

Kazimierz PODGÓRSKI

Stanisław DUŻY

Henryk KLETA

Instytut Geomechaniki Budownictwa Podziemnego
i Ochrony Powierzchni Politechniki Śląskiej, Gliwice

PRÓBA OPISU ZACISKANIA WYROBISK KORYTARZOWYCH PRZY UWZGLĘDNIENIU PODPORNOCI OBUDOWY

Streszczenie. W pracy omówiono wpływ podporności obudowy na wielkość zaciskania wyrobiska korytarzowego w czasie oraz przedstawiono sposób określania wpływu podporności obudowy na zaciskanie wyrobiska i zasięg strefy odkształceń pozagranicznych. Podano przykład określania wielkości i czasu powstania strefy odkształceń pozagranicznych w otoczeniu wyrobiska korytarzowego.

AN ATTEMPT AT A DESCRIPTION OF CLOSURE IN DOG HEADINGS WITH DUE CONSIDERATION TO LOAD-BEARING CAPACITY OF SUPPORT

Summary. Discussed in the paper is the effect of load-bearing capacity of support on the closure of a dog heading in time and presented is the method of determining the effect of supportability on the closure of the excavation and the range of the post-failure deformation zone. An example has been given of determining the magnitude and time of the formation of the post-failure zone.

ПОПЫТКА ОПИСАТЬ ЗАЖИМАНИЕ УЗКИХ ВЫРАБОТОК С УЧЕТОМ СОПРОТИВЛЕНИЯ КРЕПИ

Резюме. В работе рассматривается влияние сопротивления крепи на зажимание узкой выработки во времени. Представлен тоже способ определения влияния сопротивления крепи на зажимание выработки и размеры зоны сверхупругих деформаций. Дается пример определения величины и времени образования зоны сверхупругих деформаций в окружении узкой выработки.

1. WSTĘP

Proces deformacji masywu skalnego w otoczeniu wyrobisk korytarzowych, objawiających się poprzez ich zaciskanie, jest ściśle związany z budową geologiczną górotworu, w którym wykonano wyrobisko, własnościami skał i podpornością obudowy.

Deformacje górotworu w otoczeniu wyrobisk najczęściej śledzi się prowadząc pomiary zaciskania wyrobisk i przemieszczeń reperów wgłębnych. Wyniki pomiarów wykorzystywane są przy ocenie wpływu oddziaływania obudowy na proces zaciskania wyrobiska.

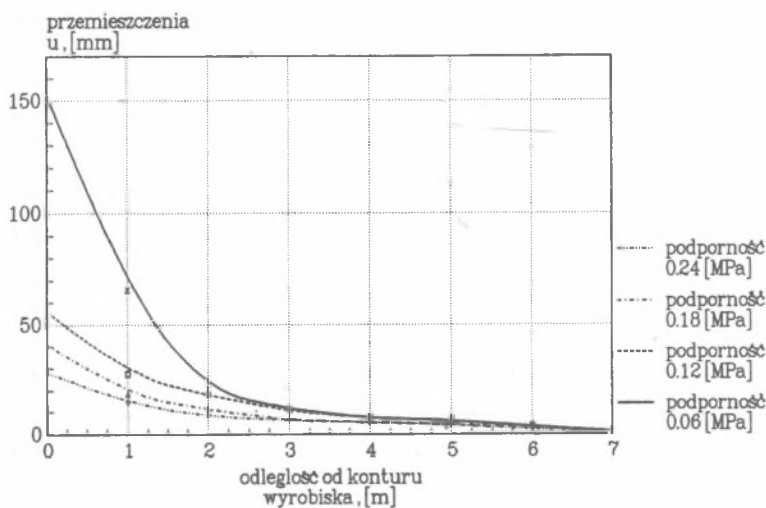
Prowadzone pomiary w kopalniach wykazują, że w procesie spękań górotworu w otoczeniu wyrobiska uwidacznia się wzrost objętości skał, co powoduje zwiększone zaciskanie wyrobisk. Znaczący wpływ na przebieg zaciskania wyrobisk posiada również podporność stosowanej obudowy, jak i technologia drążenia wyrobisk oraz wykonywania obudowy.

