

Naprawy konstrukcji żelbetowych

W poprzednim numerze „Renowacji i Zabytków” został opublikowany artykuł „Żelbet też się starzeje”, który przybliżył historię powstania tego materiału, opisywał, jakie zagrożenia dla niego niesie za sobą środowisko agresywnie chemiczne, jakim uszkodzeniom może ulegać oraz jakie podstawowe systemy stosuje się do jego zabezpieczenia. W niniejszym artykule przedstawiamy szczegółowe prace, wykonywane podczas napraw konstrukcji żelbetowych instalacji gaszenia żużła w Hucie Mittal Steel w Krakowie oraz w Centralnym Magazynie Surowca na terenie Cementowni Górka w Trzebini.

Huta Mittal Steel w Krakowie

Na terenie Huty Mittal Steel w Krakowie instalacja gaszenia żużła powstała pod koniec lat 50. ubiegłego wieku. Instalację wybudowano na potrzeby ówczesnej Cementowni Kraków. W instalacji otrzymuje się granulowany żużel wielkopiecowy, który, po odpowiednim zmieleniu, jest głównym dodatkiem cementu hutniczego. Proces otrzymywania granulowanego żużła wielkopiecowego polega na powolnym wlewaniu płynnego żużła do silnego strumienia wody.

Konstrukcja instalacji wykonana została w technologii żelbetu. Konstrukcja ta składa się ze słupów i belek podsuwnicowych oraz z czterech budek sterowniczych. W trakcie eksploatacji tego obiektu wykonywane były tylko doraźne naprawy wybranych elementów konstrukcji. Intensywna eksploatacja, bez remontów generalnych, doprowadziła w roku 2009 do wyłączenia obiektu z eksploatacji przez Urząd Dozoru Technicznego. W tymże roku przystąpiono do opracowania koncepcji remontu, naprawy i ochrony konstrukcji. Na etapie projektowania remontu

Proces gaszenia żużła.



zaproszono doradców technicznych Spółki Mapei Polska do współpracy w opracowaniu technologii naprawy żelbetu. Dokonano inwentaryzacji zniszczeń i stanu technicznego konstrukcji. Podzielono konstrukcję na dwie strefy obciążeń, zależne od wpływu zmiennej temperatury i warunków, w jakich pracuje konstrukcja.

W I strefie znalazły się urządzenia pracujące w bezpośrednim kontakcie z parą wodną uwalnianą w czasie procesu gaszenia żużla. Zniszczenia w tej strefie były największe.

Do strefy II zaliczono słupy i belki podsuwnicowe, znajdujące się po drugiej stronie zbiornika. W II strefie zniszczenia były zdecydowanie mniejsze, bo i agresja oddziaływającego środowiska również.

W strefie II do napraw i uzupełnienia większych ubytków zaproponowano tiksotropową zaprawę naprawczą klasy R3 (MAPEGROUT 430), a do wyrównania powierzchni drobnoziarnistą zaprawę polimerowo-cementową (MONOFINISH) z dodatkiem preparatu redukującego skurcz (MAPECURE SRA). Na ten dodatek zdecydowano się głównie ze względu na warunki towarzyszące prowadzeniu prac naprawczych oraz trudną do zapewnienia właściwą pielęgnacją zapraw naprawczych. Mimo odpowiednio skomponowanego przez producenta składu zapraw naprawczych o regulowanym skurczu, jako dodatkowe zabezpieczenie przed ewentualnym powstawaniem rys skurczowych wybrano właśnie takie rozwiązanie, proponowane w takich przypadkach przez producenta i doradców technicznych. Po wykonaniu napraw zalecono zabezpieczenie powłokowe konstrukcji farbą akrylową.

