

Technologia betonów architektonicznych

Dr inż. Przemysław Stawiarski, Stawiarski Management

1. Wprowadzenie

Czy pojawiające się wypowiedzi, że elewacje betonowe są dziś znacznie mniej popularne jest prawdziwe? Czy po etapie budownictwa betonowego – wielkiej płyty z lat 60., 70. i 80. odwrócono się od złych doświadczeń i wspomnień, wynikających z niskiej jakości i wykonawstwa? Czy musi być prawdziwe stwierdzenie, że budownictwo betonowe to niska kultura techniczna?

Technologia betonu końca XX i początku XXI wieku zaprzecza zdecydowanie tym twierdzeniom. Obecne technologie przy właściwym wykonawstwie pozwalają konstruować trwałe i wysokiej jakości betony. Technologia ta otwiera nowe możliwości w kształtowaniu form budowli i pełnym wykorzystaniu właściwości tworzywa konstrukcyjnego jakim jest beton.

Obserwuje się to także na przykładzie architektury betonowej, architektury betonu elewacyjnego, czyli betonu architektonicznego.

2. Definicja

Beton architektoniczny, nazywany także strukturalnym, fasadowym czy elewacyjnym jest jednym z rodzajów betonu, który jest wykorzystywany do konstruowania elementów monolitycznych, jak również elementów prefabrykowanych takich jak płyty elewacyjne czy elementy architektoniczne (fot. 1).

Pełni przede wszystkim funkcję dekoracyjną. Ukształtowany element betonowy, z zastosowaniem właściwej technologii umożliwia



Fot. 1. Beton architektoniczny

takie kształtowanie powierzchni, aby zbędne lub zminimalizowane były dalsze zabiegi wykończeniowe.

Struktura betonu architektonicznego to zarówno idealnie gładkie powierzchnie, ale także powierzchnie z widoczną warstwą struktural-



Fot. 3. Fragment struktury betonu architektonicznego z wykorzystaniem matryc stylizowanych na deski z drewna



Fot. 2. Element fasady wykonany z betonu architektonicznego o gładkiej powierzchni

ną, nadawaną przez zastosowanie bądź odpowiednich matryc, bądź właściwego formowania lub zabiegów technologicznych.

Beton architektoniczny to nie produkt ostatnich lat. Można w realizacji nawet XIX wieku dopatrzeć się wykorzystania tworzywa



Fot. 4. Fragment struktury betonu architektonicznego z wykorzystaniem matryc stylizowanych na deski z drewna

cementowego do konstruowania różnorodnych wizji architektów. Beton ten, jak również większość obecnie konstruowanych, gwarantuje spełnienie wymogów wytrzymałościowych i trwałościowych, szczególnie związanych z koniecznością uzyskania odporności na oddziaływanie środowiska naturalnego, a zwłaszcza oporu na wilgoć. Z uwagi na swoją funkcję dekoracyjną, betony strukturalne znajdują często swoje zastosowanie na zewnętrznych elementach budowli, poddanych wpływom atmosferycznym (fot. 2).

Obciążony nieustannym działaniem wody i związków chemicznych w niej zawartych, słońca i wahaniom temperatury, beton ten powinien spełnić ważną funkcję wodoszczelności. Odpowiednia konstrukcja mieszanki betonowej zapobiega wnikaniu wód opadowych do wnętrza elementów betonowych, a tym samym krystalizacji produktów w wyniku wnikania wody i wilgoci.

Postęp jaki dokonał się w dziedzinie technologii betonu i deskowań (form), a zwłaszcza wprowadzenia matryc strukturalnych, przyczynił się do bardziej powszechnego stosowania betonów strukturalnych (fot. 3 i 4).

3. Technologia

Betonom strukturalnym stawia się przede wszystkim wymagania architektoniczne, dotyczące efektu wykonania elementów betonowych, ich powierzchni. Mogą one spełniać zarówno wymagania dotyczące jednorodności, np. barwy, faktury, jak również sposobu wykonania (fot. 3, 4, 5).

