

Naprawa silnie zaolejonej posadzki betonowej

Mgr inż. Tomasz Majewski, Emmco Pomorze Sp. z o.o. Sp. k., dr hab. inż. Maciej Niedostatkiewicz, Politechnika Gdańska

1. Wprowadzenie

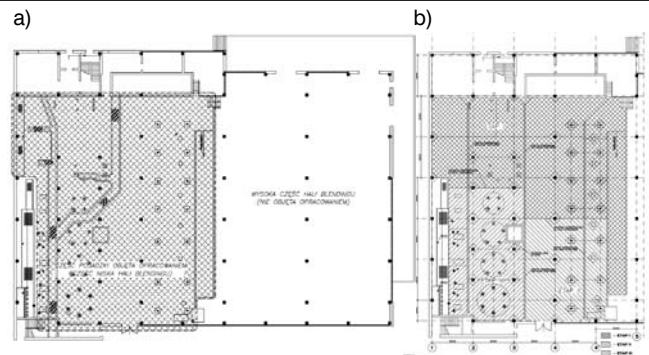
Posadzki znajdujące się w zakładach przemysłowych narażone są na eksploatację w trudnych warunkach środowiskowych. Widoczne na powierzchni betonu plamy i przebarwienia często utrudniają eksploatację posadzek ze względów estetycznych. W halach przemysłowych przebarwienia nie mają z reguły istotnego znaczenia, natomiast w przypadku głębokich ubytków żywicy i betonu w ciągach komunikacyjnych poważnie utrudniają eksploatację obiektu i mogą mieć wpływ na bezpieczeństwo ludzi w nim pracujących.

Wpływ substancji ropopochodnych na beton nie jest do końca znany. Zaolejony beton zmienia swoje własności fizykochemiczne w czasie [1–3]. Zmiana wytrzymałości i tym samym trwałości betonu zależy od jego nasycenia olejem – im jest on wyższy, tym spadek wytrzymałości jest większy. W literaturze definiuje się cztery podstawowe mechanizmy niszczenia betonu: biologiczny (1), chemiczny (2), fizyczny (3) oraz fizykochemiczny (4). Najczęściej mechanizmy te występują jednocześnie, jednak ich ilościowy udział w procesie destrukcji betonu jest zróżnicowany [2–3].

Najczęściej biologiczny i chemiczny mechanizm niszczenia betonu opisuje się razem z uwagi na wspólne oddziaływanie bakterii oraz wytworzonych przez nie związków na beton. Mechanizm ten polega on na zmianie właściwości cieczy (olej-woda), w której rozwijają się bakterie tlenowe (ropa naftowa) i beztlenowe (woda). Produktami przemian są kwasy organiczne (głównie kwas octowy CH_3COOH) oraz nieorganiczne (kwas siarkowy H_2SO_4) przy równoczesnym zmniejszeniu odczynu pH cieczy. Beton w środowisku kwasów ulega: rozpuszczeniu w obecności kwasów nieorganicznych oraz rozmięknieniu w obecności kwasów organicznych. Z reguły zwiększa się również jego porowatość oraz zmniejsza masa. W strefie kontaktu ziarna kruszywa ulegają odstąpieniu, a z czasem rozluźnieniu.

Fizyczny i fizykochemiczny mechanizm niszczenia betonu polega na spadku jego wytrzymałości w wyniku procesu jego hydrofobizacji i zatrzymania procesu hydratacji cementu. Spadek wytrzymałości następuje w wyniku rozpuszczenia spoiwa (kamienia cementowego), rozmięknienia betonu (zmydlenia) oraz zarysowania.

Analizowana posadzka zlokalizowana była w hali



Rys. 1. Rzut hali z częścią posadzki przeznaczoną do naprawy: a) strona lewa: część produkcyjna z widocznymi fundamentami i kanałami przeznaczonymi do rozbiórki, część prawa: część magazynowa nie objęta opracowaniem, b) część produkcyjna z podziałem posadzki na etapy; zróżnicowane kreskowanie odnosi się do poszczególnych pól (sekcji) roboczych

konfekcjonowania olejów i produktów ropopochodnych, w której poruszały się ciężkie wózki widłowe. Posadzka była intensywnie eksploatowana w zaolejonym środowisku. Z uwagi na ciągły proces produkcji na przestrzeni lat posadzka nie była remontowana, prowadzono jedynie jej doraźne naprawy. Zakres uszkodzeń posadzki był zróżnicowany i zależał od intensywności eksploatacji jej poszczególnych fragmentów: rozległe i głębokie uszkodzenia w traktach komunikacyjnych, mniejsze uszkodzenia poza nimi. W ciągach produkcyjnych powierzchnia betonu była głęboko zniszczona, stwierdzono tam ubytki żywicznej powłoki chemoodpornej, ubytki betonu oraz uszkodzone dylatacje. W pozostałych miejscach widoczne były niewielkie uszkodzenia powłoki chemoodpornej, rysy i pęknięcia. Na odkrytej powierzchni betonu widoczne były plamy oleju oraz odkryte ziarna kruszywa. Z uwagi na ilość oraz zakres występujących uszkodzeń oraz brak skuteczności wcześniej wykonanych napraw właściciel podjął decyzję o kapitalnym remoncie przedmiotowej posadzki.