2. KSZTAŁTOWANIE SIĘ PRZEMIESZCZEŃ SKAŁ WOKÓŁ WYROBISKA KORYTARZOWEGO W ŚWIETLE POMIARÓW

Do badań przemieszczeń skał otaczających wyrobisko zabudowane są repery na konturze wyrobiska i repery wgłębne. Repery wgłębne mają na celu również określenie wielkości stref odkształceń pozagranicznych mających wpływ na wielkość obciążenia obudowy. Najczęściej repery stabilizowane na konturze wyrobiska posiadają długość ok. 0.3 m i mocowane są w stropie, spągu i ociosach wyrobiska. Repery te winny być zabudowywane w odległości ok. 0.5 - 1.5 m od przodka drążonego wyrobiska. Repery wgłębne stabilizowane są również w stropie, spągu i ociosach wyrobiska i posiadają długość nierzadko przekraczającą 10 m. W przypadku większego nachylenia warstw stabilizuje się dodatkowo repery prostopadle i równoległe do uwarstwienia skał. Szczególnie istotne, dla badania procesu deformacji masywu skalnego, jest prowadzenie pomiarów przemieszczeń przy różnych podpornościach obudowy i prędkości postępu drążonego wyrobiska. Z tych względów do analizy wykorzystano wyniki pomiarów [2,7] przemieszczeń prowadzonych w wyrobisku zlokalizowanym na głębokości 940 m. Rozpatrywane wyrobisko wykonane było w pokładzie węgla o grubości 2.0 m i wytrzymałości na ściskanie 20 MPa. W stropie pokładu zalegała warstwa łupku ilastego o grubości 11.0 m i wytrzymałości na ściskanie 35 MPa, a w spągu występowała warstwa łupku piaszczystego o

grubości 6.0 m i wytrzymałości na ściskanie ok. 55 MPa. Wyrobisko drażono kombajnem z postępem 8.3 m/dobę. W poszczególnych odcinkach badawczych stosowano obudowę stalową podatną o podpornościach 0.06 MPa, 0.12 MPa, 0.18 MPa i 0.24 MPa. W odcinkach badawczych, różniących się podpornością obudowy, wykonano otwory, w których zabudowano repery wgłębne. Repery zastabilizowano na głębokościach 0.50, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 6.0 i 7.0 m od konturu wyrobiska.

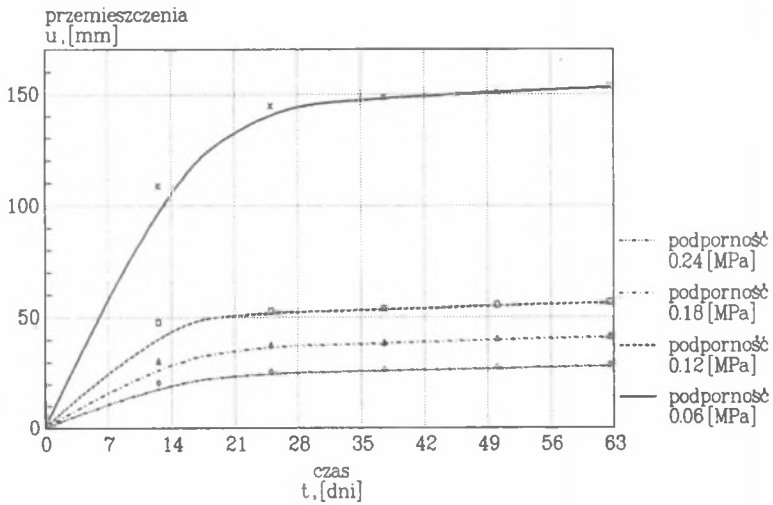
Przebieg przemieszczeń skał w stropie wyrobiska, w omawianych odcinkach badawczych, przedstawiono na rys. 1. Z przedstawionego wykresu wynika, że podporność obudowy ma szczególny wpływ na wielkość przemieszczeń skał w bezpośrednim sąsiedztwie konturu wyrobiska.



