

Załącznik 1

Procedura Badawcza GDDKiA PB/1/18

Instrukcja badania reaktywności kruszyw metodą przyspieszoną w 1 M roztworze NaOH w temperaturze 80°C

1. Przedmiot i zakres instrukcji

Instrukcja dotyczy oceny reaktywności kruszyw mineralnych z wodorotlenkami sodu i potasu występującymi w cieczy porowej betonu. Sposób postępowania jest oparty na metodzie przedstawionej w normie ASTM C1260 oraz RILEM AAR-2. Umożliwia stwierdzenie wystąpienia szkodliwej reakcji alkalia-kruszywo w ciągu 16 dni (30 dni) na podstawie oznaczenia zmiany długości próbek z zaprawy cementowej z badanym kruszywem.

2. BHP

Zagadnienia bezpieczeństwa i higieny pracy, których należy przestrzegać przy przeprowadzaniu badań, zostały szczegółowo opisane w ASTM C1260. Ustalenie właściwych procedur bezpieczeństwa i ochrony zdrowia leży w zakresie obowiązków użytkownika.

3. Dokumenty powołane

AASHTO R 80, Standard Practice for Determining the Reactivity of Concrete Aggregates and Selecting Appropriate Measures for Preventing Deleterious Expansion in New Concrete Construction, American Association of State Highway and Transportation Officials

ASTM C1260 Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method)

ASTM C151/C151M Standard Test Method for Autoclave Expansion of Hydraulic Cement

PN-EN 16236 Ocena i weryfikacja stałości właściwości użytkowych (AVCP) kruszyw - Badanie typu i zakładowa kontrola produkcji

PN-EN 196-1 Metody badania cementu - Część 1: Oznaczanie wytrzymałości

PN-EN 196-3+A1 Metody badania cementu - Część 3: Oznaczanie czasów wiązania i stałości objętości

PN-EN 197-1 Cement - Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku

PN-ISO 565 Sita kontrolne - tkanina z drutu, blacha perforowana i blacha cienka perforowana elektrochemicznie - wymiary nominalne oczek

Procedura Badawcza GDDKiA PB/2/18, Instrukcja badania reaktywności kruszyw w temperaturze 38°C według ASTM C1293/RILEM AAR-3

RILEM Recommended Test Method: AAR-2—Detection of Potential Alkali-Reactivity—Accelerated Mortar-Bar Test Method for Aggregates, RILEM Recommendations for the Prevention of Damage by Alkali-Aggregate Reactions in New Concrete Structures. State-of-the-Art Report of the RILEM Technical Committee 219-ACS Vol. 17, Nixon P.J. and Sims I. (Eds.), Springer, 2016

4. Terminologia

Zmiana długości - zwiększenie lub zmniejszenie wymiarów liniowych próbki badanej, mierzone równoległe do osi wzdłużnej.

5. Aparatura

5.1. Sita - o otworach kwadratowych, z materiału tkanego z drutu, o wymiarach boku oczka¹ 4 mm, 2 mm, 1 mm, 500 μm , 250 μm i 125 μm , zgodne z PN-ISO 565.

5.2. Kruszarka laboratoryjna – kruszarka szczękowa i/lub kruszarka żarnowa.

5.3. Mieszarka – mieszarka zgodna z wymaganiami PN EN 196-1 p. 4.4.

5.4. Ubijak – ubijak wykonany z wytrzymałego, nienasiąkliwego tworzywa, np. gumy o twardości 80 ± 10 (skala Shore'a A) lub drewna odpowiednio zaimpregnowanego poprzez zanurzenie przez 15 min w parafinie o temperaturze 200°C. Wymiary ubijaka: przekrój poprzeczny 13 x 15 mm i długość od 120 do 150 mm, kąt prosty pomiędzy poszczególnymi płaszczyznami. Powierzchnia ubijaka płaska.

5.5. Zgarniak – zgarniak zgodny z wymaganiami PN EN 196-1 (p. 4.5 Rysunek 3).

5.6. Waga do 1000 g, z dokładnością do 1 g.

5.7. Forma - jedno- lub wieloczęściowa (od 1 do 3 próbek) umożliwiająca wykonanie próbek o wymiarach 25 x 25 x 285 mm. Końce płytek formy muszą mieć w centrum otwory umożliwiające wkręcenie stalowych czopików.