2. Dane ogólne

Posadzka znajdowała się w hali produkcyjnej zakładu konfekcjonowania olejów i produktów ropopochodnych (rys. 1a). Hala funkcjonalnie podzielona jest na dwie

części: (lewą) produkcyjną z linią technologiczną, zbiornikami, urządzeniami do rozlewania, pakowania i wagą oraz (prawa) magazynową. Z uwagi na różne wysokości posadzki nad poziomem terenu komunikacja między oboma częściami zapewniona była przez wewnętrzną rampę oraz schody. W hali poruszały się ciężkie wózki widłowe (na kołach pełnych z gumy).

3. Opis uszkodzeń oraz analiza stanu posadzki betonowej

Najbardziej intensywne uszkodzenia występowały w części produkcyjnej hali (strona lewa). Stwierdzono odspojenia, złuszczenia i ubytki wierzchniej warstwy żywicy, ubytki betonu w miejscach wcześniej wykonanych napraw, spękania i zarysowania nawierzchni. Beton w warstwie przypowierzchniowej uległ rozmięknieniu. W miejscach rys i pęknięć stwierdzono wysięki oleju świadczące o wysokim nasyceniu betonu płyty olejem. W wykonanych odkrywkach stwierdzono brak sprawnej izolacji poziomej (przeciwolejowej oraz przeciwwodnej) pod płytą posadzki. Pod posadzką betonową o średniej grubości 25 cm wbudowana została czarna folia PE o grubości 0,2 mm ułożona w dwóch warstwach. Między warstwami folii oraz pod nimi stwierdzono olej. Żelbetowa płyta posadowiona była na 50 cm warstwie piasków średnich (P_s). Po wykonaniu badań chemicznych stwierdzono w piasku oraz gruncie poniżej warstwy piasku obecność produktów ropopochodnych [4]. W pobranych odwiertach rdzeniowych maksymalna głębokość zaolejenia wynosiła 8 cm (przy grubości płyty równej 25 cm). Stwierdzono brak przyczepności prętów zbrojenia górnego do betonu. Wykonano badania wytrzymałości betonu na ściskanie z pobranych rdzeni oraz odczynu pH:

- górna część posadzki (zaolejona): średnia wytrzymałość na ściskanie $f_{cm} = 18,0$ MPa, minimalna $f_{ci, lowest} = 12,1$ MPa, odczyn pH przy powierzchni (na głębokości 1,0 cm) – 8,8 pH;
- dolna część posadzki (niezaolejona): średnia wytrzymałość na ściskanie $f_{cm} = 24,2$ MPa, wytrzymałość minimalna $f_{ci, lowest} = 18,7$ MPa, odczyn pH w głębi (na głębokości 24 cm) – 12,6 pH.

Posadzka podzielona była dylatacjami w polach 6×6 oraz 6×9 m. Rozstaw dylatacji dopasowany był do lokalizacji urządzeń zlokalizowanych w hali. Pod posadzką znajdowały się pozostałości fundamentów po wyłączonych i zdemontowanych urządzeniach (wadze oraz podporach stalowych słupów zdemontowanych instalacji). W sąsiedztwie tych fundamentów beton posadzki był zarysowany i spękany.

Na podstawie wykonanych odkrywek, badań materiałowych i gruntowych oraz analizie stanu istniejącego oraz wykonanych obliczeniach sprawdzających zarekomendowano wymianę całej posadzki w części produkcyjnej hali. Przygotowana szczegółowa dokumentacja projektowa uwzględniała zakres planowanych do wykonania

