

mgr inż. Magdalena Rajczakowska¹⁾dr hab. inż. Bohdan Stawiski, prof. nzw. Pwr.^{1)*}

Badanie wytrzymałości kompozytu cementowego w podkładach podłogowych z suchych zapraw

Strength test for cement composite in subfloors made of dry mortars

DOI: 10.15199/33.2015.11.34

(Oryginalny artykuł naukowy)

Streszczenie. O jakości podłogi decydują wszystkie jej warstwy. Izolacyjność akustyczną od dźwięków uderzeniowych zapewnia zwykle warstwa styropianu. Izolację przeciwwilgociową w pomieszczeniach mokrych najlepiej wykonać w dwóch warstwach, na stropie i pod płytkami. O nośności, odporności na obciążenia w głównej mierze decyduje podkład cementowy i znajdująca się pod nim warstwa styropianu układana między rurami CO i innymi przewodami. Od pewnego czasu powszechne stały się podkłady z suchych mieszanek cementowo-piaskowych. Do rzadkości należy wibracyjne ich zagęszczanie. Samo rozłożenie masy i jej zatarcie nie gwarantuje wymaganej wytrzymałości kompozytu. W artykule przedstawiono wyniki badania wytrzymałości na ściskanie takiego kompozytu pobranego z uszkodzonych podłóg. Pokazano występujące rozrzuty wytrzymałości na ściskanie i rozkład tego parametru na grubości podkładu. Podkreślono brak współpracy podkładu z niestabilną warstwą izolacyjną.

Słowa kluczowe: podkłady pod posadzki, wytrzymałość, zagęszczenie, zmienność na grubości.

Abstract. All layers of the floor are essential for its quality. Acoustic insulation from impact sounds is usually ensured by a layer of foamed polystyrene. Damp proof insulation in humid rooms is best made in two layers, on the ceiling and under tiles, and factors having the major influence on carrying capacity, load resistance, are cement subfloor and the layer of foamed polystyrene under it laid between central heating pipes and other lines. Recently subfloors made of dry cement and sand mixes have become common. Vibratory compaction of these mixes is rare. Distribution of the substance and smoothening of it do not guarantee the required strength of composite. The article presents results of the compression strength test on such composite taken from damaged floors. The occurring dispersions of compression strength and distributions of this parameter across the subfloor thickness were presented. Lack of compatibility of the subfloor with an unstable insulating layer was emphasized.

Keywords: subfloors, strength, density, variation in the thickness.

Podkłady stanowią fundament posadzek, na którym mają się bezpiecznie opierać i przejmować obciążenia użytkowe, przyjmowane zwykle o wartości 2,0 kN/m² lub jako siła skupiona 1,0 kN. Są to obciążenia charakterystyczne, a obliczeniowe wynoszą odpowiednio 3,0 kN/m² i 1,5 kN. Wcześniej obciążenie wynosiło 1,5 kN/m² (obciążenie charakterystyczne), a więc obecnie jest o 33% większe. Powinno za tym pójść zwiększenie wymaganej wytrzymałości kompozytu cementowego w podkładach. Oficjalnie nie ma jednak nowych wytycznych, natomiast działania wykonawców zmierzają w odwrotnym kierunku.

Pomimo obszernej literatury normalizacyjnej na temat kontroli wyrobów finalnych [1, 2], badania podkładów pozostają poza strefą zainteresowania. Skutkuje to zmniejszeniem trwałości podłóg zarówno w obiektach mieszkalnych, jak i użyteczności publicznej.

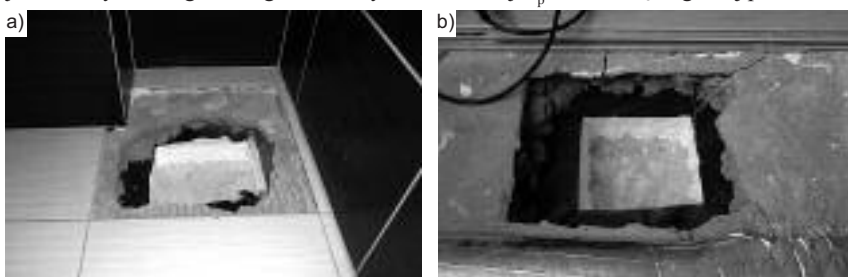
Metody kontroli wytrzymałości kompozytu cementowego w podkładach

W celu sprawdzenia jakości podkładów, do których były zastrzeżenia, gdyż w budynku wystąpiły przypadki pęknięcia (złamania) płytek ceramicznych na posadzkach, wykonano cztery odkrywki na jednej kondygnacji: dwie pod płytkami i dwie pod panelami podłogowymi (fotografia 1).

