

BIBLIOGRAFIA:

- [1] Sobala D., Prefabrykowane żelbetowe pale wbijane. Projektowanie, wykonawstwo, nadzór. Seminarium Fundamenty palowe, Warszawa, 22.04.2009
- [2] Rybak J., Sobala D., Pale prefabrykowane w fundamentowaniu mostów. Wrocławskie Dni Mostowe Prefabrykacja w mostownictwie, Wrocław, 23–24.11.2010
- [3] Czarnecki L., Piotrowski T., Trwałość żelbetowych pali fundamentowych, Materiały budowlane 2/2008 (nr 426)
- [4] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 roku ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG
- [5] PN-EN 12794+A1:2008 Prefabrykaty betonowe. Pale fundamentowe
- [6] PN-EN 13369:2013–09 Wspólne wymagania dla prefabrykatów z betonu
- [7] PN-EN 206:2014–04 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność

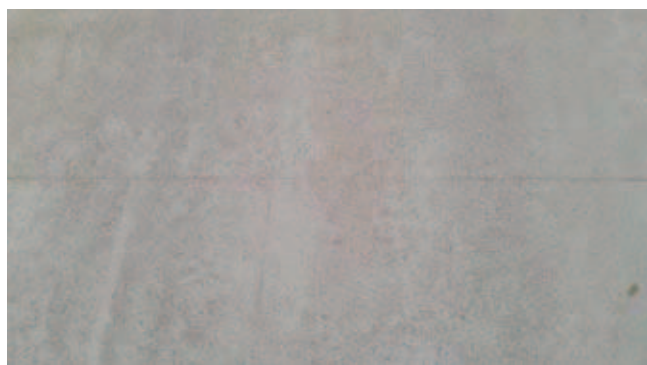
- [8] PN-EN 10080:2007 Stal do zbrojenia betonu. Spajalna stal zbrojeniowa. Postanowienia ogólne
- [9] Giergiczyński Z., Dobór cementu w produkcji elementów prefabrykowanych. Wrocławskie Dni Mostowe Prefabrykacja w mostownictwie, Wrocław, 23–24.11.2010
- [10] Instrukcja ITB nr 414/2006 Zakładowa kontrola produkcji wyrobów budowlanych. Wymagania, Wydawnictwo ITB, Warszawa, 2006
- [11] Wytyczne dla producentów wyrobów budowlanych dotyczące Zakładowej Kontroli Produkcji (ZKP), Wydawnictwo ITB VIII/1, marzec 2015; dostęp on-line: <http://www.itb.pl/pl/certyfikacja.html>, data pobrania grudzień 2016
- [12] Rozporządzenie Delegowane Komisji (UE) nr 574/2014 z dnia 21 lutego 2014 r. zmieniające załącznik III do Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 w odniesieniu do wzoru, który należy stosować przy sporządzaniu deklaracji właściwości użytkowych wyrobów budowlanych

Analiza współczesnych bezspoinowych posadzek zbrojonych

Mgr inż. Joanna Nowak, PAL-GAZ Palacz Sp. z o.o., dr inż. Barbara Ksiś, Zakład Budownictwa, Politechnika Poznańska

1. Wprowadzenie

Posadzki przemysłowe stanowią jeden z najważniejszych niekonstrukcyjnych elementów hal magazynowych, produkcyjnych czy innych zakładów przemysłowych. Dobór odpowiedniego rozwiązania, dbałość o jakość wykonania oraz późniejszą eksploatację mają ogromny wpływ na transport wewnętrzny składowanych materiałów, możliwości składowania, produkcyjne oraz ogólnoużytkowe. Ponadto muszą spełniać wymagania, stawiane na etapie projektu przez inwestora, odnośnie trwałości, nośności, płaskości (równości powierzchni) oraz odporności fizykochemicznej. Jest to bardzo ważne założenie, ze względu na fakt, iż każde uszkodzenie płyty posadzki powoduje przestoje w zakładach – co pociąga za sobą zwykle bardzo duże koszty ponoszone przez inwestora.