Rys. 1. Przemieszczenia skał w otoczeniu wyrobiska w zależności od podporności obudowy

Fig. 1. Displacement of rocks in the vicinity of an excavation depending on load-bearing capacity of support

Przedstawione na rys. 2 przemieszczenia konturu wyrobiska w funkcji czasu wskazują, że charakter krzywych jest podobny, a podporność obudowy ma przede wszystkim wpływ na wielkość przemieszczeń. Można również zauważyć, że wraz ze wzrostem podporności obudowy maleje jej wpływ na wielkość przemieszczeń. Tak więc można wnioskować, że w danych warunkach geotechnicznych istnieje pewna wartość podporności, po przekroczeniu której nie występuje znaczące ograniczenie zaciskania wyrobiska.



Rys. 2. Przemieszczenia konturu wyrobiska w funkcji czasu

Fig. 2. Displacement of the excavation contour in the function of time

3. WPŁYW PODPORNOCI NA WIELKOŚĆ STREFY ODKSZTAŁCEN POZAGRANICZNYCH W ŚWIETLE POMIARÓW

Analiza wielu stosowanych modeli służących do opisu współpracy obudowy wyrobisk z górotworem wskazuje, że przyjmowane założenia tak dalece odbiegają od rzeczywistości, iż pod znakiem zapytania stawiają uzyskiwane rozwiązania. Tak więc z punktu widzenia praktyki górniczej uważa się za bardziej celowe stosowanie metod prognozowania stateczności wyrobisk korytarzowych będących efektem połączenia wyników pomiarów z rozwiązaniami teoretycznymi. Obserwacje i pomiary przemieszczeń skał otaczających wyrobisko skłaniają do przyjęcia, że wokół wyrobiska można wyróżnić obszar górotworu, charakteryzujący się tzw. odkształceniami pozagranicznymi. Można również wnioskować, że geometria obszaru odkształceń pozagranicznych determinuje proces zaciskania wyrobiska oraz warunki współpracy obudowy z otaczającym górotworem. Mając na uwadze zwiększenie podpórności stosowanych obudów w wyrobiskach korytarzowych, konieczne jest określenie wpływu wielkości strefy odkształceń pozagranicznych na wielkość obciążenia obudowy.

Jednym z podstawowych założeń, przyjmowanych w modelach współpracy obudowy z górotworem, jest założenie warunku nieściśliwości ośrodka, co można interpretować jako założenie o braku wzrostu objętości skał w procesie ich deformacji. Jak wynika z badań próbek skał, po osiągnięciu pewnego poziomu naprężeń suma odkształceń liniowych jest różna od zera. Można więc przyjąć, że wielkość przemieszczeń skał w kierunku wyrobiska jest związana m.in. z wielkością strefy odkształceń pozagranicznych oraz stopniem wzrostu objętości skał w tym obszarze.

W pracy założono, że zasięg strefy odkształceń pozagranicznych związany jest z graniczną wielkością odkształceń, po przekroczeniu której w otoczeniu wyrobiska tworzą się powierzchnie ścięć - płaszczyzny poślizgu - w wyniku których występują zwiększone przemieszczenia skał w kierunku wyrobiska.

