

Józef Małoszewski

BADANIA LABORATORYJNE NAD USTALENIEM RECEPTURY
ORAZ TECHNIKI ZAKŁADANIA BETONU MONOLITYCZNEGO SYSTEMEM PODWODNYM
W ŚRODOWISKU PŁUCZKI WIERTNICZEJ

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych związanych z ustaleniem warunków wiązania oraz parametrów wytrzymałościowych betonów układanych systemem podwodnym w środowisku płuczki wiertniczej ilowej dla:

- betonu rozdzielnego wykonywanego dwuetapowo oraz
 - betonu tradycyjnego z zastosowaniem aktywowanej mechanicznie zaprawy
- Całość zakończono wnioskami dla praktyki i dalszych badań modelowych.

1. Wstęp

Przedstawione w pracy [4] stosunkowo niskie parametry wytrzymałościowe tworzywa uzyskiwanego poprzez wiązanie zaczynów cementowych w środowisku płuczki wiertniczej jak również wysokie zużycie deficytowego cementu skłoniły do poszukiwania innych rozwiązań technologicznych i materiałowych dla konstrukcji wypełniających.

W pierwszej kolejności zwrócono uwagę na beton oparty na kruszywie i tradycyjnych cementach. Aby uzyskać większą ilość informacji o warunkach wiązania i parametrach wytrzymałościowych betonu, zakładanego systemem podwodnym w środowisku płuczki wiertniczej, należało w badaniach wziąć pod uwagę zarówno beton wykonywany tradycyjnie, jak i beton wykonywany metodą rozdzielczą [9].

Badania przeprowadzone przez Brauna [9] oraz przeprowadzone w ZBiD-BG prace badawcze [6], [5 i 7] wykazały, że doskonałe wyniki zarówno przy wykonywaniu betonu sposobem tradycyjnym, jak i rozdzielczym daje zastosowanie zaczynów lub zapraw aktywowanych mechanicznie bądź na drodze chemicznej. Wspomniana wyżej aktywacja polega na zniszczeniu na drodze mechanicznej bądź chemicznej otoczek z ziarenek cementu, co w efekcie pozwala na szybsze i skuteczniejsze włączenie ich do procesu hydratacji.

Biorąc powyższe pod uwagę ustalono ostatecznie, że badania laboratoryjne nad możliwością zastosowania betonów układanych systemem podwodnym w środowisku płuczki wiertniczej zostaną przeprowadzone z zastosowaniem metody rozdzielnego betonowania oraz metody betonowania tradycyjnego z zastosowaniem w obu przypadkach aktywowanych mechanicznie zapraw.

Całość omówionych niżej badań przeprowadzono w Zakładzie Badań i Doświadczeń przy współpracy Instytutu Projektowania Budowy Kopalń i Ochrony Powierzchni Pol. Śl. [5].

2. Badania laboratoryjne nad ustaleniem warunków wiązania oraz parametrów wytrzymałościowych betonów układanych systemem podwodnym w środowisku płuczki wiertniczej

W trakcie przeprowadzania przedmiotowych badań wykorzystano wyniki omówionych w pracy [4] wstępnych badań dotyczących:

- cech fizykochemicznych użytej do badań płuczki wiertniczej,
- cech fizykochemicznych wytypowanych do badań czterech podstawowych cementów,
- czasów wiązania cementów w środowisku płuczki wiertniczej.

2.1. Beton rozdzielny wykonywany dwuetapowo w środowisku płuczki wiertniczej

Zasadniczym celem przedmiotowych badań było uzyskanie informacji o warunkach wiązania, parametrach wytrzymałościowych oraz strukturze betonu rozdzielnego wykonanego dwuetapowo systemem podwodnym w środowisku płuczki wiertniczej.

W tym celu zaprogramowano i wykonano kilkanaście serii badań laboratoryjnych. Ciąła próbne wykonywano w ten sposób, że w wypełnioną wannę (rys. 1) wodą lub płuczką wiertniczą wkładano specjalne formy blaszane o wymiarach 15 x 15 x 15 cm wypełniane odpowiednim kruszywem. Formy te wypełniano od dołu przy pomocy rury perforowanej grawitacyjnie zaprawą aktywowaną mechanicznie. Po upływie 24 godzin ciąła próbne rozformowywano i następnie zgodnie z założonym reżimem pielęgnowano. Każda seria badawcza obejmowała następujące kombinacje:

- ciąła próbne zalewane w wodzie i pielęgnowane w wodzie,
- ciąła próbne zalewane w wodzie i pielęgnowane w powietrzu,
- ciąła próbne zalewane w płuczce i pielęgnowane w płuczce,
- ciąła próbne zalewane w płuczce i pielęgnowane w powietrzu.

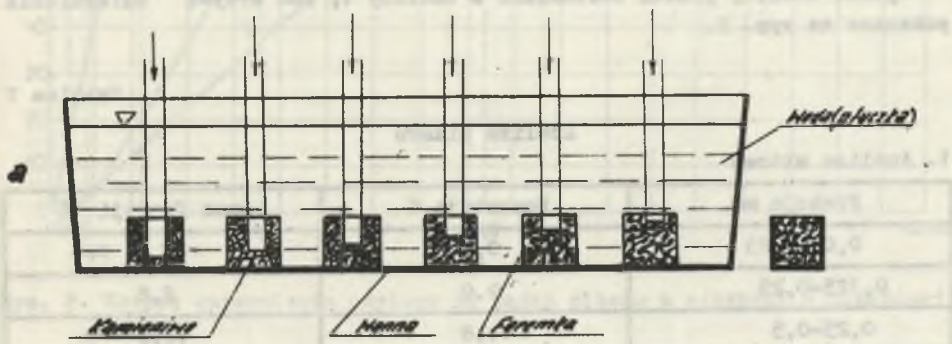
Ciąła próbne poddawano następnie badaniom wytrzymałościowym na ściskanie w terminach po 1, 3 i 28 dniach oraz na rozrywanie po 3 i 28 dniach, przy czym minimalna ilość ciał próbnych wynosiła każdorazowo cztery.