Wymagania te są określane przez projektantów, architektów w dokumentacji technicznej obiektu. Na podstawie tych dyspozycji, buduje się indywidualny projekt technologii wykonania betonu architektonicznego. Projekt ten obejmuje kilka uwarunkowań

technologiczno-organizacyjnych w zakresie:

1. technologii składników mieszanki betonowej,
2. technologii produkcji mieszanki betonowej,
3. technologii transportu mieszanki betonowej na miejsce zabudowania,
4. technologii przygotowania deskowań,
5. technologii układania w miejscu zabudowania,
6. technologii zabiegów pielęgnacyjnych.

Uzyskanie pożądaných efektów wizualnych betonu architektonicznego, a połączonych także z tym, co niewidoczne w pierwszej chwili dla oka, czyli jakością betonu jest wciąż przedsięwzięciem trudnym, które wymaga spełnienia wymienionych uwarunkowań technologiczno-organizacyjnych. Szczególnie technologia wykonania elementów monolitycznych na budowach wymaga ścisłego kierowania się pewnymi zabiegami technologicznymi, o których napisano w dalszej części artykułu.

Beton architektoniczny, czy elementy z niego wykonane wciąż jest łatwiej uzyskać w zakresie jednorodności w warunkach prefabrykacji w wytwórniach, które dysponują właściwym zaple-

czem technologicznym i zbliżonymi warunkami wykonywania i dojrzewania wyrobów. Niemniej, dobra znajomość reguł technologii betonu architektonicznego pozwala na uzyskanie bardzo dobrych rezultatów także w warunkach wznoszenia konstrukcji i elementów monolitycznych, powstających na placach budów.

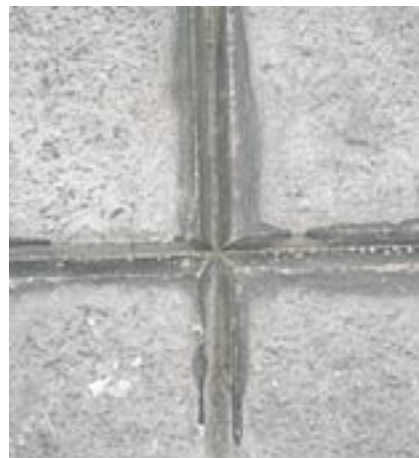
3.1. Technologia składników mieszanki betonowej

Technologia składników mieszanki betonowej powinna określać parametry wejściowe, z których zostanie wykonana mieszanka betonowa. Należy zauważyć, że każda zmiana surowców może mieć wpływ na efekt końcowy, np. kolor i strukturę betonu. Mając to na uwadze należy zapewniać dostawy jednorodnych składników mieszanki betonowej przez cały okres zabudowywania. Na szczególną uwagę zasługuje rodzaj i jakość cementu, jakość kruszyw i krzywa uziarnienia budowana na podstawie zmieszania różnych frakcji kruszyw oraz zastosowanie domieszek chemicznych i dodatków modyfikujących matrycę cementową.

Rodzaj i jakość cementu w istotny sposób wpływa na efekt wykonanego betonu architektonicznego. Zauważa się, że np. zastosowanie właściwych cementów pozwa-



Fot. 5. Struktura powierzchni betonu architektonicznego, wykonanego w deskowaniach inwentaryzowanych, wyłożonych gładkimi płytami laminowanymi



Fot. 6. Fragment struktury powierzchni betonu architektonicznego, wykonanego w deskowaniach inwentaryzowanych, wyłożonych gładkimi płytami laminowanymi z wstawkami



Fot. 7. Fragment powierzchni betonu architektonicznego z widocznym odcięciem barwy, wynikającym z dostawy mieszanki betonowej o różnych parametrach, w tym przypadku konsystencji mieszanki betonowej. Badania konsystencji wykazały, że rozptyw stożka wyniósł 3 cm więcej niż podczas dostawy poprzedniej partii



Fot. 8. Struktura betonu architektonicznego z widoczną siecią pęknięć skurczowych, spowodowanych brakiem właściwej pielęgnacji (utrzymaniem właściwych warunków ciepłno-wilgotnościowych)

la na uzyskanie barwy dojrzałego betonu (jasnej lub ciemnej), jak również pozwala uzyskać jednorodność barwy (fot. 7).

