

WPŁYW DODATKU DO BETONU POPIOŁÓW Z KOTŁÓW FLUIDALNYCH NA PRZEBIEG PROCESÓW KOROZYJNYCH STALI ZBROJENIOWEJ

Katarzyna DOMAGAŁA, Adam ZYBURA
 Politechnika Śląska, Gliwice

1. Wprowadzenie

W ostatnich latach prowadzone są badania nad możliwością zastosowania popiołów ze spalania fluidalnego jako dodatku do betonów konstrukcyjnych. Problem ma duże znaczenie ekologiczne i gospodarcze, ponieważ dotyczy zagospodarowania dużej ilości odpadów powstających w zmodernizowanych kotłach elektrowni opalanych węglem kamiennym i brunatnym. W niniejszym opracowaniu przedstawiono badania przebiegu procesów korozyjnych zbrojenia w obciążonych i zarysowanych elementach z betonu zawierającego dodatek popiołów z kotłów fluidalnych pod wpływem chlorków. Badania są kontynuacją pracy [1], w której określono zdolność tych betonów do pasywowania powierzchni stali.

2. Zakres i metoda badań

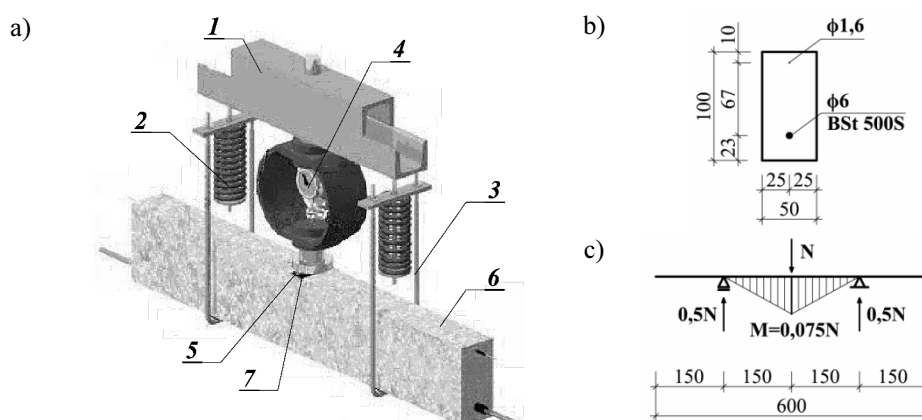
Obciążone i zarysowane elementy betonowe o wymiarach 50×100×600 mm, zbrojone jednym prętem żebrowanym średnicy 6 mm ze stali BSt 500S poddano cyklicznemu zwilżaniu w 3% roztworze NaCl. Grubość otuliny wynosiła 20 mm. Dodatkowo w każdym elemencie próbnym zabetonowany został platynowany pręt tytanowy średnicy 1,6 mm, który w trakcie pomiarów stanowił elektrodę pomocniczą – rys. 1.

Zastosowano betony zawierające popiół zfluidalnego spalania węgla brunatnego w elektrowni Turów (A30T) węgla kamiennego w elektrowni Katowice (A30K). Popiołem zastąpiono 30% masy cementu. Wyniki odniesiono do wartości pomiarów na próbkach z betonu referencyjnego bez dodatków (A0). Skład mieszanek betonowych podano w tabelicy 1. Każdy beton reprezentowały 4 elementy próbne.

Próbki pielęgnowano przez 28 dni, po czym przez kolejne 5 miesięcy przechowywano w warunkach laboratoryjnych (temp. 20°C, wilg. 60%). Następnie elementy obciążono w schemacie belki wolnopodpartej (rys. 1) i rozpoczęto badania korozyjne.

Tablica 1. Skład mieszanek betonowych oraz wytrzymałość betonów po upływie 28 dni

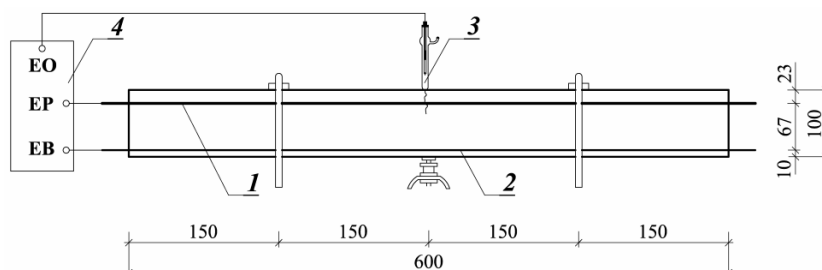
Beton	Wytrzymałość na ściskanie [MPa]	Wskaźnik w/s	Składniki [kg/m ³]						
			Cement	Popiół	Woda	Kruszywo	BV18	SKY591	
A0	41,2	0,55	CEM I 32,5R 320	0	176	1865	2,9	1,0	
A30K	41,5	0,55	CEM I 32,5R 224	96	176	1847	2,9	2,9	
A30T	48,2	0,55	CEM I 32,5R 224	96	176	1843	2,9	4,8	



Rys. 1 Schemat obciążenia elementu próbnego: a) element wraz z urządzeniem obciążającym: 1 – belka stalowa, 2 – sprężyna, 3 – cięgna prętowe, 4 – siłomierz, 5 – łożysko wałkowe, 6 – element próbny, 7 – podkładki teflonowe, b) przekrój poprzeczny elementu, c) schemat statyczny

Fig. 1 Scheme of specimen load: a) specimen with load equipment: 1 – steel beam, 2 – spring, 3 – rod string, 4 – dynamometer, 5 – rollerbearing, 6 – specimen, 7 – teflonwasher, b) specimen cross-section, c) static scheme

Badania przeprowadzono metodą polaryzacji liniowej, w układzie trójelektrodowym, określając szybkość korozji zbrojenia w wywołanej obciążeniem rysie – rys. 2. Rozwartość rysy wynosiła ok. 0,05 mm.



