

dr hab. inż. Radosław Jasiński¹⁾

Badania ścian usztywniających z otworami, wykonanych z ABK

Research of shear walls with openings made of ACC units

DOI: 10.15199/33.2018.06.10

Streszczenie. W artykule zaprezentowano wyniki badań dziesięciu ścian wykonanych z elementów murowych z autoklawizowanego betonu komórkowego (ABK), podzielonych na cztery dwuelementowe serie. W pierwszej serii oznaczonej jako HOS-AAC zbadano 4 elementy (modele referencyjne) pozbawione otworów. W pozostałych trzech seriach ścian różnicowano kształt otworów oznaczonych umownie jako A, B i C. Scharakteryzowano zmianę morfologii zarysowań oraz mechanizm zniszczenia. W kolejnym artykule przedstawione zostaną pozostałe efekty istotne z praktycznego punktu widzenia.

Słowa kluczowe: ABK; ściany usztywniające; ściany z otworami; obraz zarysowania

Abstract. This paper demonstrates the author's own results from tests performed on ten masonry units made of autoclaved aerated concrete. The tests were performed in four series of two elements. The first series denoted as HOS-AAC included four elements (the reference elements) without openings. In remaining three series, we used walls with different opening shapes denoted by convention as A, B and C. The failure mechanism and changes in cracking morphology were described. The next part will present the remaining results that are relevant from the practical point of view.

Keywords: AAC; shear walls; walls with openings; cracking patterns.

Dzięki zapewnieniu geometrycznej niezmienności i ograniczeniu przemieszczeń [1], ściany usztywniające decydują o bezpieczeństwie podobnie jak ściany obciążone głównie pionowo.

W artykule przedstawiono wybrane badania ścian usztywniających z ABK, które osłabiono pojedynczym otworem okiennym o różnej szerokości lub pojedynczym otworem okiennym i drzwiowym. Celem badań była analiza morfologii zarysowań i mechanizmu zniszczenia ścian z otworami.

Badania

Modele badawcze wykonano z bloczków z betonu komórkowego ($f_b = 4,0 \text{ N/mm}^2$) o wymiarach $600 \times 240 \times 180 \text{ mm}$, na systemowej zaprawie klasy M5 ($f_m = 6,1 \text{ N/mm}^2$). Wytrzymałość na ściskanie muru wg normy PN-EN 1052-1:2000 wynosiła $f_{c,mv} = 2,97 \text{ N/mm}^2$ ($f_k = 2,48 \text{ N/mm}^2$), a moduł sprężystości $E_{cm} = 2040 \text{ N/mm}^2$. Z kolei wytrzymałość na ścinanie, wyznaczona zgodnie z PN-EN 1052-3:2004, była równa $f_{vo} = 0,306 \text{ N/mm}^2$, a moduł ścinania ścian ukośnie ściskanych, badanych zgodnie z normą ASTM E519-81, wynosił $G = 475 \text{ N/mm}^2$. Badano mur ze spoinami cienkowarstwowymi z niewypełnionymi spoinami czołowymi. Mode-

le badawcze podzielono na trzy serie: HAS-AAC; HBS-AAC i HCS-AAC. Wszystkie modele miały identyczne wymiary zewnętrzne, o proporcjach wysokości do długości $h/l = 2,43/4,43$. Kształt i geometrię modeli przedstawiono na rysunku.

W badaniach wykorzystano stanowisko [2 – 6] umożliwiające badanie ścian o maksymalnej długości 4,5 m i wysokości ok. 2,5 m. Istniała możliwość ścinania ścian poziomą siłą o maksymalnej wartości 3000 kN z jednoczesnym ściskaniem pionowym maksymalną siłą 1250 kN.

