

Przyczyny powstawania rys w podłogach przemysłowych

Mgr inż. Piotr Hajduk, Biuro Konstrukcyjno-Budowlane HAJDUK

1. Wprowadzenie

Podłogi przemysłowe należą do najbardziej narażonych na uszkodzenia elementów budownictwa przemysłowego. Ich jakość ma bardzo duży wpływ na przebieg produkcji i sposób składowania materiałów. Choć zniszczenie podłogi rzadko powoduje zagrożenia awaryjne, wszelkie uszkodzenia zmuszają do ponoszenia bardzo dużych kosztów związanych nie tylko z naprawą wadliwej nawierzchni, ale i z częściowym, okresowym wyłączeniem pewnych obszarów zakładu oraz prowadzą do powstawania przestojów w produkcji. Podstawową troską przy projektowaniu, wykonywaniu i użytkowaniu podłogi przemysłowej jest niedopuszczenie do nadmiernej ilości i szerokości rys na jej powierzchni.

Rysy pojawiają się zawsze wtedy, gdy naprężenia spowodowane siłami wewnętrznymi, środkami chemicznymi, wynikające z oddziaływań zewnętrznych, zmian temperatury i obciążeń mechanicznych przekroczą wytrzymałość betonu na rozciąganie [1], [2].

2. Klasyfikacja rys powstających w podłogach przemysłowych

Rysy występujące w podłogach przemysłowych można sklasyfikować ze względu na ich miejsce występowania i kształt – rys. 1.

Najczęściej występują rysy powierzchniowe i ciągłe. Pozostałe typy mogą pojawić się w szczególnych przypadkach.

Rysy włoskowate (rys. 2) powstają podczas szybkiego ochładzania się i w czasie szybkiego wysychania nawierzchni, w pierwszych godzinach po wbudowaniu

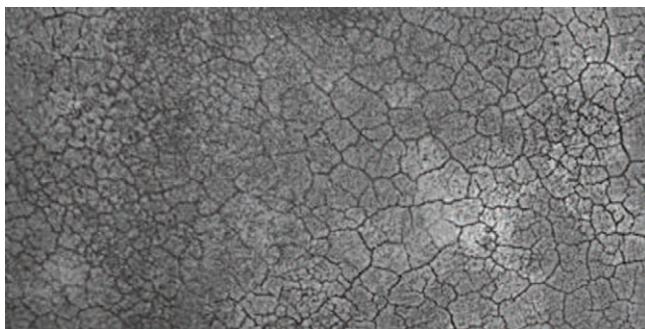
betonu. Główną przyczyną ich tworzenia się mogą być przeciągi lub wiatr. Wyglądem przypominają pajęczynę lub stłuczone szkło. Bardzo wrażliwe na ich powstawanie są betony o dużej ilości drobnych cząstek kruszywa z dodatkami 0/0,125 mm – powyżej 400 kg/m³. Rysy te są najczęściej wąskie i niezbyt głębokie. Ocenia się [3], że ich szerokość zwykle nie przekracza 0,1 mm, z możliwością poszerzenia o nie więcej niż 0,05 mm, a głębokość wynosi od 1 do 3 mm. Trudno je zaobserwować, gdy płyta jest w stanie suchym, ale są dobrze widoczne, gdy nawierzchnia lekko przeschnie, po wcześniejszym zmoczeniu. Płyta w miejscach rys schnie wolniej, dlatego są widoczne jako ciemniejsze miejsca. Rysy włoskowate, choć pogarszają estetyczny wygląd posadzki, nie stanowią zagrożenia dla jej trwałości i sposobu użytkowania.

Rysy siatkowe (rys. 3) mają wygląd jak sploty siatki. Zasadniczą przyczyną ich powstawania jest zbyt szybkie wysychanie nawierzchni. Wrażliwe na ich powstawanie są betony o dużej ilości wody – powyżej 180 kg/m³. Szerokość tych rys nie przekracza zwykle 0,15–0,20 mm, głębokość wynosi do kilku milimetrów [3]. W początkowym okresie użytkowania podłóg nie stanowią zagrożenia. Jednak z czasem, często pod wpływem dodatkowych oddziaływań, może dojść do ich rozszerzania się i pogłębiania, co często skutkuje powstaniem uszkodzeń w płycie nośnej.

