

WPLYW ZMIAN WILGOTNOŚCI I PRZEMARZANIA NA WYTRZYMAŁOŚĆ NA ŚCISKANIE MATERIAŁU W PRZEGRODACH PRZECIWFILTRACYJNYCH WYKONYWANYCH Z ZAWIESIN TWARDNIEJĄCYCH

Magdalena BORYS, Joanna RYCHARSKA

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Inżynierii Wodno-Melioracyjnej

Słowa kluczowe: metody – wglębnego mieszania, szczelinowa, wibracyjna, przegrody przeciwfiltrowane, wytrzymałość na ściskanie, zawiesziny twardniejące

Streszczenie

Przegrody przeciwfiltrowane, aby pełnić swoją funkcję, muszą być zbudowane z materiału o odpowiedniej odporności na oddziaływanie czynników zewnętrznych, w tym przemarzanie i zmiany wilgotności. Odporność ta decyduje o zachowaniu przez nie określonej wytrzymałości na obciążenia. Wytrzymałość jest jednym z podstawowych parametrów branych pod uwagę w trakcie obliczeń projektowych i w ocenie stanu już wykonanych budowli.

W artykule omówiono laboratoryjne badania wpływu cyklicznych zmian temperatury (przemarzania) i wilgotności (wysychania) na wytrzymałość na ściskanie materiałów wykonanych z zawiesziny twardniejących stosowanych do budowy przegród przeciwfiltrowanych metodami wglębnego mieszania, wibracyjną i szczelinową.

Skład zawiesziny twardniejącej w dużej mierze zależy od metody wykonywania przegrody przeciwfiltrowanej.

Przeprowadzone badania wykazały, że materiał powstały po stwardnieniu zawiesziny twardniejącej i mieszaniny zawiesziny twardniejącej z piaskiem ulega z czasem destrukcji pod wpływem zmian temperatury, czego następstwem jest spadek jego wytrzymałości na ściskanie. Największe spadki wytrzymałości zanotowano w przypadku próbek cyklicznie zamrażanych w temperaturze -20°C i odmrażanych w wodzie w temperaturze pokojowej.

WSTĘP

Długość wałów przeciwpowodziowych w Polsce wynosi łącznie około 8,5 tys. km, z czego ponad 30% wymaga modernizacji [BORYS, RYCHARSKA, 2007]. W ostatnich latach coraz częściej stosuje się w tym celu technologie związane z zastosowaniem tzw. zawiesin twardniejących do budowy cienkich pionowych przegród przeciwfiltracyjnych w korpusach i podłożach wałów.

Zgodnie z definicją zawartą w normie europejskiej PN-EN 1538:2002, zawiesina twardniejąca jest to „zawiesina, która twardnieje z upływem czasu (...) zawierająca cement lub inne spoiwo oraz dodatkowe materiały, jak il (bentonit), granulowany żużel wielkopiecowy lub popioły lotne, wypełniacze i domieszki”. Norma nie precyzuje szczegółowego składu zawiesiny ani jej parametrów. Zawiesiny są sporządzane z mieszanin rozprowadzanych w postaci gotowej, przygotowanej przez producenta w wytwórni, bądź też na miejscu budowy z dowiezionych komponentów.

Przegrody przeciwfiltracyjne z zawiesin twardniejących są najczęściej wykonywane jedną z trzech metod:

- wibracyjną, w której grunt rodzimy jest rozpychany przez wciskanie wibrującego kształtownika (teownika lub skrzydełka) i włączanie na jego miejsce zawiesiny, która po stwardnieniu tworzy cienką przegrodę filtracyjną o grubości uzależnionej w bardzo dużym stopniu od rodzaju gruntu w miejscu jej wykonywania, najczęściej w granicach 0,08–0,20 m;
- szczelinową, w której grunt wydobyty z wąskiego wykopu (szczeliny), wykonywanego najczęściej koparką wieloczerpakową lub jednonaczyniową, jest zastępowany przez zawiesinę, która po stwardnieniu tworzy ciągłą przegrodę przeciwfiltracyjną, o grubości zależnej od narzędzia zastosowanego do kopania i wynoszącej 0,30–0,60 m;
- wgłębnego mieszania, w której grunt jest mieszany na mokro z zawiesiną za pomocą specjalnych mieszadeł, w rezultacie czego powstaje przegroda w postaci wzajemnie zachodzących na siebie pali, o grubości najczęściej w granicach 0,40–0,60 m.

Wykonywane w korpusach wałów przeciwpowodziowych przegrody przeciwfiltracyjne są poddawane oddziaływaniu wody, wysychaniu i przemarzaniu. W poszczególnych częściach korpusu wału przeciwpowodziowego występują różne warunki powietrzno-wodne i termiczne, o wiele bardziej zróżnicowane i zmienne w czasie niż w naturalnym podłożu gruntowym. Przez większość czasu grunt w korpusie wału jest poddawany długotrwałemu wysychaniu. Wilgotność materiału w jego dolnej części może zwiększać się w warunkach szczególnie wysokiego położenia zwierciadła wody gruntowej na skutek podsiąku kapilarnego, natomiast w górnej części – na skutek wsiąkania wody opadowej. Radykalne zmiany warunków gruntowo-wodnych w wale zachodzą w okresie piętrzenia wody, kiedy to wysuszony grunt w korpusie ulega nasyceniu pod wpływem przesiąkania spiętrzonyj wody, oraz po opadnięciu wód, gdy grunt ten ponownie wysycha. Na grunt znajdujący się poniżej korony wału oraz w strefie przyskarpowej dodatkowo oddziałuje mróz.