Rys. 2 Schemat pomiaru polaryzacyjnego wykonywanego w miejscu zarysowania elementu próbnego: 1 – elektroda badana (zbrojenie), 2 – elektroda pomocnicza (platynowany pręt tytanowy), 3 – elektroda odniesienia (Ag/AgCl), 4 – potencjostat

Fig. 2 Scheme of polarization measurement perform in place of specimen crack: 1 – workingelectrode (reinforcement bar), 2 – counterelectrode (platinizedtitanic bar), 3 – referenceelectrode (Ag/AgCl), 4 – potentiostat

Elementy próbne zwilżano przez 3,5 h w wodzie destylowanej, po czym umieszczono na 3 doby w zamkniętych kuwetach nad lustrem wody. W czwartej dobie wykonano pomiary polaryzacyjne w miejscu rysy (stan początkowy). Następnie przystąpiono do inicjacji korozji zwilżając elementy 3% NaCl. Zwilżanie agresywnym roztworem oraz wykonane po nich pomiary elektrochemiczne stanowiły powtarzalny cykl badawczy trwający 1 tydzień.

Do oceny zagrożenia korozją zbrojenia przyjęto wartość graniczną gęstości prądu $i_{kor} = 0,2 \mu\text{A}/\text{cm}^2$, powyżej której uznaje się, że beton nie zapewnia właściwości ochronnych [2, 3, 4]. Zgodnie z tym kryterium na rysunku 4 rozgraniczono tłem obszary zagrożenia korozją zbrojenia i jej niewystępowania.

Początkowo wszystkie elementy charakteryzowały się gęstością prądu korozyjnego nie przekraczającą wartości granicznej $i_{kor} = 0,2 \mu\text{A}/\text{cm}^2$. Jednak już po pierwszym zwilżaniu w 3% NaCl w miejscu zarysowania elementów z betonu referencyjnego A0 nastąpiło zainicjowanie procesów korozji, a gęstość prądu przekroczyła wartość $i_{kor} = 0,5 \mu\text{A}/\text{cm}^2$. W kolejnych tygodniach na próbkach z betonu bez dodatków obserwowano wartości gęstości prądu korozyjnego oscylujące w granicach $i_{kor} = 1 \div 6 \mu\text{A}/\text{cm}^2$, co świadczyło o zaawansowaniu procesów korozyjnych na powierzchni stali zbrojeniowej.

Natomiast w elementach z betonów, w których 30% masy cementu zastąpiono popiołami z fluidalnego spalania węgla kamiennego i brunatnego, w początkowej fazie inicjacji korozji zbrojenia gęstości prądu korozyjnego w większości nie przekraczały zakładanej wartości $i_{kor} = 0,2 \mu\text{A}/\text{cm}^2$. W końcowej fazie agresywnego oddziaływania chlorków (tygodnie 14 ÷ 23) maksymalne wartości i_{kor} w zasadzie nie były większe od $1,0 \mu\text{A}/\text{cm}^2$. Następnie, w trakcie rozwoju procesów korozyjnych, wartości gęstości prądu zmalały i jedynie sporadycznie obserwowano przekroczenie przyjętej wartości granicznej.

Uzyskane wyniki świadczą, że agresywne oddziaływanie chlorków w elementach z betonów A30K i A30T zawierających popiół doprowadziło do inicjacji korozji stali jednak w mniejszym stopniu niż w elementach z betonu referencyjnego A0. Ponadto zaprzestanie zwilżania w 3% NaCl spowodowało zahamowanie przebiegających procesów elektrochemicznych.

Literatura

- [1] Domagała K., Zybura A.: Wpływ dodatkupopiołów z kotłów fluidalnych na właściwości ochronne betonu, Roczniki Inżynierii Budowlanej, Nr 8/2008, str. 11-14.
- [2] Andrade C., Alonso C.: Corrosion rate monitoring in the laboratory and on-site, Construction and Building Materials, 10(5) (1996), pp. 315-328.
- [3] Wieczorek G.: Korozja zbrojenia inicjowana przez chlorki lub karbonatyzację otuliny, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław, 2002.
- [4] Andrade C., Alonso M. C., Gonzalez A.: An Initial Effort to Use the Corrosion Rate Measurements for Estimating Rebar Durability. Corrosion Rates of Steel in Concrete, ASTM STP 1065, Berke, Chacker and Whiting, Philadelphia, 1990, p. 29-37.

Artykuł opracowano w ramach PBR Nr R04 013 01 „Betony na cementach z popiołem z kotłów fluidalnych”.

INFLUENCE OF FLUIDIZED BED BOILER ASH ADDITIVE TO CONCRETE ON THE COURSE OF CORROSION PROCESS OF REINFORCING STEEL

Summary

Basing on polarization measurements one estimated the course of corrosion processes for reinforcement of concrete samples exposed to the cyclic influence of 3% NaCl solution. It was found that concrete containing 30% of fluidized bed boiler ash in relation to the mass of cement protected steel reinforcement against chloride corrosion better than Portland cement concrete.