ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1985
Seria: GÓRNICTWO z. 138 Nr kol. 840

Andrzej KACZMARCZYK
Stefan MUSIOŁ

WPŁYW CZASU I SKŁADU PETROGRAFICZNEGO NA WŁASNOŚCI ZREKONSOLIDOWANEGO RUMOWISKA ZAWAŁOWEGO

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych nad określeniem wpływu czasu i składu mineralogicznego rumowiska zawałowego na przebieg procesu jego rekonsolidacji.
Wyniki badań wskazują, iż po upływie ok. 6 miesięcy przy składzie co najmniej 40% łupków ilastych zrekonsolidowane rumowisko posiada wytrzymałość zapewniającą bezpieczne warunki wybierania dolnej warstwy pokładu.

1. WSTĘP

Pojęciem rekonsolidacji gruzowiska zawałowego określa się zjawisko wtórnego scalania się materiału gruzowiska zawałowego w stopniu umożliwiającym utrzymanie stropu wyrobisk górniczych odznaczającego się pewną samonośnością.

Dla uzyskania względnie wytrzymałego stropu, zapewniającego warunki bezpiecznej eksploatacji pod nim warstwy niższej, rekonsolidację należy traktować jako proces kierowany i kontrolowany. Proces ten może trwać w zależności od warunków naturalnych od 30 dni do około 2 lat.

Otrzymanie wtórnego stropu poprzez rekonsolidację gruzowiska zawałowego daje możliwość wybierania grubych pokładów warstwami z góry w dół bez konieczności zostawiania międzywarstwowych półek czy też wykonywania kosztownych sztucznych stropów.

2. CEL I ZAKRES PRACY

W Laboratorium Instytutu Techniki Eksploatacji Złóż Politechniki Śląskiej w Gliwicach przeprowadzono cykl badań dla wyjaśnienia możliwości wybierania dolnej warstwy grubego pokładu pod stropem utworzonym z wtórnie skonsolidowanego materiału zawałowego. Badania te obejmowały wskaźniki wytrzymałości, rozpadu w wodzie, porowatości i wilgotności skał prowadzące do określenia granicznego nacisku na materiał skalny zawału oraz laboratoryjne modelowe próby rekonsolidacji gruzowiska skalnego. Badania modelowe przeprowadzono przy zmieniającym się składzie petrograficznym, tj. zmieniającej się zawartości piaskowca i łupku ilastego. Posłużyły one

do przeprowadzenia analizy wytrzymałości zrekonsolidowanych skał w zależności od zmian składu. Określono związki wytrzymałościowe przy omawianych powyżej procesach oraz przeprowadzono obliczenia stateczności segmentu zrekonsolidowanego stropu wyrobiska ścianowego. Na tej podstawie wysunięto wnioski dotyczące warunków umożliwiających podjęcie wybierania dolnej warstwy z zachowaniem bezpiecznego stanu stropu.

W pracy ograniczono się tylko, ze względu na długoterminowość oraz żmudność prowadzonych badań, do zbadania problemu rekonsolidacji naturalnej.

Badania przeprowadzono na stanowisku badawczym, w skład którego wchodziło:

- stanowisko rekonsolidacji skał złożone z ramy nośnej, siłowników PHI-100 o nacisku jednostkowym 185 hPa, pojemników prostopadłościannych o wymiarach 50 x 50 x 25 cm i rejestratorów ciśnienia typu MR19 2 x 288 TSO,
- pompa hydrauliczna T 80/300,
- prasa do badań wytrzymałościowych typ EDZ 100 dyn,
- piła tarczowa do cięcia skał typ Minosecar 2,
- rentgenometr do badań składu mineralogicznego typu DRON-2,0,
- osprzęt techniczny.

Właściwe badania nad zrekonsolidowanym materiałem zawałowym poprzedził cykl badań nad skałami pierwotnymi użytymi w badaniach, tj. łupkiem ilastym i piaskowcem. Chodziło w tym przypadku o ustalenie następujących wskaźników, takich jak:

- skład mineralogiczny,
- wytrzymałość na ściskanie,
- wytrzymałość na rozciąganie,
- wilgotność naturalna oraz po nawodnieniu,
- wskaźnik rozmakania,
- porowatość względna.

Następnie kruszoną skałę zapełniono pojemniki ustawiana na podnośnikach w ramie nośnej i poddawano obciążeniu przez okres charakterystyczny dla danej próbki.

Po tym okresie próbkę wyjmowano z pojemnika i przeprowadzano badania:

- wytrzymałości doraźnej na rozciąganie metodą ściskania poprzecznego,
- wytrzymałości na ściskanie.

Część okruchów skalnych powstałych w badaniach służyła do badań rentgenostrukturalnych.

