ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1979
Seria: GÓRNICTWO z.96 Nr kol. 595

Halina MAJZNER-RUŁKA
Wiktor TRĘBACZ

PRZYCZYNEK DO BADAŃ NAD MOŻLIWOŚCIĄ ZASTOSOWANIA BETONÓW ŻYWICZNYCH W BUDOWNICTWIE PODZIEMNYM KOPALŃ

CZĘŚĆ I

BADANIA LABORATORYJNE NAD USTALENIEM RECEPTURY PLASTOBETONÓW DLA POTRZEB BUDOWNICTWA GÓRNICZEGO

Streszczenie. W pracy przedstawiono udoskonalony skład kruszywa. Podano wpływ czasu na wytrzymałość w zależności od typu kruszywa i udziału żywic.

1. WSTĘP

Rozwój produkcji i zwiększenie asortymentu tworzyw sztucznych stworzył możliwość ich zastosowania w budownictwie nie tylko naziemnym ale także podziemnym.

W porównaniu z tradycyjnym betonem, plastobetony odznaczają się następującymi cechami:

- zwiększoną wytrzymałością mechaniczną,
- zwiększoną odpornością chemiczną,
- dużą szczelnością,
- bardzo dobrą przyczepnością do różnych materiałów budowlanych,
- krótkim czasem utwardzania i szybkim przyrostem wytrzymałości mechanicznej.

Badania nad betonami żywicznymi, nazywanymi również plastobetonoami, wykonane przez autorów objęły:

- ustalenie składu układu kompozycji żywicznej,
- dobór kruszywa,
- ustalenie optymalnej ilości żywicy,
- badania wytrzymałości plastobetonów,
- badania wpływu wstępnego podgrzewania plastobetonu na jego własności,
- oznaczenie wpływu temperatury otoczenia na parametry wytrzymałościowe plastobetonu,
- badania wpływu środków adhezyjnych na parametry wytrzymałościowe plastobetonu,

- oznaczenie skurczu polimeryzacyjnego,
- badania współczynnika sprężystości.

Badania wpływu zawilgocenia kruszyw oraz wprowadzenia odpowiednich absorbentów wilgoci pominięto z uwagi na przeprowadzone badania dla plastozapraw, które są adekwatne dla plastobetonów.

2. BADANIE BETONÓW ŻYWICZNYCH

2.1. Materiały

Do badań zastosowano krajową żywicę poliestrową nienasyconą "Polimal 109", kierując się z jednej strony jej parametrami w stanie utwardzenia, a z drugiej strony jej lepkością wyjściową. Jako kruszywa podstawowe stosowano: bazalt, granit i andezyt o frakcjach do 10 mm i do 20 mm. Stos okruchowy uzupełniały: mączka kwarcowa i piasek o frakcjach 0,125 - 2,0 mm.

2.2. Układ inicjujący polimeryzację żywicy poliestrowej

Dla procesu kopolimeryzacji między styrenem i nienasyconymi ogniwami łańcuchów poliestrowych konieczne jest stosowanie odpowiednich inicjatorów polimeryzacji w obecności aktywatorów ułatwiających rozkład inicjatorów w niskich temperaturach dodatnich.

W badaniach podstawowych stosowano układ inicjatora i aktywatora /nie inhibitowany przez wodę/, w ilościach 1% inicjatora i 0,04 % aktywatora /stosunek molowy aktywator-inicjator = 0,08 w stosunku do żywicy/. Układ ten pozwalał osiągnąć trwałość mieszaniny wyjściowej około 40 minut, przy temperaturze otoczenia 20 ± 2°C.

W celu prześledzenia wpływu różnych stosunków inicjatora /aktywatora oraz zróżnicowanych temperatur otoczenia 15°C, 10°C, 5°C, 0°C/ na trwałość mieszanek wyjściowych, oznaczono czasy żelowania żywicy. Czasy te mieszczą się pomiędzy 5 a 180 minut w zależności od ilości inicjatora i temperatury, w której prowadzony jest proces żelowania.

2.3. Dobór kruszywa

Do badań w celu porównania wpływu charakteru petrograficznego i mechanicznego skały na własności plastobetonu, stosowano jako kruszywa podstawowe, bazalt, granit i andezyt. Bazując na kruszywie bazaltowym opracowano dwa stosy okruchowe, wzorcowe, jeden dla ziarn do 10 mm / oznaczony w badaniach przez "A"/, drugi dla ziarn do 20 mm /oznaczony w badaniach przez "B"/, wprowadzając do mieszaniny jako dodatkowe komponenty piasek i mączkę kwarcową w celu dokładnego wypełnienia por kruszywa. Biorąc pod uwagę ciężary właściwe, obliczono podobne kruszywo dla granitu i andezytu.