Z kolei w strefie I obciążenia zaproponowano do reprofilacji głębszych ubytków w konstrukcji zaprawę naprawczą nakładaną metodą natryskową suchą (MAPEGROUT GUNITE). Do lokalnych ubytków, podobnie jak w II strefie, tiksotropową zaprawę naprawczą (MAPEGROUT 430). Ponadto w bezpośredniej strefie oddziaływania zmiennej temperatury i omywania parą wodną zaproponowano stworzenie warstwy wzmacniającej i ochronnej z siatki z alkaloodpornego włókna szklanego (MAPEGRID G220), wklejanej w dwukomponentową cementowo-polimerową zaprawę naprawczą (PLANITOP HDM). Technologię taką zastosowano na budkach sterowniczych i belkach podsuwnicowych, pomiędzy tymi budkami. Rozwiązanie to ma za zadanie podniesienie odporności konstrukcji i jej ochronę ze względu na oddziaływającą zmienną temperaturę podczas eksploatacji instalacji. Siatka ze specjalnego alkaloodpornego włókna szklanego, wklejona w zaprawę mineralną, dzięki doskonałej przyczepności



Zniszczenie betonu belek podsuwnicowych (strefa I).

Degradacja betonu konstrukcji instalacji gaszenia żużla.





Reprofilacja zaprawami natryskowymi.

Postęp prac naprawczych.





do podłoża, powoduje wzrost odporności na kruche pęknięcia, równomierną redystrybucję naprężeń, trwałość i odporność na wysoką i zmienną temperaturę.

W marcu 2010 roku firmy wykonawcze przystąpiły do remontu konstrukcji wg zaproponowanej technologii. Wykonano czyszczenie strumieniowo-ścierne całej konstrukcji, a następnie czyszczenie hydrodynamiczne. Z uwagi na panującą temperaturę i ekspozycję na słońce firmy wykonawcze zdecydowały się na zastosowanie do zapraw dodatku preparatu redukującego skurcz (MAPECURE SRA), co pozwoliło na wyeliminowanie procesu pielęgnacji zapraw bezpośrednio po ich nałożeniu. Po reprofilacji konstrukcji, w strefach o wysokim obciążeniu termicznym, założono system z siatki z włókna szklanego i dwukomponentowej zaprawy.

W maju 2010 r., po wymaganych odbiorach technicznych, instalację oddano do użytku i przystąpiono do eksploatacji obiektu.

Obecnie, po wykonanej naprawie, powierzchnia betonowych elementów konstrukcji jest jednorodna, szczelna, nie występują rysy ani inne nieciągłości. Dzięki właściwemu doborowi zestawów materiałów naprawczych przywrócono kształt i funkcję konstrukcji, a co za tym idzie, zapewniona została wymagana trwałość konstrukcji.

Centralny Magazyn Surowca Cementowni Górka w Trzebini

Centralny Magazyn Surowca na terenie Cementowni Górka w Trzebini składa się z otwartej, prefabrykowanej, żelbetowej, jednonawowej hali oraz połączonego z nią budynku młynów surowca. W hali magazynowany jest surowiec kamienny (przede wszystkim boksyt), przywożony do niej samochodami ciężarowymi. Rozładunek następuje wprost na posadzkę hali, po czym materiał transportowany jest przy użyciu suwnicy na przemy zlokalizowane przy północnej ścianie. Kolejno, poprzez stalowe sита i żelbetowe, monolityczne leje zsykowe, kruszywo podawane jest do dwóch stalowych młynów kulowych o masie ok. 150 ton.

Wiek obiektu oceniono na ok. 60 lat, ponieważ na jednym z dźwigarów wybita była data 03.08.1957.

Szerokość hali wynosi ok. 29 m, długość – ok. 182,5 m, a wysokość (w kalenicy) – ok. 22,2 m.

Hala magazynowa została przekryta dachem, którego konstrukcję stanowią rozstawione co 7,5 m dźwigary kablobetonowe ODRA-30 o rozpiętości 30 m oraz oparte na nich i połączone poprzez nadbeton – płyty żebrowe PŻ 149x737 cm. Podpory dźwiga-

Wzmacnianie powierzchni siatką z włókna szklanego Mapegrid G220, wklejaną w zaprawę mineralną Planitop HDM.



Widok na Magazyn Surowca Cementowni Górka.

rów stanowią monolityczne, żelbetowe słupy, zamocowane w stopach fundamentowych.

Ściana północna hali została zamknięta ścianą oporową o przekroju w kształcie linii łamanej. Ściana została oparta na ławie fundamentowej oraz na belkach prefabrykowanych opartych przegubowo na słupach hali.