Wyniki badań

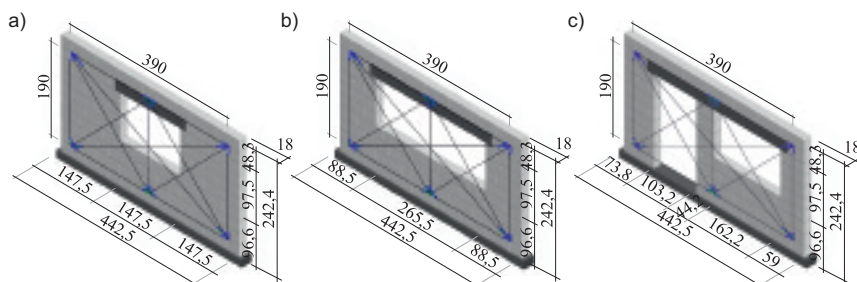
W ścianie z otworem typu A ściskanej do wartości $0,1 \text{ N/mm}^2$ pierwsze rysy powstały w środkowej części filarka, natomiast w ścianie maksymalnie ściskanej do wartości $1,0 \text{ N/mm}^2$ pierwsze rysy stwierdzono w dolnej części filarka oraz mniej więcej w połowie długości pasa podokiennego. W ścianie z otworem typu B, przy minimalnych naprężeniach ściskających pierwsze zarysowania ściany, przebiegające niemal pionowo przez elementy murowe oraz spoiny czołowe, powstały w środkowej części pasa podokiennego. W ścianie maksymalnie ściskanej pierwsze rysy zaobserwowano również w spoinach czołowych pasa podotworowego. Kierunek rys pokrywał się z kierunkiem

przekątnej filarka biegnącej między dolnym narożem muru a miejscem oparcia nadproża. W minimalnie ściskanej ścianie z otworem typu C pierwsze rysy powstały w miejscu oparcia nadproża. W tym samym czasie zaobserwowano zarysowania w dolnym narożu otworu okiennego, które biegły przez spoiny w kierunku dolnego naroża otworu drzwiowego. W ścianie z otworem typu C, ściskanej maksymalnie do wartości $0,5 \text{ N/mm}^2$, pierwsze zarysowania powstały w miejscu oparcia nadproża okiennego. Jednocześnie zaobserwowano nieznaczne zarysowania skrajnego filarka.

Zniszczenie modeli minimalnie ściskanych przebiegało łagodnie. W ścianie z otworem typu A (fotografia a) powstały schodkowe rysy biegnące przez całą wysokość filarka. Z kolei w ścianie typu B uszkodzenia wystąpiły w miejscu oparcia nadproża i dolnego ściskanego obszaru (fotografia b). W ścianie z otworami okiennymi i drzwiowymi (otwór typu C), wtórne rysy w środkowym filarku nie zwiększyły zasięgu, ograniczając się wyłącznie do najwyższego elementu murowego. Powstały jednak dodatkowe rysy w dolnej części, od strony otworu drzwiowego i od strony otworu okiennego.

Zniszczenie ścian maksymalnie ściskanych miało gwałtowniejszy charakter, co było związane z ukośnym zary-

¹⁾ Politechnika Śląska; Wydział Budownictwa; Radoslaw.Jasinski@polsl.pl

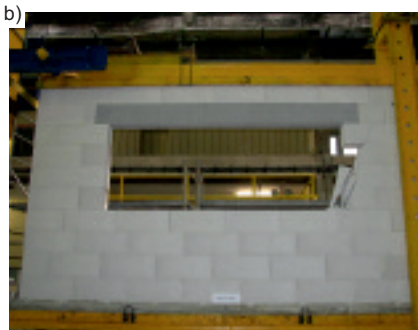


Geometria modeli z otworami: a) ściany serii HAS-AAC z otworem typu A; b) ściany serii HBS-AAC z otworem typu B; c) ściany serii HCS-AAC z otworem typu A
Geometry of models with openings: a) HAS-AAC walls with A-type opening; b) HBS-AAC walls with B-type opening; c) HCS-AAC walls with A-type opening

sowaniem elementów murowych, ale przede wszystkim ze zmiażdżeniem muru w strefie największych naprężeń ściskających. Takie zjawisko wystąpiło w górnych warstwach elementów murowych oraz w dolnych strefach naroży otworów, a także w górnej części środkowego filarka w ścianie z otworem typu C (fotografia c). Zarysowania pasów podokiennych wszystkich modeli z otworami przebiegały głównie przez spoiny czołowe oraz wsporne i lokalizowały się w rejonie naroży. Wyjątek stanowiły ściany z otworem