Przyjmując parametry kruszywa wzorcowego, jak punkt piaskowy i pyłowy, sporządzono również do badań mieszanki /oznaczone jako przemysłowe "P"/ na kruszywach handlowych 2 - 10 mm i 2 - 20 mm, dla każdego typu kruszywa, tj. bazaltu, granitu i andezytu.

K r u s z y w o t y p u "A" d l a b a z a l t u

Największy ciężar nasypowy uzyskano przy punkcie piaskowym 48% i następującym zestawie stosu okruchowego:

Mączka kwarcowa	1095 g
Piasek III	3285 g
Bazalt 2 - 4 mm	2250 g
Bazalt 4 -10 mm	2250 g

Zestaw ten przyjęto jako wzorcowy dla kruszywa o maksymalnej wielkości ziarna 10 mm /stos "A"/.

K r u s z y w o t y p u "B" d l a b a z a l t u

Największy ciężar objętościowy uzyskano przy punkcie piaskowym 40% i następującym zestawie stosu okruchowego:

Mączka kwarcowa	957 g
Piasek III	2873 g
Bazalt 2 - 4 mm	829 g
Bazalt 4 -10 mm	921 g
Bazalt 10-20 mm	4000 g

Zestaw ten przyjęto jako wzorcowy dla stosu okruchowego o maksymalnej wielkości ziarna 20 mm /stos "B"/.

K r u s z y w o t y p u "A" i "B" d l a g r a n i t u i a n d e z y t u

Na podstawie oznaczonych ciężarów właściwych dla bazaltu, granitu i andezytu, a mianowicie:

- dla bazaltu - 3,02 g/cm^3,
- dla granitu - 2,64 g/cm^3,
- dla andezytu - 2,64 g/cm^3,

przy przyjęciu receptur "A" i "B" dla kruszywa bazaltowego przeliczono ilość kruszywa granitowego i andezytowego, wymieniającego odpowiednie frakcje bazaltu, przy zachowaniu tej samej ilości piasku i mączki kwarcowej, naturalnie w przyjętym stosunku.

Przy zachowaniu jako constans piasku i mączki kwarcowej, punkty piaskowe będą odpowiednio wzrastać i tak:

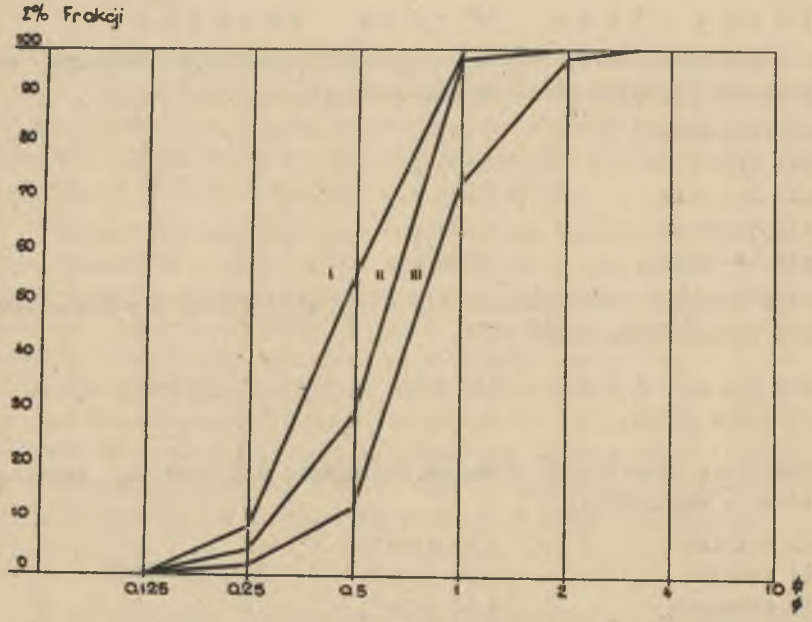
dla zestawu "A" dla granitu i andezytu - 51,3%
dla zestawu "B" dla granitu i andezytu - 43,3%.

