

mgr inż. Piotr Turkowski*
mgr inż. Paweł Roszkowski*

Odporność ogniowa żelbetowych balkonów wspornikowych z łącznikami zbrojeniowymi

Polskie przepisy jednoznacznie nie określają wymagań dotyczących odporności ogniowej balkonów. W § 216 Rozporządzenia [8] podane są wymagania stawiane poszczególnym elementom budynku, a § 223 i § 224 dotyczą oddzieleń poziomych w postaci np. balkonów, traktowanych jako równorzędne w stosunku do pasów międzykondygnacyjnych. Pozwala to na zmniejszenie wymaganych odległości pomiędzy otworami w kolejnych kondygnacjach. Warunkiem jest, by oddzielenia poziome spełniały wymagania odporności ogniowej ścian zewnętrznych (od EI 30 do EI 120), a ponieważ są to elementy nośne, powinny spełniać również kryteria nośności ogniowej (R), przy takim samym czasie oddziaływania pożaru.

PN-EN 13501-2+A1:2010 [1], w odniesieniu do balkonów przewiduje klasyfikację jedynie pod kątem nośności ogniowej (R). Mając jednak na uwadze przeznaczenie balkonów (funkcja oddzielająca) i traktując płytę balkonu jako część stropu, można ją klasyfikować również pod kątem szczelności i izolacyjności ogniowej. Należy przy tym pamiętać, iż wymagania odnoszą się do całego elementu – płyty żelbetowej i łącznika termozolacyjnego, traktowanego jako złącze liniowe. W przypadku, kiedy balkon nie pełni funkcji określonych w § 223 i § 224 Rozporządzenia [8], może być traktowany jako element głównej konstrukcji nośnej budynku.

Będąc w zgodzie z obowiązującym Rozporządzeniem [8] i normą klasyfikacyjną [1], wymagania dotyczące odporności ogniowej balkonów z łącznikami zbrojeniowymi, w zależności od klasy odporności pożarowej budynku, przedstawiono w tabeli 1. Należy pamiętać, iż ostatecznie wymagania

Tabela 1. Wymagania dotyczące odporności ogniowej balkonów

Klasa odporności pożarowej budynku	Klasa odporności ogniowej elementów budynku		
	balkon niepełniący funkcji opisanych w § 223 i § 224 [8]	balkon pełniący funkcje opisane w § 223 i § 224 [8]	
	balkon traktowany jako część głównej konstrukcji nośnej budynku	balkon – płyta razem z łącznikiem połączona z główną konstrukcją nośną budynku	złącze liniowe (odcinek wbudowania łącznika zbrojeniowego)
A	R 240	R 120 ¹⁾	EI 120
B	R 120	R 60 ¹⁾	EI 60
C	R 60	R 30 ¹⁾	EI 30
D	R 30	R 30 ¹⁾	EI 30
E	(-)	(-)	(-)

¹⁾ dodatkowo od płyty balkonowej wymaga się spełnienia kryteriów szczelności i izolacyjności ogniowej, jak w przypadku stropu

w zakresie odporności ogniowej powinny zostać określone przez rzeczoznawcę do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych.

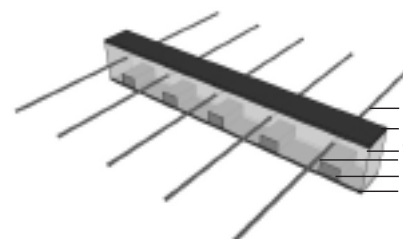
Rozwiązania konstrukcyjne łączników zbrojonych

Łączniki zbrojone stosuje się przede wszystkim w celu wyeliminowania mostków termicznych. Typowe rozwiązanie konstrukcyjne łączników balkonowych przedstawiono na rysunku 1. W zależności od rodzaju przenoszonych sił (zginanie, siły poprzeczne różnych znaków, ściskanie) i rodzaju łączonych elementów (np. balkon-strop, balkon-belka) mogą mieć różną konstrukcję i układ zbrojenia, przy czym różnice w budowie łączników poszczególnych producentów mogą być znaczne.

Elementy żelbetowe należy projektować zgodnie z odpowiednimi częściami Eurokodów. W szczególności trzeba zachować właściwe odległości osiowe zbrojenia wg wytycznych podanych w PN-EN 1992-1-2:2008 [6] oraz w poradniku projektowania konstrukcji żelbetowych z uwagi na warunki pożarowe [7].

