

dr hab. inż. Łukasz Drobiec, prof. PŚ¹⁾
ORCID: 0000-0001-9825-6343

Problemy eksploatacyjne elewacji z prefabrykowanych płyt betonowych

Exploitation problems of a facade made of prefabricated concrete panels

DOI: 10.15199/33.2020.09.04

Streszczenie. W artykule opisano problemy eksploatacji elewacji z prefabrykowanych płyt betonowych. Wskazano typowe uszkodzenia betonu architektonicznego prefabrykatów. Przyczyny powstawania uszkodzeń podzielono na błędy projektowe, prefabrykacji i montażu.

Słowa kluczowe: elewacje prefabrykowane; prefabrykaty GRC; uszkodzenia elewacji.

Abstract. The article describes problems with the operation of a facade made of prefabricated concrete panels. Typical damages of architectural concrete are indicated. The causes of damage were divided into design errors, prefabrication errors and assembly errors.

Keywords: prefabricated facades; prefabricated GRC elements; facade damage.

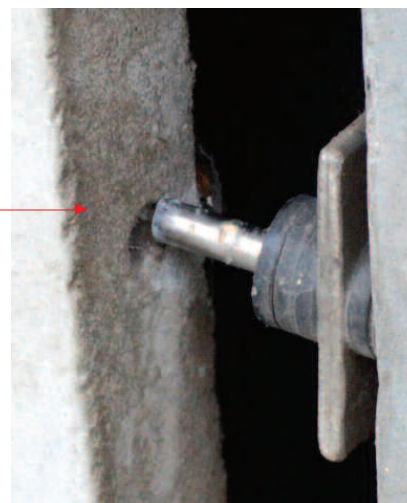
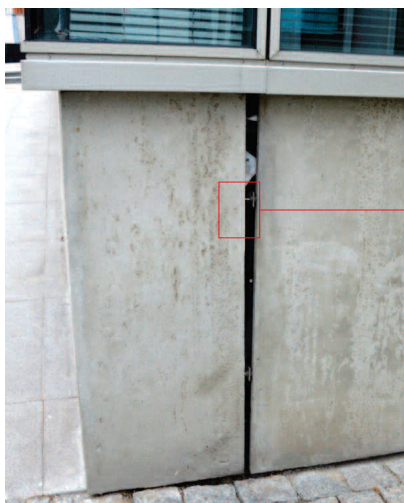
Elewacyjne okładziny z prefabrykowanych płyt betonowych zdobywają coraz większą popularność. Najczęściej stosuje się cienkościennie kilkucentymetrowe elementy jednowarstwowe, płytowe lub przestrzenne, mocowane do konstrukcji budynku za pomocą kotew lub na zaprawie [2]. Płyty takie wykonuje się jako zbrojone w sposób tradycyjny lub z niemetalicznym zbrojeniem rozproszonym. Alkaloodporne zbrojenie rozproszone stosowane jest bardzo często ze względu na możliwość wyeliminowania problemu korozji w cienkich płytach. W przypadku płyt elewacyjnych wykorzystuje się głównie technologię GRC (*Glass-Fiber Reinforced Concrete*). Zgodnie z definicją podaną w normie PN-EN 1169 [5], GRC jest materiałem kompozytowym, zbudowanym z matrycy na spoiwie hydraulicznym (cementowym) zbrojonej włóknem szklanym, z zachowaniem zgodności materiałowej spoiwa i zbrojenia. Dodatkowo norma podaje, że prefabrykaty mogą być wykonywane przez odlewanie i wibrowanie, mokry lub suchy natrysk, wtryskiwanie, wytłaczanie. Najczęściej płyty elewacyjne formuje się w technologii natrysku zgodnie z normami PN-EN 14487-1 [6] i PN-EN 14487-2 [7]. Jest to proces, w którym ciągle włókno

szklane jest cięte na odcinki założonej długości i natryskiwane wraz z matrycą cementową do formy. W tym procesie włókna ukierunkowane są równoległe do powierzchni formy [3].

Pomimo wielu zalet elewacji z prefabrykatów GRC, tak jak w przypadku innych rozwiązań, podczas eksploatacji można napotkać pewne problemy, będące najczęściej wynikiem błędów popełnionych na etapie projektu, prefabrykacji lub montażu elewacji. Błędy spowodowane są najczęściej brakiem szczegółowych rozwiązań projektowych, nieodpowiednią technologią produkcji lub skłonnością do nadmiernych oszczędności [1, 4].