Cementy hutnicze pozwalają, z uwagi na wolniejszy proces dojrzewania i wydzielane ciepło hydratacji, na ograniczenie lub wyeliminowanie rys skurczowych (fot. 8).

Z uwagi jednak na wolniejszy proces dojrzewania, a tym samym uzyskania odpowiedniej wytrzymałości, umożliwiającej rozszalowanie elementów betonowych, wymaga dłuższego czasu utrzymania mieszanki w deskowaniu, co np. podraża koszty wynajmu

deskowania. Odporność na siarczan w przypadku betonów elewacyjnych, pozwala na zauważenie kolejnej cechy zastosowania cementów hutniczych, szczególnie tych betonów, które narażone są na bezpośrednie oddziaływanie środowiska naturalnego, zwłaszcza w rejonie centrów miast (fot. 8).

Często zamiast dodatków, np. w postaci mikrokrzemionki czy popiołów lotnych, stosuje się zwiększoną ilość cementów w odniesieniu do 1 m³ mieszanki, które nieprzereagowane, przyjmują funkcję wypełniaczy. Technolodzy-projektanci zalecają, aby ze względu na wymaganą dużą ilość frakcji

drobnych, tj. poniżej 0,125 mm, stosować większą ilość cementu o niższej wytrzymałości na ściskanie, aniżeli mniejszą ilość cementu o wyższej wytrzymałości na ściskanie.

W zależności od projektowanej struktury powierzchni dojrzałego betonu, uzależnia się stosowanie określonego dopuszczalnego uziarnienia kruszyw. Do powierzchni, które z założenia powinny być gładkie, stosuje się kruszywa o frakcjach 8–16 mm (fot. 5 i 6). Istotna jest zawartość frakcji poniżej 0,125 mm, która ma za zadanie doszczelnić strukturę betonu, jak również skonstruować mieszankę o właściwej urabialności. Dla powierzchni innych niż gładkie mogą być stosowane innego rodzaju kruszywa, zarówno otoczkowe, jak i łamane (fot 3 i 4). Przed rozpoczęciem projektowania mieszanki betonowej komponuje się stos okruszowy mieszanki kruszyw, w celu uzyskania maksymalnej szczelności stosu okruszowego. Ponadto w przypadku zastosowań betonów architektonicznych zbrojonych, należy przestrzegać, aby maksymalna wielkość kruszywa była mniejsza niż minimalna grubość otuliny zbrojenia. Szczególnie ma to zastosowanie w przypadku betonów gęsto zbrojonych, gdzie zaleca się wielkości kruszyw zdecydowanie zmniejszyć.

W celu nadania koloru powierzchni betonu, stosuje się kruszywa o odpowiedniej barwie lub stosuje się barwniki koloryzujące.

Do mieszanek betonów strukturalnych stosuje się ponad wspomniane barwniki, dodatki i domieszki chemiczne, modyfikujące matrycę cementową. Głównym celem przedmiotowych modyfikacji jest obniżenie wskaźnika wodno-spiewowego, w celu uzyskania większej trwałości i wytrzymałości końcowej na ściskanie, a w dalszej kolejności upłynnienie mieszanki betonowej do postaci konsystencji ciekłej. Jest to ułatwienie w układaniu mieszanki betonowej, szczególnie w deskowaniach o wzo-

rzystych powierzchniach. Dodatki mineralne w postaci popiołów lotnych czy żużla wielkopieczowego stosowane są także, szczególnie do betonów architektonicznych, na bazie betonów samozagęszczalnych (SCC).

Rozwój technologii betonu w ostatnich latach, zwłaszcza w dziedzinie domieszek chemicznych plastyfikatorów i superplastyfikatorów, umożliwił uzyskiwanie obniżenia wskaźnika wodospoiwowego do wartości nawet 0,22, szczególnie dla betonów wysokowartościowych (HPC) (badania własne autora [11, 12]). Przy tak niskich wartościach przedmiotowego wskaźnika, w celu możliwości transportowalności, jak i układania mieszanki betonowej stosuje się wymienione plastyfikatory lub superplastyfikatory, których zadaniem jest upłynnienie i w zakresie zaleceń dozowania składników, regulacja konsystencji mieszanki.