Rys. 1. Nacięcia skurczowe płyty posadzkowej – beton polerowany[5] (archiwum autorów)

2. Podział i dobór rozwiązania

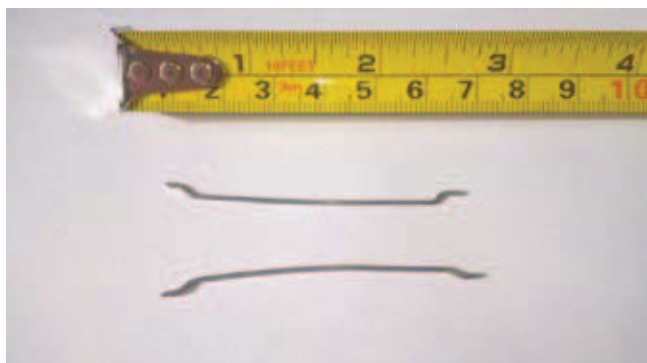
Współcześnie wykonuje się dwa podstawowe typy posadzek: posadzki spoinowe oraz posadzki bezspoinowe. Zależnie od możliwości wykonawczych w danej hali, rodzaju podłoża oraz przemysłu mającego się odbywać w danym obiekcie dobiera się odpowiedni typ konstrukcji płyty posadzkowej.

Posadzki spoinowe wykonuje się w sytuacjach występowania:

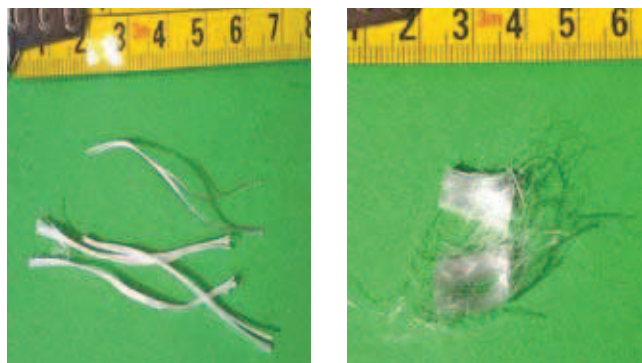
- hal o skomplikowanym rzucie;
- posadzek nieutwardzanych, na których wykonywane będą kolejne warstwy, np. posadzki żywiczne, jastyrychy, ułożone zostaną płytki lub wykładziny;
- posadzek bardzo mocno obciążonych w całości lub punktowo, w których powstawać będą duże naprężenia;



Rys. 2. Posadzka bezspoinowa utwardzona powierzchniowo [5] (archiwum autorów)



Rys. 3. Włókna stalowe HE 1/50[5] (archiwum autorów)



Rys. 4, 5. Makrowłókna syntetyczne S50, mikrowłókna syntetyczne [5] (archiwum autorów)

- posadzek, po których nie będzie odbywał się ciężki transport;
- szukania oszczędności – posadzki nacinane są zwykle tańsze od bezdylatacyjnych.

Natomiast płyty bezspoinowe (beznacięciowe) wykonuje się w przypadkach: wielkopowierzchniowych hal magazynowych, logistycznych; hal o nieskomplikowanym rzucie; hal, gdzie ustawiane jest wiele rzędów regałów – poprawny przebieg dylatacji konstrukcyjnych wyklucza możliwość ustawienia stopy regału na lub w bardzo bliskim sąsiedztwie dylatacji roboczej (konstrukcyjnej) posadzki; hal, gdzie planowane jest tzw. wysokie składowanie – czyli regały magazynowe o możliwościach składowania na wysokości pow. 6 m oraz wózki transportowe poruszające się w wąskich torach jazdy – alejkach między tymi regałami. Rozwiązanie bezdylatacyjne zapobiega przed każdorazowym „bujaniem się” wózka w momencie przejazdu przez szczelinę dylatacji ciętej; gdy pozwalają na to warunki gruntowo-wodne; nie stawiamy hali na terenach szkód górnicznych.

2.1. Włókna stalowe

Dobór sposobu zbrojenia uzależniony jest od wielu czynników pokrywających się z wytycznymi odnośnie wyboru konstrukcji płyty. Im większe planowane obciążenia, tym więcej należy zastosować włókna, wybierać coraz to smuklejsze rozwiązania lub powrócić do zbrojenia tradycyjnego w postaci zgrzewanych mat zbrojeniowych. W przypadku, gdy posadzka ma być tylko miejscowo bardzo mocno obciążana, warto zastosować w tym miejscu dodatkowe zbrojenie w postaci siatek stalowych bez zwiększania ilości włókna dla całej płyty. Dla przykładu porównamy jedno z rozwiązań zaproponowanych przez jednego z czołowych producentów dla konkretnych parametrów podbudowy i przewidywanych obciążeń: projektowane parametry podbudowy: moduł odkształcenia wtórnego: $E_{v2} \geq 120$ MPa, stosunek modułów odkształceń – wtórnego do pierwotnego: $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$; wymagania dla betonu posadzkowego: cement z grupy: CEM II lub CEM III; stosunek $w/c < 0,50$; obciążenie równomiernie rozłożone: 60 kN/m²; obciążenie od regału: 50 kN/stopę o wymiarze 15 × 15 cm; obciążenie od ruchu kołowego: 37,5 kN/koło; klasa betonu: C25/30; rozstaw dylatacji: do 34 × 34 m. Wynik obliczeń: posadzka bezspoinowa o grubości 18 cm, zbrojona włóknem HE 75/50 w ilości 25 kg/m³.