Badania ogniowe i klasyfikacja

W zależności od zalecanego przez producenta zastosowania łączników zbrojonych, badania odporności ogniowej przeprowadza się na elementach próbnych pod obciążeniem zgodnie



Rys. 1. Przykładowa konstrukcja łączników balkonowych z izolacją termiczną i ogniochronną: 1 – elementy przenoszące siły rozciągające – pręty stalowe; 2 – elementy przenoszące siły ściskające – pręty stalowe, trzpienie lub specjalne kostki betonowe; 3 – elementy przenoszące siły ścinające – pręty ukośne, płyty stalowe lub specjalne kostki betonowe; 4 – izolacja termiczna – styropian lub wełna mineralna; 5 – izolacja ogniochronna – wkładki z płyt ogniochronnych lub wełna mineralna wysokiej gęstości

z wymaganiami PN-EN 1365-2:2002 [3], PN-EN 1365-5:2006 [4] oraz PN-EN 1366-4+A1:2011 [5]. Próbę ogniową wykonuje się najczęściej przy jednostronnym oddziaływaniu ognia od spodu elementu próbnego, wg krzywej standardowej temperatura-czas, zgodnie z PN-EN 1363-1:2012 [2]. Umożliwia to ocenę nośności ogniowej (R) oraz szczelności i izolacyjności ogniowej (E, I) złącza liniowego. Z kolei element próbny konstruowany jest w taki sposób, by badaniu ogniowemu poddać najbardziej niekorzystną konfigurację (np. maksymalny wysięg balkonu, przy najmniejszej grubości płyty, naj-

* Instytut Techniki Budowlanej

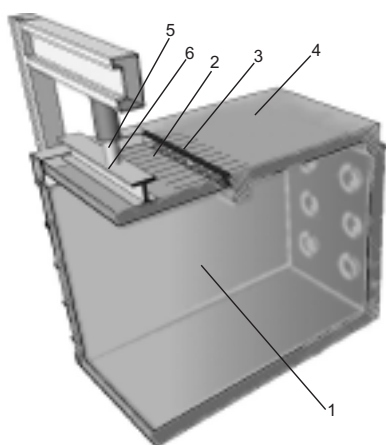
slabszym łączniku i maksymalnym jego wyężeniu), by mieć możliwość rozszerzenia wyników badań na inne typy i rozmiary łączników.

Badanie odporności ogniowej balkonu wspornikowego jest dosyć kłopotliwe ze względu na konieczność utrzymania stateczności układu, do którego przykładane jest obciążenie. W tym celu stosowana jest konstrukcja stowarzyszona w postaci płyty stropowej, do której mocuje się prefabrykowane balkony z łącznikami, natomiast płytę stropową mocuje się do ramy pieca lub obciąża w celu zbliżenia warunków badania do sytuacji rzeczywistej. Przykładowy układ do badania odporności ogniowej pokazano na rysunku 2. Obciążenie w badaniu realizowane jest przez siłowniki hydrauliczne lub obciążniki, np. stalowe lub betonowe.

W celu kontroli zachowania się elementu i szybkiej reakcji w przypadku zbliżającej się utraty stateczności instaluje się dodatkowe termoelementy na powierzchni płyty balkonowej, w zbrojeniu łącznika balkonowego oraz w innych newralgicznych miejscach. Użytkowane dane są później wykorzystywane w metodach obliczeniowych ustalania odporności ogniowej elementów.

Wyniki badań

Najbardziej newralgicznym miejscem w badaniach odporności ogniowej balkonów wspornikowych jest okolica złącza liniowego, zarówno od spodu, jak i od góry elementu próbnego. W początkowym okresie badania



Rys. 2. Układ elementu próbnego na stanowisku do badania odporności ogniowej: 1 – komora pieca; 2 – płyta balkonowa; 3 – łącznik zbrojeniowy; 4 – płyta stropowa; 5 – siłownik hydrauliczny; 6 – belka rozkładająca obciążenie

Tabela 2. Spodziewane wartości temperatury w badaniach odporności ogniowej balkonów