Kompozycje przemysłowe "P" dla grup kruszyw będących w obrocie handlowym, tj. 2 - 10 mm i 10 - 20 mm

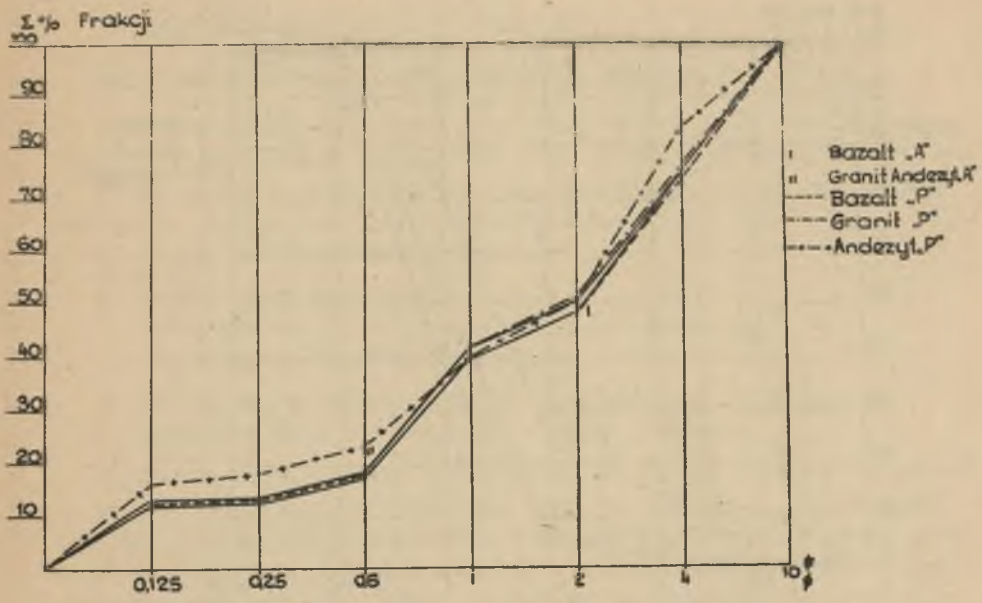
Przyjmując wyznaczone dla zestawów "A" i "B" punkty piaskowe, tj. 48% i 40% dla bazaltu i odpowiednio 51,3% i 43,3% dla kruszywa granitowego i andezytowego w oparciu o analizy dostarczonych kruszyw, zastosowano do badań kompozycje "P" do 10 mm i do 20 mm, modyfikując wyjściowe kruszywa piaskiem III i mączką kwarcową tak, aby uzyskać założone punkty piaskowe i pyłowe.

Badania z układami przemysłowymi pozwoliły na porównanie ich z układami wzorcowymi kruszyw.

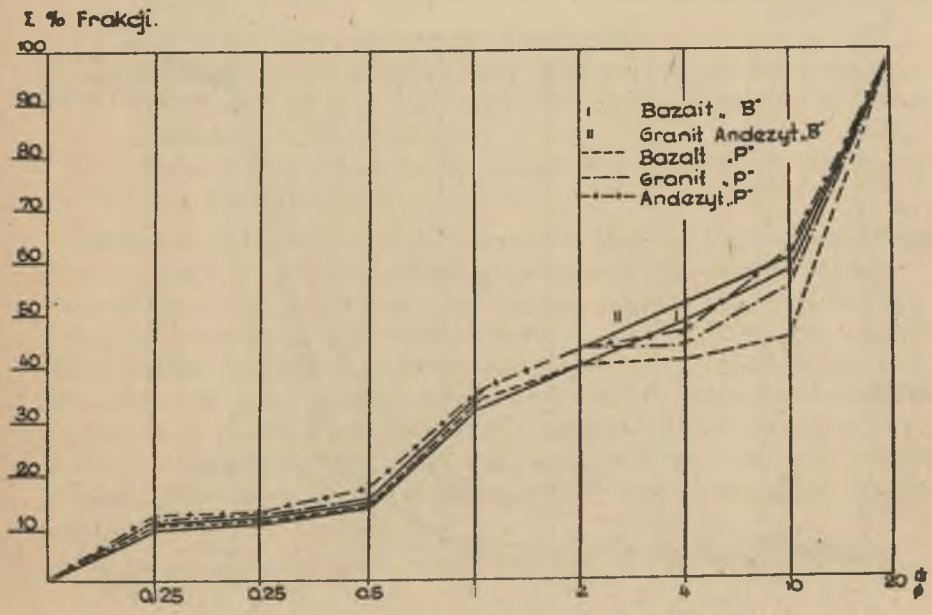
Krzywe uziarnienia przyjętych do badań kompozycji przedstawiono na rys. 1 do 5.