Przegrody przeciwfiltracyjne wykonywane w korpusach i podłożach wałów przeciwpowodziowych, aby pełniły swoją funkcję, muszą być zbudowane z materiału o odpowiedniej odporności na zmiany wilgotności i przemarzanie [BORYS, MOSIEJ, TOPOLNICKI, 2006; KLEDYŃSKI, 1989, 2006]. Od odporności tej zależy zachowanie przez nie określonej wytrzymałości na obciążenia (m.in. na ściskanie), a pośrednio także – trwałość wałów. Wy-

trzymałość jest jednym z podstawowych parametrów branych pod uwagę w trakcie obliczeń projektowych i w ocenie stanu już wykonanych budowli.

Skład zawiesiny twardniejącej dobiera się zależnie od metody wykonywania przegrody przeciwfiltracyjnej. W niniejszym artykule omówiono wyniki laboratoryjnych badań wpływu cyklicznego przemarzania i zmian wilgotności na wytrzymałość na ściskanie materiałów wykonanych z zawiesin twardniejących, stosowanych do wykonywania przegród przeciwfiltracyjnych metodami wibracyjną, szczelinową i wgłębnego mieszania.

METODY BADAŃ

Wstępnej analizie poddano kilkadziesiąt zawiesin wykonanych według różnych receptur, najczęściej stosowanych do budowy przegród przeciwfiltracyjnych metodami wibracyjną, szczelinową i wgłębnego mieszania. Przebadano je pod kątem takich parametrów (w dostosowaniu do zaleceń zawartych w normie PN-EN 1538:2002, odnoszących się do przegród przeciwfiltracyjnych z zawiesin), jak:

- gęstość objętościowa, lepkość umowna (oznaczana lejkiem Marsha), odstój dobowy, czas wiązania (początek, koniec, granica płynności) – w stanie ciekłym;
- współczynnik filtracji, wytrzymałość na ściskanie jednoosiowe, gęstość objętościowa i wilgotność próbek poddanych ścisaniu – po stwardnieniu (po 28 dobach).

Do dalszych badań wybrano trzy zawiesiny, które charakteryzowały się najlepszymi parametrami, m.in. najkrótszym czasem wiązania, najmniejszym współczynnikiem filtracji i największą wytrzymałością na ściskanie jednoosiowe, tj.:

- zawiesinę oznaczoną w niniejszej pracy symbolem W1, składającą się z bentonitu sodowego (ok. 1%), cementu kl. I (ok. 2%), popiołu lotnego (ok. 29%), mielonego żużla wielkopieczowego (ok. 25%) i wody (ok. 43%), wybraną z grupy zawiesin stosowanych do budowy przegród przeciwfiltracyjnych metodą wibracyjną;
- zawiesinę oznaczoną symbolem S1, składającą się z bentonitu sodowego (ok. 2%), cementu kl. I (ok. 13%), popiołu lotnego (ok. 13%), mielonego żużla wielkopieczowego (ok. 14%) i wody (ok. 58%), wybraną z grupy zawiesin stosowanych do budowy przegród przeciwfiltracyjnych metodą szczelinową;
- zawiesinę oznaczoną symbolem M1, składającą się z cementu kl. I (ok. 12%), popiołu lotnego (ok. 35%) i wody (ok. 53%), wybraną z grupy zawiesin stosowanych do budowy przegród przeciwfiltracyjnych metodą wgłębnego mieszania.

Przed przystąpieniem do badań wytrzymałości zawiesinę M1 zmieszano z piaskiem średnim w celu uzyskania mieszaniny odwzorowującej materiał występujący w przegrodzie filtracyjnej wykonywanej metodą wgłębnego mieszania. W sporządzonej mieszaninie objętościowy udział zawiesiny M1 w stanie płynnym wynosił 40% (podobną proporcję uzyskuje się w warunkach terenowych).

Próbki mieszaniny zawiesiny M1 z piaskiem zostały przebadane pod względem:

- gęstości objętościowej świeżej mieszaniny (metodą wagową),
- wytrzymałości na ściskanie jednoosiowe, wraz z oznaczeniem gęstości objętościowej i wilgotności próbek poddanych ścisaniu po 28 dobach twardnienia.

Do badań wytrzymałości na ściskanie przygotowano próbki (sześciiany o bokach 15 cm zgodnie z PN-EN 12390-1:2002), które były przechowywane w celu stwardnienia przez 28

dób, w tym przez 14 dób pod wodą w temperaturze +18°C, a następnie przez 14 dób w powietrzu w szczelnych pojemnikach w temperaturze pokojowej. Po 28 dobach na jednej partii próbek oznaczono wytrzymałość na ściskanie jednoosiowe (tzw. cykl „0”) w aparacie jednoosiowego ściskania [PN-EN 12390-3:2002], a kolejne partie próbek poddano:

- cyklicznemu zamrażaniu i odmrażaniu – zamrażanie w temperaturze –20°C i odmrażanie:
 - w wodzie w temperaturze +18°C (pełne nasycenie wodą),
 - w powietrzu w temperaturze +20°C;
- cyklicznym zmianom wilgotności:
 - nasycaniu wodą w warunkach całkowitego zatopienia w wodzie w temperaturze +18°C przez 24 godzin,
 - wysychaniu przez 24 godziny w powietrzu, w temperaturze +20°C;
- stałemu przechowywaniu:
 - w wodzie w temperaturze +18°C (pełne nasycenie wodą),
 - w powietrzu w temperaturze +20°C (stałe wysychanie).