Błędy projektowe

Elewacje z prefabrykowanych płyt GRC wymagają opracowania szczegółowego projektu architektonicznego i konstrukcyjnego. W związku z tym, że płyty przylegają do siebie na styk, konieczne jest dokładne zaprojektowanie geometrii każdego z elementów elewacji. Ważne jest, aby odpowiednio rozwiązać strefy newralgiczne, czyli styk elewacji z gruntem, strefy naroży i otworów oraz zwieńczenie elewacji. Płyty GRC nie powinny opierać się na gruncie (fotografia 1). Zaleca się nawet pozostawienie kilkucentymetrowej szczeliny między nawierzchnią a płytą. Umożliwi to wentylowanie przestrzeni



Fot. 1. Wysunięcie się płyty narożnej z kotew i oparcie na gruncie

Photo 1. The corner prefabricated element slides out of the anchors and the slab rests on the ground

¹⁾ Politechnika Śląska; Wydział Budownictwa; lukasz.drobiec@polsl.pl

pod płytą oraz zabezpieczy prefabrykat przed deformacją podłoża i uniemożliwi podciąganie kapilarne wód opadowych. W strefie zwieńczenia elewacji należy zwrócić uwagę na odpowiednie zabezpieczenie przed wpływami atmosferycznymi.

Projekt architektoniczny powinien zawierać technologię montażu. Należy dążyć do takiego rozwiązania, aby elewacja mogła być montowana w sposób prosty, przy ograniczeniu do minimum prac wykonywanych na budowie, a przede wszystkim wiercenia w płytach i ich docinania. W projekcie należy ponadto zawrzeć wytyczne dotyczące kolejności dostaw prefabrykatów oraz miejsce i sposób ich składowania.

Projekt konstrukcyjny powinien zawierać rozwiązania mocowań i wzajemnych połączeń płyt. Najczęściej stosuje się systemy montażu niewidocznego z zastosowaniem stalowych konsoli projektowanych indywidualnie. Prefabrykowane płyty elewacyjne mogą mieć znaczny ciężar (nawet kilka ton), dlatego też ważne jest odpowiednie zaprojektowanie połączenia konsoli z płytą i konsoli z konstrukcją nośną, czyli ścianami, stropami lub szkieletem konstrukcji budynku. Połączenia powinny być sprawdzone obliczeniowo, a w przypadku dużych inwestycji zaleca się ich weryfikację badawczą. Przykład nieodpowiednio zaprojektowanych łączników pokazano na fotografii 2. Nie jest zalecane stosowanie typowych kotew kamieniarskich. Przy takim połączeniu dochodzi często do wysunięcia płyt z kotew lub wyłamania betonu w strefie zakotwienia (fotografie 1, 3).



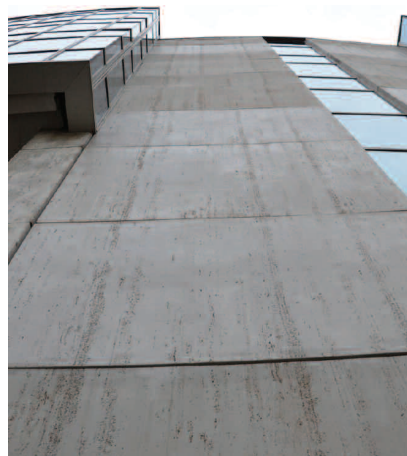
Fot. 2. Nieodpowiednio zaprojektowane kotwy: a) skręcenie kotwy; b) wygięcie płaskownika i sworznia kotwy
Photo 2. Improperly designed anchors: a) twist of the anchor; b) bend of the flat bar and anchor bolt



Fot. 3. Wylamana krawędź płyty po zastosowaniu kotwy kamiennarnej
Photo 3. Broken edge of panel after using stone anchor

Błędy prefabrykacji

Na etapie prefabrykacji błędy popełniane mogą być w fazie przygotowania form, doboru mieszanki betonowej i zbrojenia rozproszonego oraz technologii układania mieszanki. Mają one wpływ m.in. na estetykę prefabrykatu. Nie jest dopuszczalne znaczne zróżnicowanie faktury elementów (fotografia 4).