Rysy wskrośne – ciągłe (rys. 4) najczęściej przebiegają przez całą grubość płyty. Przyczyny ich występowania mogą być różnorodne: począwszy od błędów popełnionych na etapie projektowania, poprzez wykonawstwo, aż po wadliwą eksploatację. Ich szerokość wynosi zazwyczaj od 0,1 do 2 mm, a nawet więcej. Mogą zmieniać swoją szerokość w granicach



Rys 1.
Klasyfikacja
rys w podłogach
przemysłowych



Rys. 2. Rysy włoskowate



Rys. 3. Rysy siatkowe



Rys. 4. Rysy wskrośne



Rys. 5. Rysy wzdłuż przebiegu zbrojenia górnego

0,1–0,5 mm [3]. Tego typu rysy zawsze są wadami, które trzeba usunąć, aby zapewnić poprawną eksploatację nawierzchni. Są szczególnie niebezpieczne w podłogach betonowych nie posiadających jakiegokolwiek zbrojenia.

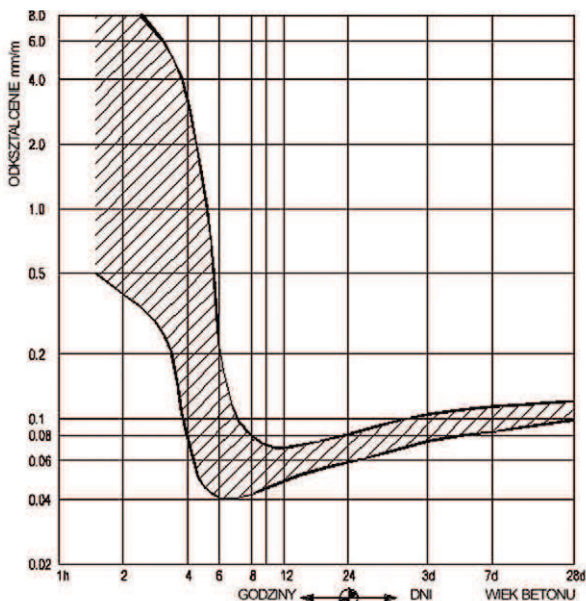
Rysy występujące w strefie rozciąganej betonu – wywołane zginaniem płyty nośnej podłogi – mogą powstawać wskutek jednostronnego nierównomiernego ogrzania płyty, jednostronnej utraty ciepła hydratacji lub na skutek użytkowania powodującego powstawanie naprężeń rozciągających, np. składowanie na płycie gorących materiałów. Wskutek takich oddziaływań płyta w swoim środkowym obszarze jest podnoszona do góry. Przeciwdziała temu jej ciężar własny oraz ewentualne obciążenia użytkowe. Jeżeli sumaryczne naprężenia przekroczą wytrzymałość betonu na rozciąganie, należy liczyć się z powstaniem rys, które rozpoczynają się na powierzchni strefy rozciąganej i przebiegają do miejsca zerowania się naprężeń rozciągających.

Rysy pomiędzy górną powierzchnią płyty i górnym jej zbrojeniem powstają na powierzchni płyty **wzdłuż przebiegu zbrojenia górnego i nad ziarnami grubo kruszywa** (rys. 5) są wynikiem osiadania betonu wokół prętów zbrojenia, ziarn kruszywa i skurczu plastycznego betonu. Ich szerokość może być znaczna, często powyżej 1 mm, głębokość jest mniej więcej równa otulinie zbrojenia. Rzadko występują w podłogach przemysłowych, można je zwykle spotkać w wysokich elementach nad prętami o znacznej średnicy. Ich występowanie w płytach podłogi przemysłowej jest wynikiem braku lub niewłaściwego zagęszczenia mieszanki betonowej i pielęgnacji betonu.

