

## **ANALIZA ZUŻYCIA I SPOSÓB NAPRAWY ŻELBETOWEJ KONSTRUKCJI SŁUPOWEJ**

Jan ŚLUSAREK, Aleksandra KOSTRZANOWSKA  
Politechnika Śląska, Wydział Budownictwa, Gliwice

### **1. Wprowadzenie**

Po kilku latach eksploatacji konstrukcji, nawet przy braku zewnętrznych objawów uszkodzeń, wskazane jest przeprowadzenie badania zużycia, by móc określić pozostały okres jej użytkowania. Ocena taka może uchronić właściciela obiektu przed nadmiernymi wydatkami związanymi z jego utrzymaniem [1,2,3]. W artykule przedstawiono wyniki badania zużycia trzydziestoczteroletnich konstrukcji słupowych w zakładzie produkcji prefabrykowanych elementów z betonu.



Rys.1 Widok analizowanych obiektów: a) składowisko; b) hala  
Fig.1 View of analyzed structures: a) storage area; b) hall

### **2. Założenia wstępne**

Na potrzeby analizy przyjęto, że zużycie konstrukcji określane będzie na podstawie badań postępu karbonatyzacji otuliny betonowej, za pomocą alkoholowego roztworu fenoloftaleiny oraz papierków wskaźnikowych. Użyto odczynników w górnym zakresie od  $\text{pH} = 8,3$  do  $\text{pH} = 14,0$ . Badania odczynu  $\text{pH}$  cieczy porowej przeprowadzono na mikro-odwiertach o średnicy 50mm, na głębokości 1,5cm od powierzchni, czyli na styku stali zbrojeniowej i otuliny betonowej, pobranych ze słupów hali produkcyjnej (próbki od nr 1 do nr 6) oraz na próbkach pobranych ze słupów składowiska gotowych wyrobów (próbki od nr 7 - 9). Stopień zużycia określano na podstawie następujących zależności [2]:

$$z = \frac{(pH_{\max} - pH_{bad})}{pH_{\max}}, \quad (1)$$

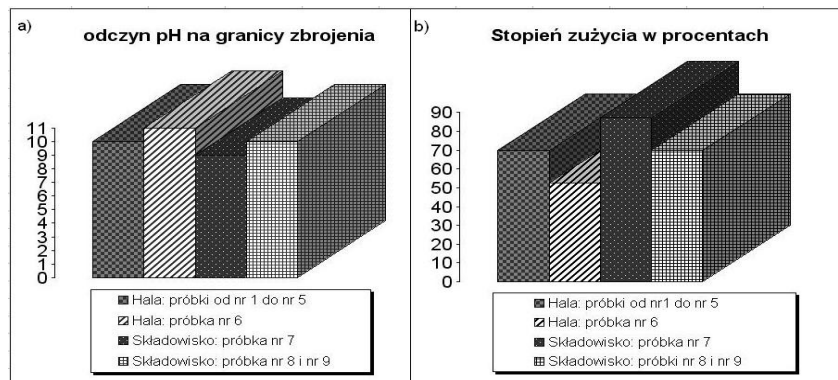
$$z_{\max} = \frac{(pH_{\max} - pH_{\min bad})}{pH_{\max}}. \quad (2)$$

Wykorzystując zaproponowane równania (1) i (2) stopień zużycia  $Z_b$  określano na podstawie zależności [2]:

$$z_b = \frac{z}{z_{\max}}. \quad (3)$$

### 3. Wyniki badań

Najbardziej niekorzystnym uzyskanym wynikiem wykładnika jonów wodorowych jest  $pH = 9$ . Można stwierdzić, że w tym obiekcie, z którego została pobrana badana próbka (nr 7 - składowisko) otulina utraciła swoje właściwości ochronne i w najbliższym czasie może nastąpić całkowite jej zobojętnienie. Tym samym konstrukcja ta wykazuje największy stopień zużycia kształtujący się w granicach 87,1 %. Najkorzystniejszym wynikiem badania postępu procesu karbonatyzacji jest pomiar odczynu  $pH = 11$ . Słup ten ( próbka nr 6 – hala ) jest w dobrym stanie technicznym, ponieważ jego otulina betonowa zachowuje jeszcze swoje właściwości ochronne wobec zbrojenia, pomimo obniżenia  $pH$ .