• pierwsze zarysowania powstawały w filarkach międzyotworowych, a następnie w narożach otworów okiennych;

• najważniejszymi czynnikami determinującymi morfologię zarysowań były wartości wstępnych naprężeń ściskających oraz wielkość otworów. W ścianach ściskanych minimalnie powstawały rysy schodkowe w spoinach czołowych i wspornych. Wzrost naprężeń ściskających eliminował zarysowania schodkowe i sprawił, że dominowały ukośne zarysowania elementów murowych;



Widok ścian w chwili zniszczenia: a) ściana z otworem typu A, ściskana do wartości $0,1 \text{ N/mm}^2$; b) ściana z otworem typu B, ściskana do wartości $0,1 \text{ N/mm}^2$; c) ściana z otworem typu C, ściskana do wartości $0,50 \text{ N/mm}^2$
View of the walls at the moment of destruction: a) wall with A-type opening, compressive stress of $0,1 \text{ N/mm}^2$; b) wall with B-type opening, compressive stress of $0,1 \text{ N/mm}^2$; c) wall with C-type opening, compressive stress of $0,50 \text{ N/mm}^2$

typu A, w których powstały uszkodzenia w rejonie dolnego ściskanego naroża otworu.

Podsumowanie i wnioski

Na podstawie badań ścian z otworami wykonanych z autoklawizowanego betonu komórkowego, stwierdzono, że:

• przy minimalnych i maksymalnych naprężeniach ściskających, w miejscach oparcia nadproży okiennych i w narożach ścian, występowały obszary, w których zmiażdżeniu ulegały elementy murowe. W ścianach, z otworami typów A i B, zarysowania inicjowały się w rozciągającym, dolnym narożu otworu i propagowały w stronę dolnego naroża modelu. W modelach

z otworem typu C, zawierających otwory drzwiowy i okienny, rysy powstawały w rejonie otworu okiennego i kierowały się w stronę dolnej krawędzi ściany tak samo, jak w ścianach z otworami typów A i B. Zarysowania w skrajnym filarku biegnęły ukośnie przez całą wysokość ściany.

Literatura

- [1] Hendry A. W., B. P. Sinha, S. R. Davies. 2004. *Design of Masonry Structures*. E&FN SPON, Third edition.
- [2] Jasiński Radosław. 2005. *Nośność i odkształcalność zbrojonych ścian ceglanych ścinanych poziomo*. Praca doktorska. Gliwice. DOI. 10.13140/RG.2.2.29271.68001.
- [3] Jasiński Radosław. 2010. „Study of reinforced clay brick masonry walls horizontally sheared”. *8th International Masonry Conference*, Dresden: 1231 – 1242.
- [4] Jasiński Radosław. 2016. „Research of bed joints reinforced masonry walls with openings made of calcium silicate units horizontally sheared”. *Brick and Block Masonry – Trends, Innovations and Challenges*. London. Taylor & Francis Group: 2303 – 2311.
- [5] Jasiński Radosław. 2017. *Badania i modelowanie murowych ścian usztywniających*. Gliwice. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.

- [6] Jasiński Radosław. 2018. „Research of Influence of the Shape of Unreinforced Masonry Shear Walls Made of Calcium Silicate Masonry Units”. *3rd World Multidisciplinary Civil Engineering – Architecture – Urban Planning Symposium*. Prague, Czech Republic.

Podziękowania

Dziękuję firmie Solbet Sp. z o.o. za pomoc merytoryczną i dostarczenie materiałów do badań.

Przyjęto do druku: 07.05.2018 r.

Partner działu:

Stowarzyszenie Producentów Betonów