5.8. Pojemniki do przechowywania próbek powinny umożliwiać całkowite zanurzenie próbek zaprawy albo w wodzie destylowanej albo w 1 M roztworze NaOH. Pojemniki powinny być wykonane z materiału odpornego na przedłużoną ekspozycję w temperaturze 80°C i na działanie 1 M roztworu NaOH. Pojemniki muszą być zbudowane w taki sposób, aby zapobiegać utracie lub wzrostowi wilgotności w trakcie przechowywania próbek zaprawy przez ściśle przylegające pokrywki. Próbki nie powinny dotykać do ścianek pojemnika ani do siebie nawzajem; powinny być tak podparte, aby zapewnić dostęp roztworu na całej powierzchni.

Uwaga: Pojemniki szklane lub metalowe mogą ulegać korozji pod wpływem działania roztworu NaOH. Niektóre pojemniki do przechowywania, odporne na działanie promieniowania mikrofalowego, wykonane z polipropylenu lub polietylenu o dużej gęstości są odpowiednie do zastosowania.

5.9. Komora termostatyczna - komora termostatyczna ze sterowaniem poziomu temperatury 80,0 \pm 2,0°C.

¹ Zmiana odnośnie do D-05.03.04. Załącznik 1: zastąpiono „średnicę” wyrażeniem „wymiar boku oczka”

5.10. Komora wilgotnościowa – przeznaczona do kondycjonowania próbek z zaprawy w warunkach $20 \pm 1^\circ\text{C}$, $\text{RH} \geq 90\%$.

5.11. Urządzenie pomiarowe - Przyrząd do pomiaru zmian długości stanowi okrągły mikrometr lub inny przyrząd pomiarowy z podziałką 0,001 mm i z dokładnością 0,003² mm. Zakres pomiarowy przynajmniej ± 10 mm. Konstrukcja przyrządu powinna umożliwiać kontrolę urządzenia pomiarowego przy użyciu pręta referencyjnego z invaru. Zewnętrzna długość pręta kalibracyjnego powinna wynosić $295 \pm 0,1$ mm. Górny koniec pręta powinien być oznaczony strzałką lub (*). Środkowa część na długości 100 mm powinna być pokryta gumową rurką o ścianach o grubości co najmniej 3 mm, w celu zmniejszenia wpływu zmian temperatury podczas pomiaru. Urządzenie pomiarowe o konstrukcji ulepszonej, wykonane z invaru w celu minimalizacji efektów termicznych, ze zmodyfikowanym sposobem mocowania próbki w celu minimalizacji niedokładności ułożenia czopików w gniazdach, pokazano na Rysunku Z1.1.

5.12. Czopiki referencyjne³ - czopiki powinny być wykonane z materiału odpornego na korozję, zgodne z kształtem zakończenia pręta referencyjnego i wymiarami gniazd w urządzeniu do pomiaru zmian długości próbek. Długość czopika powinna wynosić 20-22,5 mm, a część gwintowana (o średnicy 6 mm) nie mniej niż 6 mm.

6. Odczynniki

6.1. Wodorotlenek sodu (NaOH): klasa czystości - co najmniej techniczna.

6.2. Czystość wody: woda destylowana lub dejonizowana.

6.3. 1 M roztwór wodorotlenku sodu - każdy litr roztworu powinien zawierać 40,0 g NaOH rozpuszczonego w 900 ml wody destylowanej lub dejonizowanej i powinien być rozcieńczony przy użyciu dodatkowej porcji wody destylowanej lub dejonizowanej do uzyskania roztworu o objętości 1 litra. Stosunek objętości roztworu wodorotlenku sodu do objętości próbek w pojemniku powinien wynosić $4 \pm 0,5$ objętości roztworu do 1 objętości próbek. Objętość próbek można przyjąć za równą 184 ml. Należy dostarczyć odpowiednią ilość roztworu tak, aby zapewnić całkowite zanurzenie próbek zaprawy.

Ostrzeżenie: Przed użyciem NaOH należy skontrolować:

- środki bezpieczeństwa dotyczące stosowania NaOH;
- środki pierwszej pomocy w przypadku oparzeń;
- procedury postępowania w przypadku wycieku, jak to opisano w karcie charakterystyki substancji lub w innych dokumentach dotyczących zasad bezpieczeństwa. NaOH może powodować bardzo poważne oparzenia lub uszkodzenia niechronionej skóry lub oczu. Zawsze należy stosować właściwe środki ochrony osobistej. Środki te powinny obejmować: całkowitą ochronę twarzy, gumowy fartuch i rękawice nieprzepuszczalne dla NaOH i izolujące od wysokiej temperatury $80,0 \pm 2,0^\circ\text{C}$.