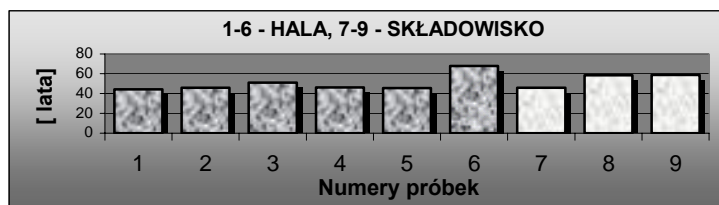


Rys.2 Wyniki analizy: a) Postęp karbonatyzacji betonu na granicy zbrojenia; b) Zużycie słupów żelbetowych

Fig.2 Results of analyses a) Progress of concrete carbonatization on the surface of reinforcement; b) Waste of reinforced concrete columns

Badany słup wykazuje najmniej, spośród badanych, stopień zużycia kształtujący się w granicach 52,3 %. Słup ten był jednak osłonięty w miejscu pobrania próbki, co spowodowało ograniczenie dostępu agresywnych substancji ze środowiska zewnętrznego do jego wnętrza. Pozostałe próbki wykazywały odczyn  $pH \approx 10$ , co nie jest zadowalającym wynikiem, ponieważ przy tym postępie karbonatyzacji otulina traci swoje właściwości ochronne. Dodatkowo oszacowano trwałość analizowanej konstrukcji słupowej przy pomocy modelu przedstawionego w pracy [3]. Na podstawie analiz

przeprowadzonych zgodnie z zaleceniami zawartymi w pracy [3] można stwierdzić, średnia trwałość słupów na hali może wynieść nawet 50 lat, natomiast na składowisku około 54 lat.



Rys. 3 Przewidywany czas użytkowania analizowanych słupów żelbetowych  
Fig. 3 Predicted service life of analyzed reinforced concrete columns

#### 4. Analiza wyników badań konstrukcji wraz z zaleceniami jej naprawy

W pojedynczych przypadkach na słupach znajdujących się na składowisku można było zauważyć spękania otuliny betonowej zbrojenia, jak również jej ubytki odsłaniające skorodowane zbrojenie. W wielu zaś analizowanych przypadkach otulina betonowa zbrojenia żelbetowych słupów utraciła swoje właściwości ochronne. Średni stopień zużycia słupów na hali oszacowano na 66,8%, a na składowisku 75,5%. Konieczne zatem było podjęcie niezwłocznych działań naprawczych, których zaniechanie mogło doprowadzić do dalszej degradacji badanych elementów żelbetowej konstrukcji słupowej.



Rys. 4 Skorodowane zbrojenie  
Fig. 4 Corroded concrete reinforcement

Po zapoznaniu się z wynikami analiz właściciel obiektu podjął decyzję o przeprowadzeniu niezbędnych działań naprawczych. Usunięto spękaną otulinę betonową, oraz produkty korozji z powierzchni prętów. Następnie pomalowano pręty farbą antykorozyjną a powierzchnię betonu i zbrojenia pokryto środkiem gruntującym, który zwiększa przyczepność oraz wzmacnia nasiąkliwe, nadmiernie chłonne powierzchnie betonowe. Ubytki wyrównano szybkotwardniejącą zaprawą budowlaną, przeznaczoną do napraw podłoży betonowych. Całą powierzchnię betonu naprawianych słupów zagruntowano preparatem o dużych zdolnościach penetracji i właściwościach wodochronnych.



Rys. 5 Żelbetowy słup po renowacji  
Fig. 5 Reinforced concrete column structure after renovation

## 5. Podsumowanie

Odporownie wczesne wykrycie procesu szybkiej degradacji otuliny zbrojenia, zanim jeszcze cała warstwa otuliny utraci właściwości ochronne wobec zbrojenia, ma duże znaczenie w procesie utrzymania żelbetowego obiektu budowlanego. Można zastosować proste zabiegi polegające na nakładaniu powłok ochronnych na powierzchnie betonu. Dodatkowe środki ochronne przyczyniają się do spowolnienia procesów niszczenia w takim stopniu, aby w okresie użytkowania konstrukcji nie wystąpiła korozja zbrojenia.

## Oznaczenia symboli

Z – zużycie, wear; pH – wykładnik jonów wodorowych,  $pH_{max}=14$ ,  $pH_{bad}$  - odczyn pH badany,  $pH_{min\ bad}=8,3$ , hydrogen ion's index;  $Z_b$  – zużycie po czasie  $t_b$ , wear after time  $t_b$ ;

## Literatura

- [1] Czarnecki L., Emmons P.H.: Naprawa i ochrona konstrukcji betonowych. Polski Cement, Kraków 2002
- [2] Ślusarek J., Kostrzanowska A.: Próba oceny stopnia zużycia technicznego żelbetowej konstrukcji słupowej; Konferencja Dni Betonu, Wisła 2006
- [3] Ślusarek J.: The durability model of selected building structures, Archives of Civil Engineering, LII. 3. 2006

## WASTE ANALYSIS AND THE METHOD OF REPAIR OF REINFORCED CONCRETE COLUMNAR STRUCTURE

### Summary

In this essay an attempt is made to assess the waste of nine 34 years old reinforced concrete columnar structures. The method of waste assessment of reinforced concrete structures was proposed. On the basis on proper inspection the method of repair of analysed structures was shown. The problems of maintenance of reinforced concrete structures were discussed as well.