Wpływ podporności obudowy na wielkość przemieszczeń skał w otoczeniu wyrobiska, dla stanu charakteryzującego stabilizację przemieszczeń ($t=63$ dni), w świetle analizowanych wyników pomiarów, można wyrazić funkcją:

$$u(r) = A \exp(-B r) \quad (1)$$

gdzie:

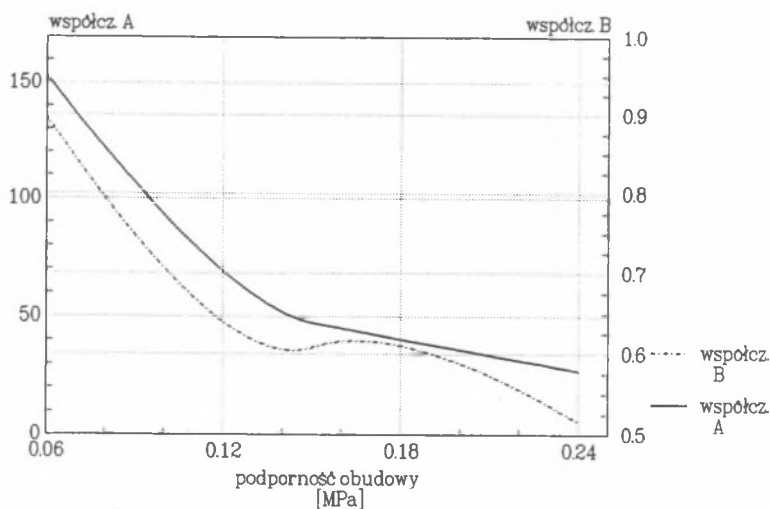
A, B - współczynniki charakteryzujące rozkład przemieszczeń (rys. 3),

r - odległość od wyłomu wyrobiska.

Jak już uprzednio podano, strefa odkształceń pozagranicznych charakteryzuje się wzrostem objętości skał będącym wynikiem powstawania powierzchni ścięć. Przyjmując elementarne warunki geometryczne, rozkład współczynnika zmian objętościowych skał ($\Delta V/V$) w otoczeniu wyrobisk przedstawiono na rys. 4. Z przedstawionego wykresu wynika, że wzrost objętości skał, przy zastosowaniu obudowy o podporności 0.06 MPa, jest większy ok. 5.4 raza w stosunku do obudowy o podporności 0.24 MPa.

Zakładając wartość odkształceń granicznych 5mm/m oraz wyniki aproksymacji przemieszczeń (wzór 1), określono wielkość strefy odkształceń pozagranicznych w zależności od podporności obudowy - krzywa B na rys. 5. Przebieg krzywej B wskazuje, że wielkość podporności obudowy w analizowanym przedziale nie posiada zasadniczego wpływu na wielkość strefy odkształceń pozagranicznych. Istotny dla warunków współpracy obudowy z górotworem jest czas, po upływie którego odkształcenia na wyłomie wyrobiska osiągną wartości graniczne. Przyjmując podobne założenia, można określić czas powstania strefy odkształceń pozagranicznych w zależności od podporności obudowy - krzywa A na rys. 5. W przypadku krzywej A widać, że podporność obudowy ma znaczący wpływ na czas powstania strefy odkształceń pozagranicznych. Z powyższych

stwierdzeń wynika, że istotny dla procesu deformacji skał, zachodzących w otoczeniu wyrobisk, jest rodzaj obudowy i technologia jej wykonywania.



Rys. 3. Zależność współczynników A i B od podporności obudowy dla czasu $t = 63$ dni

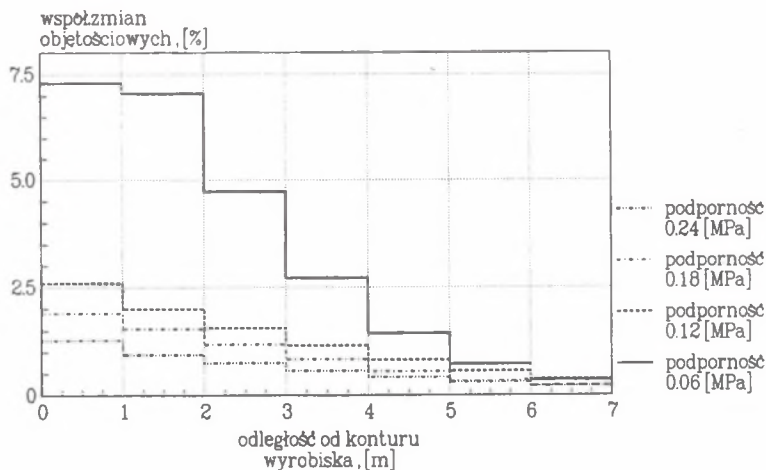
Fig. 3. Dependence of the coefficients A and B on the load-bearing capacity of support for the time $t = 63$ days