Próbki były kolejno pobierane do badań wytrzymałości na ściskanie jednoosiowe. Wszystkie oznaczenia prowadzono w 3 powtórzeniach, a w wynikach podano wartości uśrednione.

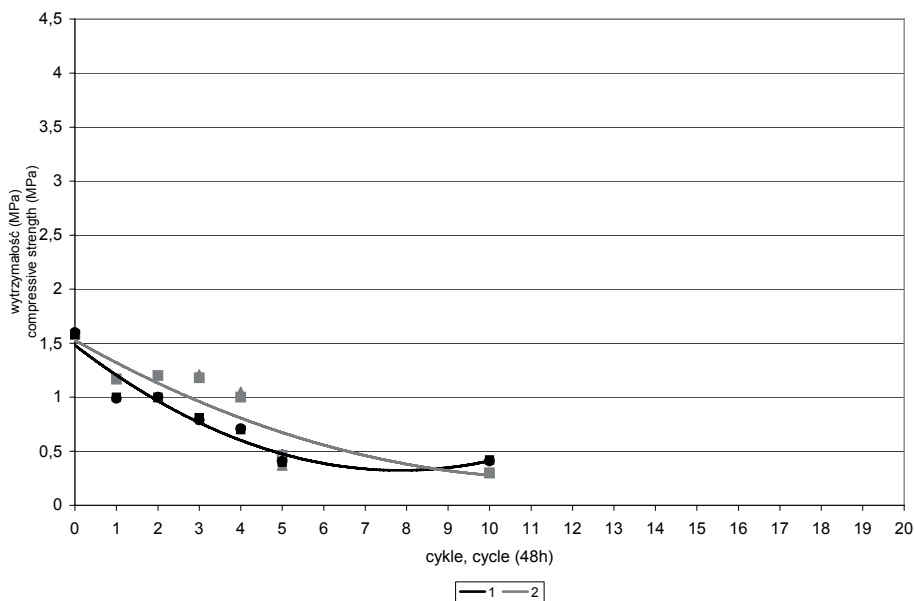
WYNIKI BADAŃ

Badane zawiesiny w stanie ciekłym charakteryzowały się następującymi parametrami:

- M1 – gęstość objętościowa 1,35 t·m⁻³, lepkość umowna 37 s;
- S1 – gęstość objętościowa 1,30 t·m⁻³, lepkość umowna 45 s, odstój dobowy 4%;
- W1 – gęstość objętościowa 1,50 t·m⁻³, lepkość umowna 49 s, odstój dobowy 6%.

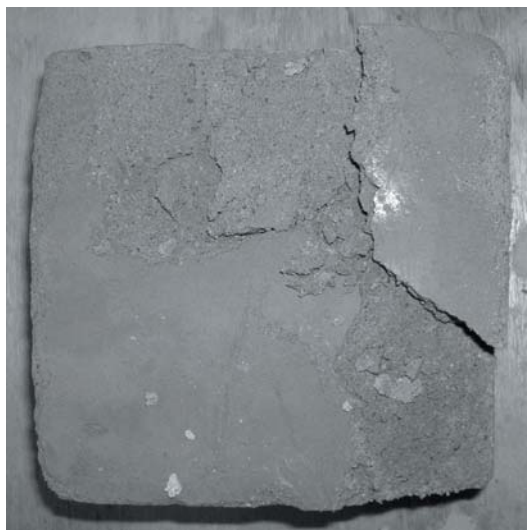
Wytrzymałość na ściskanie jednoosiowe próbek mieszaniny zawiesiny M1 z piaskiem po 28 dobach twardnienia (w tzw. cyklu „0”) wynosiła około 1,6 MPa. Wytrzymałość na ściskanie próbek tej mieszaniny poddanych cyklicznemu zamrażaniu i odmrażaniu malała po kolejnych cyklach badawczych, niezależnie od warunków w jakich prowadzono odmrażanie (rys. 1). W przypadku próbek odmrażanych w powietrzu, już po 1 cyklu wytrzymałość na ściskanie zmalała do 1,2 MPa, po 5 cyklach – do 0,4 MPa, a po 10 – osiągnęła wartość 0,3 MPa. Podobnie zachowały się próbki mieszaniny M1 poddane odmrażaniu w warunkach pełnego nasycenia wodą. Wytrzymałość na ściskanie jednoosiowe po 1. cyklu wynosiła około 1,0 MPa, a po 5 cyklach zmniejszyła się do wartości 0,4 MPa, którą utrzymała po 10 cyklach. Próbki mieszaniny M1 po 5 cyklach zamrażania i odmrażania zaczęły pękać i łuszczyć się w warstwie przypowierzchniowej (fot. 1). Po 10 cyklach uległy tak dużym spękanom, że dalszych badań zaniechano.