3. Przyczyny powstawania rys

Podłogi betonowe mogą pozostać niezarysowane do momentu, gdy odkształcenia betonu nie przekroczą wartości granicznych. Beton zaraz po wbudowaniu ma bardzo dużą odkształcalność. Wraz z rozpoczęciem procesu wiązania i twardnienia ta zdolność radykalnie maleje i osiąga swoje minimum po 4–12 godzinach – 0,04 mm/m (rys. 6), następnie ponownie wzrasta. Znacznie wcześniej, zanim płyta zostanie obciążona zewnętrznymi siłami statycznymi lub dynamicznymi, pojawiają się w niej zarówno naprężenia ściskające, jak i rozciągające. Są one rezultatem deformacji własnych elementu, wynikających przede wszystkim ze **skurczu betonu, wpływu ciepła hydratacji i zmian temperatury**. Tam, gdzie lokalne naprężenia przekroczą wytrzymałość na rozciąganie – pojawią się rysy. Mogą one wystąpić w betonie jeszcze plastycznym albo w już stwardniałym. Rysy w młodym betonie powstają wskutek zmniejszania się jego objętości, co jest wynikiem parowania wody. Wpływ na ten proces mają niska wilgotność powietrza, wiatr, nasłonecznienie, niekorzystne temperatury. Rysy we wiążącym i już stwardniałym betonie powstają wskutek obciążeń wewnętrznych płyty i oddziaływań zewnętrznych.

Jest bardzo wiele powodów generujących występowanie rys w podłogach przemysłowych. Mogą one powstawać zarówno w betonie będącym jeszcze w stanie plastycznym (od 10 minut do 6 godzin od zabetonowania),



Rys. 6. Odkształcalność młodego betonu [4]

jak i po jego stwardnieniu. Trzy zasadnicze powody tworzenia się rys w młodym betonie to [5], [6]: skurcz plastyczny, osiadanie plastyczne oraz drgania wywołane wpływami otoczenia i prowadzonymi pracami budowlanymi. W stwardniałym betonie rysy powstają głównie wskutek zmian objętościowych, chemicznych reakcji zachodzących w materiale i oddziaływań zewnętrznych. Podstawowe przyczyny z uwzględnieniem czasu, kiedy mogą się tworzyć rysy, pokazano na rysunku 7.

Skurcz to odkształcenie betonu narastające w czasie. Powstaje bez udziału obciążeń zewnętrznych i bez zmiany temperatury. Jest zjawiskiem długotrwałym. Jego wpływ zależy między innymi od wymiarów elementu, względnej wilgotności otoczenia, składu betonu, sposobu betonowania i pielęgnacji. Najogólniej skurcz można podzielić na plastyczny i stwardniałego betonu. Ocenia się [7], że skurcz plastyczny może

występować do 6 h od zarobienia mieszanki betonowej. Jest on efektem odsączenia i odparowania wody z mieszanki betonowej. Jego skutkiem jest powstawanie w młodym betonie rys powierzchniowych oraz rys na przeszkodach ograniczających odkształcenia skurczowe zaczynu cementowego – większych ziarnach kruszywa, prętach zbrojenia.