W przypadku drażenia wyrobisk robotami strzałowymi występuje nieregularny kształt wyłomu wyrobiska i pojawia się wstępny obszar spękań charakteryzujący się wzrostem objętości skał. W takim przypadku obudowa poddana jest zwiększonemu obciążeniu i ulega większym deformacjom.

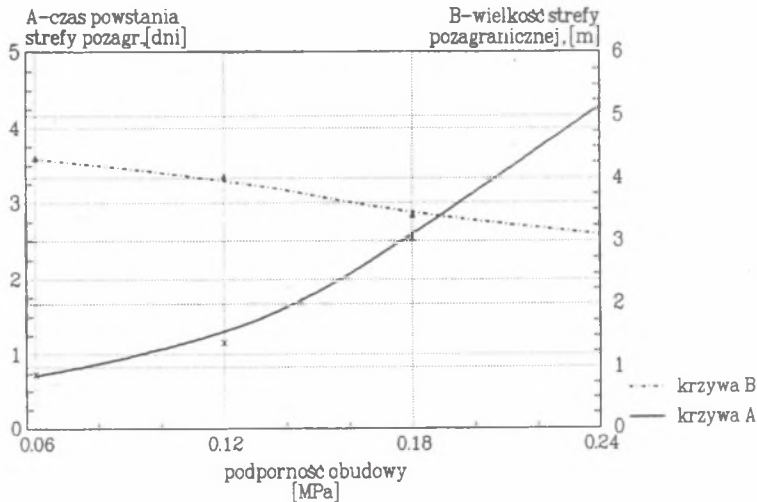
Aby dobrać charakterystyki podatności obudowy, celowe jest wykorzystanie krzywych przemieszczeń konturu wyrobiska. Przemieszczenia konturu wyrobiska w zależności od czasu t można przedstawić w postaci:

$$u(t) = D_1 \left[1 - \exp(-D_2 t) \right] + D_3 t, \quad (2)$$

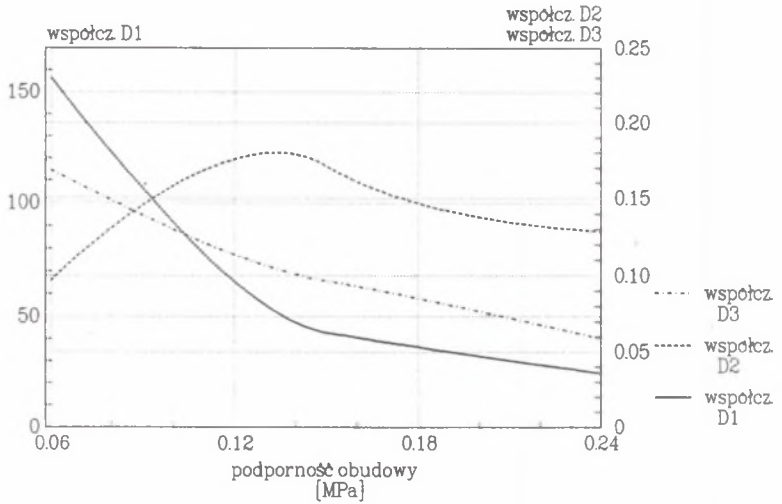
gdzie: D_1, D_2, D_3 - współczynniki zależne od podporności obudowy (rys. 6). Przedstawiona analiza przykładowych pomiarów przemieszczeń skał otaczających wyrobisko może posłużyć do określania warunków brzegowych w modelach współpracy obudowy z górotworem oraz optymalizacji konstrukcji obudowy.



