Korozja stali zbrojeniowej w betonie

G.nther Ruffert - Tłumaczył Wiesław Słowik

Pojęciem korozja materiałów budowlanych określa się wszelkie procesy rozpoczynające się z reguły w strefie powierzchniowej, polegające na chemicznych reakcjach materiału budowlanego ze składnikami otaczającego środowiska, prowadzące zwykle do zniszczenia. Uszkodzenia betonu w elementach żelbetowych są spowodowane przede wszystkim korozją stali zbrojeniowej.

Ochrona przed korozją stali w betonie o odczynie alkalicznym polega na tym, że przy wartości pH zawartej między 9 a 13 tworzy się mikroskopijnie cienką warstwę ochronną, która nie pozwala na odrywanie się anionów żelaza od stali i w ten sposób zapobiega powstawaniu rdzy. Poprzez reakcję alkalicznego betonu z oddziałującym na niego dwutlenkiem węgla zawartym w powietrzu (bezwodnikiem kwasu węglowego), ta naturalna osłona chroniąca zbrojenie przed korozją neutralizuje się (karbonizuje) i po jej zniszczeniu dochodzi do korozji stali.

Chodzi tu o elektrochemiczny proces zachodzący między dwoma środowiskami stali zbrojeniowej umieszczonej w alkalicznym środowisku betonu: strefą z tlenkową warstwą ochronną oraz strefą, w której ta warstwa została zneutralizowana. Powierzchnia stali pasywowana (katoda) oraz powierzchnia stali depasywowana (anoda) w obecności (pełniącej funkcję elektrolitu) wody zawartej w porach betonu, zwilżającej obydwie powierzchnie, umożliwiają przepływ prądu. Zachodzący między dwoma biegunami słaby przepływ prądu wystarcza, aby w strefie depasywowanej (anoda) jony żelaza mogły przechodzić do roztworu. Żelazo (Fe) oddaje dwa elektrony i staje się jonem dodatnim, wówczas łączy się z obecnymi tam wodorem i tlenem, tworząc rdzę. Wskutek nacisku na otaczający beton powiększającej swą objętość stali (pęczniejącej wskutek korozji), otulina zbrojenia odpada.

Na szybkość korozji zbrojenia decydujący wpływ ma skład betonu. Stymulujące korozję roztwory wodne wypełniają układy porów w betonie, większa jego szczelność zmniejsza zatem tempo korozji. Z drugiej strony obecność związków chloru i siarki może korozję wydatnie przyspieszyć. W niekorzystnych warunkach, np. gdy stal z powodu silnych zarysowań lub odpadnięcia otuliny jest bespośrednio narażona na działanie zanieczyszczonego, agresywnego powietrza, postęp tworzenia się rdzy może wynosić 0,05 do 0,1 mm rocznie.

Korozja wżerowa

W pzrypadku ściśle ograniczonej, miejscowej neutralizacji powłoki ochronnej, np. wskutek zarysowania, może dojść do korozji wżerowej, osłabiającej przekrój stali punktowo. Jest to szczególnie niebezpieczne w przypadku cienkich strun sprężających, gdyż wskutek częściowego przerdzewienia silnie wytężonego cięgna dochodzi do jego naderwania, a w efekcie do dużych strat siły sprężającej.

Korozja wywołana prądami błądzącymi

Przyczyną uszkodzeń korozyjnych wywołanych prądami błądzącymi mogą być na przykład szyny stalowe, przez które przebiega prąd stały. Z powodu złych izolacji prąd przechodzi przez wilgotny beton do stali zbrojeniowej, przez którą może szybko przepływać. Ciągłe działanie prądów stałych nawet o niewielkim natężeniu, wywołanych różnicą wewnętrznych potencjałów między strefą zdezaktywowaną a strefą ze zneutralizowaną powłoką ochronną, może doprowadzić do powstania intensywnych procesów elektrochemicznych wywołujących korozję lub je wydatnie zintensyfikować.

Wskazówki praktyczne

W przeszłości uznawano za niebezpieczne tylko takie zjawiska korozji w elementach żelbetowych lub z betonu sprężonego, których przebieg był niezauważalny, gdyż nie powstawały żadne widoczne produkty korozji, albo nie była możliwa dokładna kontrola ich przebiegu, bądź też co najczęściej miało miejsce - zjawisko to było lekceważone. Szczególnie zagrożone elementy budowli muszą być na tę okoliczność systematycznie kontrolowane i zabezpieczane, aby konstrukcja bez ograniczeń mogła spełniać swą funkcję.