Przed zniszczeniem i po badaniach wytrzymałościowych ciąła próbne poddawano szczegółowym oględzinom.

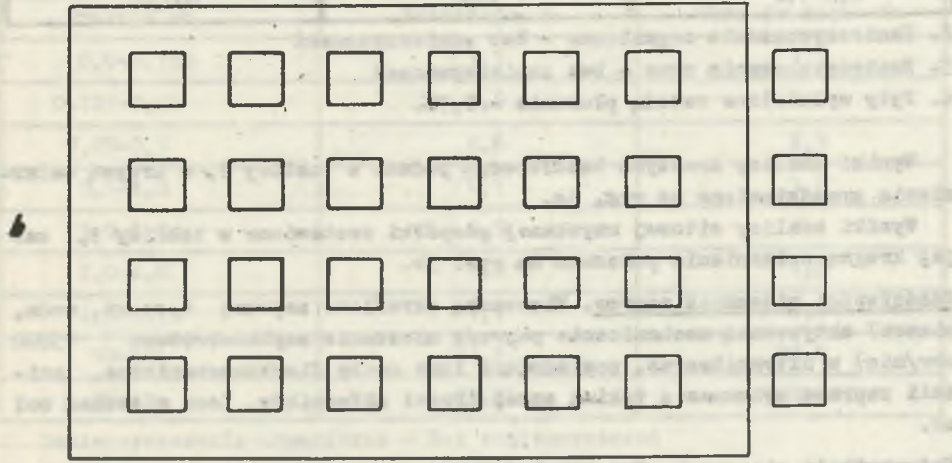
Badania laboratoryjne przeprowadzono przy zastosowaniu kruszywa naturalnego i łamanego oraz cementów; portlandzkiego "450" i "350" drogowego "325" oraz hutniczego "350" dodając ponadto każdorazowo serię z 15%-tą domieszką silikatu oraz 0,15%-tą domieszką klutanitu.

Wzrost temperatury w czasie trwania procesu...
 Wzrost temperatury w czasie trwania procesu...
 Wzrost temperatury w czasie trwania procesu...

NAPYLNIANIK



2,0-25,0	2,0-25,0	2,0-25,0	2,0-25,0	2,0-25,0	2,0-25,0
0,1-0,7	0,1-0,7	0,1-0,7	0,1-0,7	0,1-0,7	0,1-0,7



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego do wykonywania ciał próbnych sposobem laboratoryjnym

a - przekrój podłużny przez wannę, b - widok z góry

Dla zilustrowania przebiegu badań każdej serii badawczej poniżej zostaną przedstawione te, w których uzyskano najkorzystniejsze rezultaty.

Do wykonania betonu użyto piasku kwarcowego z Cieszowej 0 do 2 mm, kruszywa bazaltowego o granulacji 10 do 25 mm i 16 do 25 mm oraz cementu portlandzkiego "350", "450" i hutniczego "350".

Przykładowo jedna receptura na 1 m³ betonu przedstawiała się następująco:

- cement portlandzki "350"	- 430 kg
- piasek 0-2 mm	- 673 kg
- bazalt 10-25 mm	- 1143 kg
- woda zarobowa	- 230 l.

Wyniki analizy piasku zestawiono w tablicy 1, zaś krzywą uziarnienia pokazano na rys. 2.

Tablica 1

Analiza piasku

1. Analiza sitowa

Fracja mm	Pozostaje %	Suma frakcji %
0,0-0,125	0,8	0,8
0,125-0,25	2,0	2,8
0,25-0,5	14,8	17,6
0,5-1,0	44,8	62,4
1,0-2,0	36,3	98,7
2,0-4,0	1,3	100,0

2. Zanieczyszczenia organiczne - bez zanieczyszczeń

3. Zanieczyszczenia obce - bez zanieczyszczeń

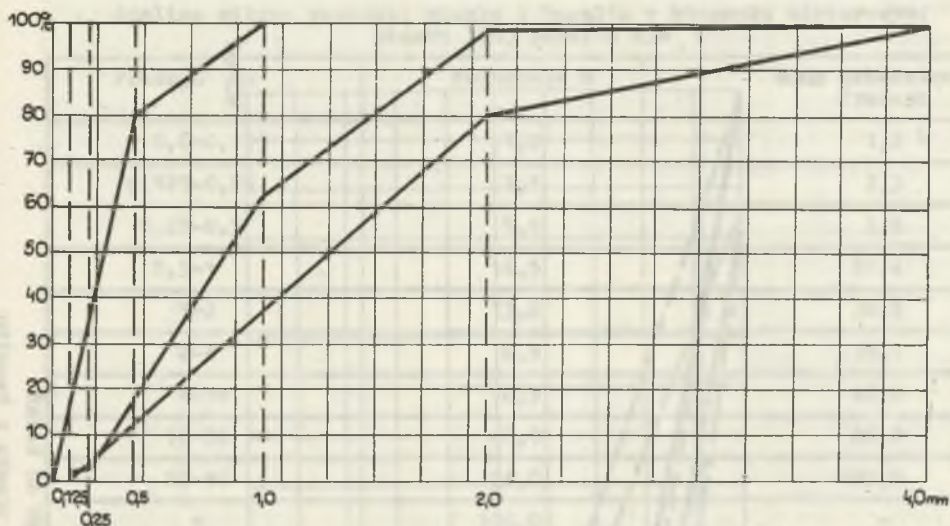
4. Pyły wydzielone metodą płukania - 0,9%.