Wytrzymałość na ściskanie próbek mieszaniny M1 niezamrażanych nie malała w stosunku do wartości wyjściowej (rys. 2). W przypadku próbek poddanych stałemu wysychaniu zwiększała się w początkowym okresie badań, osiągając po 100 dobach maksymalną wartość wynoszącą 3,0 MPa, a więc prawie dwukrotnie większą niż na początku badań (w cyklu „0”). W kolejnych dobach stałego wysychania próbek ich wytrzymałość zaczęła się zmniejszać, by po około 160 dobach ustabilizować się na wartości wynoszącej ok. 2,0 MPa. W przypadku próbek przechowywanych w warunkach pełnego nasycenia wodą wzrost wytrzymałości na ściskanie był jeszcze większy niż próbek stale suszonych na po-

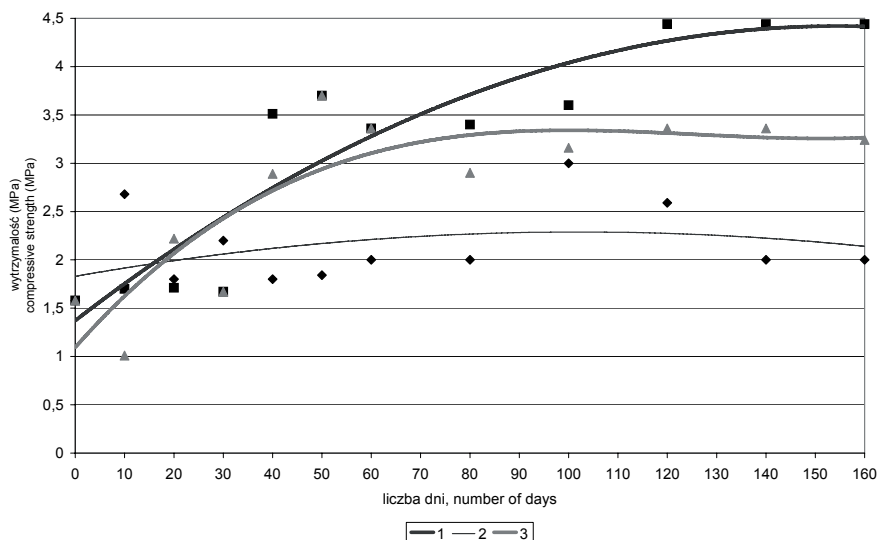


Rys. 1. Zmiany wytrzymałości na ściskanie jednoosiowe próbek mieszanki zawiesiny twardniejącej M1z piaskiem poddanych cyklicznemu zamrażaniu i odmrażaniu; 1 – w wodzie, 2 – w powietrzu

Fig. 1. Changes of compression strength of a mixture of self-hardening slurry with sand M1 subjected to freezing and defrosting cycles; 1 – in water, 2 – in air



Fot. 1. Pęknięcia i rysy w próbkach mieszanki M1 po 5 cyklach zamrażania i odmrażania w wodzie
 Photo 1. Crakes and scratches in the M1 mixture samples after 5 cycles of freezing and defrosting in water



Rys. 2. Zmiany wytrzymałości na ściskanie jednoosiowe próbek mieszanki zawiesiny twardniejącej M1 z piaskiem poddanych: 1 – stałemu nasycaniu wodą, 2 – stałemu wysychaniu, 3 – cyklicznemu nasycaniu wodą i wysychaniu

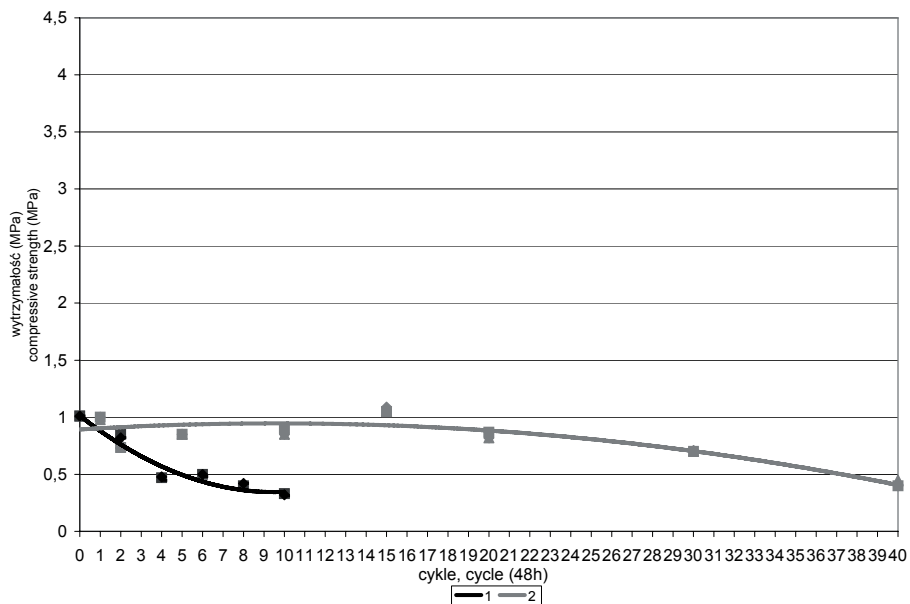
Fig. 2. Changes of compression strength of the self-hardening slurry mixed with sand (samples M1) subjected to drying: 1 – permanent water soaking, 2 – permanent desiccation, 3 – water soaking–desiccation cycles

wietrzu (wytrzymałość po 100 dobach – około 3,5 MPa, po 120 dobach – 4,4 MPa) i mimo długiego okresu badań (160 dób) nie zanotowano zmniejszania się tych wartości (rys. 2).