Fot. 4. Zróżnicowana faktura płyt elewacyjnych
Photo 4. Diversified texture of facade panels



Błędy w przygotowaniu form skutkować będą brakiem dopasowania elementów elewacji podczas montażu. Ważne jest zastosowanie odpowiednich środków antyadhezyjnych do form, które powinny być dobrane do przyjętej technologii produkcji, stosowanych surowców i pigmentów. W związku z tym, że koszt zbrojenia rozproszonego przekracza zazwyczaj połowę kosztu prefabrykatu, czasem stosuje się włókna zamiennie. W miejsce drogich alkaloodpornych włókien AR używa się tanich włókien szklanych typu E (do zastosowania w elektrotechnice), które w alkalicznym środowisku szybko ulegają korozji, prowadzącej do ich całkowitego zniszczenia [4]. PN-EN 1169 [5] nie zaleca stosowania włókna typu E z cementem portlandzkim, chyba że matryca cementowa zostanie zmodyfikowana w celu obniżenia pH dojrzewającego zaczynu. Na skutek nieodpowiedniej pielęgnacji może dojść do powierzchniowych zarysowań typu map cracking oraz lokalnych uszkodzeń powierzchni.

Błędy montażu

Typowym błędem montażu jest niedokładność wykonania. Lokalne podparcia lub wzajemne klinowanie płyt mogą być przyczyną ich zarysowania i odsparzenia (fotografia 5). Prefabrykaty GRC są podatne na uszkodzenia mechaniczne, dlatego proces ich montażu wymaga zachowania szczególnej ostrożności. Dużym błędem jest stosowanie zamiennych, nieprzewidzianych w projekcie,



Fot. 5. Odsparcie płyty spowodowane lokalnym podparciem
Photo 5. Detachment of prefabricated elements caused by local support



Fot. 6. Korozja stalowej kotwy jako zamiennik do nierdzewnej

Photo 6. Corrosion of the steel anchor as an alternative to the stainless one

rozwiązań mocowania płyt do konstrukcji (fotografia 6). Czasem spotkać można narzędzia montażowe pozostawione na elewacji oraz błędy w wykonaniu otworów na kotwy (fotografia 7).

Podsumowanie

Elewacje z cienkościennych prefabrykowanych elementów betonowych są bardzo efektywnym i trwałym roz-



Fot. 7. Otwór po źle wytrasowanym wierceniu pod kotwę

Photo 7. Hole after poorly made drillings for anchor

wiązaniem. Jak we wszystkich innych technologiach, tak i w przypadku prefabrykatów GRC można popełnić błędy projektowe i wykonawcze. Aby zabezpieczyć się przed ich wystąpieniem, należy przede wszystkim starannie przygotować projekt architektoniczny i konstrukcyjny oraz zlecić prefabrykację elementów doświadczonemu producentowi, dysponującemu odpowied-

nimi możliwościami technicznymi. Ponadto montaż elewacji powinien być realizowany przez wykwalifikowaną ekipę montażową.

Literatura

[1] Lachiewicz-Złotowska Agata, Rafał Tews. 2013. „Ocena prefabrykatów elewacyjnych z betonu architektonicznego”. *Materiały Budowlane* 495 (11): 68 – 69.

[2] Lelusz Małgorzata, Natasza Organek. 2018. „Beton architektoniczny we współczesnej prefabrykacji betonowej”. *Przegląd Budowlany* (1): 41 – 47.

[3] Petri Marek. 2015. „Prefabrykowany beton architektoniczny zbrojony włóknami szklanymi (GRC) – cz. 1”. *Budownictwo, Technologie, Architektura* (3): 54 – 57.

[4] Petri Marek. 2015. „Prefabrykowany beton architektoniczny zbrojony włóknami szklanymi (GRC) – cz. 2”. *Budownictwo, Technologie, Architektura* (4): 48 – 51.

[5] PN-EN 1169:2001 Prefabrykaty betonowe. Ogólne zasady fabrycznej kontroli produkcji betonu zbrojonego włóknem szklanym.

[6] PN-EN 14487-1:2007 Beton natryskowy. Część 1: Definicje, wymagania i zgodność.

[7] PN-EN 14487-2:2007 Beton natryskowy. Część 2: Wykonywanie.

Przyjęto do druku: 18.08.2020 r.

AKCJA ELEWACJA!

Sempre®



TYNKI ELEWACYJNE / FARBY ELEWACYJNE / KLEJE / STYROPIAN