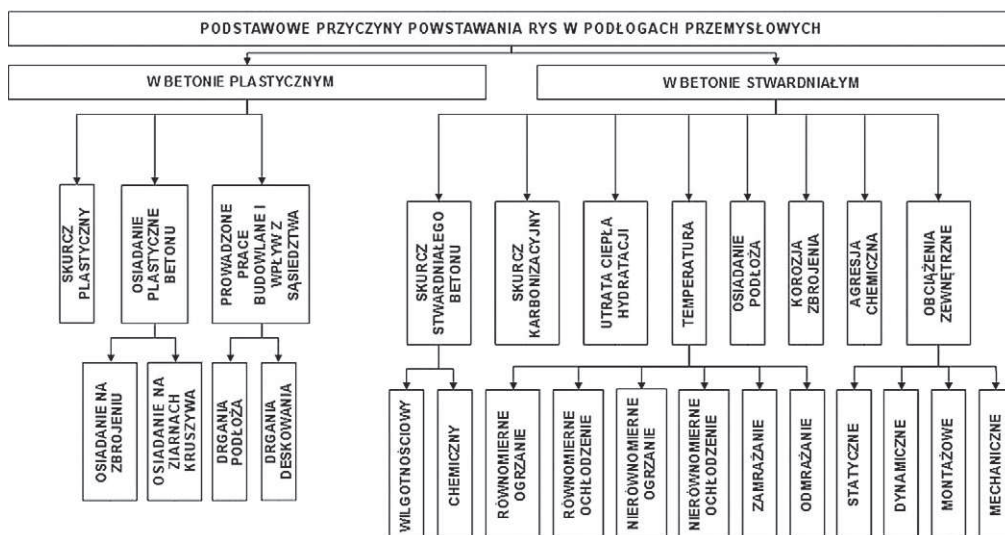
Skurcz stwardniałego betonu jest wynikiem zmian objętości spowodowanych utratą wilgotności przez stwardniały zaczyn cementowy. Występuje od kilku tygodni do kilku miesięcy od czasu betonowania. Ten typ skurczu można podzielić na wilgotnościowy (związany z wysychaniem betonu) i chemiczny (powstający w wyniku reakcji chemicznych w czasie twardnienia betonu, któremu towarzyszy ubytek wody). Skurcz wilgotnościowy jest częściowo odwracalny w miarę nawilgacania betonu.

W warstwach przypowierzchniowych stykających się z dwutlenkiem węgla należy liczyć się ponadto z występowaniem skurczu karbonizacyjnego, który powstaje w wyniku rozpuszczania się kryształków portlandytu pod wpływem reakcji z CO₂. Może doprowadzić do powstawania mikrorys w strefie przypowierzchniowej, ale zasadniczo nie ma wpływu na odkształcalność całych elementów.

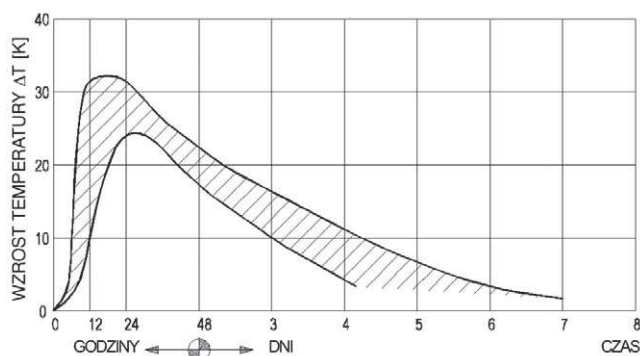
Skurcz, w zależności od intensywności, bywa przyczyną powstawania rys powierzchniowych, ale w skrajnych wypadkach powoduje występowanie rys ciągłych.

Podczas twardnienia betonu, zachodzące reakcje chemiczne powodują wytwarzanie **ciepła hydratacji** – wzrost nawet do 30 stopni. Konsekwencją tych procesów są naprężenia rozciągające, które wskutek jeszcze niewielkiej wytrzymałości młodego betonu oraz przy występowaniu przeszkód uniemożliwiających deformację płyty, mogą prowadzić do powstawania rys. Badania wykazały, że temperatura betonu osiąga maksimum po 12–36 godzinach od czasu ułożenia mieszanki betonowej (rys. 8).

Wielkość ciepła hydratacji jest zależna od typu i ilości cementu w betonie. Rozkład temperatury betonu



Rys. 7. Podstawowe przyczyny powstawania rys w podłogach przemysłowych



Rys. 8. Przebieg procesu związanego z ciepłem hydratacji [8]

w czasie jest uzależniony od lokalizacji nawierzchni, warunków meteorologicznych (i ewentualnie technologicznych), w jakich przebiega betonowanie, sposobu pielęgnacji oraz od temperatury wyjściowych składników do produkcji betonu. Jest to jedna z najczęstszych przyczyn powstawania rys w podłogach przemysłowych, które mogą występować zarówno jako powierzchniowe, jak i ciągłe, o szerokości często powyżej 1 mm.