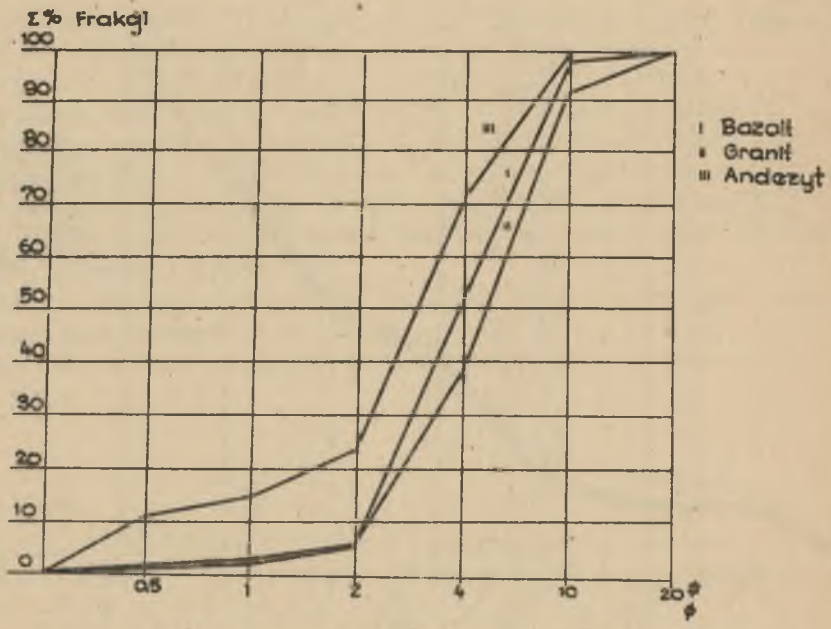
Rys.1. Krzywe uziarnienia piasków użytych do badań



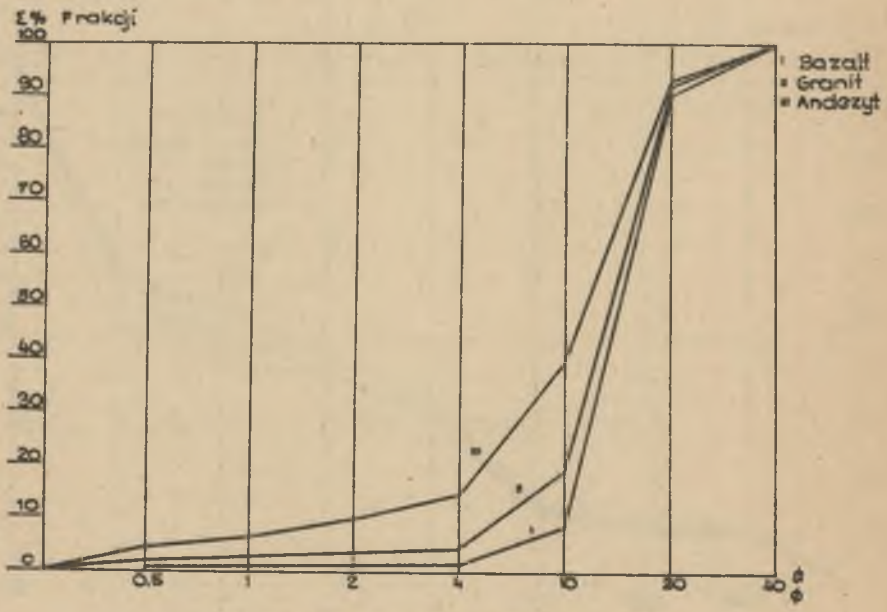
Rys.2. Krzywe uziarnienia kompozycji kruszyw do 10 mm



Rys.3. Krzywe uziarnienia kompozycji kruszyw do 20 mm



Rys.4. Krzywe uziarnienia kruszyw do 10 mm



Rys.5. Krzywe uziarnienia kruszyw do 20 mm.

2.4. Wyniki badań betonów żywicznych

Ustalenie optymalnej ilości żywicy dla kruszywa bazaltowego

W celu ustalenia faktycznie potrzebnej ze względów technologicznych ilości żywicy w kompozycji plastobetonu, bazowano na kruszywie typu "A" i "B" dla bazaltu, przyjmując do badań następujące ilości w stosunku wagowym do całkowitego ciężaru plastobetonu: 12,5%; 15% i 17,5 %.

Dla każdej receptury przeprowadzono:

a/ badania wytrzymałościowe:
- wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu - R_g,
- wytrzymałość na ściskanie R_c,

b/ badania makroskopowe - stopień urabialności, określenie nadmiaru żywicy w formowanych ciałach próbnych.

Badania wytrzymałościowe dla stosu "A" i "P" dla ziarn 10 mm wykonano na beleczkach 4 x 4 x 16cm, przy czym dla określenia R_g poddano beleczki sile łamiącej przyłożonej w środku rozpiętości beleczek, przy długości podparcia l = 10 cm. Badania wytrzymałościowe na ściskanie R_c przeprowadzono zgodnie z normą PN-73/B-04302. Badania wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu, przeprowadzono przy nacisku z szybkością 5 mm/min.