² Zmiana odnośnie do D-05.03.04. Załącznik 1: doprecyzowanie zgodnie z dokładnością urządzeń dostępnych na rynku

³ Zmiana odnośnie do D-05.03.04. Załącznik 1: uszczegółowienie opisu

7. Warunki prowadzenia badań

- 7.1. Temperatura pomieszczenia, w którym następuje formowanie próbek zaprawy, a także suchych składników zaprawy i destylowanej wody zarobowej powinna być utrzymywana w zakresie $20 \pm 2^\circ\text{C}$.
- 7.2. Utrzymywać wilgotność względną powietrza w pomieszczeniu laboratoryjnym, w którym wykonywane są próbki z zaprawy w zakresie nie mniejszym niż 50%.
- 7.3. Temperaturę w komorze termostaticznej, w której przechowywane będą pojemniki z próbkami zapraw, należy utrzymywać w zakresie $80 \pm 2^\circ\text{C}$.
- 7.4. Warunki panujące w laboratorium podczas pomiaru wydłużenia próbek powinny być stałe, a temperatura powietrza wynosić $20 \pm 1^\circ\text{C}$.

8. Pobieranie próbek kruszywa i przygotowanie próbek zapraw

- 8.1. Selekcja kruszywa - Materiały wybrane do zastosowania jako kruszywo drobne w betonie przygotować jak to opisano w pkt. 8.2. Przygotować kruszywo, minimalizując kruszenie. Materiały wybrane do zastosowania jako kruszywo grube w betonie przygotować poprzez kruszenie do uzyskania frakcjonowanego kruszywa, zbliżonego jak to tylko możliwe do rzeczywistego kruszywa.
- 8.2. Przygotowanie kruszywa - Przygotować wszystkie kruszywa zgodnie z wymaganiami w zakresie uziarnienia i zawartości poszczególnych frakcji, podanymi w Tabeli Z1.1.

Tabela Z1.1. Wymagane uziarnienie kruszywa

Wymiar sita #		Zawartość frakcji [% (m/m)]
Przesiew przez sito	Odsiew na sicie	
4,0 mm	2,0 mm	10
2,0 mm	1,0 mm	25
1,0 mm	500 μm	25
500 μm	250 μm	25
250 μm	125 μm	15

Kruszywo, w którym nie występują wystarczające ilości poszczególnych frakcji, przekruszyć do uzyskania wymaganej ilości materiału. W przypadku kruszyw zawierających niewystarczającą ilość jednej lub więcej frakcji grubych wymienionych w Tabeli Z1.1, i jeżeli nie jest dostępny grubszy materiał do kruszenia, jest dopuszczalne, aby pierwsza frakcja, która występuje w ilości wystarczającej do kruszenia, zawierała skumulowany w dół udział procentowy materiału, aż do tego rozmiaru, jak to określono na podstawie klasyfikacji podanej w Tabeli Z1.1. Kiedy kruszywo zostanie już rozfrakcjonowane do różnych rozmiarów sitowych, przemyć na sicie każdą z frakcji strumieniem wody w celu usunięcia pyłu i drobnych cząstek przylegających do ziaren kruszywa. Wysuszyć frakcje zatrzymane na różnych sitach i, jeżeli nie będą użyte natychmiast, przechowywać każdą osobno w czystym pojemniku zaopatrzonego w ściśle przylegającą pokrywkę.

Naturalne kruszywo drobne (np. piasek) nie jest poddawane kruszeniu, jednak należy usunąć ziarna powyżej 4 mm oraz poniżej 125 μm .

Gdy brak frakcji 2-4 mm, zawartość frakcji 1-2 mm wynosi 35%.

8.3. Wybór i przygotowanie cementu:

8.3.1. Cement referencyjny - stosować cement portlandzki CEM I 52,5 lub 42,5 o minimalnej zawartości alkaliów $0,9\pm 0,1\%$, wyrażonej jako ekwiwalent tlenku sodu $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ ($\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \times \text{K}_2\text{O}$). Cement powinien spełniać wymagania ograniczonej ekspansji według metody ASTM C151/C151M (metoda autoklawowa) nie większej niż 0,20%. Alternatywnie stałość objętości oznaczona metodą Le Chateliera (PN-EN 196-3) powinna wykazywać wzrost rozstawu końcówek pomiarowych $< 1\text{mm}$. Miałkość cementu oznaczona metodą PN-EN 196-6 powinna być nie mniejsza niż 450 m^2/kg , a wytrzymałość 2-dniowa na ściskanie nie mniejsza niż 30,0 MPa zgodnie z PN-EN 197-1.

