

Naprawy betonu architektonicznego

Podczas kształtowania powierzchni z betonu architektonicznego bardzo często dochodzi do powstawania różnego typu błędów. Część z nich jest akceptowalna. Jednak liczne wymagają naprawy. Środowisko, w którym usytuowane są elementy, oraz sposób użytkowania powierzchni także sprawiają, że wraz z upływem czasu na elementach z betonu architektonicznego pojawiają się coraz liczniejsze wady wymagające naprawy. Wielkość wad w postaci pęknięć i ubytków oraz zmiany kolorystyki w połączeniu z różnorodnością powierzchni z betonu architektonicznego powodują, że dobór odpowiednich materiałów do napraw staje się bardzo skomplikowany. Często powstają pytania odnośnie właściwej tekstury materiału naprawczego, jego kolorystyki oraz sposobu użycia. Niezbędne jest również przewidywanie, w jaki sposób czas będzie wpływał zarówno na barwę powierzchni z betonu architektonicznego, jak i na kolor materiału naprawczego. Artykuł jest próbą przedstawienia problemów związanych z doбором materiałów i technologii napraw powierzchni z betonu architektonicznego.

1. Wstęp

Wraz z rozwojem miast i aglomeracji miejskich następuje coraz częstsze zastosowanie betonu nie tylko jako materiału konstrukcyjnego, ale również elementu stanowiącego o wizualnej stronie powstających obiektów. Po czasie zastoju, wynikającego z niechęci społeczeństwa do „betonowych osiedli”, również w Polsce obserwować możemy wzrost zainteresowania architektów wykorzystaniem betonu jako materiału zdobięcego.

Oprócz takich parametrów jak: duża wytrzymałość, dobra trwałość i możliwość tworzenia nieograniczonych form, które pozwoliły na szerokie zastosowanie betonu, materiał ten pozwala na stworzenie powierzchni kolorowych, gładkich

lub fakturowanych. Fakt ten sprawia, że wielość możliwości daje architektom sposobność użycia betonu jako jedynego elementu dekoracyjnego lub współgrającego z innymi materiałami wykończeniowymi.

Możliwość uzyskania nieskończonej ilości faktur, w połączeniu z różnorodnością kolorów pozyskiwanych przez zastosowanie barwników i cementów, w połączeniu z różnymi rodzajami obróbki powierzchni powoduje, że beton architektoniczny jest coraz częściej używany jako materiał umożliwiający realizację wielu architektonicznych projektów.

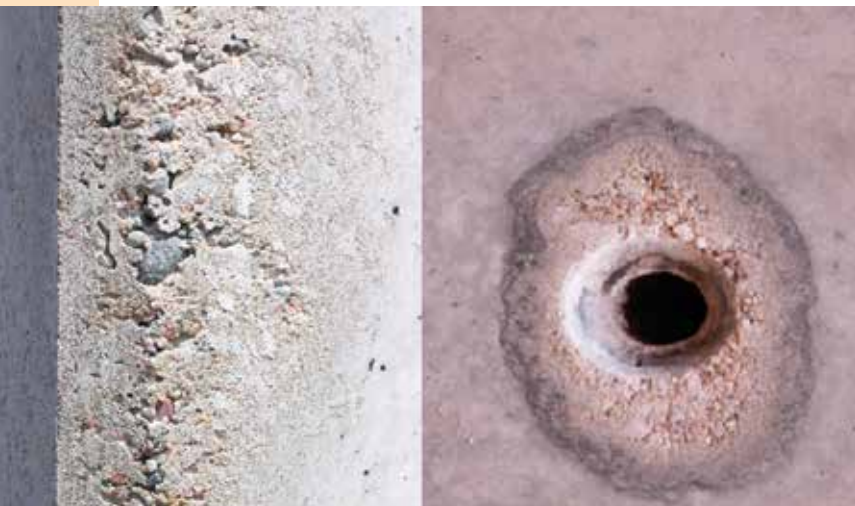
Ilość sposobów obróbki powierzchni betonu architektonicznego powoduje, że kiedy dochodzi do naprawy, efekt, jaki należałoby uzyskać, powinien być dostosowany do postaci istniejącej już powierzchni. Techniki obróbki powierzchni betonu architektonicznego ze względu na moment jej wykonywania można podzielić na trzy grupy: powierzchnia kształtowana przed zabudowaniem (efekt końcowy jest odzwierciedleniem formy), powierzchnia kształtowana podczas wbudowywania/wiązania (eksponowana powierzchnia jest obrabiana w trakcie wiązania mieszanki), powierzchnia kształtowana po wbudowaniu (efekt końcowy uzyskuje się na powierzchni stwardniałego betonu). Ostatnia z tych metod może być również metodą naprawy betonu architektonicznego.