Badania wytrzymałościowe betonu żywicznego z kruszywa typu "B" i stosu "P" dla ziarn do 20 mm przeprowadzono na następujących ciałach próbnych:

- wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu R_g na beleczkach 7,07 x 7,07 x 32 cm /3 szt/ przy rozpiętości podparcia l = 20 cm i szybkości nacisku 5 mm/min.,
- wytrzymałość na ściskanie na walcach Ø 8 cm /6 szt./, zgodnie z normą PN-63/B-06250.

Przygotowanie plastobetonu i formowanie ciał próbnych odbywało się w ten sposób, że odważone składniki kompozycji wysuszonych kruszyw wstępnie mieszano, a następnie wprowadzano odpowiednią ilość żywicy z układem inicjującym i mieszano dokładnie przez 5 minut. Po zakończeniu mieszania wypełniono plastobetonem dokładnie formy, wibrując na aparacie VB-Be przez okres 2 minut. Dojrzewanie plastobetonu /proces polimeryzacji tworzenia poliestrowego/ odbywało się w temperaturze 20 ± 2°C i wilgotności względnej powietrza 65 ± 5%. Badania wytrzymałościowe przeprowadzono po jednym, trzech i siedmiu dniach utwardzania poliestru.

Wyniki badań wytrzymałościowych R_c i R_g. Kruszywo typu "A" dla bazaltu

Średnią dla R_c obliczono po odrzuceniu wyników mniejszych lub większych o 10% od średniej pierwotnej. Jako średnią dla R_g - przyjmuje się średnią z dwóch najwyższych wyników, zgodnie z zaleceniami opracowania Komisji Budownictwa RWPG [5].
Największe wartości R_c i R_g uzyskano dla ilości żywicy wynoszącej 15% Niewiele od nich odbiegają wielkości R_c i R_g dla 12,5% żywicy. Urabialność plastobetonu przy 15% żywicy była bardzo dobra, przy 12,5% - dobra.

Do dalszych badań porównawczych przy użyciu kruszywa granitowego i andezytowego przyjęto ilość żywicy 12,5% i 15% w odniesieniu do kruszywa bazaltowego.

Beton żywiczny z kruszywa typu "P" dla bazaltu

Średnie wartości parametrów R_g i R_c obliczono jak poprzednio. Największe wartości R_c i R_g uzyskano dla ilości żywicy 12,5%, przy zachowaniu dobrej urabialności mieszanki plastobetonowej i braku oznak wypływu samej żywicy w ciałach próbnych.

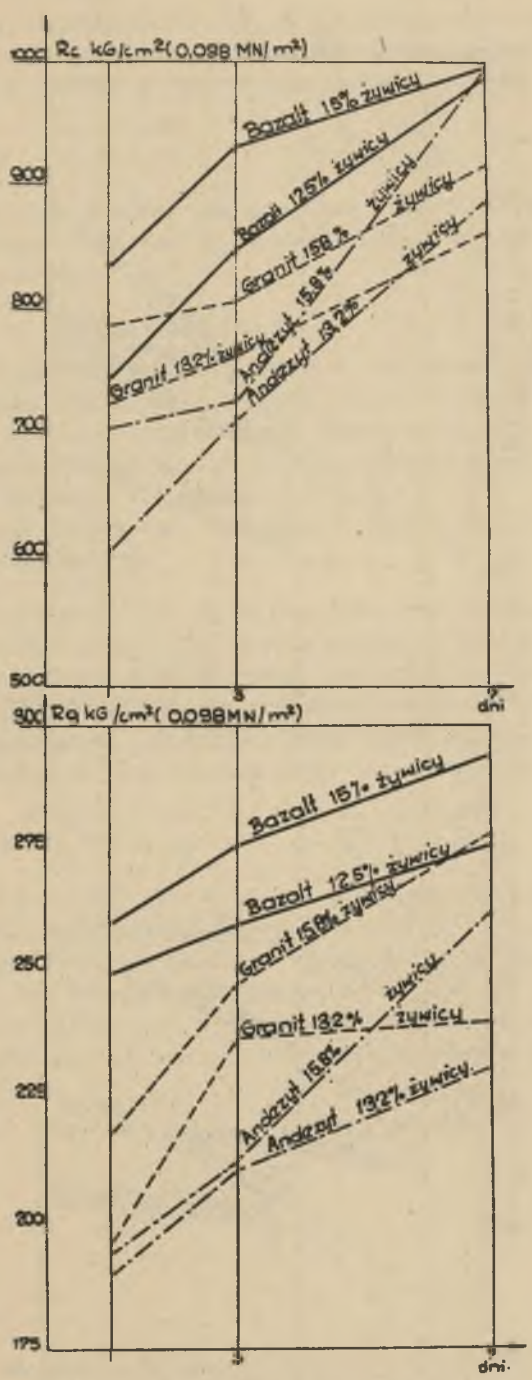
Beton żywiczny typu "A" dla kruszywa granitowego i andezytowego