3. PRZEBIEG BADAŃ

Skały użyte do badań laboratoryjnych pobrano ze stropu pokładu 404/1 należącego zgodnie z nomenklaturą do górnych warstw rudzkich w ścianie nr 2 oddziału siódmego KWK "Wieczorek" w Katowicach.

W próbce piaskowcowej oznaczono następujące minerały: kwarc, skalenia skaolinizowane, z-krystobalit, mikę oraz illit. Spoiwem cementującym daną skałę są minerały ilaste - głównie illit.

Dominującym minerałem jest kwarc oraz jego odmiana z-krystobalit. W łupku ilastym oznaczono 3 minerały. Są to kaolinit, illit oraz chloryt. Dominującym składnikiem w próbce jest kaolinit.

a. Badania wytrzymałości na ściskanie i rozciąganie pobranych skał w stanie wilgotności naturalnej

Badania wytrzymałościowe na ściskanie prowadzono na sześcianach o boku 5 cm.

Badania wytrzymałości na rozciąganie przeprowadzono metodą brazylijską (metoda poprzecznego ściskania). Próbki w tego rodzaju badaniach miały kształt sześcianu o boku 10 cm. Otrzymano następujące wyniki:

dla łupku ilastego:
- średnia wytrzymałość na ściskanie $R_c = 154 \times 10^5$ N/m^2,
- średnia wytrzymałość na rozciąganie $R_r = 22,7 \times 10^5$ N/m^2,

dla piaskowca:
- średnia wytrzymałość na ściskanie $R_c = 938,8 \times 10^5$ N/m^2,
- średnia wytrzymałość na rozciąganie $R_r = 43,6 \times 10^5$ N/m^2.

b. Oznaczenie wilgotności naturalnej oraz po nawodnieniu

Oznaczenie wilgotności naturalnej przeprowadzono dla iłowca i piaskowca każdorazowo na trzech próbkach.

Wyniki badań dla skał w stanie wilgotności naturalnej kształtowały się następująco:

łupek ilasty $Wn_{śr} = 3,9\%$,

piaskowiec $Wn_{śr} = 4,2\%$.

W celu oznaczenia wilgotności po nawodnieniu próbki były nawilżane w ciągu 10 dni. Oznaczenia przeprowadzane było analogicznie jak przy wyznaczaniu wilgotności naturalnej.

Otrzymano następujące wyniki:

łupek ilasty $Wn_{śr} = 9\%$,

piaskowiec $Wn_{śr} = 6\%$.

c. Wyznaczenie wskaźnika rozmakania

Oznaczenia zachowania się próbek skał w wodzie dokonano metodą Skutty. Metoda ta polega na zanurzaniu w wodzie nieforemnych kawałków badanej skały i określeniu stopnia rozpadu po 1/2, 4, 24 i 48 godzinach.

Bok nieforemnych próbek wynosi w przybliżeniu 10 cm. Kategorie rozpadu według Skutty pozwalają określić względną prędkość rozpadu badanych skał w wodzie o określonej mineralizacji.

4. WYNIKI BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH ZREKONSOLIDOWANYCH SKAŁ

Dla określenia wpływu składu mineralogicznego rumowiska skalnego na proces rekonsolidacji przeprowadzono badania przy następującym składzie petrograficznym próbek:

Nr serii badań	Procentowa zawartość w próbce	
	łupku ilastego	piaskowca
1	100	-
2	90	10
3	80	20
4	70	30
5	60	40
6	50	50

W każdej serii badania przeprowadzono dla pięciu próbek obciążonych przez okres: 3, 7, 14, 30 i 60 dni. Po upływie charakterystycznego dla danej próbki okresu czasu, próbki poddawane były badaniom wytrzymałościowym. Wyniki badań przedstawiają tabele:

Nr próbki z serii	Czas obciążenia rekonsolidacji	Wytrzymałość na rozciąganie próbek z serii					
		1	2	3	4	5	6
				10^5 N/m^2			
1	3	0,302	0,376	0,458	0,446	0,347	0,334
2	7	0,561	0,686	0,825	0,734	0,634	0,587
3	14	0,843	0,929	1,021	0,972	0,875	0,858
4	30	0,916	0,996	1,114	1,047	0,948	0,927
5	60	0,966	1,07	1,192	1,121	1,010	0,992

Średnie wytrzymałość na ściskanie próbek poddanych obciążeniu przez 60 dni

Nr serii	Wytrzymałość na ściskanie R_c 10^5 N/m^2
1	11,50
2	12,80
3	14,30
4	13,00
5	12,40
6	10,20

W oparciu o uzyskane wyniki badań sporządzono wykresy zależności wytrzymałości zrekonsolidowanego rumowiska skalnego od składu mineralogicznego oraz od czasu rekonsolidacji.