Zwiększenie urabialności mieszanek betonowych przy niskich wskaźnikach wodospoiwowych, jak również zminimalizowanie wody do wartości niezbędnej do procesu wiązania, prowadzi do zmniejszenia ryzyka wydzielania się wody z ułożonej w deskowaniach mieszanki betonowej. Szczególnie w przypadku wykorzystania powyższych mieszanek do konstrukcji betonów architektonicznych o gładkich powierzchniach wykończeniowych, pociąga to za sobą ograniczenie powstawania zacieków, spowodowanych wydostawaniem się wody zarobowej z mieszanki, jak również zmniejszenie porowatości dojrzałego betonu. W technologii betonów architektonicznych pożądane jest utrzymanie wskaźnika wodospoiwowego na poziomie poniżej 0,5.

Wspomniany rozwój technologii betonów, skoncentrowanej na plastyfikatorach i superplastyfikatorach, jak również koncentracja na stosach kruszynowych ze zwiększoną frakcją poniżej 0,125 mm oraz dodatkach w postaci pyłów krzedmionowych, popiołów lotnych

itp., pozwoliły na skonstruowanie nowej grupy betonów – betonów samozagęszczalnych (SCC). Są to betony silnie upłynnione, w których zawartość powietrza jest zminimalizowana, uzależniona jednak od ich sposobu układania. Mieszanki betonów SCC umożliwiają wypełnienie wszystkich przestrzeni określonych wzorem deskowania, bez konieczności zabiegów zagęszczania.

Technologia składników betonów architektonicznych wymaga, aby skład mieszanki betonowej był maksymalnie jednorodny (niezmienny). W tym celu, oprócz technologii produkcji takich mieszanek, należy zwrócić szczególną uwagę na stosowanie jednego rodzaju cementu, jak również na to, aby zapewnić dostawy kruszyw z jednego złoża.

3.2. Technologia produkcji mieszanki betonowej

Beton architektoniczny (strukturalny) wymaga dużej dokładności dozowania, powtarzalności składników w celu uzyskania jednorodności mieszanek. Podobnej powtarzalności wymaga się od procesu mieszania, dozowania składników. Dotyczy to szczególnie utrzymania na zbliżonym poziomie wskaźnika wodospoiwowego, gdzie dopuszczalne są wahania na poziomie 0,01–0,02, uwzględniające wilgotność kruszyw, utrzymanie stałej konsystencji i czasu mieszania.

Brak dbałości o precyzję powyższej technologii prowadzić może do zmian zarówno uzyskanych parametrów wytrzymałościowych, jak również zmian dostrzegalnych w postaci zabarwienia, różnicy odcieni itp. (fot. 7).

Mieszankę betonową dla betonów architektonicznych powinno się wykonywać na takich węzłach betoniarskich, które zapewniają powtarzalność dozowania składników mieszanki betonowej, tj. cementu, kruszyw, wody, domieszek i dodatków, a więc dysponują odpowiednim zapleczem technicz-

nym. Czynniki ten jest niezmiernie istotny dla uzyskania jednolitej i powtarzalnej struktury materiału. W celu skrócenia czasu transportu mieszanki betonowej na miejsce jej zabudowania, należy skorzystać z usług właściwych węzłów betoniarskich, zlokalizowanych najbliżej miejsca zabudowy. Zaleca się przeprowadzanie empirycznych betonowań na próbnikach lub mniej odpowiedzialnych i widocznych elementach budynków i budowli, w celu oceny estetyki i struktury uzyskiwanych efektów betonowania.