8.3.2. Przygotowanie cementu - stosować cement przed upływem 60 dni od daty produkcji. Jeżeli występują grudki, cement przesiać przez sito 250 μm , aby je usunąć.

8.4. Przygotowanie próbek zaprawy:

8.4.1. Liczba próbek zaprawy - przygotować co najmniej trzy próbki dla każdej kombinacji kruszywo-cement.

8.4.2. Przygotowanie form - wewnętrzna powierzchnia formy powinna być pokryta środkiem antyadhezyjnym, który nie wpłynie na wiązanie cementu ani nie będzie hamować przenikania wody do próbki. Nie pokrywać środkiem antyadhezyjnym powierzchni stalowych czopików.

8.4.3. Skład zaprawy - odmierzyć składniki suche zaprawy cementowej w proporcji 1 część cementu do 2,25 części frakcjonowanego kruszywa (masowo) w przypadku kruszywa o gęstości równej 2,45 kg/dm^3 lub więcej.

Masa suchych składników koniecznych jednorazowo do wykonania porcji zaprawy cementowej, wystarczającej na 3 próbki, powinna wynosić: 440 g cementu i 990 g kruszywa uzyskanego przez połączenie frakcji zatrzymanych na sitach w ilościach opisanych w Tabeli Z1.1. Zastosować współczynnik wodno-cementowy równy 0,47 masowo.

8.4.4. Mieszanie zaprawy - zaprawę wymieszać zgodnie z PN-EN 196-1.

8.4.5. Formowanie próbek zaprawy - formować próbki zaprawy w ciągu czasu nie dłuższego niż 2 min i 15 s, który upłynął od zakończenia mieszania porcji zaprawy. Wypełnić formę w dwóch porównywalnych warstwach, z których każda była zagęszczana za pomocą ubijaka. Wprowadzić zaprawę do narożników formy, wokół stalowych czopików oraz wygładzić powierzchnię formy używając zgarniaka do chwili uzyskania jednorodnej próbki. Po zagęszczeniu górnej warstwy zaprawy, usunąć jej nadmiar i wygładzić powierzchnię próbki za pomocą kilku pociągnięć zgarniaka.