Wytrzymałość na ściskanie jednoosiowe próbek mieszanki M1 na zmianę przetrzymywanych w wodzie i suszonych w powietrzu (rys. 2) po 120 dobach zwiększała się do 3,4 MPa. W kolejnych dobach zaczęła się nieznacznie zmniejszać, by po 160 dobach osiągnąć wartość około 3,2 MPa.

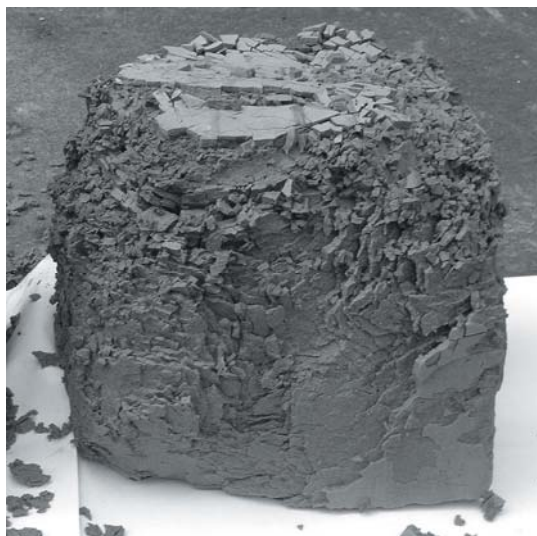
Nie zauważono wyraźnych pęknięć, ani złuszczeń powierzchni próbek mieszanki M1 z piaskiem nie poddawanych przemarzaniu.

Wytrzymałość na ściskanie jednoosiowe próbek stwardniałej zawiesiny S1 poddanych cyklicznemu zamrażaniu i odmrażaniu również malała w kolejnych cyklach badawczych (rys. 3), ale zmniejszanie to miało nieco inny przebieg niż w przypadku zawiesiny M1 z piaskiem. Wytrzymałość początkowa zawiesiny S1 (w cyklu „0”) wynosiła około 1,0 MPa. Wytrzymałość próbek odmrażanych w powietrzu zbliżona do 0,9 MPa utrzymywała się do 20 cykli zamrażania–odmrażania, po 30 cyklach zmalała do 0,74 MPa, by po 40 cyklach osiągnąć wartość 0,40 MPa. W przypadku próbek zawiesiny S1, które odmrażano w warunkach pełnego nasycenia wodą wytrzymałość na ściskanie jednoosiowe zaczęła się zmniejszać zdecydowanie szybciej – po 4 cyklach wynosiła około 0,5 MPa, a więc o połowę mniej niż przed przystąpieniem do zamrażania próbek, natomiast po 10 cyklach – 0,35 MPa. Na próbkach mieszanki S1 już po 4 cyklach zamrażania i odmrażania w wodzie pojawiły się liczne złuszczenia, rysy i pęknięcia (fot. 2) w rezultacie czego po 10 cyklach nastąpił ich całkowity rozpad uniemożliwiający dalsze badania wytrzymałości.



Rys. 3. Zmiany wytrzymałości na ściskanie jednoosiowe próbek zawiesiny twardniejącej S1 poddanych cyklicznemu zamrażaniu i odmrażaniu; 1 – w wodzie, 2 – w powietrzu

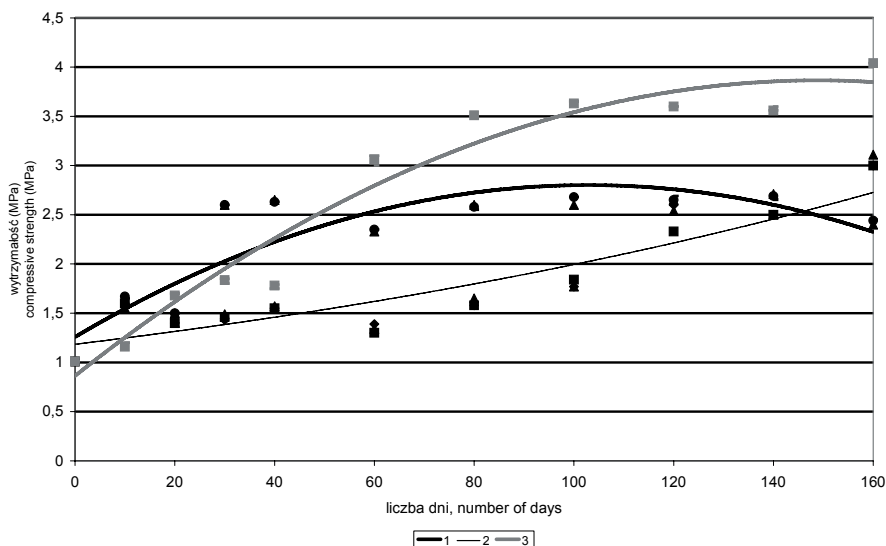
Fig. 3. Changes of compression strength of the self-hardening slurry samples S1 subjected to freezing and defrosting cycles; 1 – in water, 2 – in air



Fot. 2. Pęknięcie i kruszenie próbek mieszaniny S1 po 5 cyklach zamrażania i odmrażania w wodzie