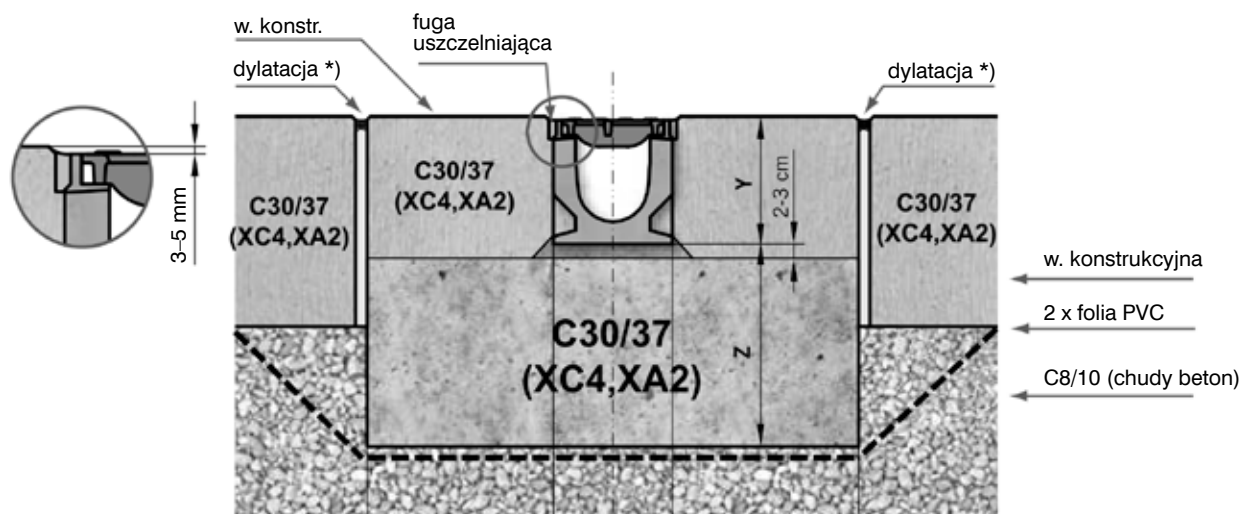
prac remontowych oraz prowadzenie ich bez wyłączenia hali z produkcji.

4. Opis zastosowanych rozwiązań

W projekcie wymiany posadzki założono całkowite usunięcie istniejących warstw posadzki do poziomu piasku średniego (P_s), wykonanie mikroniwelacji gruntu pod posadzką wraz z jego mechanicznym zagęszczeniem i odtworzenie posadzki ze zmienionym w stosunku do pierwotnego układzie warstw [5–11]. Część skażonego gruntu została wymieniona i zutylizowana [4]. Zakres prac naprawczych obejmował również przebudowę nawierzchni wewnętrznego podjazdu. Na powierzchni betonowej posadzki oraz podjazdu wykonana została warstwa żywicy odpornej na działanie środków chemicznych (nafto- i olejoodporna) o zwiększonej szorstkości oraz odporności na ścieranie [5–7].

Z uwagi na konieczność zachowania ciągłości produkcji oraz zakres planowanych prac posadzka hali podzielona została dylatacjami na działki robocze odpowiadające etapom prac naprawczych (rys. 1b). Dylatacje między polami roboczymi były dyblowane, natomiast pozostałe dylatacje (w polach) były dylatacjami skurczowymi [8]. W posadzce osadzone zostały koryta liniowe odprowadzające wodę oraz ścieki poprodukcyjne do rur instalacji ścieków zaolejonych. Posadzka wykonana została w spadkach. Przyjęto następujący układ warstw posadzki:

- beton podkładowy C8/10 o grubości 10 cm;
- izolacja przeciwwilgociowa i przeciwolejowa wykonana z dwóch warstw folii odpornej na działanie środków ropopochodnych (PVC o grubości 0,6 mm i PVC o grubości 1,0 mm). Arkusze każdej warstwy folii łączone były na zakład przez zgrzewanie. Przestrzeń między foliami pozostała wolna w celu kompensacji odkształceń płyty (zapewnienie poślizgu);
- warstwa konstrukcyjna betonu spełniająca następujące wymagania: klasa wytrzymałości: C30/37, zawartość chlorków CL 0,2, klasy ekspozycji: XC4, XA2, XM2, nasiąkliwość: <5%, minimalna wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu $f_{ctm} = 4,5$ MPa, odporność na tzw. szok termiczny tzn. nagłą zmianę temperatury przy nierównomiernym ogrzaniu: $\Delta t = \pm 55$ °C, równość powierzchni SR3;
- warstwa posadzki chemooodpornej spełniająca następujące wymagania: całkowita szczelność na działanie płynów, odporność na działanie produktów ropopochodnych i bitumicznych (nafta, benzyna, olej, benzen itp.), odporność na ścieranie: klasa AR0,5 odporność na tzw. szok termiczny tzn. nagłą zmianę temperatury: $\Delta t = \pm 60$ °C, szorstkość powierzchni (antypoślizgowość): posypka z piasku kwarcowego, odporna na uderzenia, odporna na działanie produktów ropopochodnych i bitumicznych, odporna na działanie środków czyszczących przeznaczonych do zaolejonych powierzchni.