Wyniki analizy kruszywa bazaltowego podano w tablicy 2, a krzywą uziarnienia przedstawiono na rys. 3a.

Wyniki analizy sitowej uzyskanej pospółki zestawiono w tablicy 3, zaś jej krzywą uziarnienia pokazano na rys. 3b.

Właściwości mieszanek zapraw. Mieszaną określono zaprawę (cement, woda, piasek) aktywowaną mechanicznie poprzez mieszanie szybkoobrotowe (3000 obr/min) w ultramikserze, posiadającą inne cechy fizykomechaniczne, aniżeli zaprawa wykonana z takiej samej treści składników, lecz mieszana wolno.

Sedymentacja mieszanek. Na skutek dużej intensywności mieszania, zjawisko sedymentacji w tego typu mieszarce, jest opóźnione a przy niższych stosunkach w/c 0,4 w ogóle nie występuje. Zwiększona powierzchnia cementu i



Rys. 2. Krzywa uziarnienia użytego do badań piasku z odkrywki w Cieszowej

Tablica 2

Analiza kruszywa bazaltowego

1. Analiza sitowa

Fracja mm	Pozostaje %	Suma frakcji %
0,0-0,125	1,7	1,7
0,125-0,25	0,6	2,3
0,25-0,5	0,6	2,9
0,5-1,0	0,7	3,6
1,0-2,0	0,5	4,1
2,0-4,0	0,8	4,9
4,0-10,0	1,7	6,6
10-20	71,2	77,8
20-40	22,2	100,0

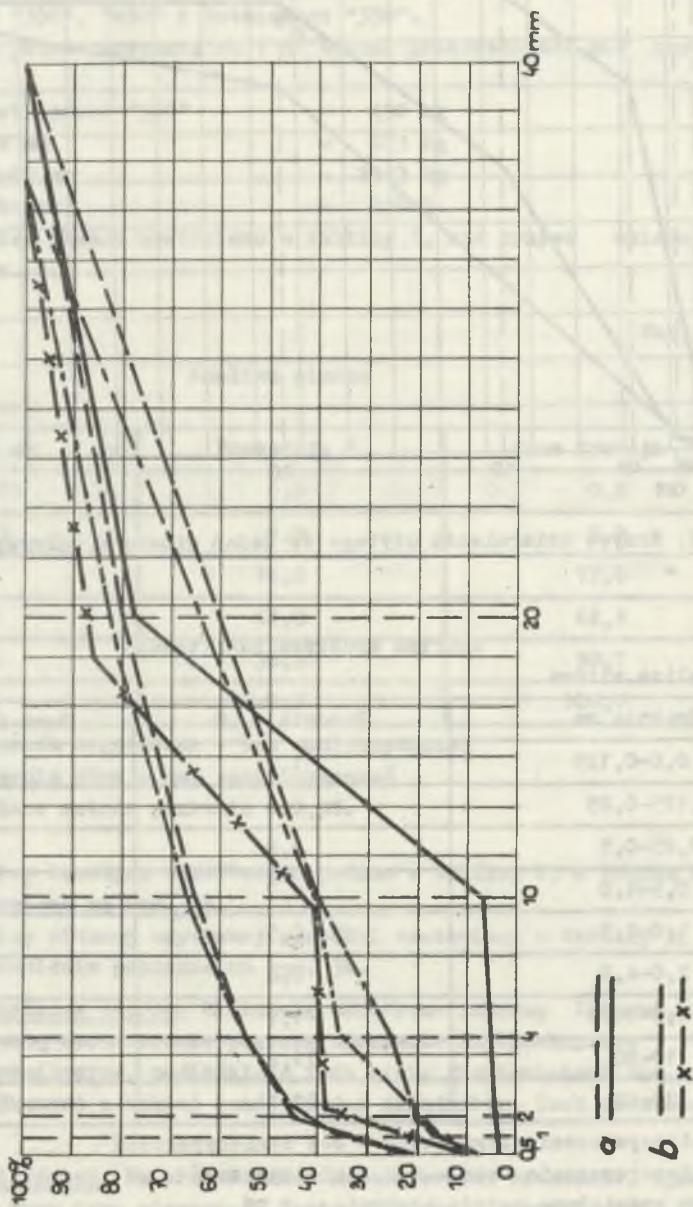
2. Zanieczyszczenia organiczne - bez zanieczyszczeń

3. Zanieczyszczenia obce - bez zanieczyszczeń

4. Pyły wydzielone metodą płukania - 2,2%

5. Ziarna wydłużone i płaskie - 20,8%

6. Ziarna słabe i zwierteżone - 0,42%.



Rys. 3. Krzywa uziarnienia użytego do badań
a) kruszywa bazaltowego, b) mieszanki z piasku i bazaltu

Tablica 3

Analiza sitowa pospółki piasku i bazaltu o stosunku ciężarowym:
piasku 37%, bazaltu 63%

Frakcja mm	Pozostaje %	Suma procentowa frakcji
0,0-0,125	1,2	1,2
0,125-0,25	1,1	2,3
0,25-0,5	5,6	7,9
0,5-1	16,5	24,4
1-2	13,8	38,2
2-4	0,9	39,1
4-10	0,9	40,0
10-20	46,0	86,0
20-40	14,0	100,0
-	100,0	-

piasku na skutek dodatkowego rozdrobnienia czyni mieszankę żelowatą szybciej wiążącą charakteryzującą się tym, że zanim rozpocznie się sedymentacja, wchodzi już w proces intensywnego wiązania. W badanych przypadkach sedymentacja najgorszej mieszanki (c : p = 1 : 1,5 przy w/c = 0,6) odpowiadała sedymentacji najlepszej nieaktywowanej zaprawy (c : p = 1 : 0,5 przy w/c = 0,4).