9. Procedura badania

- 9.1. Początkowe przechowywanie i odczyt - umieścić każdą z form wypełnioną zaprawą w komorze wilgotnościowej ze stałą temperaturą $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ i wilgotnością nie mniejszą niż 90% RH na okres 24 ± 2 godzin. Próbkę wyjąć z form, opisać, zaznaczyć strzałką lub (*) jeden z końców próbki, który od tej pory będzie wkładany do urządzenia pomiarowego u góry i dokonać początkowego odczytu porównawczego ich długości, wkładając próbkę do urządzenia pomiarowego zaczynając od górnego czopika. Wykonywać i rejestrować początkowe i wszystkie kolejne odczyty z dokładnością do 0,001 mm. Próbkę zaprawy wykonane z danym kruszywem umieścić w pojemniku do przechowywania napełnionym wodą destylowaną w ilości zapewniającej ich całkowite zanurzenie. Zamknąć pojemnik i umieścić w komorze termostatycznej o temperaturze $80,0\pm 2^{\circ}\text{C}$ na okres 24 h.
- 9.2. Pomiar zerowy - przenieść pojedynczo pojemniki z komory termostatycznej. Kolejne pojemniki przenieść dopiero, jeżeli wszystkie próbki z poprzedniego pojemnika zostały zmierzone, a pojemnik umieszczono ponownie w komorze termostatycznej. Czas, który upłynął pomiędzy przeniesieniem a odłożeniem pojemników do komory termostatycznej nie powinien przekraczać 10 min. Wyjmować pojedynczo próbki z wody i oczyszczać powierzchnię czopików z osadu papierowym ręcznikiem. Należy zwrócić szczególną uwagę na nienaruszenie czopików. Osuszanie powierzchni próbki powinno być ograniczone do minimum, ponieważ może powodować jej wysychanie i zmniejszanie wymiarów. Wykonać pomiar zerowy (L_0) każdej z próbek natychmiast po osuszeniu. Po pomiarze włożyć do urządzenia pręt referencyjny i sprawdzić, czy różnica nie jest większa niż 3 μm (jeżeli tak, pomiar próbek należy powtórzyć). Zakończyć osuszanie i odczyt w czasie nie dłuższym niż 10 - 15 s od wyjęcia próbki z wody. Jeżeli czas pomiaru się wydłuża, należy umieścić próbkę w gorącej wodzie i powtórzyć pomiar po upływie co najmniej 3 minut. Po odczytaniu wskazania, pozostawić próbkę na ręczniku do chwili uzyskania odczytów zmian liniowych pozostałych próbek. Umieścić wszystkie próbki zaprawy z danym kruszywem w pojemniku zawierającym 1 M roztwór NaOH o temperaturze $80,0\pm 2^{\circ}\text{C}$ w ilości wystarczającej do całkowitego zanurzenia próbek. Uszczelnić pojemnik i umieścić go ponownie w komorze termostatycznej.
Uwaga: Przed każdym pomiarem należy wykonać pomiar pręta referencyjnego, ponieważ ciepło wydzielane przez próbki zaprawy może wywołać zmiany długości urządzenia pomiarowego. Urządzenie pomiarowe o konstrukcji ulepszonej (Rysunek Z1.1) nie wykazuje znaczących zmian długości wskutek wydzielania ciepła z próbek.
- 9.3. Dalsze przechowywanie i pomiary - wykonywać okresowo kolejne odczyty (L_x) zmian liniowych długości próbek, z co najmniej trzema odczytami pośrednimi, przez 14 dni po pomiarze zerowym, o tej samej, porównywalnej porze każdego dnia. Jeżeli odczyty kontynuowane są poza okresem 14 dni, wykonywać co najmniej dwa pomiary tygodniowo. Procedura jest identyczna do tej opisanej w punkcie o pomiarze zerowym z tym wyjątkiem, że po wykonaniu pomiaru każda próbka jest odkładana bezzwłocznie do tego samego pojemnika do przechowywania, z którego zostały pobrane.

10. Obliczenia

Obliczyć różnicę pomiędzy pomiarem zerowym długości próbki a pomiarem długości w każdym okresie przechowywania w zaokrągleniu do 0,001% efektywnej odległości pomiędzy końcami czopików umieszczonymi w zaprawie i zarejestrować jako ekspansję próbki dla tego okresu przechowywania. Przedstawić średnią ekspansję trzech próbek zaprawy, odpowiadających danej kombinacji cementu i kruszywa, z dokładnością do 0,01% jako ekspansję w danym okresie.

Zmianę długości badanej próbki oblicza się następująco:

$$\text{zmiana długości próbki [\%]} = 100 \times (L_n - L_0) / G,$$

gdzie:

L_n - długość próbki po „n dniach” [mm], przy czym n oznacza liczbę dni liczonych od pomiaru zerowego,

L_0 - długość zerowa próbki [mm],

G - odległość pomiędzy wewnętrznymi końcami czopików metalowych w próbkach zaprawy [mm], z dokładnością do 0,1mm.

Uwaga⁴:

Jeżeli wynik zmiany długości jednej z próbek znacząco odbiega od wyniku dwóch pozostałych (różnica powyżej 0,03%) lub próbka uległa pęknięciu, wynik ten należy odrzucić i do dalszych obliczeń przyjąć średnią z dwóch próbek. Zaleca się powtórzenie badania.

11. Dopuszczalna różnica między wynikami

11.1. Zgodnie z objaśnieniami w ASTM C1260 pkt. 12 dopuszczalna różnica pomiędzy dwoma wynikami prawidłowo przeprowadzonych badań kruszywa, wykazującego średnią 14-dniową zmianę długości > 0,10%, w tym samym laboratorium nie powinny różnić się więcej niż o 8,3%. Wyniki dwóch prawidłowo przeprowadzonych badań takiego kruszywa w różnych laboratoriach nie powinny różnić się więcej niż o 43%.

11.2. Niepewność pomiaru oszacowana na podstawie testów statystycznych Zakładu Betonów, Zapraw i Kruszyw, OSiMB-ICiMB na poziomie ufności 95% i współczynnika $k=2$ wynosi:

±0,003% w przypadku oczekiwanej ekspansji 0,05%,

±0,008% w przypadku oczekiwanej ekspansji 0,10%.