Rys. 4. Współczynnik zmian objętościowych skał po upływie czasu $t = 63$ dni
 Fig. 4. Coefficient of the volume changes of rocks after the time $t = 63$ days



Rys. 5. Wielkości i czas powstania strefy odkształceń pozagranicznych w zależności od podporności obudowy
 Fig. 5. Magnitudes and time of the formation of the post-failure deformation zone depending on the load-bearing capacity of support



Rys. 6. Zależność współczynników D1, D2, D3 od podporności obudowy (kontur wyrobiska)

Fig. 6. Dependence of the coefficients D1, D2, D3 on the load-bearing capacity of support (excavation contour)

4. PODSUMOWANIE

Przeprowadzona analiza przykładowych pomiarów przemieszczeń skał w otoczeniu wyrobiska wykazała, że podporność obudowy nie posiada znaczącego wpływu na wielkość strefy odkształceń pozagranicznych, natomiast posiada wpływ na czas ich powstawania. Znaczny wpływ podporności obudowy uwidocznił się na wielkość przemieszczeń wyrobiska i wzrost objętości skał charakteryzowany przyjętym współczynnikiem wzrostu objętości.

Uzyskane wyniki z analizy przykładowych pomiarów wskazują na decydujący wpływ technologii drążenia wyrobiska i czasu wykonania obudowy. Wykonanie obudowy w jak najkrótszym czasie po odsłonięciu wyłomu może ograniczyć wielkość przemieszczeń skał do wyrobiska, a tym samym zmniejszyć obciążenie obudowy. Obudowa winna, możliwie od samego początku, przejmować obciążenie górotworu, zmniejszając tym samym zaciskanie wyrobiska, jak i wzrost objętości skał w strefie odkształceń pozagranicznych. Stosowanie podsadzki za

obudową, szczególnie przy nieregularnym wyłomie, powoduje w początkowej fazie zaciskanie wyrobiska duży wzrost objętości skał w strefie odkształceń pozagranicznych, a tym samym zwiększenie obciążenia obudowy.

LITERATURA

- [1] *Baoshen L., Rougni Y.*: Mechanical model of fractured rock. Proc. of Inst. Symp. on Weak Rock, Tokio 1981.
- [2] *Czerniak I.L., Burczakow J.I.*: Uprawienie gornym dawieniem w podgotowieliowych wyrobkach głubokich szacht., Niedra, Moskwa 1984.
- [3] *Podgórski K., Duży S.*: Wpływ zmian objętościowych górotworu w procesie eksploatacji górnicej na zaciskanie chodników przyścianowych, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria Górnictwo, Zeszyt nr 185, Gliwice 1990.
- [4] *Podgórski K., Kleta H., Chudek M.D.*: Wpływ podporności obudowy na zaciskanie wyrobiska korytarzowego, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria Górnictwo, Zeszyt nr 185, Gliwice 1990.
- [5] *Podgórski K., Kleta H.*: Wpływ zmian objętościowych na zaciskanie wyrobisk korytarzowych, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria Górnictwo, Zeszyt nr 145, Gliwice 1987.
- [6] *Podgórski K., Kleta H.*: Zagadnienie stateczności wyłomu w czasie drażenia wyrobisk korytarzowych i komorowych na dużych głębokościach, Projekty-Problemy, nr 7-8, Katowice 1987.
- [7] *Podgórski K. i zespół.*: Wytyczne projektowania połączeń wyrobisk korytarzowych i komorowych. Prace Instytutu Projektowania, Budowy Kopalń i Ochrony Powierzchni Politechniki Śląskiej, Gliwice 1985 (praca nie publikowana).

Recenzent: Prof.dr hab.inż. Kazimierz Rułka

Wpłynęło do Redakcji w styczniu 1992 r.