3.3. Technologia transportu mieszanki betonowej na miejsce zabudowania

Właściwie wykonaną, jednorodną mieszankę betonową umieszcza się w wozach transportujących (betonowozach), które transportują ją na miejsce zabudowania. Pojazdy te powinny mieć dokładnie wyczyszczone zbiorniki i rynny spustowe z pozostałości poprzedniej mieszanki betonowej, zapraw i wyschniętego mleczka cementowego. Zabiegi te nie odbiegają od przygotowań do transportu innych mieszanek betonowych, jednak pożądana jest duża dokładność. W trakcie transportu drogowego, w celu zapobieżenia segregacji składników mieszanki, należy prowadzić mieszanie składników mieszanki. Transport mieszanki betonowej betonowozem powinien odbywać się według wymogów technologicznych, a więc w czasie, w którym możliwe jest układanie mieszanki betonowej, przed chemicznym rozpoczęciem procesu wiązania cementu. Dane dotyczące chemicznego rozpoczęcia procesu wiązania cementu są dostępne w materiałach informacyjnych dostawców cementu. Czas ten średnio można określić na około 90 min. Niedopuszczalne jest zmienianie konsystencji mieszanki betonowej w wozie transportującym, poprzez dodawanie wody, poza ilością przewidzianą w recepturze. Takie działania mają czę-

sto miejsce w przypadku betonów zwykłych. Dprowadza to do zmiany parametrów wejściowych, a tym samym związane jest ze zmianą parametrów oczekiwanych, często w kierunku ich pogorszenia wytrzymałościowego i trwałościowego. W przypadku transportu w podwyższonych temperaturach (30°C), jak również temperaturach obniżonych (poniżej 5°C) stosuje się odpowiednie domieszki i dodatki chemiczne. Ich rodzaj i ilość dobierana jest indywidualnie przez technologa. Najlepsze jednak efekty betonowania uzyskuje się w określonym powyżej zakresie temperatur. Zapewnia to bowiem prawidłowy przebieg hydratacji cementu. Samochód transportujący powinien posiadać regulację obrotów beczki transportującej, umożliwiającej kontrolę nad podawaniem mieszanki do deskowania. W przypadku betonowania ciągłego rozbudowanych elementów lub elementów wielkogabarytowych, należy tak zapewnić dostawy mieszanki betonowej, aby przerwy pomiędzy poszczególnymi dostawami były jak najkrótsze. W trakcie doświadczeń zaobserwowano, że wydłużenie tego czasu powyżej 15 min. powoduje wyraźnie widoczne odcięcia na powierzchni betonu, wskazujące na przerwy technologiczne (fot. 7). W przypadku dłuższych czasów dostaw należy rozważyć możliwość zakończenia układania mieszanki w miejscach, które nie powodują widocznych wizualnych odcięć, chyba że projekt architektoniczny taką naturalność akceptuje.

3.4. Technologia przygotowania deskowań

Beton strukturalny wymaga zastosowania wysokiej jakości deskowań lub deskowań specjalistycznych. Obecnie do dyspozycji projektantów i wykonawców jest wiele różnorodnych form z zastosowaniem wzorów, faktur, które nadaje się powierzchni betonu (fot. 3, 4 i 6). Tego typu deskowania są produkowane przez wyspecjalizowa-



Fot. 9. Zastosowanie niesprawnych deskowań do wykonania betonu architektonicznego. Widoczne odcicia elementów, które są niepożądane dla uzyskania jednolitej gładkiej powierzchni

nych producentów. Dla betonów architektonicznych, gdzie pożądanym jest efekt gładkości, stosuje się deskowania inwentaryzowane, z blatami stalowymi, a najczęściej ze sklejki laminowanej nienasiąkliwej, która nie powoduje podciągania mleczka cementowego z mieszanki betonowej. Stosowane moduły i punkty stężeń powinny zapewniać uzyskanie zaprojektowanej faktury i rozwiązania. Deskowania do betonów architektonicznych wymagają odpowiedniej szczelności, która ma zapobiec wyciekaniu mleczka cementowego z mieszanki betonowej, jak również wszelkie niepożądane migracje mieszanki betonowej w deskowaniu lub poza nim. Jakakolwiek wzorzystość deskowań powoduje trudności z odpowietrzaniem układanej mieszanki betonowej, w wyniku czego mogą się tworzyć po rozszalowaniu lokalne pustki powietrzne. Do betonów architektonicznych należy stosować deskowania najlepiej nowe lub właściwie pielęgnowane. Na efekt końcowy i wygląd powierzchni ma wpływ częstotliwość używania deskowań i dbałość o nie (fot. 9). Nowe deskowania wykonane z drewna należy sztucznie postarzyć poprzez naniesienie mleczka