W hali znajdują się dwie czynne suwnice o udźwigu 12,5 ton każda. Tory suwnicy zamocowane zostały do stalowych i żelbetowych belek podsuwnicowych. Budynek hali magazynowej posiada trzy dylatacje termiczne, skonstruowane przez zdwojenie słupów i dźwigarów.

W pierwszym etapie prac naprawczych podjęto się rekonstrukcji i reprofilacji elementów, wykazujących największe zniszczenia i uszkodzenia. Wszystkie etapy prac, przed ich zakryciem, tzw. prace zanikające, podlegały każdorazowo odbiorowi przez inspektora nadzoru ze strony inwestora.

Skuteczność prac naprawczych to przede wszystkim trwałe przywrócenie stanu użytkowania uszkodzonemu obiektowi, a na to decydujący wpływ mają nie tylko właściwie dobrane materiały o wysokiej jakości, ale także sposób przygotowania podłoża

oraz profesjonalne wykonawstwo prac renowacyjnych.

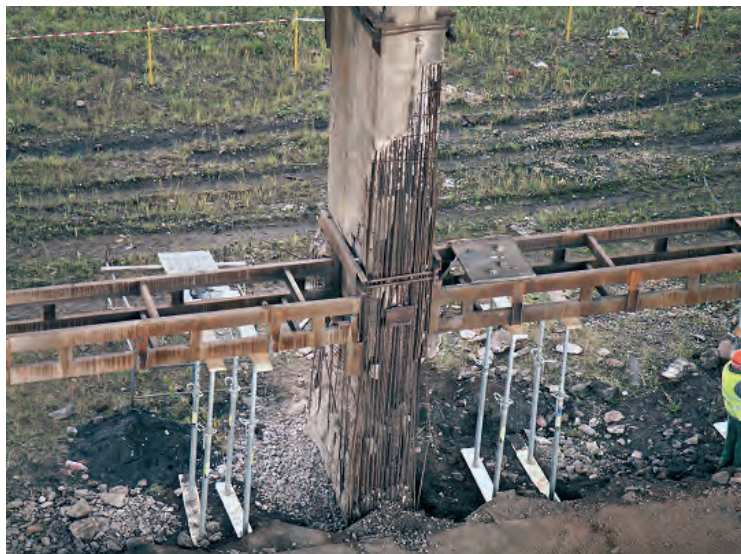
Ponieważ druga część hali wykorzystywana była podczas prac naprawczych jako magazyn mineralnych surowców do produkcji cementów glinowych i istniało potencjalne niebezpieczeństwo zanieczyszczenia ich odpryskami piasku lub rdzy, jako skuteczną metodę czyszczenia zastosowano hydrodynamiczną (zamiast piaskowania), z użyciem urządzenia wysokociśnieniowego z rotacyjną dyszą, znacznie zwiększającą efekt czyszczenia (maksymalne ciśnienie robocze podawanej wody wynosiło 450 barów). Następnie skorodowaną stal zbrojeniową doczyszczano mechanicznie szczotkami stalowymi, a w trudno dostępnych miejscach narzędziami ręcznymi.

Oczyszczone pręty zbrojeniowe zabezpieczano jednoskładnikowym preparatem antykorozyjnym MAPEFER 1K. Przy pomocy pędzla наносzono dwie warstwy tego materiału, przy czym drugą nakładano po związaniu pierwszej, po około 2 godzinach. Grubość naniesionej dwuwarstwowej powłoki wynosiła średnio 2 mm.

Pręty zbrojeniowe uszkodzone mechanicznie lub przez korozję, których powierzch-



Widok na Magazyn Surowca Cementowni Górka.



Oczyszczone zbrojenie słupa żelbetowego.



Widok szalunku przygotowanego do betonowania przy odbudowie słupów.

Pręty zbrojeniowe, zabezpieczone preparatem MAPEFER 1K.

nia przekroju poprzecznego zmniejszyła się o ponad 25-30%, zostały uzupełnione nowymi wkładkami, które połączono z istniejącymi przez spawanie. Część prętów wklejono do oczyszczonego rdzenia betonowego przy użyciu dwuskładnikowego kleju epoksydowego ADESILEX PG 1.