Dla granitu uzyskano największe wartości R_c i R_g dla ilości żywicy 15,8%, podobnie również dla kruszywa andezytowego /rys.6/. Przyjmując wytrzymałości /R_c i R_g/ plastobetonu z kruszywa bazaltowego za 1,0 wytrzymałość z pozostałych kruszyw w stosunku do bazaltu kształtuje się następująco:

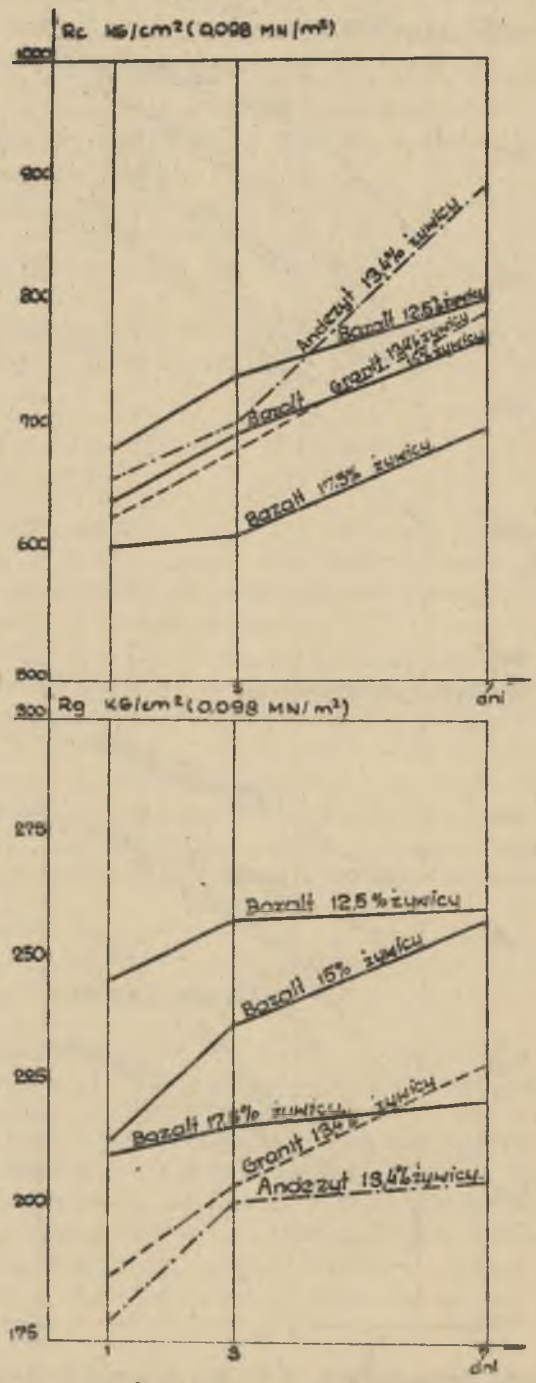
- granit R_c = 0,92 R_g = 0,93
- andezyt R_c = 0,99 R_g = 0,91

Beton żywiczny typu "B" dla kruszywa granitowego i andezytowego

Wymienienie kruszywa bazaltowego na granitowe i andezytowe w stosunku do stosu "B" dla bazaltu dawało zwiększenie udziału procentowego żywicy w plastobetonie: 12,5% dla bazaltu - 13,4% dla granitu i andezytu.
Plastobetony, wykonane zarówno na bazie kruszywa bazaltowego, jak i granitowego oraz andezytowego, uzyskały największe wartości R_c i R_g: 12,5% dla bazaltu i 13,4% dla granitu i andezytu /rys.7/.



Rys.6. Porównanie parametrów R_g i R_c dla betonów żywicznych wykonanych z kruszywa typu "A" /bazalt, granit, andezyt/



Rys.7. Porównanie parametrów R_c i R_g dla betonów żywicznych wykonanych z kruszywa typu "B" /bazalt, granit i andezyt/

Przyjmując wytrzymałości /R_c i R_g/ plastobetonu z kruszywa bazaltowego za 1,0 wytrzymałości plastobetonów z pozostałych kruszyw w stosunku do bazaltu kształtuje się następująco:

- granit R_c = 0,98 R_g = 0,88
- andezyt R_c ≐ 1,11 R_g ≐ 0,80

Z powyższych danych można wyciągnąć dwa wnioski: - kruszywo bazaltowe daje największe wielkości R_g, zaś wielkości R_c można praktycznie przyjąć za podobne.