Czasy wiązań mieszanek. Mieszanki aktywowane mechanicznie charakteryzują się między innymi wcześniejszymi i krótszymi czasami wiązania od zapraw wykonanych tradycyjnie z tych samych składników. Dla przykładu poniżej przytoczono kilka wyników czasów wiązania mieszanek i zapraw wykonanych na cemencie portlandzkim "350".

Stosunek wagowy		Czas wiązania po godzinach			
Cement do piasku c:p	Woda do cementu w:c	Mieszanka aktyw.		Zaprawa tradyc.	
		Początek wiązania	Koniec wiązania	Początek wiązania	Koniec wiązania
1:0,5	0,4	4 ⁴⁰	6 ³⁰	4 ⁵⁰	7 ⁰⁰
1:1	0,5	5 ⁰⁰	6 ⁵⁰	5 ⁵⁰	8 ⁰⁰
1:1,5	0,6	5 ²⁰	7 ¹⁵	6 ⁵⁰	9 ⁰⁰

Właściwości betonów. Betony wykonane dwuetapowo są odmienne od betonów wykonanych tradycyjnie. Stykające się punktowo ziarna kamieniwa - uprzednio ułożone w formę stanowią szkielet posiadający pewną sztywność i nośność nawet, jeśli nie jest wypełniony mieszanką. Podstawowy parametr, jakim jest w betonach tradycyjnych stosunek wody do cementu, ustępuje w betonie dwuetapowym miejsca na rzecz jakości kamieniwa. Jak to wykazały badania [7] betony wykonane dwuetapowo w warunkach normalnych i pod wodą charakteryzują się:

- wytrzymałością średnich marek,
- małą kalorycznością,
- średnią mrozoodpornością,
- wysokim modułem sprężystości,
- małymi skurczami.

Betony wykonane w środowisku płuczki wiertniczej posiadają niższe parametry wytrzymałościowe z uwagi na to, że na powierzchni kamieniwa osadza się warstwa, która uniemożliwia praktycznie trwałe związanie mieszanki z kamieniem.

Próby betonowe (ciała próbne) wykonano zgodnie z programem poprzez napełnianie kruszywem form zatopionych w wodzie bądź płuczce, a następnie wypełnienie przestrzeni wolnych pomiędzy kruszywem aktywowaną mechanicznie zaprawą.

Po 24 godzinach próby rozformowywano. Po rozformowaniu próbek betonowanych w środowisku płuczki wiertniczej okazało się, że uzyskany beton posiada znaczną ilość por i szczelin, a płuczka w trakcie wypełniania zaprawą nie została dokładnie wyparta z kamieniwa pozostając w jego strukturze.

Dla sprawdzenia wykonano na tej samej recepturze ciała próbne (świadki stosując metodę tradycyjnego zarobu i formowania w powietrzu.

Średnie wytrzymałości uzyskanych w tej serii betonów po 1, 3 i 28 dobach zestawiono graficznie na rys. 4. zaś w dalszych trzech w tablicy 4.

Wygląd zewnętrzny ciał próbnych zalewanych w środowisku płuczki wiertniczej przed i po zgnieceniu pokazano na rys. 5.

W oparciu o uzyskane wyniki z laboratoryjnych badań wytrzymałościowych betonów wykonywanych metodą dwuetapową zalewanych w środowisku płuczki wiertniczej można wysunąć następujące wnioski:

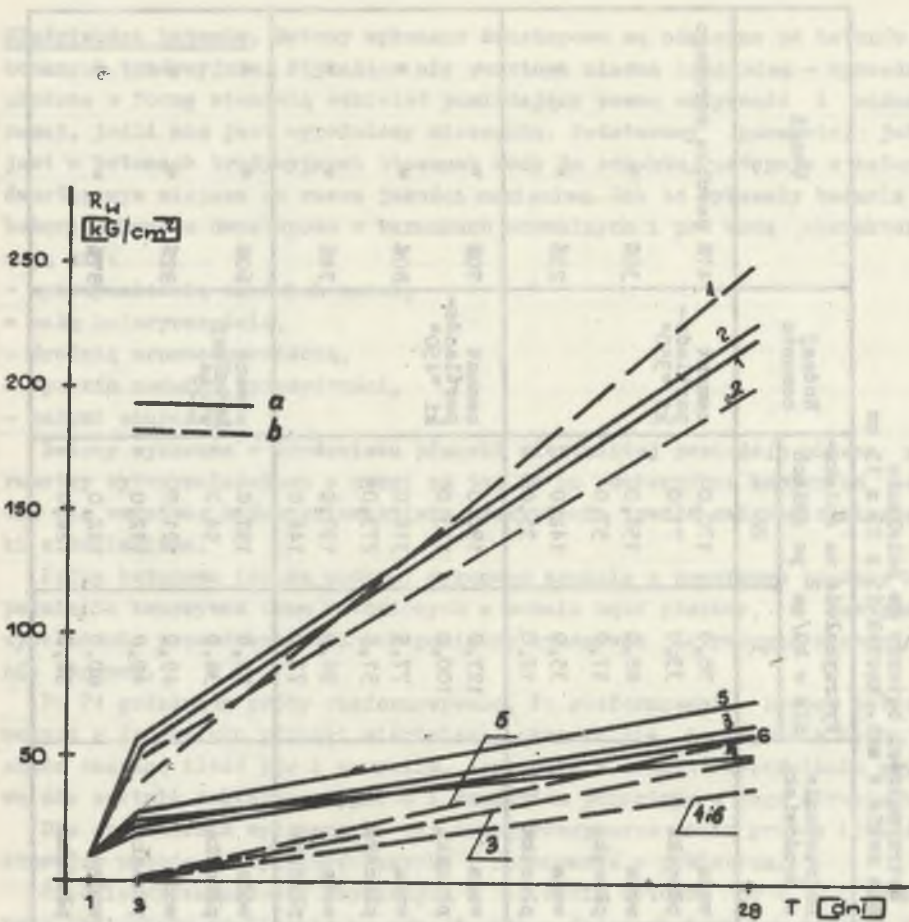
Uzyskane wyniki z przeprowadzonych w ZBiD-BG badań laboratoryjnych [5 i 6] nasuwają następujące wnioski:

- najkorzystniejsze wyniki wytrzymałościowe uzyskano stosując cement portlandzki "450";
- najkorzystniejszy dla betonowania rozdzielnego jest piasek drobnodziarnisty, jednakże bez frakcji 0,0 do 0,1 mm;
- najkorzystniejsze jest kamieniwo (kruszywo) łamane (np. granit, bazalt, porfir) szlachetne o frakcji 20 do 40 mm (może być również 15 do 60 mm)

Tablica 4

Wytrzymałości betonów na ściskanie
średnia seria 4 szt. kostek 15 x 15 x 15 cm

W/o	c/p	Zalewanie w środowisku	Dojrzewanie w środowisku	Wytrzymałość na ściskanie nie w kg/cm ² po dniach		Rodzaj cementu	Uwagi
				3	28		
0,4	1:0	woda	woda	78,0	170,0	cement portlandz- ki "350"	41% zarobku zerowego
0,4	1:0	płuczka	płuczka	33,0	71,0		
0,5	1:0,5	woda	woda	48,0	156,0	"	36%
0,5	1:0,5	płuczka	płuczka	17,0	57,0		
0,55	1:1	woda	woda	35,0	142,0	"	25%
0,55	1:1	płuczka	płuczka	12,0	35,0		
0,4	1:0	woda	woda	127,0	190,0	cement portlandz- ki "450"	70%
0,4	1:0	płuczka	płuczka	100,0	133,0		
0,5	1:0,5	woda	woda	77,5	316,0	"	80%
0,5	1:0,5	płuczka	płuczka	51,5	273,0		
0,55	1:1	woda	woda	96,0	197,0	"	74%
0,55	1:1	płuczka	płuczka	73,0	146,0		
0,4	1:0	woda	woda	59,0	157,0	cement hutniczy "350"	60%
0,4	1:0	płuczka	płuczka	38,0	94,0		
0,5	1:0,5	woda	woda	49,0	121,0	"	92%
0,5	1:0,5	płuczka	płuczka	40,0	112,0		
0,55	1:1	woda	woda	80,0	142,0	"	87%
0,55	1:1	płuczka	płuczka	52,0	124,0		



Lp. krzyw.	Rodzaj zalewania	Rodzaj dajrzewia	Dodatek
1	woda	woda	
2	woda	powietrze	
3	piłeczka	piłeczka	
4	piłeczka	powietrze	
5	piłeczka	piłeczka	5%osilikatu
6	piłeczka	piłeczka	0,5%klantanu

Rys. 4. Wykres wytrzymałości na:

a) ściskanie betonów rozdzielczych wykonanych na cemencie portlandzkim "350", b) rozciąganie betonów rozdzielczych wykonanych na cemencie portlandzkim "350"



Rys. 5. Widok prób betonowych zalewanych w środowisku płuczki wiertniczej

- optymalny stosunek cementu do piasku, to c:p = od 1:0,5 do 1:1 oraz odpowiadający mu stosunek wody do cementu w:c = 0,5 do 0,55;
- w środowisku płuczki wiertniczej uzyskano korzystniejsze wyniki na cemencie hutniczym "350" niż portlandzkim "350";
- uzyskane betony posiadają wytrzymałość średnich i niskich marek.

2.2. Beton tradycyjny z zastosowaniem aktywowanej mechanicznie zaprawy

Podstawowym celem przedmiotowych badań było podobnie jak w podrozdziale 2.1 uzyskanie informacji o warunkach wiązania, parametrach wytrzymałościowych oraz strukturze betonu tradycyjnego zarabianego aktywowaną mechanicznie zaprawą a układanego systemem podwodnym w środowisku płuczki wiertniczej.

W tym celu zaprojektowano i wykonano kilkanaście serii badań laboratoryjnych. Ciężka próbne wykonywano w ten sposób, że w wypełniony wodą bądź płuczką wiertniczą zbiornik wkładano formy blaszane o wymiarach 15 x 15 x 15 cm, w które następnie wpuszczano grawitacyjnie przy użyciu rurki beton wykonany metodą tradycyjną na zaprawie aktywowanej mechanicznie. Po upływie 24 godzin ciężka próbne rozformowywano, a następnie pielęgnowano zgodnie z założonym programem.

Podobnie, jak w badaniach omówionych w podrozdziale 2.1 każda seria badawcza obejmowała następujące kombinacje:

- ciężka próbne betonowane w wodzie i pielęgnowane w wodzie,
- ciężka próbne betonowane w płuczce i pielęgnowane w płuczce.

Tak wykonane i pielęgnowane ciężka próbne poddawano każdorazowo badaniom wytrzymałościowym na ściskanie po 3 i 28 dniach i rozciąganie po 3 i 28 dniach, przy czym liczebność każdej serii wynosiła cztery próbki. Ciężka próbne przed i po badaniach wytrzymałościowych poddawano szczegółowym oględzinom.

Badania laboratoryjne przeprowadzono przy zastosowaniu kruszywa naturalnego i łamanego oraz cementów: portlandzkiego "350", drogowego "325" i hutniczego "350".