⁴Uzupełnienie odnośnie do D-05.03.04. Załącznik 1

12. Ocena

Ocena reaktywności kruszywa jest przeprowadzana na podstawie średniej zmiany długości próbek zaprawy po 14 dniach przechowywania w 1 M roztworze NaOH w temperaturze 80°C, zgodnie z tabelami poniżej, odpowiednio w przypadku kruszywa grubego i kruszywa drobnego.

Kategoria reaktywności kruszywa grubego	Opisowe określenie reaktywności	14-dniowa zmiana długości próbek [%]
R0	niereaktywne	$\leq 0,10$
R1	umiarkowanie reaktywne	$>0,10; \leq 0,30$
R2	silnie reaktywne	$>0,30; < 0,45$
R3	bardzo silnie reaktywne	$>0,45$

Kategoria reaktywności kruszywa drobnego	Opisowe określenie reaktywności	14-dniowa zmiana długości próbek [%]
R0	niereaktywne	$\leq 0,15^5$
R1	umiarkowanie reaktywne	$>0,15^5; \leq 0,30$
R2	silnie reaktywne	$>0,30; \leq 0,45$
R3	bardzo silnie reaktywne	$>0,45$

Uwagi:

- W literaturze cytowanej w ASTM C1260 stwierdzono, że niektóre granitognejszy i metabazalty wykazują ekspansję w zastosowaniach rzeczywistych, pomimo, że 14-dniowa zmiana długości próbek zaprawy z tymi kruszywami była mniejsza niż 0,10%. W przypadku takich kruszyw zaleca się analizę obserwacji z praktycznych ich zastosowań w betonie w konstrukcjach. Jeżeli brak takich danych, należy zastosować właściwe środki zapobiegawcze przeciwko szkodliwym skutkom reakcji alkalia-kruszywo.
- W przypadku 14-dniowej zmiany długości próbek w zakresie 0,08-0,20% zaleca się przedłużenie badań do 28 dni. W przypadku takich kruszyw wskazane jest przeprowadzenie badań próbek betonu metodami długotrwałymi w 38°C lub 60°C.
- Jeżeli stwierdzono znaczącą zmianę długości próbek, należy uzyskać dane uzupełniające, które potwierdzą, że ekspansja wystąpiła z powodu reakcji alkalia-krzemionka w kruszywie. Źródło takich informacji dodatkowych stanowią: (1) analiza petrograficzna kruszywa w celu określenia czy znane minerały reaktywne występują w kruszywie; (2) identyfikacja produktów reakcji alkalia-krzemionka w próbkach zaprawy po zakończeniu badania; (3) dane z eksploatacji w warunkach rzeczywistych, o ile są dostępne, mogą być zastosowane do oceny reaktywności kruszywa.

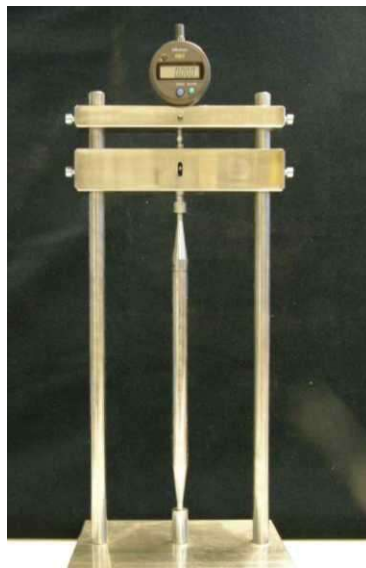
⁵ Zmiana odnośnie do D-05.03.04. Załącznik 1: granica między kategoriami R0 i R1 została zróżnicowana odnośnie do wielkości frakcji – podwyższona w przypadku kruszywa drobnego z uwagi na mniejszy wpływ na uszkodzenia betonu

- Z literatury znana jest skuteczność opisaną procedurę do oceny kruszyw z uwagi na wystąpienie reakcji alkalia-krzemionka również w przypadku kruszyw węglanowych, jeśli występuje ASR. Procedura nie nadaje się do rozpoznania przypadku reakcji alkalia-węglany.
- Gdy na podstawie wyników badań przeprowadzonych przy użyciu niniejszej metody badawczej i informacji dodatkowych stwierdzono, że dane kruszywo jest umiarkowanie reaktywne, to należy sprawdzić efektywność możliwych środków zapobiegających szkodliwym skutkom reakcji. Do takich sposobów zalicza się m.in. stosowanie niskoalkalicznego cementu portlandzkiego, obniżenie zawartości alkaliów w betonie, zastosowanie dodatków mineralnych wskazanych w zasadniczej części Wytycznych.

