany model zbocza.



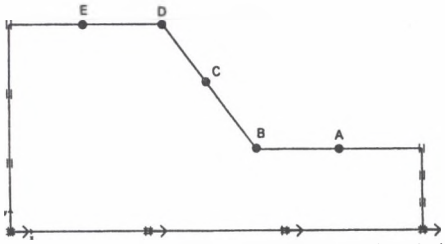
Rys. 1. Skarpa zlokalizowana w zasięgu wpływów eksploatacji górniczej
Fig. 1. The scarp located in the range of impact mining



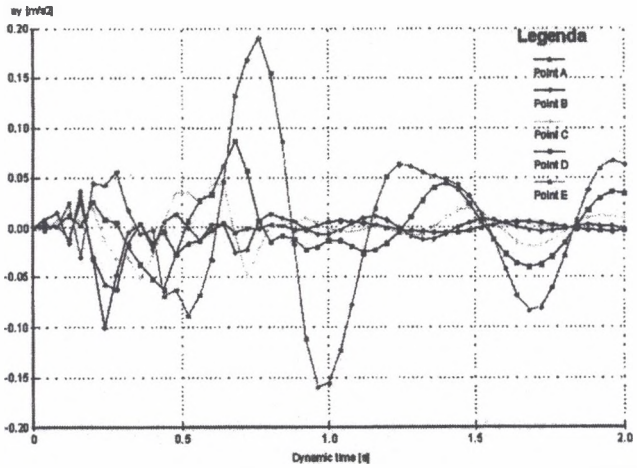
Rys. 2. Wypadkowe przemieszczenia skarpy – stan po wystąpieniu wpływów dynamicznych wstrząsu
Fig. 2. The resultant displacement of the scarp – state after dynamic impact of the earth tremor

Modelowanie numeryczne dla uogólnionego modelu strukturalnego rozpatrywanego zbocza wykonano w kilku etapach. W etapie pierwszym zamodelowano naprężenia pierwotne, w etapie drugim do obliczeń wprowadzono tłumienie lepkościowe i zamodelowano oddziaływanie wstrząsu dla energii wynoszącej 10^6 J.

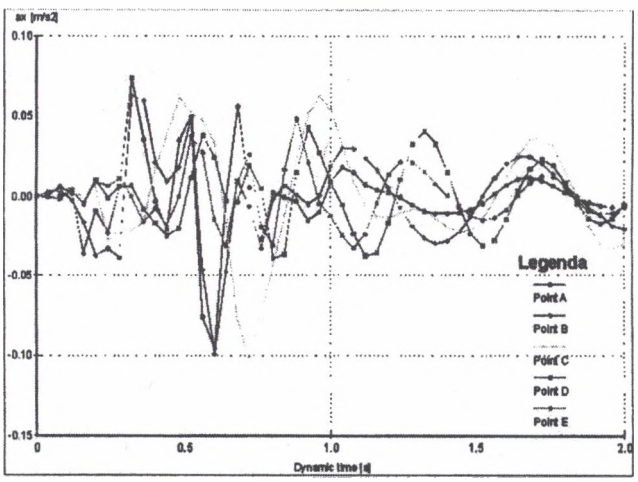
Wstrząs górniczy zamodelowano, przyjmując, że na dolnej krawędzi modelu powstają przemieszczenia poziome w czasie zależne. Wielkość tych przemieszczeń, jak i ich rozkład w czasie uzależnione są od charakterystyki fali sejsmicznej, którą zadano w postaci charakterystycznego przebiegu przyspieszenia drgań w czasie, jakie są rejestrowane przez aparaturę pomiarową na terenach górniczych.



Rys. 3. Rozmieszczenie punktów obliczeniowych na powierzchni zbocza
Fig. 3. The distribution of computational points on the slope surface



Rys. 4. Składowa pionowa przyspieszenia drgań modelu w wybranych punktach obliczeniowych
Fig. 4. The vertical component of model vibration acceleration in selected computational points



Rys. 5. Składowa pozioma przyspieszenia drgań modelu w wybranych punktach obliczeniowych
Fig. 5. The vertical component of model vibration acceleration in selected computational points

Na rys. 2 przedstawiono kształtowanie się wypadkowych przemieszczeń modelu dla stanu po wystąpieniu wstrząsu.

Na rys. 4 i 5 przedstawiono przebieg obliczonych składowych przyspieszenia drgań na powierzchni modelowanego zbocza w punktach obserwacyjnych.

Uzyskane wyniki wskazują, że na rozkład parametrów charakteryzujących drgania zbocza istotnie wpływa jego geometria.

Porównując wielkości przyspieszenia w badanych punktach modelu można zauważyć, że przyspieszenia posiadają zbliżone wartości, z wyjątkiem punktu E, w którym w sposób istotny występują zwiększone wartości przyspieszeń drgań.

4. Podsumowanie

Zagadnienie stateczności zboczy i skarp w warunkach oddziaływania wpływów eksploatacji górniczej z uwagi na złożoność zagadnienia efektywnie można rozpatrywać opierając się na modelowaniu numerycznym.

Prezentowane wyniki modelowania numerycznego stateczności skarpy wskazują, że ocena zboczy i skarp zlokalizowanych na terenach górniczych wymaga uwzględnienia oddziaływania zarówno górniczych odkształceń terenu, jak i oddziaływań dynamicznych powodowanych wstrząsami górniczymi.

Przedstawione wyniki obliczeń numerycznych pozwalają stwierdzić, że na zagrożenie utraty stateczności zbocza na terenach górniczych znaczący wpływ ma oddziaływanie wstrząsów górniczych.

LITERATURA

1. Chudek M.: Deformacje masywu skalnego spowodowane podziemną eksploatacją złóż pokładów zalegających poziomo. ZN Pol. Śl. ser. Górnictwo, z. 205, Gliwice 1992.
2. Chudek M.: Geomechanika z podstawami ochrony środowiska górniczego i powierzchni terenu. Wyd. Pol. Śl., Gliwice 2002.
3. Kleta H.: Niektóre uwagi o pomiarach wibracyjnych w obiektach charakteryzujących oddziaływanie sejsmiczne na terenach górniczych. Konf. Nauk.-Techn. „Ochrona terenów górniczych", Krynica 1996.

4. Kleta H., Lipski Z.: Propagacja drgań gruntu powodowanych zagęszczaniem podłoża gruntowego w świetle pomiarów. Budownictwo Górnicze i Tunelowe, nr 4, Katowice 2000.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Andrzej Zorychta

Abstract

The paper presents results of the numerical modelling of the scarp in the conditions of mining exploitation. Numerical modelling has been made with the aid of the program PLAXIS based on the finite element method. In the dynamic analysis are considered three primary problems:

- boundary conditions and choice of the dynamic load,
- damping in the model,
- the propagation of seismic waves.

The numerical modelling of the slope was carried out in a few stages. In the first stage were modelled primary stresses. In the second stage to solution was introduced viscous damping and was modelled impact earth tremor by energy 10^6 J.

Results of the numerical modelling of the slope show, that estimate slopes localised on the mining area require a consideration of the impact mining surface deformation and dynamic impacts caused by the mining tremor.