W płytach o znacznej grubości wpływy termiczne mogą być obecne już od pierwszego dnia do 2–3 tygodni. W podłogach przemysłowych większe znaczenie mają zmiany temperatury w czasie eksploatacji płyty nośnej – kilka tygodni lub miesięcy od zabetonowania. Szczególnie narażone są obiekty zlokalizowane na wolnym powietrzu. Wpływy temperatury można podzielić na równomierne ogrzanie/ochłodzenie, nierównomierne ogrzanie/ochłodzenie, zamrażanie i odmrażanie.

Równomierne ochłodzenie powoduje kurczenie się płyty, co w przypadku braku właściwie zaprojektowanych dylatacji prowadzi do powstawania rys ciągłych. Natomiast równomierne ogrzanie prowadzi do zwiększenia objętości betonu. Jeżeli podłoga jest obwodowo oddalowana od innych elementów konstrukcyjnych, to nie jest to zjawisko zbyt niebezpieczne.

Nierównomierne ogrzanie lub ochłodzenie płyty dotyczy zwykle górnej jej powierzchni, co powoduje powstawanie deformacji. W płytach wewnątrz pomieszczeń występuje zjawisko podnoszenia krawędzi, a w nawierzchniach usytuowanych na zewnątrz, występuje deformacja do dołu. W najniekorzystniejszych sytuacjach krawędzie mogą podnieść się nawet kilkadziesiąt milimetrów [9]. Zjawisko jest szczególnie niebezpieczne dla obiektów zlokalizowanych na wolnym powietrzu oraz w przypadku obciążeń znacznym ruchem transportowym. Badania [8] dowiodły, że różnica temperatur pomiędzy spodem i wierzchem płyty większa niż 15 stopni, prowadzi do powstania rys na powierzchni betonu. W ekstremalnych warunkach płyta może być narażona na cykliczne zamrażanie i odmrażanie. Szczególnie w elementach zlokalizowanych na wolnym powietrzu mogą pojawiać się uszkodzenia – zwykle przy brzegach.

Należy się liczyć z występowaniem zarówno rys powierzchniowych, jak i ciągłych o szerokości nawet ponad 1 mm. Kiedy na wpływy od temperatury nałożą się obciążenia zewnętrzne, mogą powstać dodatkowo rysy wywołane zginaniem.

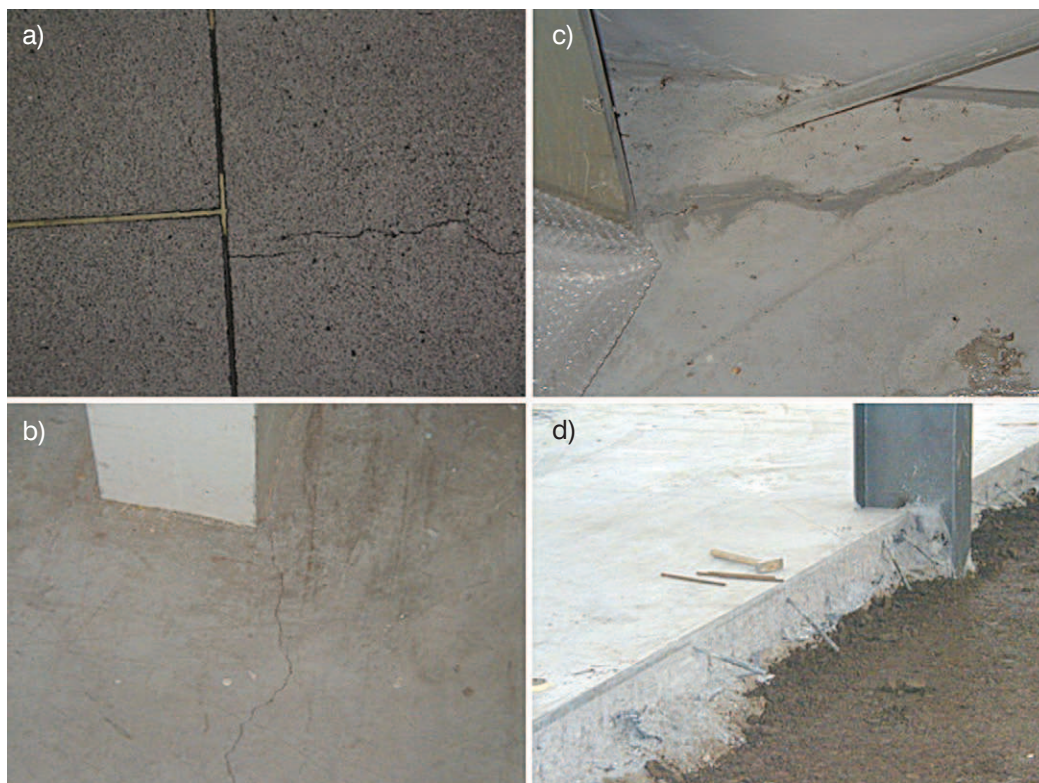
Często rysy powstają na powierzchni jeszcze plastycznego betonu krótko po zabetonowaniu, a przyczyną jest zwykle plastyczne osiadanie betonu. Wynika ono z samoistnej kontynuacji konsolidacji mieszanki betonowej ograniczonej przez zbrojenie i ziarna grubego kruszywa. Zjawisko można obserwować tak długo, jak beton znajduje się w stanie plastycznym – od 10 minut do 3 h od zabetonowania i wykończenia powierzchni płyty. Zdarza się, że szerokość tak powstałych rys sięga nawet kilku mm, a głębokość to mniej więcej grubość otuliny zbrojenia.