13. Sprawozdanie

W sprawozdaniu przedstawić następujące informacje:

- Rodzaj i pochodzenie kruszywa.
- Rodzaj i pochodzenie cementu.
- Ekspansję w autoklawie lub stałość objętości cementu oraz procentową zawartość alkaliów w cemencie: tlenku potasu (K_2O), tlenku sodu (Na_2O) i obliczonego ekwiwalentu tlenku sodu ($Na_2O_{eq} = \% Na_2O + 0,658 \times \% K_2O$).
- Średnią zmianę długości, wyrażoną w procentach, dla każdego pomiaru próbek.
- Wszelkie istotne informacje dotyczące przygotowania kruszywa, łącznie z uziarnieniem kruszywa jeżeli różni się od frakcji podanych w pkt. 8.2.
- Wszelkie istotne cechy ujawnione w trakcie oraz po badaniu próbek.
- Ilość wody zarobowej wyrażonej jako procent masowy cementu.
- Wykres zmian długości w funkcji czasu od pomiaru zerowego do końca okresu ekspozycji w 1 N roztworze NaOH w temperaturze 80°C.



Rysunek Z1.1. Urządzenie pomiarowe (dylatometr) o konstrukcji ulepszonej, z invaru

14. Informacje uzupełniające – interpretacja wyników badania ⁶

Liczne badania wydłużenia próbek z kruszywami krajowymi, przeprowadzone w laboratoriach ICiMB OSiMB oraz IPPT PAN, nie wykazały występowania sprzeczności oceny kategorii reaktywności kruszywa na podstawie metody przyspieszonej wg PB/1/18 i metody długoterminowej wg PB/2/18. Na podstawie literatury zagranicznej wiadomo, że taka sprzeczność zdarzyć się może w przypadkach szczególnego składu mineralnego lub zwiększonej niepewności pomiarów. Zwiększonej niepewności należy oczekiwać przy dużym zróżnicowaniu składu mineralnego kruszywa (dotyczy to zwłaszcza kruszyw ze skał okruchowych pochodzenia rzeczno i polodowcowego) oraz przy małym doświadczeniu metodycznym w laboratorium, związanym z rozpoznawaniem minerałów reaktywnych, prowadzeniem pomiarów ekspansji i oceną istotności wyników.

Newralgicznymi elementami metodyki pomiarów wydłużenia próbek zaprawy jest powtarzalność i szybkość wykonania pomiarów długości próbek tuż po wyjęciu z roztworu NaOH. Próbka zaprawy o niewielkim przekroju poprzecznym ulega szybkiemu ochładzaniu i wysychaniu po wyjęciu z roztworu NaOH o temperaturze 80 °C. Dlatego przedłużony, a nawet zróżnicowany między pojedynczymi próbkami, czas upływający od wynurzenia do odczytania długości w urządzeniu pomiarowym, zasadniczo wpływa na odczyt: oprócz oczekiwanej ekspansji (z powodu ASR) może zostać zarejestrowane skrócenie próbki wskutek ochłodzenia i powierzchniowego wysychania. Zręczność operatora i powtarzalna szybkość pomiaru przy minimalizacji czasu przebywania próbki poza roztworem jest warunkiem koniecznym wiarygodnej oceny wydłużenia wskutek ASR. Nie ma powodów innych niż metodyczne, aby wykres wydłużenia w czasie nie był monotoniczny; rejestrowane skrócenie próbek w takim badaniu wskazuje na nadmierny efekt ochłodzenia lub wysychania próbek podczas prowadzenia badań.

Wspomniany powyżej szczególny skład mineralny kruszyw nie został jednoznacznie ustalony w ramach przeprowadzonych badań. Szczególny przypadek kruszywa granitowego omówiono w Załączniku 7. Nie stwierdzono mniejszej przydatności metody przyspieszonej do oceny reaktywności kruszyw, w których reaktywnymi składnikami były składniki wymienione w Załącznikach 5 i 7 niniejszych Wytycznych.

⁶ Uzupełnienie w stosunku do D-05.03.04. Załącznik 1