Podczas kształtowania powierzchni bardzo często dochodzi do powstawania różnego typu usterek. Część z nich można zaakceptować, liczne jednak wymagają naprawy. Ze względu na działanie środowiska i użytkowanie powierzchni na elementach z betonu architektonicznego pojawiają się coraz liczniejsze wady, które wymagają naprawy.

Duża różnorodność wad w postaci pęknięć i ubytków, zmiany kolorystyki w połączeniu z różnorodnością powierzchni z betonu architektonicznego sprawiają, że dobór odpowiednich materiałów do przeprowadzenia napraw staje się bardzo skompli-

Fot. 1. Uszkodzona powierzchnia betonu (z lewej).

Fot. 2. Zmiana kolorystyki betonu (z prawej)





Fot. 3. Dobór masy naprawczej

kowane. Pojawiają się pytania odnośnie właściwej tekstury materiału naprawczego, jego kolorystyki oraz sposobu użycia. Niezbędne jest również przewidywanie, w jaki sposób czas będzie wpływał na zmianę barwy zarówno powierzchni z betonu architektonicznego, jak i materiału naprawczego.

2. Określenie problemu

W przypadku konieczności wykonania napraw powierzchni z betonu architektonicznego należy rozważyć jej cztery aspekty:

- analiza przyczyn wad betonu konstrukcyjnego oraz wybór odpowiedniej metody naprawy
- wybór materiałów naprawczych
- zaprojektowanie mieszanki naprawczej
- przebieg procesu naprawy i pielęgnacji.

2.1. Przyczyny wad betonu architektonicznego

Błędy, jakie spotyka się na powierzchni betonu architektonicznego, podobne są do tych, które występują na powierzchni betonów konstrukcyjnych. Wynikają one zarówno z niefachowego wykonania, niewłaściwego doboru właściwości betonu do warunków zewnętrznych, wpływu oddziaływań czynników zewnętrznych, a w konsekwencji prowadzić mogą nawet do poważnych awarii budowlanych.

Ze względu na zagrożenie konstrukcji awariami problemy związane z betonem architektonicznym można podzielić na konstrukcyjne i niekonstrukcyjne.

Błędy konstrukcyjne to takie, które mogą wpływać na nośność konstrukcji i mogą mieć charakter uszkodzeń mechanicznych (uderzenia, przeciążenia, przemieszczenia, wybuchy, wibracje), chemicznych (reakcja alkaliczna, czynniki agresywne, czynniki biologiczne), a także fizycznych (zamrażanie/rozmrzanie, oddziaływanie ciepłe, krystalizacja soli, skurcz, erozja, ścieranie). Błędy niekonstrukcyjne natomiast to te, które w żaden sposób nie zagrażają nośności konstrukcji, a wpływają jedynie na wizualny odbiór elementu.

3. Proces naprawczy

Proces naprawczy zazwyczaj jest bardzo skomplikowany i obejmuje:

- identyfikację przyczyny uszkodzenia
- usunięcie tej przyczyny
- zaprojektowanie masy naprawczej z uwzględnieniem jej koloru i tekstury
- przygotowanie miejsca naprawy

- użycie masy naprawczej
- pielęgnację masy naprawczej.

3.1. Wybór materiałów naprawczych

Materiał nakładany na beton architektoniczny powinien mieć taki sam kolor i teksturę jak otaczający go obszar. Powinien również z czasem zmieniać kolor, podobnie jak otaczający go beton. Niezwykle istotne jest takie dobranie materiału naprawczego, by w momencie udostępnienia obiektu do użytkowania wygląd naprawianego miejsca nie różnił się od pozostałej części elementu. Zagadnienie wydaje się być łatwe w nowo wykonywanych elementach, gdzie dojrzałość betonu w elemencie może różnić się od dojrzałości masy naprawczej o kilka dni lub tygodni. Bardziej skomplikowana sytuacja to taka, gdy naprawiany jest element narażony na działanie warunków zewnętrznych od kilku do kilkudziesięciu lat.