Na etapie planowania podłogi przemysłowej, w uzgodnieniu z inwestorem, przyjmuje się określone wartości **oddziaływań zewnętrznych** – obciążenia o charakterze statycznym (np. punktowe od regałów), powierzchniowe lub linowe (od materiałów na paletach), o charakterze dynamicznym (np. od pojazdów, które będą poruszały się po podłodze w trakcie jej eksploatacji), obciążenia montażowe (występujące zwykle krótkotrwale, np. podczas montażu wyposażenia lub remontów) i obciążenia mechaniczne (ściśle uzależnione od sposobu użytkowania przesuwanie, przetaczanie, uderzenie lub pchanie). Szczególnie niebezpieczne są obciążenia o charakterze udarowym.

Zewnętrzne obciążenia powodują rysy w momencie przekroczenia przez beton wytrzymałości rozciągających, zginających, ścinających. W zależności od dominującego typu obciążenia możliwe są rysy powierzchniowe, skrośne, a w płytach obciążonych znacznymi siłami skupionymi, można spotkać się z rysami wywołanymi ścinaniem.

Z **obciążeniami chemicznymi** należy się liczyć wszędzie tam, gdzie beton może ulec degradacji wskutek działania na niego soli, kwasów, tłuszczów, siarczanów, cukrów itp. Najniebezpieczniejsze dla betonu są zwłaszcza siarczany i kwasy. Kluczowy wpływ ma czas działania chemikaliów. Ocenia się, że ich wpływ wywołuje skutki w okresie od roku do 5 lat. W celu zabezpieczenia płyty przed tymi oddziaływaniami stosuje się warstwy wierzchnie, które dobiera się pod kątem agresywności chemicznej środowiska.

Czasem, choć stosunkowo rzadko dotyczy to podłóg przemysłowych, przyczyną rys może być **korozja zbrojenia**. W zwykłych warunkach pH stali osadzonej w betonie wynosi 12–13, co zapewnia dobrą ochronę. Wartość ta spada wskutek karbonizacji betonu i gdy wilgoć oraz tlen mają dostęp do zbrojenia betonu. Woda infiltrując przez wcześniej powstałe mikrorysy, w kontakcie z tlenem, powoduje korozję stali. Ponieważ korozja jest ekspansywna, oddziałując na beton, jest przyczyną występowania pęknięć, najczęściej wzdłuż zbrojenia górnego oraz w narożach. Proces wymaga czasu,



Rys. 9.
Rysy spowodowane wadliwymi dylatacjami:
a) zły układ nacięć skurczowych,
b) brak dylatacji wokół słupów nośnych,
c) niewłaściwie oddylatowanie i zazbrojone naroża wklęsłe płyty,
d) krzywo osadzone dyble

rysy powstają zwykle po wielu latach użytkowania podłogi. Zapobieganie polega na zamykaniu mikrorys, aby nie dopuścić do wnikania wilgoci.