Photo 2. Cracks and crushing of the mixture samples S1 after 5 cycles of freezing and defrosting in water

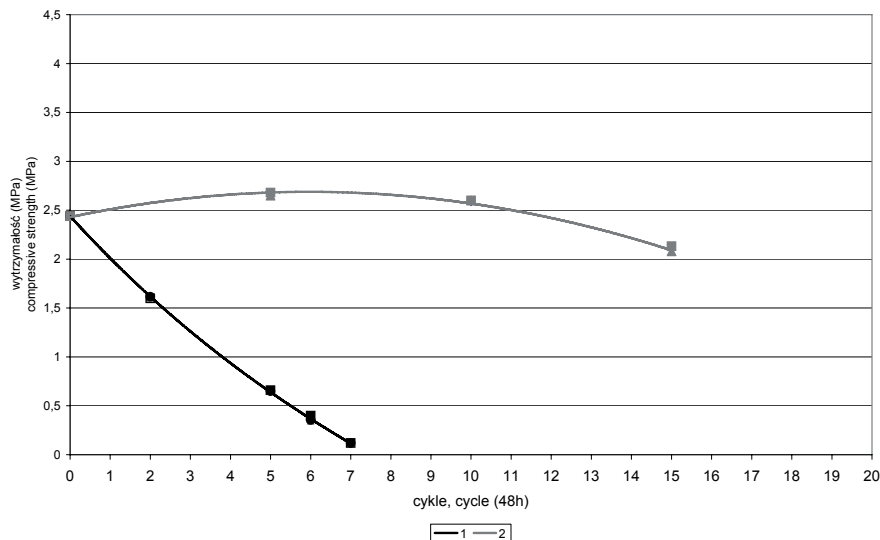
Podobnie jak w przypadku próbek mieszaniny zawiesiny M1 z piaskiem, wytrzymałość na ściskanie próbek stwardniałej zawiesiny S1 niepoddanych cyklicznemu zamrażaniu i odmrażaniu zwiększała się w stosunku do wartości wyjściowej, przy czym wzrost ten był większy w przypadku próbek przechowywanych w warunkach cyklicznego nasycania wodą i wysychania, niż poddanych stałemu wysychaniu, (rys. 4). Wytrzymałość na ściskanie próbek zawiesiny S1 po 160 dobach stałego wysychania, naprzemiennego nasycania wodą i wysychania bądź stałego nasycania wodą wynosiła 2,5–4,0 MPa, a więc zwiększyła się w stosunku do wartości początkowej około 2,5–4-krotnie. W okresie badań wynoszącym 160 dób nie zanotowano ustabilizowania się wytrzymałości próbek poddanych stałemu wysychaniu lub cyklicznemu nasycaniu wodą i wysychaniu, natomiast wytrzymałość na ściskanie próbek poddanych stałemu nasycaniu wodą zwiększała się w okresie do 100 dób a następnie, po stabilizacji przez okres kolejnych 40 dób, wystąpił niewielki jej spadek zanotowany po 160 dobach.



Rys. 4. Zmiany wytrzymałości na ściskanie jednoosiowe próbek zawiesiny twardniejącej S1 poddanych: 1 – stałemu nasycaniu wodą, 2 – stałemu wysychaniu, 3 – cyklicznemu nasycaniu wodą-wysychaniu

Fig. 4. Changes of compression strength of the self-hardening slurry samples S1: 1 – permanent water soaking, 2 – permanent desiccation, 3 – water soaking–desiccation cycles

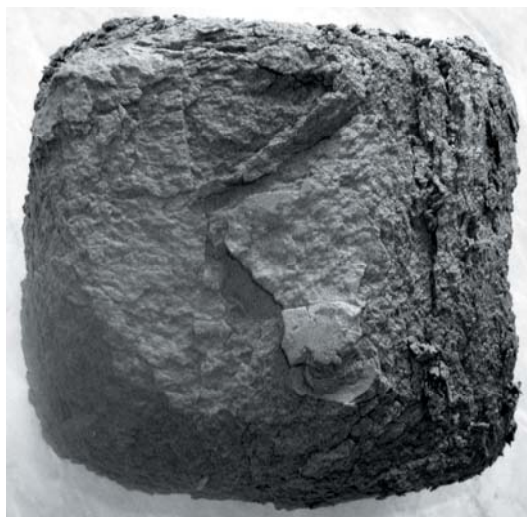
W przypadku zawiesiny W1 poddanej cyklicznemu zamrażaniu i odmrażaniu, tendencja zmian wytrzymałości na ściskanie w kolejnych cyklach była podobna jak zawiesiny S1. Wytrzymałość początkowa (w cyklu „0”) wynosiła około 2,44 MPa (rys. 5). Wytrzymałość na ściskanie próbek odmrażanych w powietrzu utrzymywała się na podobnym poziomie do 10. cyklu, następnie zaczęła nieznacznie spadać i po 15. cyklu jej wartość była równa 2,1 MPa. W przypadku próbek zawiesiny W1, które odmrażano w warunkach pełnego nasycenia wodą wytrzymałość na ściskanie jednoosiowe zaczęła zdecydowanie spadać już od 2.



