

Uszkodzenia korozyjne betonowego podtorza zlokalizowanego na terenie zakładu przemysłowego

Corrosion damage to concrete trackbed located on an industrial plant site

[dr hab. inż. Maciej Niedostatkiwicz, prof. uczelni](#) , [mgr inż. Tomasz Majewski](#) | [IZOLACJE 4/2016](#) | 2016-05-20

Przyczyny niszczenia struktury betonu przez substancje ropopochodne są bardzo złożone i do chwili obecnej nie do końca rozpoznane. W artykule przedstawiono propozycję naprawy takich uszkodzeń.

Substancje ropopochodne wpływają negatywnie na środowisko naturalne (powodują skażenie terenu [1]), a także mają destrukcyjny wpływ na betonowe elementy konstrukcyjne [2], [3] oraz wykończeniowe **obiektów budowlanych**. W literaturze definiuje się cztery podstawowe mechanizmy niszczenia betonu:

- biologiczny,
- chemiczny,
- fizyczny,
- fizykochemiczny.

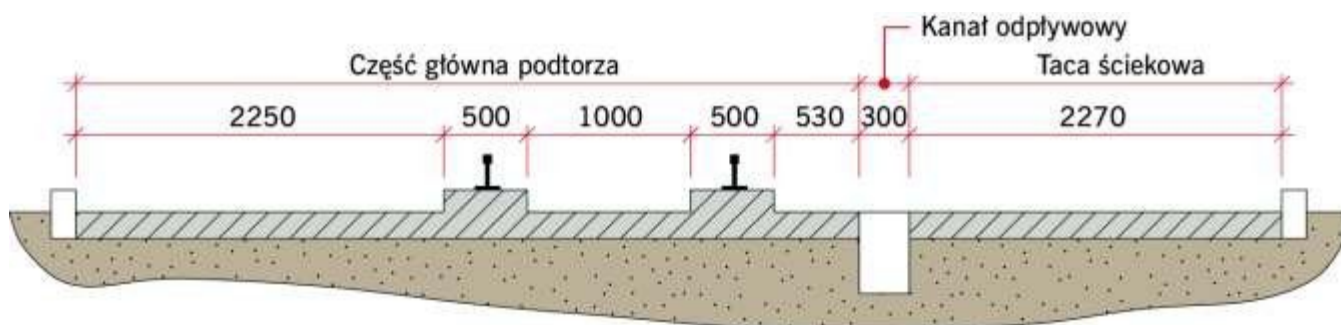
Najczęściej mechanizmy te występują jednocześnie, jednak ich ilościowy udział w procesie destrukcji **betonu** jest zróżnicowany.

Żelbetowa płyta podtorza dł. 100 m zlokalizowana była na terenie zakładu przemysłowego i wykorzystywana do załadunku i rozładunku materiałów ropopochodnych do cystern kolejowych. Tor kolejowy ułożony był na żelbetowej płycie podtorza. Płyta składa się z trzech elementów:

- części głównej podtorza,
- kanału odpływowego
- oraz tacy ściekowej.

Na **RYS.** pokazano przekrój poprzeczny.

W okresie minionym żelbetowa płyta podtorza w części środkowej na długości ~40 m (**FOT. 1 - zob. zdjęcie główne**) poddana została pracom remontowym, polegającym na reprofilacji i zabezpieczeniu górnej powierzchni płyty podtorza zaprawami PCC. Ponadto przeprowadzono odcinkową przebudowę kanału odpływowego i wymieniono uszkodzone koryta betonowe oraz uszkodzone stalowe kraty ściekowe.



RYS. Schemat konstrukcji podtorza; rys.: archiwa autorów

Opis uszkodzeń żelbetowej płyty podtorza

Najbardziej intensywne uszkodzenia występowały w środkowej części podtorza dł. ok. 40 m. W tej części najbardziej uszkodzonym elementem był środkowy fragment płyty znajdujący się między główkami szyn (**FOT. 2**).

W części głównej podtorza (**RYS.**) stwierdzono następujące uszkodzenia górnej powierzchni płyty: odspojenia warstwy wyprawy PCC od podłoża, jej spękania, zarysowania oraz nasycenie olejem betonu płyty i wyprawy PCC.

Wykonana ok. 2 lata temu wyprawa naprawcza była intensywnie spękana i nosiła ślady przemrożenia (rysy o charakterze mrozowym).

W wykonanych odkrywkach stwierdzono gromadzenie się pod płytą podtorza cieczy ropopochodnych (przez ich napływanie) pochodzących z rozładunku cystern kolejowych (**FOT. 3**).