Istotnym powodem tworzenia się rys są **wadliwe dylatacje**. Warunki konieczne do zaprojektowania i wykonania poprawnych dylatacji podłóg przemysłowych opisano w [10]. Poniżej przytoczono najważniejsze przyczyny:

- brak dylatacji obwodowych,
 - niewłaściwy układ dylatacji (rys. 9a),
 - zbyt duże odstępy pomiędzy dylatacjami,
 - brak dylatacji wokół słupów nośnych (rys. 9b),
 - niewłaściwie oddylatowanie i zazbrojone naroża wklęsłe płyty (rys. 9c),
 - zbyt późne przystąpienie do nacinania dylatacji skurczowych,
 - brak dyblowania lub złe położenie dybli w dylatacjach konstrukcyjnych (rys. 9d),
 - zastosowanie niewłaściwych materiałów do wypełnienia dylatacji lub zbyt wczesne ich wypełnienie.
- Możliwych jest także wiele innych powodów powstawania rys, powiązanych w wyżej opisanymi lub całkowicie niezależnych [11], [12], np.:
- błędy rachunkowe, takie jak między innymi przyjęcie na etapie projektowania zbyt niskich obciążeń, wybór złego schematu statycznego, przyjęcie obciążeń o innym rozkładzie sił niż rzeczywiście występują,
 - występowanie w podłożu gruntów ekspansywnych,
 - złe przygotowanie warstw podbudowy,
 - nierówność podbudowy,
 - brak warstw poślizgowych pod płytą,
 - alkaliczna reakcja kruszywa,

- wpływy dynamiczne pochodzące od prac budowlanych i z sąsiedztwa,
- źle dobrany skład betonu,
- sposób betonowania, warunki atmosferyczne w trakcie wykonywania płyty nośnej i w trakcie wiązania betonu,
- niewystarczająca pielęgnacja betonu (rys. 10), złe położenie zbrojenia, złe rozstawy prętów, za krótkie zakłady, za mała otulina zbrojenia,
- zastosowanie złych materiałów utwardzających powierzchnię i nawierzchniowych lub ułożenie ich w niewłaściwym czasie,
- zbyt wczesne dopuszczenie do użytkowania podłogi,
- stosowanie przez użytkowników podłóg większych obciążeń niż deklarowano pierwotnie,
- montaż dodatkowej konstrukcji bezpośrednio na płycie.



Rys. 10. Wadliwa pielęgnacja płyty

4. Podsumowanie

W pracy zamieszczono klasyfikację oraz omówiono podstawowe przyczyny powstawania rys w podłogach przemysłowych.

Najczęściej należy się liczyć z tworzeniem się rys powierzchniowych i wskrośnych.

Głównym powodem występowania rys powierzchniowych jest skurcz, a w szczególności skurcz plastyczny spowodowany zbyt dużym wysuszeniem powierzchni płyty w bezpośrednim okresie po jej zabetonowaniu. Jest to efektem przeciągów powstających w wyniku niepełnego zamknięcia obiektu oraz zbyt późno rozpoczętej pielęgnacji. Ważnym czynnikiem przyczyniającym się do powstawania rys powierzchniowych są drgania spowodowane głównie pracami budowlanymi prowadzonymi w czasie betonowania i wiązania płyty nośnej podłogi. Z innych istotnych powodów można wyliczyć błędy w składzie mieszanki betonowej oraz niewłaściwy sposób utwardzania płyty, np. zbyt późne nakładanie warstwy utwardzającej lub stosowanie materiałów ze zbyt dużą zawartością cementu.

Rysy wskrośne są zwykle wynikiem wpływów skurczowych, termicznych, zbyt dużego obciążenia oraz osiadania podbudowy. Rysy skurczowe i termiczne powstają zasadniczo w środkowych obszarach pomiędzy dylatacjami. Można je zaobserwować również jako „dzikie” pęknięcia równoległe do dylatacji, gdy te są źle zaprojektowane lub wykonane. Na powstawanie rys wskrośnych są także bardzo narażone miejsca, w których występuje koncentracja naprężeń lub występują oddziaływania dodatkowe, np. okolice otworów, okolice słupów, przebicia, wklęsłych naroży, a także we wszystkich tych rejonach, gdzie wskutek wadliwej

dylatacji lub brakującego zbrojenia przekroczone zostały stany graniczne.