Rys. 5. Zmiany wytrzymałości na ściskanie jednoosiowe próbek zawiesiny twardniejącej W1 poddanych cyklicznemu zamrażaniu i odmrażaniu; 1 – w wodzie, 2 – w powietrzu

Fig. 5. Changes of compression strength of the self-hardening slurry samples W1 subjected to freezing and defrosting cycles; 1 – in water, 2 – in air

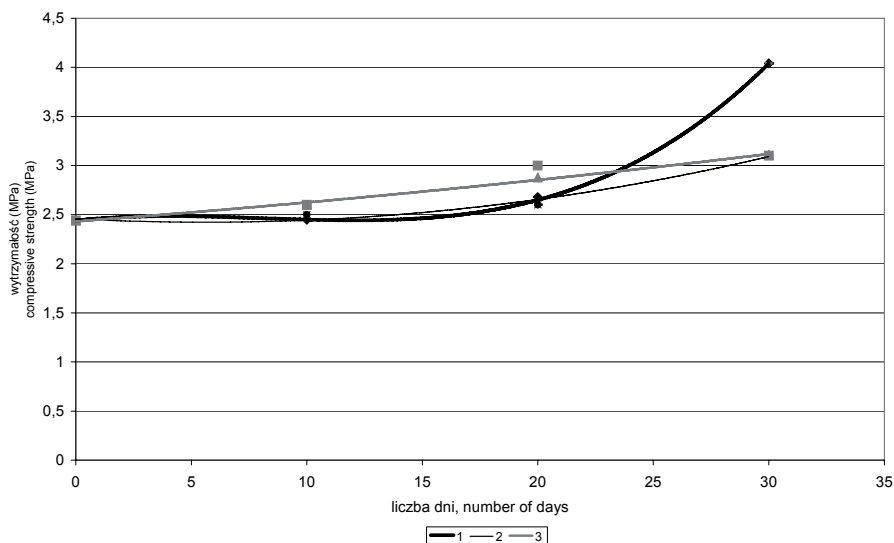
cyklu zamrażania i odmrażania. Po 5. cyklu ich wytrzymałość wynosiła około 0,66 MPa, po 6. cyklu – 0,35 MPa, by po 7. osiągnąć wartości około 0,12 MPa. Na próbkach mieszaniny W1 po 5 cyklach zamrażania i odmrażania w pełnym nasyceniu wodą pojawiły się liczne złuszczenia i pęknięcia (fot. 3), w rezultacie czego po 7. cyklu nastąpił ich całkowity rozpad.



Fot. 3. Pęknięcia i rysy w próbkach mieszaniny W1 po 5 cyklach zamrażania i odmrażania w wodzie

Photo 3. Cracks and scratches in the W1 samples after 5 cycles of freezing and defrosting in water

Wytrzymałość na ściskanie próbek zawiesiny W1 poddanych stałemu wysychaniu, naprzemiennemu wysychaniu i nasycaniu wodą oraz stałemu nasycaniu wodą przez 30 dób stale rosła, a jej wartości były zbliżone do siebie, niezależnie od warunków przechowywania próbek i wynosiły od 3,0 do 4,04 MPa (rys. 6). Największą wytrzymałość zaobserwowano w próbkach zawiesiny przechowywanej w warunkach stałego nasycenia wodą. Po 30 dobach wytrzymałość wynosiła 4,04 MPa.



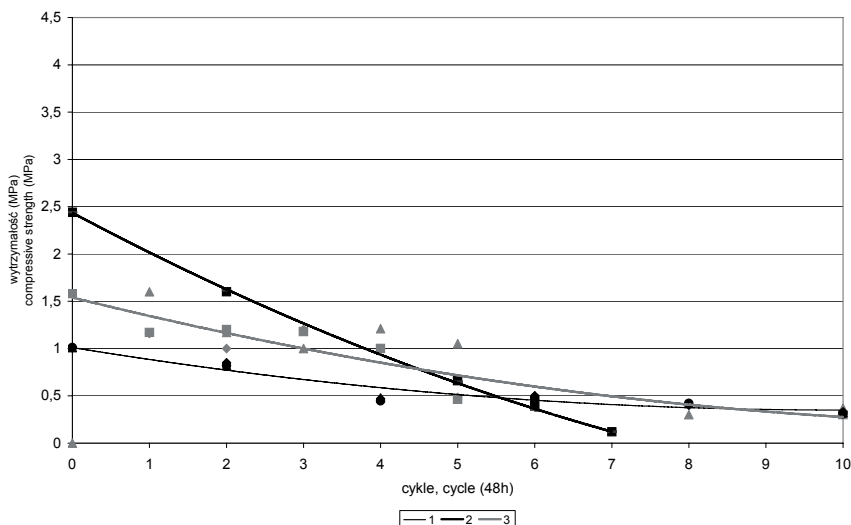
Rys. 6. Zmiany wytrzymałości na ściskanie jednoosiowe próbek zawiesiny twardniejącej W1 poddanych: 1 – stałemu nasyceniu wodą, 2 – stałemu wysychaniu, 3 – cyklicznemu nasyceniu wodą i wysychaniu

Fig. 6. Changes of compression strength of the self-hardening slurry samples W1: 1 – permanent water soaking, 2 – permanent desiccation, 3 – water soaking–desiccation cycles

PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania wykazały, że materiał tworzący przegrody przeciwnieprzepuszczalne budowane z użyciem zawiesin twardniejących ulega z czasem destrukcji pod wpływem przemarzania, czego następstwem jest zmniejszanie wytrzymałości na ściskanie, przy czym większy spadek wytrzymałości następuje w przypadku próbek odmrażanych w warunkach pełnego nasycenia wodą, niż w powietrzu.