cementowego, które po jego utwardzeniu należy usunąć. Wymagana jednorodność w przypadku składników mieszanki jest także pożądana w przypadku deskowań. Należy bowiem stosować jednolite deskowania. Nie należy jednocześnie łączyć nowych i starych deskowań, ze względu na ich różny wpływ na strukturę i barwę betonu. Przed każdym nowym montażem deskowań, ich powierzchnia powinna być dokładnie skontrolowana i oczyszczona z resztek zapraw, mleczka cementowego, z zacieków. Z uwagi na fakt, że powierzchnia betonu architektonicznego kształtowana jest przez powierzchnię formy, deskowania, szczególnej uwagi wymagają środki antyadhezyjne. Odgrywają one decydującą rolę w uzyskaniu jednolitej i zamkniętej powierzchni. Ich użycie nie może powodować zabrudzeń lub przebarwień powierzchni elementu oraz powinno umożliwić odpowietrzanie mieszanki betonowej wzdłuż ścian deskowania. Preparat antyadhezyjny nanosi się w minimalnej ilości (filtr). Przed doбором rodzaju preparatu empirycznie sprawdza się jego wpływ na tworzenie porów na powierzchni betonu oraz jego wpływ na kolor i jednolitość (brak

plam) warstw wierzchnich betonu. Preparaty antyadhezyjne umożliwiają łatwiejszy proces rozszalowywania, nie powodujący uszkodzenia zarówno deskowań, jak również warstw wierzchnich betonu. Z preparatów tych, po odparowaniu związków rozpuszczalnych zawartych w środkach antyadhezyjnych na powierzchni powstaje cienka, równomierna warstwa oddzielająca, dzięki czemu unika się tworzenia plam na betonie spowodowanych nadmiarem środka antyadhezyjnego. Jeżeli faktura powierzchni betonu jest zaprojektowana jako kruszywowa, mieszanka betonowa jest oddzielana od formy domieszką opóźniającą wiązanie cementu, która również наносzona jest na deskowanie. Efekt działania tak przygotowanych deskowań uniemożliwia wiązanie przypowierzchniowej warstwy betonu. Po rozszalowaniu, w wyniku usunięcia niezwiązanego lub słabo związanej warstwy zaczynu eksponuje się kruszywo będące składnikiem mieszanki betonowej.

3.5. Technologia układania w miejscu zabudowania

Po dostarczeniu mieszanki betonowej na miejsce zabudowania, zaleca się każdorazowo pobierać próbki w celu sprawdzenia jednolitości konsystencji dostarczanych mieszanek betonowych, jak również wzrokowej oceny barwy (jednorodności) mieszanki z poszczególnych dostaw (fot. 7). Podczas wznoszenia konstrukcji betonowych architektonicznego, należy bezwzględnie przestrzegać zasady ciągłości betonowania. Zaleca się, aby przerwy pomiędzy kolejnymi dostawami mieszanki wynosiły około 15 min. Najlepsze efekty uzyskuje się w temperaturach betonowania pomiędzy 5–30°C. Na wyniki mają także wpływ inne czynniki takie jak nasłonecznienie, wiatr i jego siła, opady atmosferyczne itp.

Transport mieszanki betonowej z wozu transportowego do miejsca zabudowania odbywa się naj-

częściej za pomocą pojemników do transportu mieszanki betonowej lub pomp do betonu. Podajnik mieszanki betonowej powinien być sprawny technicznie, dokładnie wyczyszczony, bez zacieków, resztek zapraw, mleczka cementowego itp. (fot. 9), z możliwością regulacji szybkości podawania mieszanki poprzez lej.