Występowanie rys jest ściśle związane z naturą betonu. Nie da ich się zupełnie wyeliminować. Konieczne trzeba natomiast próbować je ograniczać do takich rozmiarów, aby nie wpływały na obniżenie nośności, użyteczności i trwałości. Zrozumienie przyczyn powstawania rys umożliwi ich ograniczanie i eliminację, co jest kluczowym czynnikiem gwarantującym wieloletnie i bezawaryjne funkcjonowanie podłóg przemysłowych.

BIBLIOGRAFIA

- [1] PN-EN 1992-1-1:2008 Eurokod2. Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków
- [2] ACI 224.1R-07 Causes, Evaluation and Repair of Cracks in Concrete Structures
- [3] Seidler P., Handbuch Industriefussböden. Planung, Ausführung, Instandhaltung, Sanierung, 3 völlig neubearbeitete und erweiterte Auflage, Expertverlag 1994, 4 Auflage, Expertverlag 2001
- [4] Wierig H. J., Technologie der Betone aus erdfeuchten Mischungen, Betonwerk + Fertigteil-Technik nr 1, 1995, str. 95-98
- [5] Hajduk P., Projektowanie podłóg przemysłowych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013
- [6] Technical Report No22, Non-structural Cracks in Concrete, Fourth Edition 2010
- [7] Transportation Research Circular E-C107, Control of Cracking in Concrete, State of the Art, Washington, October 2006
- [8] Lohmeyer G. Eberling K., Betonböden für Produktions- und Lagerhallen: Planung, Bemessung, Ausführung, Verlag: Bud + Technik., Düsseldorf 2012
- [9] Pająk Z., Drobiec Ł., Uszkodzenia i naprawy betonowych podkładów posadzek przemysłowych, XXIII Konferencja „Warsztat pracy Projektanta Konstrukcji”, Szczyrk 5-8 marca 2008, t. III, s. 1-58
- [10] Hajduk P., Dylatacje podłóg przemysłowych, „Przegląd Budowlany”, nr 7-8, 2014, str. 44-49
- [11] ACIFC Flooring Technical Note 01, Causes of Cracking in Concrete, London 2014
- [12] ACIFC Flooring Technical Note 02, Cracks in Industrial Concrete Floors, London 2014

Tytuł: Projektowanie podłóg przemysłowych

Autor: Piotr Hajduk

Wydawnictwa Naukowe PWN 2013

W książce opisane są rozwiązania aktualnych, ważnych zagadnień związanych z projektowaniem przemysłowych podłóg betonowych. Ważnych zarówno dla współczesnego budownictwa przemysłowego, jak i ogólnego.

W kolejnych rozdziałach przedstawiono: rys historyczny rozwoju nawierzchni przemysłowych, wymagania stawiane podłogom, obowiązujące przepisy i normy, oddziaływania i obciążenia podłóg przemysłowych, zasady konstruowania warstw podłóg, wymiarowanie podłóg.

Opracowanie jest wynikiem wieloletnich doświadczeń autora nabytych przy projektowaniu, wykonawstwie i nadzorze licznych zakładów przemysłowych i obiektów użyteczności publicznej realizowanych w kraju i za granicą. W pracy wykorzystano ważniejsze publikacje powstałe w ostatnich latach. Uwzględniono wymagania aktualnych norm Eurokodu, ale również zamieszczono informacje oparte na wcześniej obowiązujących przepisach, w obszarach gdzie ta wiedza jest dalej przydatna w procesie projektowania.

Publikacja przeznaczona jest dla studentów budownictwa oraz ich wykładowców. Skorzystają z niej również projektanci i inżynierowie, którzy chcą rozszerzyć swoją wiedzę o zagadnienia ujęte w normach europejskich.