2.2. Włókna polimerowe

Posadzkarze włókna polimerowe stosują głównie przy wykonywaniu płyt przeznaczonych pod dalsze wykończenie np. płytami czy wykładziną, ze względu na obawę, iż po wykonaniu utwardzenia powierzchniowego i zatarciu płyty na gładko włókna w dużej mierze będą wystawać z posadzki. Oczywiście nie tylko włókna z tworzyw sztucznych pojawiają się na powierzchni. Brytyjska norma BS EN 14721 opisuje maksymalne ilości dopuszczalnych włókien stalowych widocznych na powierzchni posadzki: 6 sztuk/m² w przypadku powierzchni utwardzonej i 10 sztuk/m² w przypadku świeżego betonu.

Producenci w swojej ofercie posiadają mikro- i makrowłókna. Pierwsze służą głównie zabezpieczeniu płyty posadzkowej przed spękaniem oraz, co ważne, ograniczają występowanie zjawiska popularnie zwanego „bleedingiem”, czyli wydzielania się wody z mieszanki betonowej, natomiast drugie wytwarzane są z mieszaniny dwóch lub więcej surowców o wysokiej wytrzymałości na rozciąganie i są produktem zbrojącym posadzkę stosowanym równie skutecznie jak włókna stalowe.

Przykład rozwiązania konstrukcji z włóknami polimerowymi:

- parametry podbudowy dolnej:
 - moduł odkształcenia wtórnego: $E_{v2} \geq 90$ MPa,
 - stosunek modułów: $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$;
- parametry podbudowy górnej:
 - beton podkładowy C8/ gr. 10 cm,

Pod płytą właściwą posadzki – dwie warstwy folii PE gr. min. 0,2 mm; wymagania dla betonu posadzkowego: klasa betonu: C25/30, stosunek $w/c \leq 0,5$, cement: ilość cementu < 350 kg/m³, kruszywo: łamane, o zerowej reaktywności alkalicznej, klasa zawartości chlorków w betonie: Cl 0,20.

Zakładane obciążenia użytkowe posadzki:

- obciążenie równomiernie rozłożone: 40 kN/m²,
- obciążenie od ruchu kołowego: maksymalne obciążenie na oś: 90 kN,
- rozstaw kół w osi: 1200 mm.

Wynik obliczeń: posadzka spoinowa w polach 5 × 5 m o grubości min. 15 cm, zbrojona włóknem G54 w ilości 1,8 kg/m³.

Zakładane obciążenia użytkowe posadzki: obciążenie równomiernie rozłożone: 40 kN/m², obciążenie od ruchu kołowego: maksymalne obciążenie na oś: 90 kN, rozstaw kół w osi: 1200 mm. Wynik obliczeń: posadzka spoinowa w polach 5 × 5 m o grubości min. 15 cm, zbrojona włóknem G54 w ilości 1,8 kg/m³.

2.3. Zbrojenie zgrzewanymi siatkami stalowymi

W przypadku występowania bardzo dużych obciążeń lub słabej (albo zmiennej) podbudowy zaleca się zbroić podłogi przemysłowe siatkami stalowymi o zwykle małym przekroju zbrojenia. Zbrojenie płyty posadzkowej siatkami możemy podzielić na dwa rodzaje: dolne – nie wynikające bezpośrednio z obliczeń, pełniące głównie funkcję statyczną; górne – główne zbrojenie konstrukcyjne elementu, przenoszące siły rozciągające oraz pośrednio zabezpieczające przed rozszerzaniem się powstałych w czasie skurczu betonu rys. Maty dolne układane są na dystansach (zwykle betonowych o wysokości 3 lub 4 cm) w celu zachowania niezbędnej otuliny zbrojenia.