Największe spadki wytrzymałości zaobserwowano w przypadku prób zawiesiny W1 (zastosowanej w metodzie wibracyjnej), odmrażanych w warunkach pełnego nasycenia wodą (rys. 7). Już po 5 cyklach zamrażania i odmrażania na próbkach pojawiły się liczne złuszczenia, rysy i pęknięcia w rezultacie czego próbki zaczęły się rozpadać, a po 7 cyklach kruszyły się na drobne fragmenty. W przypadku próbek tej zawiesiny odmrażanych w powietrzu nie obserwowano znaczącego zmniejszenia się wartości wytrzymałości, ani pęknięcia próbek.



Rys. 7. Zmiany wytrzymałości na ściskanie jednoosiowe próbek zawiesiny twardniejącej: 1 – S1, 2 – W1, 3 – M1 poddanych cyklicznemu zamrażaniu i odmrażaniu w wodzie

Fig. 7. Changes of compression strength of the self-hardening slurry samples: 1 – S1, 2 – W1, 3 – M1 subjected to freezing and defrosting in water

W przypadku mieszanki zawiesiny twardniejącej M1 z piaskiem stosowanej w metodzie głębokiego mieszania, również nastąpił spadek wytrzymałości na ściskanie w wyniku jej cyklicznego przemarzania, z tym że sposób odmrażania, nie miał większego znaczenia, a pękanie próbek nie było tak intensywne jak w przypadku zawiesin W1 i S1.

Wytrzymałość na ściskanie zawiesin twardniejących M1, S1 i W1 przechowywanych w warunkach stałego pełnego nasycenia wodą lub wysychania, a także cyklicznego nasycania wodą i wysychania, w odróżnieniu od wytrzymałości próbek zamrażanych, zwiększała się przez bardzo długi okres.

Analiza otrzymanych wyników pozwala również wysunąć wnioski odnoszące się do praktyki wykonawczej, które można sformułować następująco:

- roboty należy wykonywać w warunkach atmosferycznych, zapewniających w okresie wiązania utrzymanie dodatniej temperatury materiału w przegrodzie przeciwiltracyjnej;
- świeżo wykonane przegrody z zawiesiny twardniejącej należy niezwłocznie zabezpieczać i przykrywać w okresach przymrozków;
- w rozwiązaniach projektowych należy uwzględnić odpowiedniej grubości przykrycia przegrody, zabezpieczające je przed przemarzaniem.

LITERATURA

BORYS M., MOSIEJ K., TOPOLNICKI M., 2006. Projektowanie i wykonawstwo pionowych przegród przeciwiltracyjnych z zawiesin twardniejących w korpusach i podłożu wałów przeciwpowodziowych. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 64.

- BORYS M., RYCHARSKA J., 2007. Wpływ przemarzania i zmian wilgotności na wytrzymałość materiału w przesłonach przeciwfiltracyjnych wykonywanych metodą głębokiego mieszania. 12 Międzyn. Konf. Tech. Kontr. Zapór. Stare Jabłonki. Warszawa: IMGW s. 266–274.
- KLEDYŃSKI Z., 1989. Wykorzystanie statystycznego planowania doświadczeń w poszukiwaniu mrozo odpornej zawiesiny twardniejącej. Gosp. Wod. nr 9 s. 181–184.
- KLEDYŃSKI Z., 2006. Remonty budowli wodnych. Warszawa: Ofic. Wydaw. PW ss. 212.
- PN-EN 12390-1:2002: Badania betonu. Cz. 1. Kształt, wymiar i inne wymagania dotyczące próbek do badania i form.
- PN-EN 12390-3:2002: Badania betonu. Cz. 3. Wytrzymałość na ściskanie próbek do badań.
- PN-EN 1538:2002: Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Ściany szczelinowe.

Magdalena BORYS, Joanna RYCHARSKA

THE EFFECT OF MOISTURE VARIABILITY AND FREEZING ON COMPRESSION STRENGTH OF MATERIAL IN ANTI-FILTRATION BARRIERS MADE OF SELF-HARDENING SLURRIES

Key words: compressive strength, cut-off method, deep soil mixing method, self-hardening slurries, slurry walls, vibrated method

S u m m a r y

To play their role, anti-filtration barriers should be made of material resistant to external factors like freezing or changes in soil moisture. This resistance is decisive for their compression strength. Resistance is one of basic parameters considered when designing or estimating the status of the already existing constructions.

Composition of the self-hardening slurry depends largely on the method of construction of anti-filtration barrier.

This paper describes laboratory studies on the effect of cyclic changes of temperature and moisture (drying) on compression strength of materials made of self-hardening slurries used to construct anti-filtration barriers with the deep mixing, vibration and cut-off method.

Performed studies showed that material formed after hardening the slurry and a mixture of self-hardening slurry with sand underwent destruction with time under the effect of freezing which consequently led to the decline of its compression strength. The largest decrease of resistance was shown for samples cyclically frozen at a temperature of -20°C and defrosted in water at room temperature.

Recenzenci:

prof. dr hab. Zbigniew Lechowicz

dr hab. inż. Eugeniusz Zawisza

Praca wpłynęła do Redakcji 27.11.2007 r.