Rys. 2. Przekrój poprzeczny detalu nowo projektowanego odwodnienia liniowego

Dylatacje konstrukcyjne (dyblowane) wykonane zostały na całej grubości betonowej płyty posadzki. W trakcie wykonywania posadzki, w strefach krawędziowych, osadzone zostały w środku grubości płyty pręty $\varnothing 20$ mm ze stali żebrowanej klasy AIII-N znaku B500SP w rozstawie, co 500 mm. Szerokość dylatacji wynosiła 15 mm. Dylatacje pozorne (przeciwskurczowe) wykonane zostały przez nacięcie tzw. młodego betonu (po jego stwardnieniu w zależności od temperatury i składu około 12–48 godzin od ułożenia). Nacięcie wykonano piłą diamentową na głębokości 80 mm i szerokości 5 mm.

Po nacięciu dylatacji pozornych wszystkie dylatacje wypełnione zostały materiałem elastycznym odpornym na działanie olejów i środków ropopochodnych.

Z uwagi na zaproponowany podział posadzki na etapy oraz lokalizację urządzeń produkcyjnych, spadki poszczególnych pól dylatacyjnych były zróżnicowane. Odwodnienie liniowe wykonano z prefabrykowanych kształtek odpornych na działanie produktów ropopochodnych oraz benzyn (rys. 2). Szczeliny na styku prefabrykatu z betonem posadzki wypełnione zostały analogicznie jak szczeliny dylatacyjne.

6. Podsumowanie

W artykule opisano uszkodzenia posadzki przemysłowej eksploatowanej w trudnych warunkach środowiskowych – w obecność oleju i produktów ropopochodnych oraz poddanej intensywnemu ruchowi ciężkich wózków widłowych, które na przestrzeni czasu skutkowały rozległymi usterkami i uszkodzeniami. Wykonywane wielokrotnie naprawy posadzki w formie uzupełnienia ubytków zaprawami PCC oraz wykonywaniem nowych wierzchnich warstw chemoodpornych okazały się nieskuteczne. Na podstawie analizy wykonanych badań chemicznych i wytrzymałościowych remont posadzki okazał się nieopłacalny ze względów ekonomicznych.

Prowadzenie prac budowlanych związanych z wymianą posadzki było utrudnione ze względu na konieczność zachowania ciągłości produkcji zakładu przemysłowego. Krótkie okresy przerw w pracy linii technologicznej wykorzystane zostały do ułożenia i pielęgnacji warstwy powłoki chemoodpornej. W okresie użytkowania wykonanej posadzki (okres 2 lat) nie stwierdzono widocznych uszkodzeń i usterek.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Pużak T., Beton odporny na oddziaływanie paliw ropopochodnych oraz cieczy lekkich. *Budownictwo, Technologie, Architektura*, 3, 39, 60–62, 2007
- [2] Suchorab P., 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 k/Otwocka, 37–44, 2012
- [3] Błaszczyński T., Destrukcja betonu pod wpływem produktów ropopochodnych. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 1995
- [4] Rakowska J., 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 k. Otwocka, 20–22, 2012
- [5] Ślusarek J., Wybrane rozwiązania strukturalno-materiałowe betonowych nawierzchni przemysłowych. *Materiały Konferencyjne XIX Ogólnopolska Konferencja Warsztat Pracy Projektanta Konstrukcji*, Ustroń 2004, 129–154
- [6] Chmielewska B., Czarnecki L., Materiały i wymagania dotyczące posadzek. *Materiały Konferencyjne XXVI Ogólnopolska Konferencja Warsztat Pracy Projektanta Konstrukcji*, Szczyrk 2011, 239–280.
- [7] Rokieli M., Wykończenie podłogi przemysłowej. *Inżynier Budownictwa*, 11, 67/listopad 2009, 50–54
- [8] Mierzwa W., Kształtowanie i obliczanie posadzek przemysłowych na gruncie. *Materiały Konferencyjne XXIII Ogólnopolska Konferencja Warsztat Pracy Projektanta Konstrukcji*, Szczyrk 2008, 295–326
- [9] Tejchman J., Małasiewicz A., *Posadzki przemysłowe*. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 2006
- [10] Hajduk P., *Projektowanie podłóg przemysłowych*, Wydawnictwo PWN, Warszawa, 2013
- [11] Technical Report Nr 34. *Concrete industrial ground floors. A guide to design and constructions*. Concrete Society, Third edition 2003