Posadzki przemysłowe muszą być zbrojone siatkami górą i dołem w przypadku, gdy naprężenia spowodowane przez siły działające na płytę przekraczają obliczeniową nośność betonu na rozciąganie przy zginaniu. Zbrojenie tego typu stosujemy w momencie gdy: mamy do czynienia z bardzo dużymi obciążeniami pochodzącymi od wózków widłowych oraz pojazdów ciężarowych (obciążenia przekraczające 100 kN); natrafiamy na niekorzystne warunki gruntowo-wodne, tj. obawiamy się nierównomiernego osiadania płyty; specyfikacja wymaga na nas maksymalnego rozwarcia rys na poziomie 0,1 mm.

2.4. Posadzki zbrojone w sposób mieszany

Spotyka się także łączone rozwiązania konstrukcyjne posadzek przemysłowych. Jako zbrojenie w tych rozwiązaniach w zależności od indywidualnych potrzeb konstrukcji zostaje mieszane zbrojenie rozproszone ze zbrojeniem tradycyjnym. Takie rozwiązania mają wady i zalety. Kombinacja siatek stalowych i włókien stalowych pozwala nam uzyskać większą sztywność płyty (poprawimy statykę) – przy ułożeniu siatki dołem

niż w przypadku samego włókna. Połączenie siatki z włóknami polimerowymi (np. w przypadku, gdy stosujemy maty górą i dołem) często ma na celu redukcję spękań i mikrospekkań posadzki. Ma to swoje zastosowanie także w przypadku łączenia włókna stalowego z mikrowłóknem polimerowym (oczywiście nie zapominając także o właściwościach nośnych makrowłókna polimerowego).

3. Podsumowanie

Posadzki przemysłowe to ważny element konstrukcyjny obiektu, zależy od niego bezkolizyjne funkcjonowanie obiektu jak i jego trwałość. Należy zaznaczyć, że są odrębną częścią konstrukcji hali i nie są powtarzalne jak konstrukcje nośne czy elementy prefabrykowane obudowy. Szeroki zakres możliwości pozwala zawsze dobrać odpowiednie rozwiązanie dla stawianych wymagań, a dobre i duże firmy posadzkarskie są w stanie sprostać wszelkim warunkom stawianym przez generalnego wykonawcę i inwestora.

BIBLIOGRAFIA

- [1] The Concrete Society, TR34 4th Edition – Concrete industrial ground floors a guide to design and construction (Polskie tłumaczenie: Raport techniczny nr 34 Stowarzyszenia Betonu, Betonowe posadzki przemysłowe Wytoczne projektowe i wykonawcze), 2016
- [2] Norma brytyjska: BS 8204-2:2002 Screeds, bases and in-situ floorings. Concrete wearing surfaces. Code of practice, 2002
- [3] Hajduk P., Projektowanie podłóg przemysłowych, Warszawa, 2013
- [4] Osińska.J., Analiza posadzek przemysłowych zbrojonych tradycyjnie i za pomocą włókien, Praca magisterska pod kierunkiem dr inż. B. Ksit, Poznań, 2017

Artykuł był prezentowany na konferencji w Walczu we wrześniu 2017 roku.

Polski Komitet Geotechniki, Oddział Stołeczny Polskiego Komitetu Geotechniki oraz Katedra Geoinżynierii Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie mają zaszczyt zaprosić na

XVIII Krajową Konferencję Mechaniki Gruntów i Inżynierii Geotechnicznej oraz

VII Ogólnopolską Konferencję Młodych Geotechników, która odbędzie się w dniach

4–7 września 2018 roku w Laboratorium Centrum Wodne SGGW przy ul. Ciszewskiego 6 w Warszawie.

Szczegółowe informacje dotyczące konferencji dostępne są na stronie internetowej:

<http://kkmgig2018.kg.sggw.pl>

PASYWNY-BUDYNEK  PL
branżowy portal internetowy

 (42) 653- 57- 03

 www.facebook.com/PasywnyBudynekpl

OGRZEWNICTWO  PL KLIMATYZACJA  PL
branżowy portal internetowy branżowy portal internetowy

PORADY FACHOWCÓW
AKTUALNOŚCI Z BRANŻY
INFORMACJE O PRODUKTACH
PROMOCJE
KATALOG FIRM

Sprawdź nas!