Z wykresów wynika, że bardzo istotny wpływ na wytrzymałość zrekonsolidowanego rumowiska ma czas przez jaki jest ono obciążane. Można wyróżnić dwa okresy - pierwszy obejmujący początkowe 14 dni procesu i okres drugi obejmujący pozostałą część czasu rekonsolidacji rumowiska. W okresie pierwszym następuje bardzo szybki wzrost wytrzymałości - po tym czasie zrekonsolidowane rumowisko osiąga ok. 70-80% swej wytrzymałości końcowej. Oznacza to, że eksploatacja następnej warstwy pokładu może być rozpoczęta po stosunkowo krótkim okresie czasu rzędu kilku miesięcy (po dociążeniu rumowiska przez górotwór).

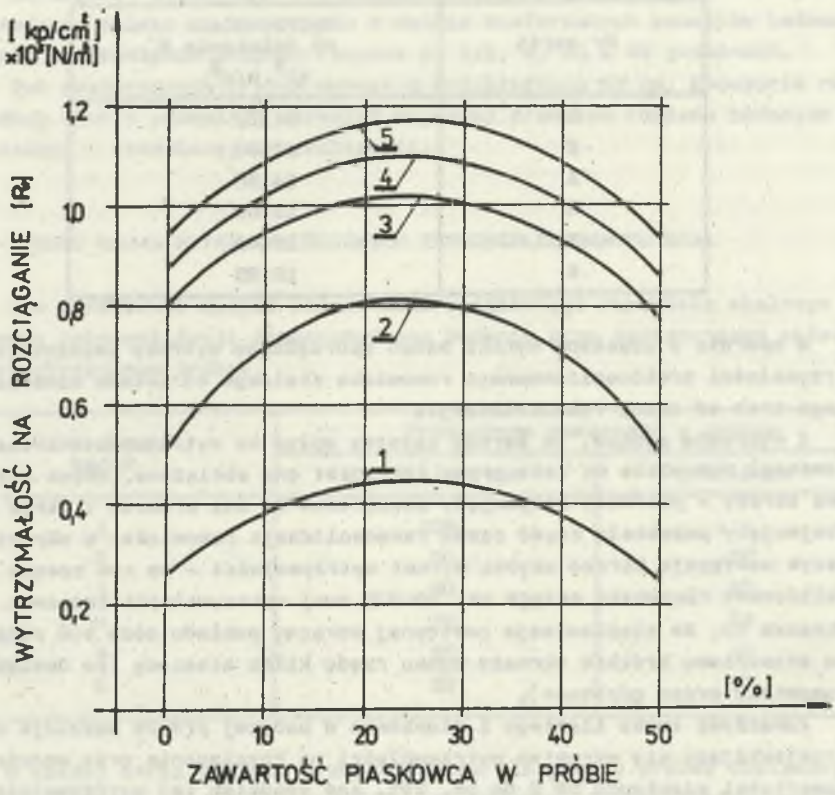
Zawartość łupku ilastego i piaskowca w badanej próbce wykazuje wpływ przejawiający się wzrostem wytrzymałości na rozciąganie przy wzroście zawartości piaskowca od 0 do ok. 25%, zaś spadkiem tej wytrzymałości przy dalszym wzroście. Przy ok. 60% zawartości piaskowca próbki nie ulegają zrekonsolidowaniu.

5. WNIOSKI

Przeprowadzone badania laboratoryjne pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