Dla zilustrowania przebiegu badań laboratoryjnych z betonem tradycyjnym poniżej przedstawiono jedną z serii wykonaną z zastosowaniem

- cementu portlandzkiego "350",
- piasku o uziarnieniu od 0 do 2 mm,
- gysu granitowego o frakcji 8 do 16 mm,
- gysu granitowego o frakcji 16 do 25 mm.

Przyjęto stosunek frakcji granitu $\frac{8 + 16}{16 + 25} = \frac{2}{7}$, zaś cementu do piasku (c:p) i wody do cementu (w:c) według zestawienia podanego w tabelicy 5. Podstawowe 4 receptury betonu dla tej serii badań zestawiono w tabelicy 6.

Tabelica 5

Nr zarobu	c:p	w:c	Uwagi
1	1:0	0,4	
2	1:0,5	0,5	
3	1:1	0,55	
4	1:1,5	0,7	

Tabelica 6

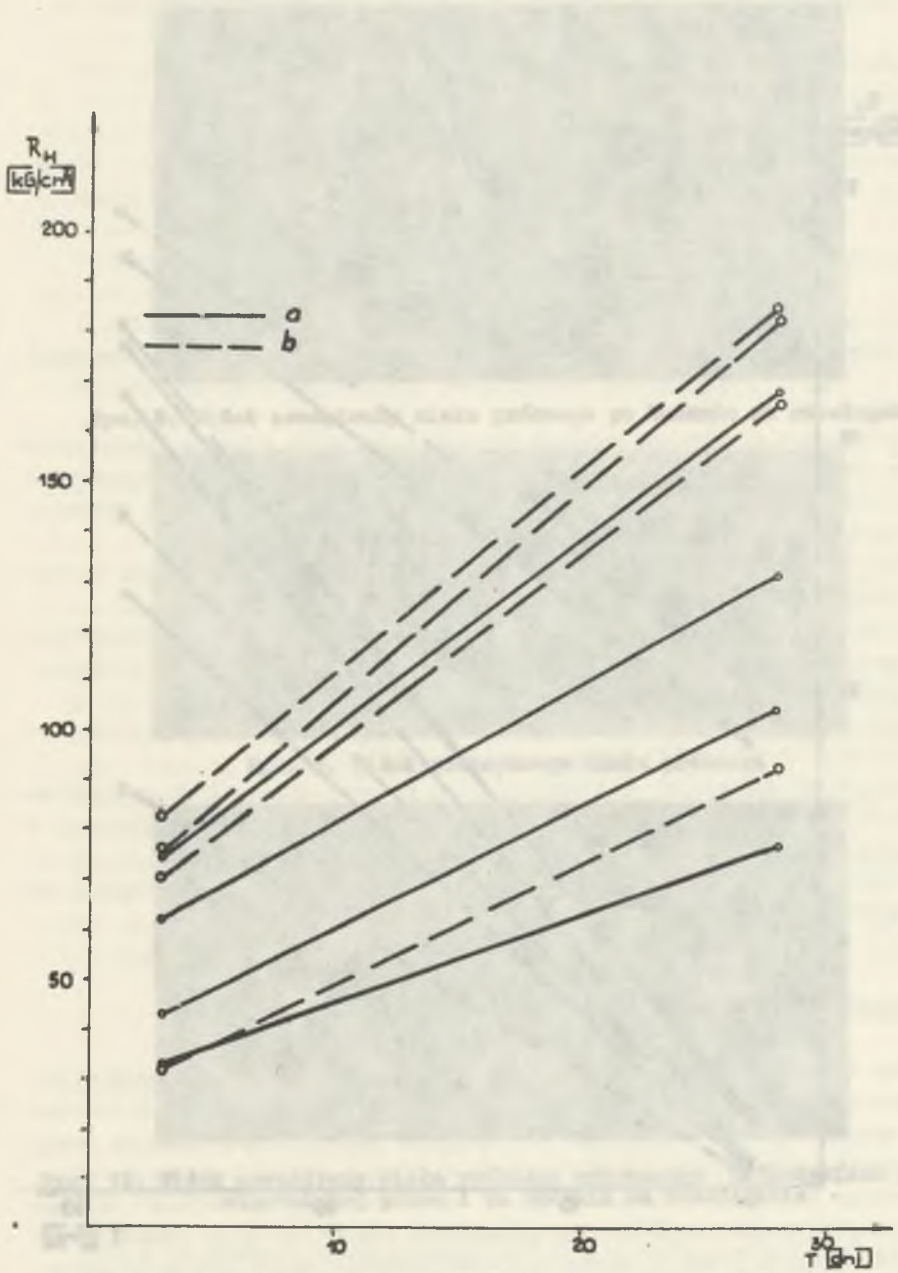
Składnik betonu	Ilość składników na 1 m ³ w kg			
	nr 1	nr 2	nr 3	nr 4
Cement portl. "350"	660	427	410	327
Woda wodociągowa	264	213	229	228
Piasek 0/2 mm	0	213	416	490
Granit 8/16 mm	948	1024	860	863
Granit 16/25 mm	473	512	420	447
w/c	0,4	0,5	0,55	0,7

Beton wykonywano każdorazowo w ten sposób, że przygotowaną wg receptury podanej w tabelicy 4 zaprawę aktywowaną w ultramikszerze wlewano do betoniarki, do której następnie dodawano odważone kruszywo granitowe.