Z jednej odkrywki udało się wyjąć fragment podkładu, z którego wycięto 2 beleczki 4 x 4 x 16 cm i 3 kostki 4 x 4 x 4 cm. Już w ocenie makroskopowej widać było, że badany kompozyt cementowy był niejednorodny. Strefa górna zagładzona wyda-

ła się dość dobra, natomiast w przekroju widać bardzo dużą porowatość badanej zaprawy na grubości podkładu. Pobrany fragment podkładu zbadano najpierw ultradźwiękami, a następnie wycięto z niego beleczki i ponownie zbadano je ultradźwiękową metodą nieniszczącą, powierzchniowo na wszystkich powierzchniach.

W następnej kolejności beleczki zostały złamane, a połówki posłużyły do określenia wytrzymałości na ściskanie. Otrzymało następujące wyniki z próby ściskania: 10,65 MPa; 8,78; 11,3; 8,0; 4,43 i 7,08 MPa (ostatnie dwa wyniki określono na kostkach). Każdej wytrzymałości przyporządkowano średnią prędkość fali powierzchniowej C_p , określoną na górnej powierzchni



Fot. 1. Odkrywki do podkładu: a) pod płytką ceramiczną; b) pod posadzką z paneli

Photo 1. Exposed part down to base layer: a) under floor made of tiles; b) under floor made of panels

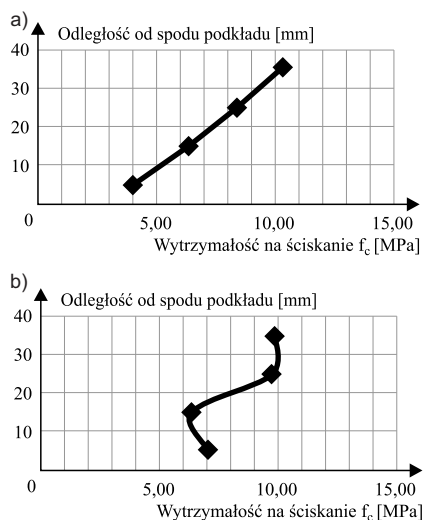
¹⁾ Politechnika Wroclawska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

^{*} Autor do korespondencji:
e-mail: bohdan.stawiski@pwr.edu.pl

ni beleczek. Korzystając z innych badań [3, 4], dobrano hipotetyczną krzywą skalowania o równaniu

$$f_c = 10,0265C_p - 7,643 \text{ [MPa]}$$

na podstawie której obliczono wytrzymałość badanego kompozytu w odległości 35, 25, 15 i 5 mm od spodu podkładu i 5 mm od góry (rysunek).



Rozkład wytrzymałości na ściskanie na grubości podkładu (badania wykonano na poboczniczy beleczki 1): a) beleczka 1/2; b) beleczka 1/1

Distribution of compression strength across thickness of the base layer (tests were performed on the side surface of beam 1): a) beam 1/2; b) beam 1/1

Normowa kontrola wytrzymałości zaprawy przewiduje badanie tylko jej klasy na beleczkach wykonanych z kompozytu cementowego zagęszczonego wg zaleceń normowych, nie nawiązując do rzeczywistych warunków wykonania podkładu. Jest to teoretyczna metoda kontroli wytrzymałości mówiąca o tym, jaka mogłaby być wytrzymałość kompozytu w podkładzie, gdyby technologia wykonania podkładu zapewniała takie zagęszczenie kompozytu jak w beleczkach próbnich. Do kontroli rzeczywistej wytrzymałości podkładów należałoby wycinać beleczki i badać je tak jak beleczki normowe. Taka niszcząca kontrola zaprawy w podkładzie należy do rzadkości [5]. W praktyce możliwe jest określenie wytrzymałości kompozytu bez zniszczenia, stosując np. nieniszczącą metodę ultradźwiękową. Zastosowanie głowic punktowych przykładanych do górnej powierzchni podkładu pozwala zbadać prędkość fali powierzchniowej C_p , która jest skorelowana z wytrzymałością na ściskanie lub zginanie [6]. Wykonano takie badanie w miejscach odkrytych podkładów i wokół odkrywek (kolumny 1-4 w tabeli). W celu po-

równania zbadano również wytrzymałość kompozytu na dolnej powierzchni prezentowanych beleczek (kolumny 5-7 w tabeli).

Najniższe wartości wytrzymałości na powierzchni podkładu występują w narożach pokoi (mieszkanie 2) oraz przy ścianach. Są to obszary najsłabiej zagęszczone.