Miejsce pomiaru	Temperatura [°C] lub przyrost temperatury [K] po czasie nagrzewania			
	30 min	60 min	90 min	120 min
Elementy ściskane (powyżej dolnej wkładki ogniochronnej)	200 °C	400 °C	600 °C	800 °C
Elementy rozciągane (poniżej górnej wkładki ogniochronnej)	50 °C	200 °C	300 °C	400 °C
Powierzchnia nienagrzewana płyty żelbetowej	10 K	40 K	70 K	100 K
Powierzchnia nienagrzewana złącza liniowego	10 K	60 K	80 K	120 K

mocno wyężona, ściskana część betonu, bezpośrednio wystawiona na oddziaływanie wysokiej temperatury, jest narażona na odpryskiwanie i odpadanie betonu. W najlepszym wypadku notuje się wtedy wzrost temperatury w zbrojeniu wewnątrz łącznika, a w najgorszym – element próbny przedwcześnie traci stateczność i ulega zniszczeniu. W późniejszym okresie badania (po 90 min), kiedy dolna wkładka ogniochronna i styropian uległy wypaleniu, złącze liniowe chroni przed utratą szczelności i izolacyjności ogniowej już tylko górna, kilkunastomilimetrowa płytka ogniochronna. Panująca w piecu temperatura przekraczająca 1000 °C, oddziałująca na mocno już odkształcony, porysowany i pozbawiony wilgoci element próbny, w każdej chwili może spowodować pojawienie się płomienia lub zapalenie tamponu bawełnianego po nienagrzewanej stronie elementu próbnego, doprowadzając do osiągnięcia kryterium szczelności ogniowej. Pozbawiony wilgoci element zaczyna się również szybko nagrzewać, doprowadzając z kolei do osiągnięcia kryterium izolacyjności ogniowej. W tabeli 2 zestawiono spodziewaną wartość temperatury w łącznikach zbrojeniowych, na podstawie wybranych badań balkonów wspornikowych, o podobnej izolacji ogniochronnej, wysokości, szerokości i wyężeniu łącznika. Przedstawione dane mają jedynie charakter poglądowy.

Nawet przy stosunkowo wysokiej temperaturze zbrojenia, elementy próbne zachowały nośność ogniową przez 120 min. Wynik ten, w zależności od konstrukcji łącznika, zawdzięczać można zastosowaniu dodatkowych elementów konstrukcyjnych (np. płytek stalowych na całej wysokości łącznika), bardzo dobrej jakości elementów ściskanych (np. kostek betonowych, trzpieśni z talerzykami) oraz doskonałej jakości projektu i wykonania łączników.

Podsumowanie

Nowoczesne budownictwo coraz częściej korzysta z prefabrykacji, w tym gotowych płyt balkonowych z łącznikami zbrojeniowymi, gotowymi do wbudowania w żelbetową konstrukcję nośną budynku. Rozwiązanie to pozwala wyeliminować mostki cieplne powstające przy tradycyjnych połączeniach monolitycznych, a jednocześnie nie ustępuje im pod względem odporności ogniowej. Stosowane w łącznikach nowoczesne materiały ogniochronne skutecznie zabezpieczają przed pożarem w klasach odporności ogniowej nawet R 120, zachowując również szczelność i izolacyjność ogniową złącza liniowego przez 120 min.

Literatura

- [1] PN-EN 13501-2+A1:2010. Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 2: Klasyfikacja na podstawie wyników badań odporności ogniowej, z wyłączeniem instalacji wentylacyjnej.
- [2] PN-EN 1363-1:2012. Badania odporności ogniowej – Część 1: Wymagania ogólne.
- [3] PN-EN 1365-2:2002. Badania odporności ogniowej elementów nośnych – Część 2: Stropy i dachy.
- [4] PN-EN 1365-5:2006. Badania odporności ogniowej elementów nośnych – Część 5: Balkony i kładki dla pieszych.
- [5] PN-EN 1366-4+A1: 2011. Badania odporności ogniowej instalacji użytkowych – Część 4: Uszczelnienia złączy liniowych.
- [6] PN-EN 1992-1-2:2008. Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu – Część 1-2: Reguły ogólne. Projektowanie z uwagi na warunki pożarowe.
- [7] Woźniak G., Turkowski P., Projektowanie konstrukcji z betonu z uwagi na warunki pożarowe wg Eurokodu 2, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2013.
- [8] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.Ust. nr 75/2002 poz. 690 z późniejszymi zmianami).