B a d a n i a k o m p o z y c j i p r z e m y s ł o w y c h.

Przez analogię do stosów wzorcowych zastosowano dla kompozycji "P" do 10 mm, zawartość żywicy: 12,5% i 15% dla kruszywa bazaltowego, 13,2% i 15,8% dla kruszywa granitowego i andezytowego, a dla kompozycji "P" do 20 mm, zawartość żywicy: 12,5% dla kruszywa bazaltowego, 13,4% dla kruszywa granitowego i andezytowego.

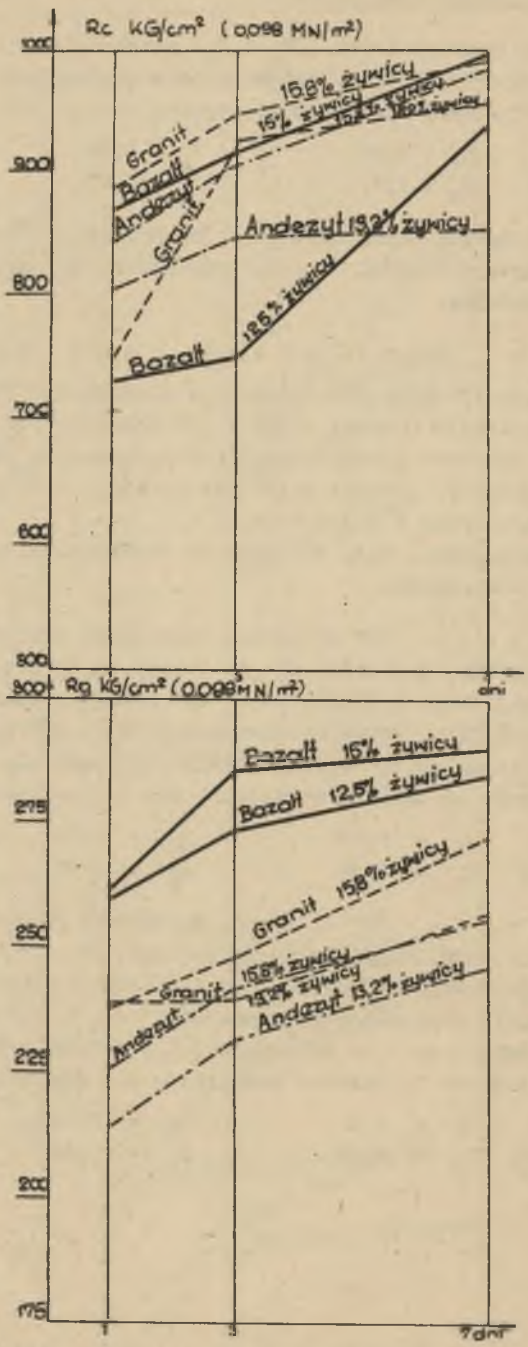
Krzywe uziarnienia były zbliżone do odpowiednich krzywych stosów okruchowych wzorcowych.

K o m p o z y c j a "P" < 10 mm. Największe wartości R_c i R_g uzyskano podobnie, jak i dla stosów wzorowych "A", przy 15% żywicy dla kruszywa bazaltowego i 15,8% żywicy dla kruszywa granitowego i andezytowego /rys.8/. Przyjmując wytrzymałości /R_c i R_g/ plastobetonu z kruszywa bazaltowego za 1,0 wytrzymałości plastobetonów z powstałych kruszyw w stosunku do bazaltu kształtuje się następująco:

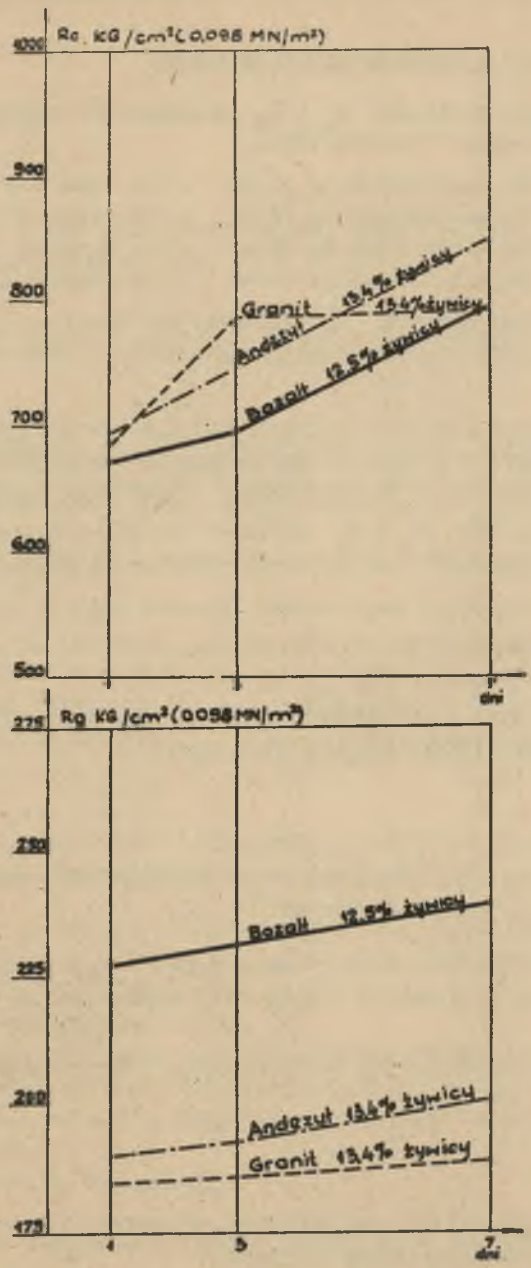
- granit R_c = 0,99 R_g = 0,94
- andezyt R_c ≐ 0,99 R_g ≐ 0,88

K o m p o z y c j a "P" < 20 mm. Największe wartości R_c i R_g uzyskano podobnie, jak i dla stosów wzorcowych "B", przy 12,5% żywicy dla kruszywa bazaltowego i 13,4% żywicy dla kruszywa granitowego i andezytowego /rys.8/. Przyjmując wytrzymałości /R_c i R_g/ plastobetonu z kruszywa bazaltowego za 1,0 wytrzymałości plastobetonów z pozostałych kruszyw w stosunku do bazaltu kształtują się następująco:

- granit R_c = 1,0 R_g = 0,80
- andezyt R_c ≐ 1,07 R_g ≐ 0,84



Rys.8. Porównanie parametrów R_c i R_g dla betonów żywicznych wykonanych z kompozycji przemysłowej "P" na kruszywach do 10 mm /bazalt, granit i andezyt/



Rys.9. Porównanie parametrów R_c i R_g dla betonów żywicznych wykonanych z kompozycji przemysłowej "P" na kruszywach do 20 mm /bazalt, granit i andezyt/

2.5. Wnioski z badań wytrzymałościowych

A. Optymalne wielkości R_g i R_c uzyskano dla następujących ilości żywicy poliestrowej "Polimal 109":

- 15 % dla max.frakcji do 10 mm - dla bazaltu,
- 15,8% dla max.frakcji do 10 mm - dla granitu i andezytu,
- 12,5% dla max.frakcji do 20 mm - dla bazaltu,
- 13,4% dla max.frakcji do 20 mm - dla granitu i andezytu.

B. Największe wartości R_c uzyskano dla bazaltu, jednak praktycznie można przyjąć, że dla wszystkich rozpatrywanych kruszyw są one prawie takie same.

C. Największe wartości R_g uzyskano dla bazaltu. Dla frakcji do 10 mm nie różnią się wiele od wytrzymałości dla granitu i andezytu, natomiast dla frakcji do 20 mm, różnica ta dochodzi do 20%.

D. Wytrzymałości R_c i R_g uzyskane dla plastobetonów otrzymanych z kruszywa wzorcowego i z dostaw nie różnią się prawie wcale.

E. Dla celów praktycznych można stosować każde z rozpatrywanych i badanych kruszyw.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ НАД ВОЗМОЖНОСТЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ СМОЛЯНЫХ МЕТОДОВ В ПОДЗЕМНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ШАХТ

Резюме:

1 часть: ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАД ОПРЕДЕЛЕНИЕМ СОСТАВА ПЛАСТОБЕТОНОВ ДЛЯ НУЖД ШАХТОСРТОЕНИЯ

В статье рассматривается более совершенный состав крошев.Описывается влияние времени на прочность в зависимости от типа кропева и участия смол.

A NOTE ON THE POSSIBILITIES OF USING RESIN CONCRETES IN UNDERGROUND BUILDING

S u m m a r y

p a r t 1: LABORATORY INVESTIGATION ON RECIPES FOR PLASTO-CONCRETES FOR UNDERGROUND BUILDING

A modernised aggregate contents has been presented. The time factor as influencing strength has been provided in relation to the aggregate type and the presense of resins.