W obydwu przypadkach należy bezwzględnie zadbać, aby mieszankę betonową podawać do szalunków z wysokości maksymalnie 10–20 cm nad lustrem układanej mieszanki betonowej, najlepiej po rynnie spustowej, eliminując efekt pienienia. Podawanie z wyższych wysokości powoduje, w przypadku mieszanek chemicznie upłynnionych, możliwość segregacji składników mieszanki, jak również wystąpienie pustek powietrznych pieniającej się w chwili podawania mieszanki. Układanie mieszanki powinno przebiegać w sposób ciągły, z prędkością układania uzależnioną od betonowanego elementu.

Mieszankę betonową powinno układać się w sposób ciągły, jednak warstwowo, do wysokości około 50 cm każda, po czym należy taką warstwę zawibrować wibratorami wgłębnymi punktowo, w odległościach równych podwójnej odległości skuteczności wibratora. Wibrator należy ułożyć do wysokości dolnej części ułożonej i niezawibrowanej warstwy. Następnie włączony go, należy podnosić go do góry, tak aby po 5–6 s został wyciągnięty z mieszanki o wysokości warstwy 40–50 cm. Dodatkowo zaleca się przyłożenie wibratora wgłębnego do ścian zewnętrznych deskowania i zawibrowanie każdej sekcji deskowania przez około 5 s. Takie działanie ma dodatkowo poprawić proces odpowietrzenia układanej mieszanki betonowej, zapobiegając powstawaniu pustek, pęcherzy i raków powierzchniowych. Po ułożeniu mieszanki betonowej w całej uprzednio przygotowanej formie (deskowaniu), przystępuje

się do kolejnego etapu technologicznego – zabiegów pielęgnacyjnych.

3.6. Technologia zabiegów pielęgnacyjnych

Technologia betonów definiuje pielęgnację betonu jako zabiegi, które są podejmowane od chwili ułożenia mieszanki betonowej, jej zagęszczenia, mające na celu zapewnienie prawidłowego przebiegu procesu hydratacji cementu i uzyskanie w określonym czasie właściwości wytrzymałościowych i trwałościowych betonu. Pielęgnacja dojrzewającej mieszanki betonowej oraz wczesnych faz betonu obejmuje utrzymanie odpowiednich warunków ciepłowodnościowych oraz zapobieganie oddziaływaniu szkodliwych i niekorzystnych czynników, jak np. czynniki atmosferyczne. Według wytycznych ITB, okres pielęgnacji betonu uzależnia się od rodzaju cementu, na bazie którego skonstruowano mieszankę betonową. Według tych wytycznych, beton należy pielęgnować, a zwłaszcza utrzymywać w odpowiednich warunkach ciepłowodnościowych przez okres 7 dni dla betonów na bazie cementów portlandzkich (CEM I) i 14 dni na bazie cementów hutniczych i innych (CEM II, CEM III, CEM IV). Po zakończeniu układania mieszanki betonowej zaleca się przykrycie powierzchni elementu betonowego lekkimi osłonami wodoszczelnymi, które mają zapobiec szybkiemu odparowaniu wody z betonu i chronić go przed czynnikami atmosferycznymi (wodą opadową). Przykrycie takie realizuje się przy użyciu mat jutowych, przykrytych dodatkowo folią lub innymi materiałami wodoszczelnymi. Należy pamiętać, aby zapewnić jednakowe warunki dojrzewania i pielęgnacji betonu wszystkim elementom z niego wykonanym. Różny sposób pielęgnacji może przyczynić się do różnego stopienia hydratacji cementu, a w konsekwencji – również efektów doj-



Fot. 10. Beton architektoniczny, z powierzchnią poddaną procesowi piaskowania



Fot. 11. Beton architektoniczny, z powierzchnią gładką, uzyskaną bezpośrednio z form

rzewania, np. wystąpienia różnic w barwie elementów betonu (fot. 7 i 8).

4. Zastosowanie

Betony architektoniczne (fasadowe, strukturalne) coraz częściej znajdują zastosowanie nie tylko w elementach konstrukcyjnych, ale także w kształtowaniu estetyki i wykończenia. Możliwości zastosowań takich betonów są bardzo duże. Z uwagi na to, że elementom prefabrykowanym z betonu architektonicznego można nadać niemal dowolny kształt, fakturę, kolor, często znajdują zastosowanie właśnie jako elementy architektoniczne lub małe elementy architektury. Plastyczność betonu umożliwia jego ciągłą obróbkę i doskonalenie powierzchni z niego wykonanych. Stosowanie deskowań, form o zróżnicowanej fakturze, np. desek, muru kamiennego umożliwia rozwój zastosowań betonów. Stosowanie

metod piaskowania (fot. 10, 11), płukania, polerowania, szlifowania, wytrawiania itp. to elementy kształtowania nowej wizji betonu.