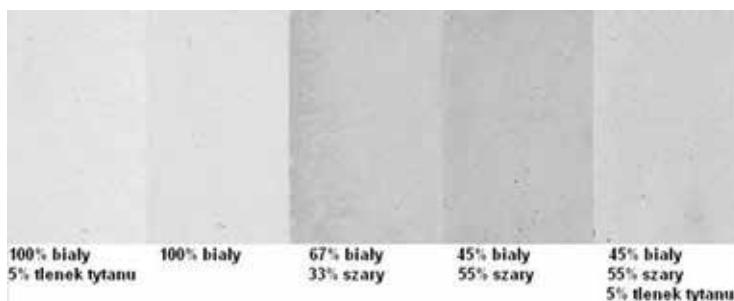
3.2. Zaprojektowanie masy naprawczej

Właściwości projektowanej masy naprawczej powinny być uzależnione od tego, czy będzie ona stanowiła o nośności konstrukcji i jej trwałości czy tylko o jej wyglądzie.

W przypadku konieczności zastosowania masy naprawczej, która będzie decydować o nośności konstrukcji, rodzaj masy a także jej właściwości są takie same zarówno dla betonu architektonicznego, jak i dla zwykłego betonu konstrukcyjnego. O wyglądzie betonu zdecyduje dopiero ostatnia warstwa odpowiednio dobrana do kolorystyki i tekstury powierzchni.

Wybór masy naprawczej jest niezwykle skomplikowany ze względu na możliwość uzyskania niezliczonej ilości odcieni oraz różnej tekstury. W wielu publikacjach podawane są różne metody dochodzenia do zbliżonej kolorystyki. Najczęściej polegają one na mieszanii szarego i białego cementu w różnych proporcjach. Jednak zalecane proporcje znacznie różnią

Fot. 4. Zmiana kolorystyki w zależności od proporcji cementów i zastosowanych dodatków





Fot. 5. Naprawa betonu polerowanego barwionego przy użyciu barwnika antracytowego

się między sobą. Proces doboru tekstury ze względu na poziom skomplikowania jest zwykle pomijany. Aby uzyskać właściwy odcień mieszanki, należy wziąć pod uwagę następujące zmiany względem receptury betonu:

- beton barwiony – zastąpienie cementem białym do 30% masy cementu szarego, zmniejszenie o maksymalnie 1% ilości barwnika
- beton szary – zastąpienie do 30% cementu szarego cementem białym
- beton biały – zastąpienie do 20% cementu białego cementem szarym.

W celu sprawdzenia kolorystyki zastosowanej zaprawy należy wykonać próbną naprawę w małym widocznym miejscu.

3.3. Naprawa

Na etapie przeprowadzania naprawy betonu architektonicznego trzeba zachować dużą ostrożność ze względu na wpływ wielu czynników na kolorystykę i teksturę masy naprawczej.

Po zaprojektowaniu masy naprawczej, a właściwie kilku mas naprawczych, należy wykonać próbki testowe. Powinny one dojrzewać przez minimum 14 dni. Zaleca się, aby czas ten był wydłużony, jeśli to możliwe do 3-4 miesięcy, kiedy to ostatecznie kształtuje się barwa betonu.

W trakcie procesu mieszania powinno się zachować dokładnie zaprojektowaną ilość wody, ponieważ zmiana w/c nawet o 0,02 wpływa już na

zmianę kolorystyki. W przypadku stosowania różnego typu domieszek poprawiających urabialność, czy też zmieniających czas wiązania mieszanki, należy zachować dużą ostrożność, ponieważ mogą one mieć wpływ na jej kolorystykę.

W trakcie nakładania masy naprawczej warto jest zwrócić uwagę na gęstość czy też stopień zagęszczenia masy. Zmniejszenie gęstości powoduje uzyskanie barwy jaśniejszej w porównaniu do materiału otaczającego. Przy formowaniu powierzchni najlepiej zastosować ten sam materiał, który został użyty w konstrukcji, aby uzyskać teksturę jak najbardziej zbliżoną do już istniejącego betonu architektonicznego. W trakcie końcowego zacierania należy ostrożnie dozować wodę, której najczęściej używa się w celu łatwiejszego zatarcia masy, ponieważ może to prowadzić do zmian kolorystyki. Niezwykle istotna jest odpowiednia pielęgnacja masy naprawczej. Gwałtowne odparowanie wody może doprowadzić do spękania warstwy naprawczej, jak również do zmiany jej koloru.