Uszkodzenia powierzchniowe betonu i ubytki otuliny uzupełniane były zaprawą naprawczą MAPEGROUT TISSOTROPICO, materiałem o właściwościach tiksotropowych, dzięki czemu może być nakładana na powierzchnie pionowe, nawet w stosunkowo grubych warstwach, to jest do 30-35 mm, bez efektu spływania. Produkt ten wykazuje również bardzo dobrą przyczepność do podłoża betonowego oraz prętów zbrojeniowych, zabezpieczonych preparatem MAPEFER 1K. Zaprawa ta jest zbrojona włóknami syntetycznymi i wiąże praktycznie bezskurczowo, lecz dla zapewnienia prawidłowego wiązania była poddawana zabiegom pielęgnacyjnym poprzez nawilżanie i osłony przeciwwiatrowe.

Często jest to jednak utrudnione, np. jeśli prace prowadzone są w obiekcie otwartym i na znacznej wysokości, co właśnie miało miejsce w przypadku prac remontowych Centralnego Magazynu Surowca.

W tym przypadku do zaprawy naprawczej dodawany był preparat MAPECURE SRA, który zmniejsza odparowywanie wody zarobowej i wspomaga proces hydratacji cementu, przez co dodatkowo jest redu-

kowany skurcz. W miejscach o zróżnicowanej głębokości ubytków stosowana była inna zaprawa, z szerokiej gamy specjalistycznych produktów, PLANITOP 400, która może być nakładana w warstwach o grubości od 1 do 40 mm. Dzięki szybkiemu wiązaniu, już po 15 minutach można nakładać następną warstwę, tam, gdzie potrzeba uzupełnić głębsze ubytki.

Część słupów posiadała tak znaczne ubytki betonu, że konieczne było odtworzenie kształtu poprzez wykonanie nowego płaszcza żelbetowego z betonu towarowego, wlewane do przygotowanego wcześniej szalunku z dodatkowym zbrojeniem konstrukcyjnym. W celu zapewnienia odpowiedniej współpracy nowego betonu z podłożem, bezpośrednio przed betonowaniem powierzchnię rdzenia pokryto dwuskładnikowym klejem epoksydowym EPORIP, tworzącym mostek szczepny między starym a nowym betonem. Części podziemne słupów zabezpieczono bitumiczną emulsją do izolacji fundamentów PLASTIMUL.

Po wyrównaniu ubytków betonu cała powierzchnia elementów konstrukcji pokrywana była warstwą ochronną z dwuskładnikowego, elastycznego preparatu cementowego modyfikowanego żywicą akrylową MAPELASTIC. Nanoszona warstwa grubości ok. 2 mm stworzyła silnie przylegającą do podłoża, elastyczną powłokę zabezpieczającą beton przed wnikaniem CO₂ i SO₂ i innych czynników atmosferycznych.

Widok podpory zabezpieczonej powłoką ochronną MAPELASTIC, a w części podziemnej preparatem PLASTIMUL.



Dobór odpowiednich materiałów i właściwej technologii warunkuje trwałość naprawy. O przydatności stosowanych materiałów naprawczych decyduje kilka czynników, w tym głównie cechy technologiczne, takie jak urabialność, łatwość nakładania, odpowiednie parametry techniczne.

W obu omawianych przypadkach sukces całego przedsięwzięcia został osiągnięty dzięki właściwej diagnozie problemu, zaangażowaniu, właściwemu doradztwu technicznemu oraz starannie dobranym specjalistycznym produktom MAPEI. Zastosowane systemy MAPEI sprawdziły się znakomicie, nie tylko w ocenie wykonawcy, ale także inwestora i nadzoru budowlanego. Jest to war-

podkreślenia, gdyż stosowane były w trudnych warunkach. Opisane tu przykłady pokazują, że prowadzenie prac naprawczych konstrukcji betonowych wymaga szeroko rozumianej kooperacji zarówno świata nauki, techniki, jak i praktyki wykonawczej.

*Opracowanie: dr inż. Krzysztof Pogan
mgr inż. arch. Maciej Chronowski*

*Fotografie: J. Siwek, K. Pogan, archiwum MAPEI
Polska Sp. z o.o.*



Prace remontowe.