Przez pomiar pola natężeń można w nieniszczący sposób zlokalizować strefy zdepasywowane, czyli narażone na korozję. W tym celu mierzy się różnicę potancjałów między elementami zbrojenia a umieszczoną na powierzchni betonu elektrodą wzorcową. Orzeczenie o przypuszczalnym zagrożeniu korozją lub o zagrożeniu konstrukcji wymaga, obok zlokalizowania obszarów zagrożonych przez pomiar pola natężenia, także pomiaru oporności elektrycznej otaczającego betonu.

Zaletą przedstawionej metody, obok jej skuteczności, jest możliwość zlokalizowania procesów korozyjnych bez naruszania powierzchni betonu, przede wszystkim dlatego, że nie cała konstrukcja, a tylko wybrane zagrożone strefy wymagają wzmocnienia.
Korozja stali w betonie zachodzi wówczas, gdy spełnione są trzy następujące warunki:

- dopływ wystarczającej ilości tlenu,
- pasywacja powierzchni stali zintensyfikowana przez karbonizację lub działanie chlorków,
- wystarczająca ilość wilgoci do utworzenia elektrolitu.

Dopływ tlenu do stali w przypadku materiału o otwartym systemie porów, jakim jest beton, może być zamknięty tylko przez pełne pokrycie stali powłoką ochronną. Początkowo wykonywano powłoki ochronne z tworzyw epoksydowych, jednak optymistyczne początkowo rokowania zostały ograniczone, głównie z powodu negatywnych wyników prób prowadzonych przede wszystkim w USA. Stale z takimi cienkimi powłokami ochronnymi nie mają większej odporności aniżeli stale nie chronione, na których wytwarza się w alkalicznym środowisku betonu naturalna warstwa ochronna z rdzy. Przy najmniejszych nawet defektach spowodowanych cięciem, gięciem, manewrowaniem przy wbudowywaniu, powodujących nieuniknione uszkodzenia powłoki z żywic epoksydowych, z biegiem czasu, szczególnie w obecności chlorków, mogą zachodzić procesy korozyjne.

Ponieważ beton jest materiałem porowatym, a betonowe elementy budowli zawsze stykają się z powietrzem atmosferycznym, w konsekwencji karbonizacja jest procesem nieuniknionym.

Pozostaje jeszcze jedna możliwość uniknięcia korozji, to jest utrzymanie betonu w stanie suchym, aby nie zawierał wilgoci w ilości wystarczającej dla utworzenia elektrolitu. W permanentnie suchym betonie nie może zachodzić korozja, gdyż oporność elektryczna suchego betonu jest zbyt duża. Natomiast w betonie, który ciągle jest zanurzony w wodzie korozja nie może występować, gdyż dopływ tlenu z reguły jest zbyt mały.

Korozję zbrojenia można wyeliminować, jeżeli będą przestrzegane zalecenia normy - PN-84/B-03264 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i z betonu sprężonego. Obliczenia statyczne i projektowanie - w odniesieniu do otuliny zbrojenia, wartości wskaźnika cementowo-wodnego oraz ilości cementu w betonie. Przy narażeniu betonu na działanie soli używanych do walki ze śniegiem na ulicach, wymagana jest specjalna powłoka ochronna wykonana zgodnie z zaleceniami specjalnymi jak np. "Wytyczne ochrony i naprawy elementów z betonu" wydane przez Niemiecki Komitet Konstrukcji Betonowych)

Literatura

BADOWSKA H., DANILECKI W., M-CZYÁSKI M.: Ochrona budowli przed korozją. Arkady, Warszawa 1974.
KN-FEL D.: Stichwort Baustoffkorrosion (Hasło: korozja materiałów budowlanych). Bauverlag, Wiesbaden 1982.
RUFFERT G.: Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Ochrona i naprawa elementów budowlanych z betonu). Bauverlag 1990.
PN-86/B-01810. Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Własności ochronne betonu w stosunku do stali zbrojeniowej. Badania elektrochemiczne.
PN-80/B-01800 do 01815. Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie - konstrukcje betonowe i żelbetowe.