4. Inne metody odnawiania betonu architektonicznego

W przypadku zastosowania zaprawy naprawczej, która nie spełnia oczekiwań odbiorcy, należy rozważyć zmianę charakteru powierzchni przez zastosowanie innego sposobu jej wykończenia.

Natomiast gdy kolorystyka wykonanego elementu budzi zastrzeżenia, istnieje możliwość powierzchniowego barwienia betonu.

W celu uzyskania całkowitej zmiany kolorystyki betonu można użyć barwników na bazie kwasów, które wnikają na głębokość kilku, kilkunastu milimetrów i reagują ze związkami powstającymi w wyniku wiązania cementu. Uzyskany kolor zależy od struktury betonu, głębokości penetracji i ilości naniesionego środka, dlatego też nie ma możliwości uzyskania jednolitego wybarwienia.

Innym sposobem zmiany barwy betonu jest stosowanie powierzchniowych, cienkowarstwowych powłok, które nie powodują zamknięcia struktury betonu. W wyniku ich zastosowania otrzymujemy ujednoliconą kolorystykę powierzchni betonu lub zmianę jej odcienia. Mogą one być również doskonałą metodą wyrównania kolorystyki między betonem w konstrukcji a zaprawą naprawczą.

Inną metodą naprawy jest zastosowanie obróbki powierzchni. Należy jednak wziąć pod uwagę



Fot. 6. Przykład naprawy betonu architektonicznego przy użyciu niewłaściwie dobranej zaprawy naprawczej



Fot. 7. Zastosowanie cienkowarstwowego barwienia betonu



Fot. 8. Powierzchnia młotkowana

fakt, że może to doprowadzić do całkowitej zmiany wyglądu betonu, choć czasami może stanowić doskonałą alternatywę dla błędnie wykonanego betonu architektonicznego lub betonu zniszczonego w wyniku długotrwałego oddziaływania warunków atmosferycznych. Ze względu na różnorodność metod obróbki powierzchni betonu już związanego istnieje możliwość uzyskania bardzo ciekawych efektów wizualnych, które ukryją powstałe wady lub całkowicie zmienią wygląd wykonanych elementów.

Do najczęściej stosowanych metod naprawy betonu architektonicznego za pomocą mechanicznej obróbki powierzchni należą: piaskowanie, groszkowanie, młotkowanie, ryflowanie i polerowanie.

W technice piaskowania używa się piasku lub innego rodzaju ścierniwa w celu usunięcia zaczynu lub zaprawy z powierzchni betonu. Materiał ścierny wyrzucany jest pod ciśnieniem. Głębokość penetracji zależy od rodzaju materiału ściernego, zastosowanego ciśnienia, odległości dyszy od powierzchni, wieku betonu i czasu poddawania powierzchni procesowi piaskowania. Istnieje możliwość zastosowania wody lub powietrza jako ścierniwa. Piaskowanie podkreśla wszelkie zmiany, jakie tworzą się na powierzchni betonu, takie jak pory, raki i pęknięcia.

Powierzchnie uzyskiwane przez groszkowanie, ryflowanie lub młotkowanie określane są jako powierzchnie łamane mechanicznie. Obróbka wykonywana jest za pomocą urządzeń pneumatycznych, z zastosowaniem odpowiednich końcówek. Podobnie jak w trakcie piaskowania uwidaczniane mogą być wszelkie niedoskonałości struktury betonu. W przypadku zastosowania tej metody nieistotne są przebarwienia, np. wynikające z użycia nadmiernej ilości środka antyadhezyjnego, ponieważ przebarwienia te nie wnikają głęboko w strukturę betonu. Polerowanie powierzchni przeprowadza się przy użyciu odpowiednich urządzeń mechanicznych. W zależności od granulacji tarcz ściernych i czasu ich działania następuje usunięcie odpowiedniej grubości warstwy betonu. Dobór tarcz ściernych zależy od tego, czy kruszywo ma być wyeksponowane czy też nie. W połączeniu z odpowiednimi preparatami chemicznymi istnieje możliwość uzyskania powierzchni matowej lub błyszczącej.