FOT. 2. Tor z płytą podtorza: uszkodzenia części głównej podtorza; fot. : archiwa autorów



FOT. 3. Tor z płytą podtorza: odkrywka w środku toru między szynami; fot. : archiwa autorów

Głębokość uszkodzenia warstwy betonu dochodziła do 6 cm, widoczne były pręty zbrojenia konstrukcyjnego.



FOT. 4. Tor z płytą podtorza: uszkodzenia kanału odpływowego; fot. archiwum autorów.

Kanał odpływowy zlokalizowany wzdłuż toru, znajdujący się między częścią główną podtorza a tacą odpływową (**RYS.**), był intensywnie zdeformowany.

Beton posiadał rozległe uszkodzenia wzdłuż kratak odpływowych - odcinkowo kanał odpływowy został wymieniony ok. 2 lata temu w ramach prac związanych z reprofilacją podłoża.

Mimo zastosowania systemowych rozwiązań naprawczych (wbudowano żelbetowe, prefabrykowane elementy odwodnienia liniowego) wzdłuż kanału stwierdzono rozszczelnienia styku profili kanału oraz uszkodzenia warstwy wierzchniej betonu (**FOT. 4**).

Analiza stanu technicznego podtorza w aspekcie zakresu jego uszkodzeń

W uproszczeniu mechanizm biologicznego i chemicznego **niszczenia (korozji) betonu** polega na destrukcyjnym działaniu kwasów i bakterii. Często oba mechanizmy opisuje się łącznie z uwagi na ich równoczesne występowanie.

- W zaolejonym betonie w obecności wody rozwijają się bakterie (tlenowe i beztlenowe), wytwarzane są kwasy organiczne i siarkowodór oraz zmniejsza się pH wody.
- W zaolejonym betonie spada wytrzymałość w porównaniu ze stanem przed zaolejeniem – występuje zjawisko tzw. rozmiękczenia betonu, a długoterminowe oddziaływanie kwasów organicznych skutkuje spadkiem masy betonu w wyniku rozpuszczenia spoiwa cementowego i zwiększenia jego porowatości.
- W wyniku rozpuszczania spoiwa trwałość betonu istotnie spada. Spadek wytrzymałości betonu zależy od rodzaju oleju oraz czasu ekspozycji betonu na zaolejenie [4].
- Fizyczny i fizykochemiczny mechanizm niszczenia (korozji) betonu, który miał miejsce w analizowanym przypadku podtorza, związany jest z niszczeniem struktury betonu przez zamarzającą wodę zlokalizowaną w porach betonu. Zmiana ciśnienia porowego prowadzi do powstania w betonie mikrorys, które z upływem czasu prowadzą do powstania makrorys i zniszczenia struktury betonu.
- W celu przedłużenia trwałości betonu narażonego na działanie produktów ropopochodnych konieczne jest stosowanie ochrony minerałowo-strukturalnej, powierzchniowej, a także strukturalnej.
- Na **powierzchni betonu** konieczne jest stosowanie wielowarstwowej powłoki zewnętrznej, np. z żywic epoksydowych, akrylowych, alkilowych, winylowych, farb chlorokauczukowych lub olejno-żywiczych. Istotnym parametrem mającym wpływ na trwałość i skuteczność ochrony jest grubość tych powłok, która powinna być uzależniona od przewidywanych czynników mechanicznych i zaleca się, aby nie była mniejsza niż 0,15-0,20 mm dla elementów o niewielkim obciążeniu mechanicznym i > 3,0 mm dla elementów narażonych na duże obciążenie mechaniczne.

Skuteczność napraw powierzchniowych (np. zaprawami typu PCC) w istotnym stopniu zależy od przyczepności wybranego systemu naprawczego (żywicy) do podłoża (betonu).

W opisanym przypadku podtorza na podstawie wykonanych badań gruntowych stwierdzono nasycenie gruntu produktami ropopochodnymi. Grunt mimo zanieczyszczenia nie uległ rozmiękczeniu.

Jednorodność betonu w wykonanych odkrywkach była dostateczna do wykonania napraw powierzchniowych - beton miał zwartą strukturę. Również na powierzchni betonu, po usunięciu uszkodzonej warstwy wyprawy PCC, nie stwierdzono raków oraz kawern (**FOT. 5** i **FOT. 6**). Maksymalna głębokość uszkodzonego betonu wynosiła 6 cm.





FOT. 5. Tor z płytą podtorza: odkrywka – otwór kontrolny; fot. archiwum autorów.



FOT. 6. Tor z płytą podtorza: wnętrze otworu kontrolnego; fot. archiwum autorów.