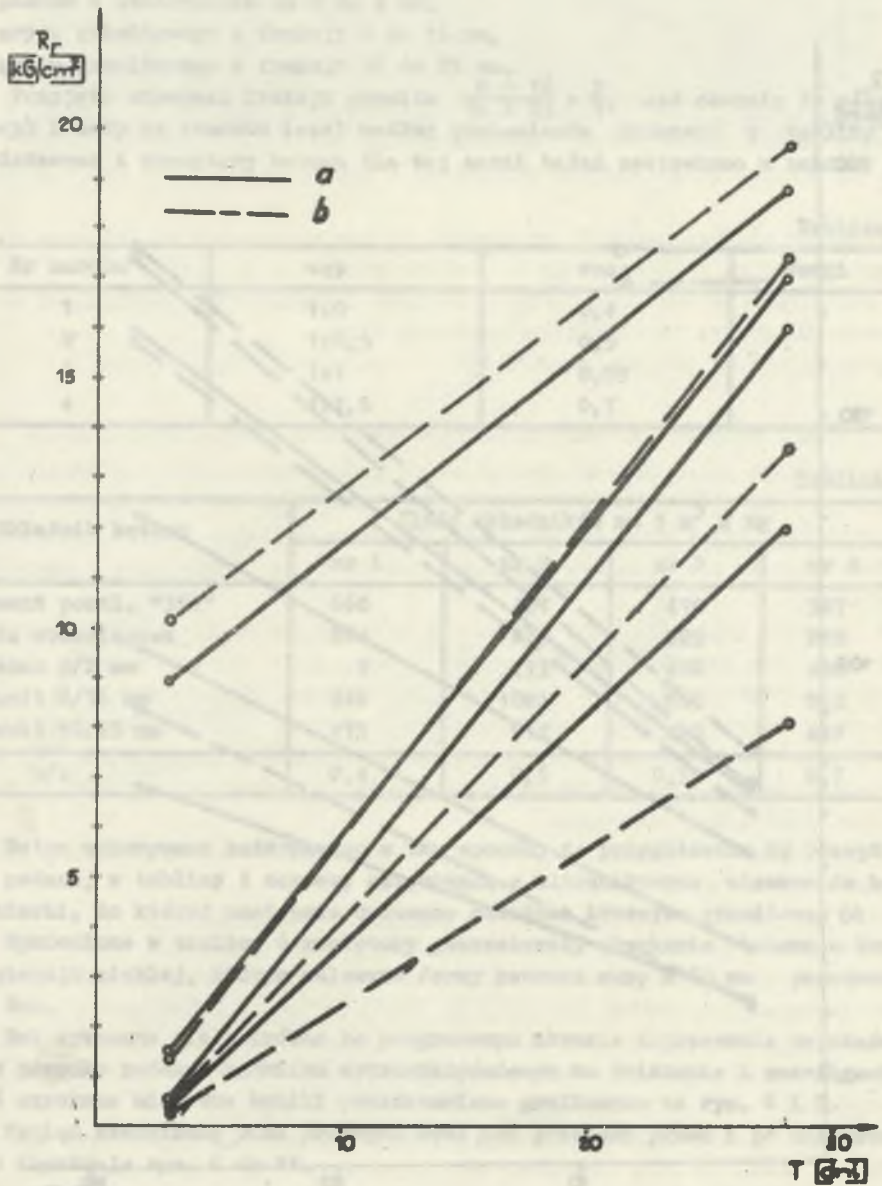
Wymienione w tabelicy 6 receptury gwarantowały uzyskanie betonu o konsystencji ciekłej, którym zalewano formy poprzez rurę \varnothing 70 mm począwszy od dna.

Tak wykonane ciała próbne po programowym okresie dojrzewania we właściwym ośrodku poddano badaniom wytrzymałościowym na ściskanie i rozciąganie zaś uzyskane niektóre wyniki przedstawiono graficznie na rys. 6 i 7.

Wygląd zewnętrzny ciał próbnych oraz ich przekroje przed i po zniszczeniu ilustrują rys. 8 do 11.



Rys. 6. Wykresy przyrostu wytrzymałości na ściskanie betonów (ciał próbnych) wykonanych i dojrzewających
 a - w płucze, b - w wodzie



Rys. 7. Wykresy przyrostu wytrzymałości na rozciąganie betonów
 a - (ciała próbników) wykonanych i dojrzewających w środowisku płuczki wiert-
 niczej, b - wykonanych i dojrzewających w wodzie



Rys. 8. Widok zewnętrzny ciała próbnego po badaniu na rozciąganie



Rys. 9. Widok rozłupanego ciała próbnego



Rys. 10. Widok zewnętrzny ciała próbnego wykonanego w środowisku płuczki wiertniczej przed i po badaniu na rozciąganie



Rys. 11. Widok zewnętrzny ciał próbných wykonanych w środowisku płuczki wiertniczej po badaniu na ściskanie

Na podstawie uzyskanych wyników wytrzymałościowych z badań laboratoryjnych betonów wykonywanych sposobem tradycyjnym na zaprawach aktywowanych mechanicznie, układanych systemem podwodnym w środowisku płuczki wiertniczej można było zarejestrować następujące uwagi:

- wygląd zewnętrzny oraz struktura wewnętrzna próbek wykonanych tą metodą są zadowalające;
- wykonane sposobem podwodnym betony tradycyjne na zaprawie aktywowanej mechanicznie, osiągnęły wytrzymałość w granicach 60% marki zastosowanego cementu;
- spadek wytrzymałości tych betonów wykonanych i dojrzewających w płuczce w stosunku do środowiska wodnego wynosi około 13%;
- ciała próbne wykonywane i dojrzewające w płuczce wykazują nieznaczne obniżenie wytrzymałości na rozciąganie w stosunku do betonów wykonanych w wodzie;
- zastosowane domieszki nie posiadają zasadniczego wpływu na parametry wytrzymałościowe ciał próbných.