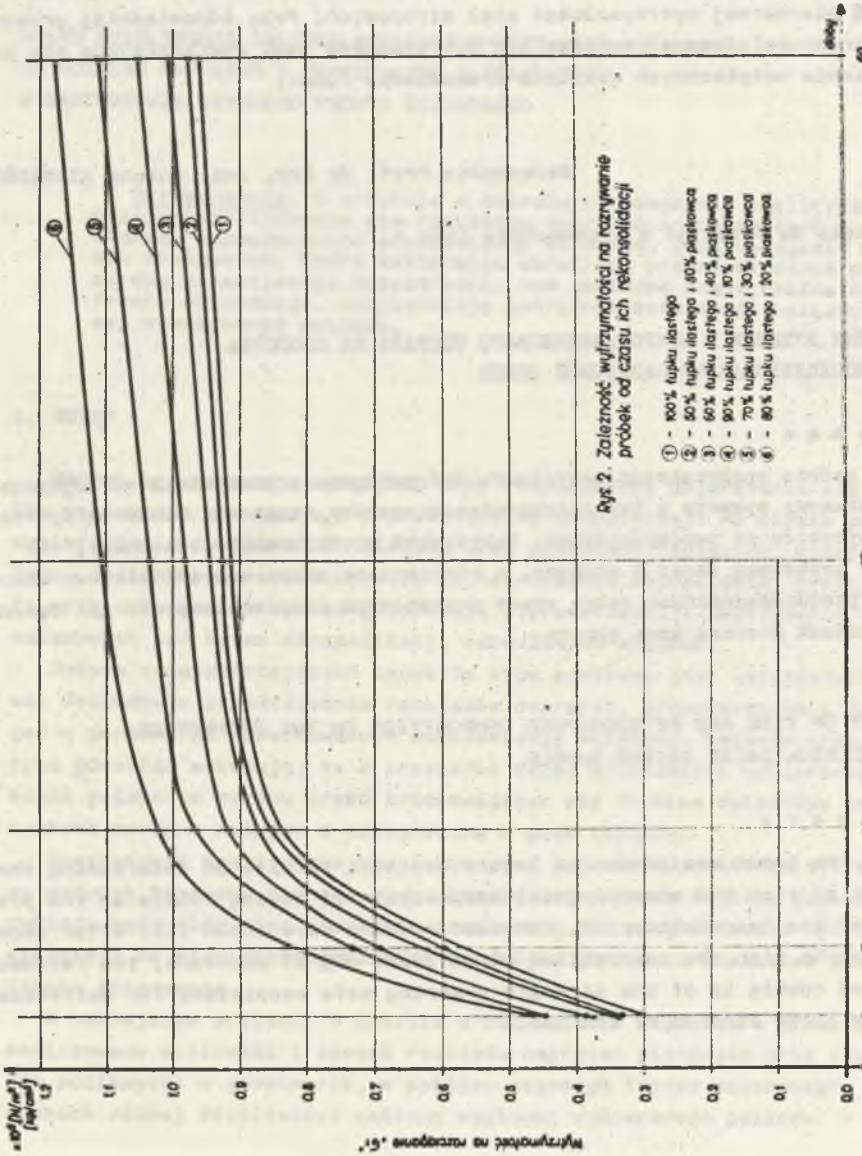
1. Istnieje możliwość naturalnej rekonsolidacji rumowiska skalnego powstałego wskutek zawału skał stropowych, jeśli w składzie tego rumowiska znajdzie się więcej niż 40% łupków ilastych o wysokiej zdolności rozmakania oraz istnieje wystarczający dopływ wody.

2. Wytrzymałość zrekonsolidowanego rumowiska wzrasta z upływem czasu. Końcowa wartości wytrzymałość rumowiska osiąga po ok. 6 miesiącach od momentu dociążenia przez górotwór.



1 - PRÓBA 3 DNIOWA
2 - PRÓBA 7 DNIOWA
3 - PRÓBA 14 DNIOWA
4 - PRÓBA 30 DNIOWA
5 - PRÓBA 60 DNIOWA

Rys. 1. Porównanie zależności pomiędzy wytrzymałością na rozciąganie [Rr] a zawartością piaskowca w próbie



Rys. 2. Zależność wytrzymałości na rozciąganie próbek od czasu ich rekonsolidacji

3. Maksymalną wytrzymałość wykazuje zrekonsolidowane rumowisko, w skład którego wchodzi ok. 70-75% łupków ilastych i ok. 25-30% piaskowca. Wytrzymałość takiego rumowiska jest wyższa o ok. 40% od rumowiska, w skład którego wchodzi tylko łupek ilasty.

4. Zrekonsolidowane rumowisko zawałowe wykazuje wytrzymałość równą ok. 8-10% pierwotnej wytrzymałości skał stropowych. Przy odpowiedniej grubości zrekonsolidowanej warstwy jej wytrzymałość jest wystarczająca dla zapewnienia bezpiecznych warunków prowadzenia robót.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Antoni KIDYBIŃSKI

Wpłynęło do Redakcji w listopadzie 1984 r.

ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ И ПЕТРОГРАФИЧЕСКОГО СОСТАВА НА СВОЙСТВА РЕКОНСОЛИДИРОВАННОЙ ЗАВАЛОВОЙ ОСЫПИ

Р е з ю м е

В работе представлены результаты лабораторных исследований по определению влияния времени и минералогического состава заваловой осыпи на протекание процесса её реконсолидации. Результаты исследований показывают, что после истечения около 6 месяцев, с составом не менее чем 40% илистых сланцев, реконсолидованная осыпь имеет достаточную сопротивляемость для безопасной добычи нижнего слоя пласта.

EFFECT OF TIME AND PETROGRAPHIC COMPOSITION ON THE PROPERTIES OF RECONSOLIDATED CAVING RUBBLE

S u m m a r y

In the paper are presented laboratory test results on determining the effect of time and mineralogical composition of caving rubble on the process of its reconsolidation. The test results have shown that after about six months with the composition of at least 40% of mudstone, the reconsolidated rubble is of the strength ensuring safe conditions for extraction of the lower stratum of the bed.