Bezpośrednią przyczyną występujących uszkodzeń żelbetowej konstrukcji podtorza, w tym warstwy zaprawy naprawczej PCC, była niska jakość wykonanych robót oraz zastosowanie materiałów niekompatybilnych do agresywnego środowiska eksploatacji (czynnikami oddziaływującymi na beton). Zastosowane materiały naprawcze nie zapewniły projektowanej trwałości i odporności betonu podtorza.

Proponowana metoda naprawy

Ze względu na zakres występujących uszkodzeń prace remontowe należało przeprowadzić w systemie etapowym.

Etap 1 (do realizacji w trybie pilnym) obejmował:

- doraźne usunięcie luźnych fragmentów wyprawy PCC oraz betonu;
- wykonanie początkowego pomiaru geodezyjnego prostoliniowości i nachylenia szyn toru oraz prowadzenie w regularnych odstępach czasu kontrolnych pomiarów geodezyjnych podtorza. Zalecono wykonywanie pomiarów geodezyjnych w odstępach co 4 tygodnie w okresie zimowym oraz w odstępach co 2 tygodnie w okresie wiosenno-letnim. Podczas pomiarów szczególną uwagę należało zwrócić na pomiar liniowości, pionowości i nachylenia główek szyn względem siebie;
- podział podtorza na działki robocze oraz wykonanie prac obejmujących:
 - zmycie wodą pod ciśnieniem zawierającą detergenty,
 - zagruntowanie umytej powierzchni betonu: *na matowo-wilgotny beton nałożenie warstwy szczepnej z żywicy epoksydowej przeznaczonej na zaolejone posadzki i posypanie jej piaskiem kwarcowym (wyżarzonym ogniowo),*
 - wykonanie warstwy buforowej z żywicy epoksydowej i posypanie jej piaskiem kwarcowym,
 - reprofiliację górnej powierzchni zaprawą szpachlową na bazie żywicy epoksydowej zmieszanej z kruszywem kwarcowym,
 - nałożenie warstwy nośnej z żywicy odpornej na działanie produktów ropopochodnych.

Równoległe z pracami związanymi z wykonywaniem warstw szczepnej, buforowej oraz szpachlowej należało prowadzić prace związane z naprawą dylatacji.

Etap 2 (do docelowej realizacji podczas przestoju technologicznego) obejmował przebudowę głównej części podtorza oraz tacy ściekowej w oparciu o systemowe prefabrykaty z polimerobetonu odpornego na działanie cieczy ropopochodnych.

W nowo projektowanym układzie warstw podtorza należało zaprojektować poziomą izolację przeciwwilgociową, spełniającą jednocześnie rolę izolacji przeciwolejowej, ułożoną na warstwie podbudowy z chudego betonu klasy B15 (C12/15). Jako materiał do wykonania izolacji zalecono zastosowanie np. folii olejo- i bitumoochronnej gr. min. 2 mm.

Wnioski

Żelbetowa płyta podtorza narażona na długotrwały okres ekspozycji cieczy ropopochodnych (olej napędowy, benzynę, olej rzepakowy, alkohol, estry kwasów tłuszczowych), pomimo wykonanej naprawy, uległa szybkiej destrukcji.

Bezpośrednią przyczyną występujących uszkodzeń był długoletni okres eksploatacji i brak prowadzonych regularnie remontów okresowych, jak również brak przeprowadzenia remontu kapitalnego **toru i podtorza**.

Brak izolacji przeciwwilgociowej (spełniającej jednocześnie rolę izolacji przeciwolejowej) pod płytą skutkowało zawilgoceniem betonu wywołanym zjawiskiem podciągania kapilarnego wilgoci z podłoża gruntowego, co przyczyniło się to do zwiększenia zakresu występujących uszkodzeń oraz zanieczyszczenia gruntu.

Literatura

1. J. Rakowska, "Wpływ środowiska na zachowanie się substancji ropopochodnych w gruncie", monografia pt. "Usuwanie substancji ropopochodnych z dróg i gruntów". Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego-Państwowy Instytut Badawczy, Józefów 2012, s. 20–22.
2. T. Pużak, "Beton odporny na oddziaływanie paliw ropopochodnych oraz cieczy lekkich", "Budownictwo, Technologie, Architektura", nr 3/2007, s. 60-62.
3. P. Suchorab, "Wpływ produktów pochodzenia naftowego na cechy fizyczno-mechaniczne betonu" monografia pt. "Usuwanie substancji ropopochodnych z dróg i gruntów", Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego-Państwowy Instytut Badawczy, Józefów 2012, s. 37-44.4. T. Błaszczyński, "Destrukcyjna beton pod wpływem produktów ropopochodnych", Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1995.