Wytrzymałość na ściskanie kompozytu cementowego w badanych mieszkaniach 1-4, określona z powierzchni górnej podkładu; w kolumnach 5, 6 i 7 podano wytrzymałość na ściskanie kompozytu w podkładzie zbadaną na powierzchni dolnej beleczek (spód podkładu)
Compression strength of cement composite in examined apartments 1-4 determined from top surface of the base layer; columns 5, 6 and 7 show compression strength of composite in the base layer tested on the surface of the bottom beam (bottom of the base layer)

Mieszkanie	Wytrzymałość na ściskanie f_c [MPa]						
Odcinek pomiarowy	1	2	3	4	5	6	7
1	9,06	0,76	11,56	12,54	0,07	0,20	1,52
2	9,63	1,41	12,86	10,59	8,99	0,39	1,48
3	9,46	0,82	11,76	11,36	8,54	1,17	1,89
4	9,22	1,47	10,86	10,32	8,76	1,29	5,81
5	10,14	0,74	12,75	12,42	10,14	10,14	8,54
6	10,14	0,75	10,86	10,15	9,88	10,32	1,94
7	12,54	0,81	3,86	10,13	8,40	11,07	1,81
Średnia	10,01	0,96	10,65	11,07	9,11	4,65	3,28

W mieszkaniu nr 2 podkład rozkruszył się i został usunięty odkurzaczem. Wytrzymałość średnia w mieszkaniach 1, 3 i 4 jest na poziomie 10-11 MPa, czyli podobnie jak na rysunku 1 – w strefie górnej. Są także miejsca o dużo mniejszej wytrzymałości i to one decydują o nośności takiego podkładu. Tragiczny stan występuje w odkrywce 2, w której średnia wytrzymałość jest mniejsza niż 1 MPa. Bardzo mała jest również wytrzymałość najgłębszej warstwy podkładu (3-9 MPa), co jest związane z ogromną porowatością tej warstwy (fotografia 2). Tak wykonane podkłady załamują się po pewnym okresie użytkowania. Kontrola odbiorowa powinna więc przewidywać sprawdzenie podkładu w przekroju [5].



Fot. 2. Dolna powierzchnia podkładu (beleczka nr 2); niezagęszczony kompozyt jest bardzo porowaty

Photo 2. Bottom surface of the base layer (beam no. 2); non-compacted composite is very porous

Podsumowanie

Ultradźwiękowa metoda powierzchniowa pozwala ocenić wytrzymałość w wierzchniej warstwie o grubości w przybliżeniu równej długości fali. W omawianym przypadku prędkość wynosiła ok. 1000 m/s, a jej długość $\lambda = C_p/f = 1 \text{ cm}$ (f – częstotliwość 100 kHz). Chcąc uwzględnić głębsze warstwy, należałoby zastosować głowice o niższej częstotliwości, np. 40 kHz ($\lambda \approx 2,5 \text{ cm}$).

Zasięg na głębokość 2,5 – 3,0 cm od powierzchni można uznać za wystarczający do wydania opinii o podkładzie. Częstotliwość 100 kHz, jaką przyjęto w omawianych badaniach, była korzystniejsza z powodu kontroli kompozytu w warstwach o grubości ok 1 cm.

Badania podkładów cementowych z suchych mieszanek cementowo-piaskowych wykazały, że nie spełniają one wymagań dotyczących nawet mniejszych obciążeń użytkowych, czyli 12 MPa, a biorąc pod uwagę, że obecna norma zaleca przyjmowanie większych obciążeń, to wytrzymałość na ściskanie podkładu powinna być również większa. Jest to szczególnie ważne m.in. dlatego, że obecnie pod podkładami umieszczone są różne przewody i rury instalacyjne, stanowiące liniowe lub punktowe podpory dla podkładu, który podlega wówczas nie tylko ścisnaniu, ale także zginaniu, a wytrzymałość na zginanie w dolnej silnie porowatej warstwie jest bliska zera. Dochodzi więc do załamывania się podkładu wraz z posadzką.

Fotografie – B. Stawiski

Literatura

- [1] PN-ISO 3446-6/7/8 Tolerancje w budownictwie, Ark. 6; 7 i 8 Ogólne zasady ustalania kryteriów odbioru, kontrola zgodności wymiarów z wymaganymi tolerancjami i kontrola statystyczna.
- [2] PN-EN 13813: 2003 Podkłady podłogowe oraz materiały do ich wykonania – Materiały – Właściwości i wymagania.
- [3] Stawiski B.: Problemy remontowe podłóg w nowych budynkach mieszkalnych. Przegląd Budowlany 3/2013, s. 132 – 135.
- [4] Kopylov O., Sulik P.: Odbiór mieszkań i lokali użytkowych. Poradnik, ITB, Warszawa 2014.
- [5] Stawiski B.: Ultradźwiękowe badania betonów i zapraw głowicami punktowymi. Oficyna Wydawnictwa Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2009.
- [6] Stawiski B.: Zastosowanie metody ultradźwiękowej do badania wytrzymałości betonu na rozciąganie. 31 Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących. Zeszyty problemowe – Badania nieniszczące. Warszawa 2002.

Przyjęto do druku: 29.09.2015 r.