3. Wnioski

Próby laboratoryjne betonowania w środowisku płuczki wiertniczej ikowej wykonane z zastosowaniem metody tradycyjnej i rozdzielnego betonowania z wykorzystaniem aktywowanej mechanicznie zaprawy wykazały, że w założonych warunkach można uzyskać betony niskich i średnich marek i tak:

- wykonując betony metodą rozdzielnego betonowania z kruszywem zalanym wodą uzyskuje się tworzywo o wytrzymałości około 50% marki cementu, zaś zalanym płuczką ikową - tworzywo o wytrzymałości około 30% tejsze marki. W pierwszym przypadku beton dojrzewał w wodzie, w drugim w płuczce;

- wykonując betony metodą tradycyjną z zastosowaniem aktywowanej zaprawy w warunkach jak wyżej analogiczne wielkości wynosiły w pierwszym przypadku 60, zaś w drugim 40%.

Wytrzymałości betonów od 140 do 170 kg/cm² uzyskane w środowisku płuczki wiertniczej przy zastosowaniu tradycyjnego betonu oraz mechanicznego aktywowania zaprawy wykazują, że istnieje możliwość uzyskania tą drogą betonów konstrukcyjnych pod warunkiem zastosowania jako stosu okruszowego kruszywa łamanego szlachetnego (granit, bazalt, andezyt) oraz odpowiedniej marki cementu.

Uzyskane wyniki na drodze laboratoryjnej należy zweryfikować poprzez badania modelowe i półprzemysłowe.

W oparciu o uzyskane wyniki z badań laboratoryjnych oraz dane literaturowe można zaproponować następujące założenia do badań modelowych:

- badania należy przeprowadzić na cementach portlandzkim "450" i hutniczym "350";
- stosować optymalne mieszanki (zaprawa aktywowana mechanicznie) o stosunkach:
c:p = 1:0,5 i odpowiadającym w:c = 0,5
c:p = 1:1 i odpowiadającym w:c = 0,55;
- dla betonowania rozdzielnego stosować kamieniwo łamane (granit, bazalt lub porfir) o frakcji 20 do 40 mm lub otoczakowe frakcjonowane, płukane o frakcjach jw.;
- dla betonowania tradycyjnego kruszywo łamane w frakcjach 8 do 16 i 16 do 24 mm oraz kruszywo otoczakowe płukane frakcjonowane o frakcjach jw.
- stosować piasek drobnoziarnisty (o ile to możliwe kwarcowy), gdzie udział frakcji 0,1 do 1 mm wynosi co najmniej 70%;
- szkielec kamienny wypełniać od dołu pod ciśnieniem grawitacyjnym lub wymuszonym;
- napełnianie modelu betonem tradycyjnym wykonywać od dołu ku górze podnosząc rurę w miarę zabetonowywania formy;
- dla obniżenia współczynnika wodno-cementowego stosować środki uplastyczniające jak klutanił lub uplastyczniająco napowietrzające jak abiesod P

LITERATURA

1. B. Bukowski: Technologia betonu, cz. I, "Arkady", Warszawa 1963.
2. M. Chudek, K. Rułka: Konstrukcje siatkobetonowe w budownictwie podziemnym kopalń. "Śląsk" (w druku).
3. J. Małozzewski, K. Rułka: Analiza podstawowych rozwiązań konstrukcyjnych i technologicznych obudowy szybów i otworów wielkośrednicowych wykonywanych metodą wiertniczą. "Przegląd Górniczy" (w druku).

4. J. Małoszewski: Badanie warunków wiązania i parametrów wytrzymałościowych zaczynów cementowych w prowadzonych za obudowę systemem podwodnym w środowisku płuczki wiertniczej. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, "Górnictwo" (w druku).
5. Sprawozdanie z badań laboratoryjnych do tematu 33/69. Etap III. Zakład Badań i Doświadczeń Budownictwa Górniczego. Mysłowice 1969 r. (praca nie publikowana).
6. Sprawozdanie z uzupełniających badań laboratoryjnych do tematu 33/69 Etap VI (Opracowanie końcowe). Mysłowice 1970 r. (praca nie publikowana).
7. Sprawozdania z badań laboratoryjnych dotyczących tematu 15/67 Zakład Badań i Doświadczeń Budownictwa Górniczego. Mysłowice 1968 do 1970 r. (prace nie publikowane).
8. Założenia do badań modelowych i projekt koncepcyjny stanowiska badawczego. Etap IV. Zakład Badań i Doświadczeń Budownictwa Górniczego Mysłowice 1970 r. (praca nie publikowana).
9. K. Braun: Polcrete - metoda dwuetapowego betonowania. Budownictwo Lądowe". Politechnika Gdańska 1967, nr 16.

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РЕЦЕПТУРЫ
И ТЕХНИКИ КРЕПЛЕНИЯ МОНОЛИТНЫМ БЕТОНОМ В СРЕДЕ БУРОВОЙ ПРОМЫВКИ
ПО ПОДВОДНОЙ СИСТЕМЕ

Резюме

В работе представлены результаты исследований, связанных с определением условий связывания и параметров прочности бетонов, укладываемых по подводной системе в среде глинистой буровой промывки, для:

- раздельного бетона, изготовленного в двухэтапной последовательности, а также
- традиционного бетона с применением механически активированного раствора.

В окончании представлены предложения для практики и дальнейших модельных исследований.

LABORATORY RESEARCH IN DEVELOPING A PRESCRIPTION AND TECHNIQUES FOR THE MONOLITHIC CONCRETE LINING IN THE BORE WASH MEDIUM BY MEANS OF AN UNDERWATER SYSTEM

S u m m a r y

The work presents the results of laboratory research concerning the determination of the binding conditions and strength parameters of under-water concrete linings in a mud flush medium, for

- subdivided concrete, formed in two stages and
- traditional concrete with the application of mechanically activated mortar.

The whole has been summed up in the form of conclusions for practical use and further modeling research.