5. Warunki atmosferyczne

Z uwagi na środowisko, w jakim beton architektoniczny będzie eksploatowany, należy uwzględnić wpływ warunków atmosferycznych na jego wygląd. Na kolorystykę powierzchni betonu mogą

Fot. 9. Różne efekty piaskowania betonu



mieć wpływ następujące czynniki: promieniowanie ultrafioletowe, wilgoć, temperatura, osadzanie się brudu, zamrażanie i odmrażanie oraz karbonatyzacja. Będą one również oddziaływały na masę naprawczą.

W przypadku osiadania brudu na powierzchni betonu istotne jest uzyskanie tekstury masy napraw-

Fot. 10. Uwidocznienie wad podczas piaskowania





Fot. 11. Powierzchnia młotkowana – Kancelaria Sejmu RP

czej jak najbardziej zbliżonej do otaczającego ją materiału. Różna chropowatość będzie wpływała na różnicę w osiadeniu brudu, co z czasem może spowodować różnicę w kolorystyce masy naprawczej i betonu architektonicznego.

6. Podsumowanie

Naprawa betonów architektonicznych jest zagadnieniem bardzo złożonym. Odtworzenie kolorystyki i tekstury wykonanych już elementów, sprawienie, aby w trakcie upływu czasu barwa zaprawy naprawczej nie odróżniała się od naprawianego betonu, wymaga wielu prób. Szybkie naprawy prowadzą najczęściej do jeszcze większego uwidocznienia wad i odnoszą skutek przeciwny do zamierzonego. Dlatego, jeśli brakuje czasu na testy różnego rodzaju mas naprawczych, należy ograniczyć sposób naprawy do niezbędnego minimum. W przypadku gdy sposób wykonania lub stan powierzchni betonu architektonicznego wymaga bardzo dużej ingerencji, co mogłoby prowadzić do konieczności pokrycia całości elementu zaprawą naprawczą, powinno się wziąć pod uwagę obróbkę mechaniczną powierzchni. Pozwoli to w dalszym ciągu na uzyskanie powierzchni betonu architek-

tonicznego zamiast materiału przypominającego beton.

Biorąc pod uwagę coraz szersze zastosowanie betonu architektonicznego, należy liczyć się z coraz większym zapotrzebowaniem na wykonywanie napraw tego materiału. Może to spowodować powstanie licznych błędów w trakcie ich przeprowadzania, ale również sprawić, że coraz częściej można będzie obserwować udane efekty tego rodzaju zabiegów, które pozwolą na lepszy odbiór wykonywanych elementów lub przywrócą starszym obiektom ich pierwotne piękno.

mgr inż. Krzysztof Kuniczuk

Literatura

- 1 Zhang Y.: *Methodology for Aesthetic Repair and Rehabilitation of Architectural Concrete*, University of Johannesburg, February 2005.
- 2 Czarnecki L., Emmons P.H.: *Naprawa i ochrona konstrukcji betonowych*, Polski Cement, Kraków 2002.
- 3 Perez A.: *Patching architectural concrete*, Concrete Repair Digest, vol. 3, no. 3, Jun/Jul 1992, pp. 89-92.
- 4 Smoak W.: *Guide to concrete repair*, Washington: United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation, Technical Service Center, 1997, pp. 49. pp. 12.
- 5 Portland Cement Association, *Color and texture in architectural concrete*, 2nd ed. Skokie, Illinois: The Portland Cement Association, 1995, pp. 30-31.
- 6 Kuniczuk K.: *Beton architektoniczny. Wytyczne techniczne*, Polski Cement, Kraków 2011.
- 7 „Sichtbeton. Exposed Concrete“, *Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V.*, Berlin 2004, 2008.
- 8 Chudan A., Woyciechowski P.: *Metody i środki pielęgnacji betonu w formach i „in situ”*, XVII Ogólnopolska Konferencja „Warsztat pracy projektanta konstrukcji”, Ustroń, 20-23 lutego 2002 r.

Fot. 12. Połączenie betonu piaskowanego i polerowanego – Neues Museum w Berlinie



Artykuł został opublikowany w materiałach konferencyjnych Konferencji Dni Betonu 2014