Beton architektoniczny spotykany jest jako element lub cała konstrukcja ścian wewnętrznych i zewnętrznych, słupów, łuków, schodów. Z uwagi na plastyczność i różnorodność form i kształtów w konstrukcji budynku, umożliwia tworzenie skomplikowanych brył geometrycznych.

5. Podsumowanie

Projektanci wciąż zauważają i podkreślają szlachetność powierzchni betonowych. Z uwagi na swoją plastyczność, beton pozwala uzyskiwać kształty i faktury zaprojektowane przez architektów. Coraz częściej pojawiające się zastosowania betonów architektonicznych wzbogacają sposoby wykończenia wielu obiektów budowlanych,

a zwłaszcza tych reprezentacyjnych (fot. 12).

Uzyskanie betonu architektonicznego wciąż jednak pociąga za sobą konieczność zastosowania odpowiedniej dyscypliny i technologii wykonywania prac.

W technologii betonów można zauważyć, że beton stał się materiałem wszechstronnym, skonstruowanym zarówno do kształtowania nowoczesnych i wymagających inżynierskich konstrukcji betonowych, monolitycznych i prefabrykowanych, jak również do konstrukcji wysublimowanych form architektonicznych czy imitacji kamienia.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Hewlett P., Przyszłość betonu – istotne trendy i zmiany. „Dni betonu. Tradycja i nowoczesność”, Wisła 11–13 października 2004, Polski Cement, Kraków 2004
 [2] Hodor K., Betony w kształtowaniu wodnych elementów ogrodowych i krajobrazowych. „Dni betonu. Tradycja

i nowoczesność”, Wiśła 11–13 października 2004, Polski Cement, Kraków 2000

[3] Hansen T. B., Thrysoe J., Stasiak T., Właściwości i zastosowania betonu na bazie białego cementu. „Dni betonu. Tradycja i nowoczesność”, Wiśła 11–13 października 2004., Polski Cement, Kraków 2004

[4] Jamróży, Z., Beton i jego technologie. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005

[5] Loegler R., Betonowe oblicze architektury. „Beton na progę nowego milenium”, Kraków 9–10 listopada 2000, Polski Cement, Kraków 2000

[6] Neville, A., Właściwości betonu, Polski Cement, Kraków 2000

[7] Neville, A., Brookes, J., Concrete technology, Longmann Scientific & Technical, 1993

[8] PN-EN 206-1: 2003 Beton Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność

[9] PN-EN 934-2:2-2 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu Część 2: Domieszki do betonu, definicje, wymagania, zgodność, znakowanie i etykietowanie

[10] Pogan, K., Nowe upłynniacze – nowe możliwości w technologii betonu, Przegląd Budowlany, lipiec-sierpień 2000

[11] Stawiarski P., Różnice modelowe między betonami zwykłymi a wysokowartościowymi, Przegląd Budowlany nr 3/2001

[12] Ślusarek J., Stawiarski P., Wpływ dodatków chemicznych i domieszek mineralnych na wybrane właściwości mechaniczne betonów. Inżynieria i Budownictwo nr 3/2000

[13] Wytyczne wykonywania robót budowlanomontażowych w okresie obniżonych temperatur. Instrukcja ITB 282, Warszawa 1988



Fot. 12. Fragment elewacji wykonany z betonu architektonicznego

Dziękujemy Państwu za zaufanie!

Firma



została ponownie
leaderem sprzedaży
w segmencie
ładowarek
teleskopowych.

Centrala we Francji:

BP 249, 44158 Ancenis Cedex
tel. +33 2 40 09 10 11

Biuro w Polsce:

Ruda 12, 64-610 ROGOŹNO
tel. 067 261 01 13

 **MANITOU**