

dr hab. inż. Radosław Jasiński¹⁾

Odkształcalność postaciowa i sztywność ścian usztywniających z otworami, wykonanych z elementów murowych z ABK

Strain angle and stiffness shear walls with openings made of AAC masonry units

DOI: 10.15199/33.2018.11.09

Streszczenie. W artykule zaprezentowano wyniki badań dziesięciu ścian ($l \times h \times t = 4,43 \times 2,43 \times 0,18$ m), wykonanych z elementów murowych z ABK, poddanych obciążeniom ścinającym. W ścianach wykonano trzy typy otworów (A, B i C), zróżnicowanych pod względem kształtu i wymiarów. Elementy badano przy zróżnicowanych wstępnych naprężeniach ściskających. Analizowano wpływ wstępnych naprężeń ściskających na odkształcalność postaciową w chwili zarysowania oraz deformacje postaciowe uzyskane przy największych naprężeniach ścinających. Przedstawiono określoną empirycznie sztywność ścinania ścian z otworami także w funkcji wstępnych naprężeń ściskających.

Słowa kluczowe: ABK; ściany usztywniające; ściany z otworami; odkształcalność postaciowa, deformacje postaciowe, sztywność.

Abstract. The article presents of own results of the 10th walls ($l \times h \times t = 4.43 \times 2.43 \times 0.18$ m) subjected to shear loads made of AAC masonry units. Three types of openings (A, B and C) were formed in the walls, different in terms of shape and dimensions. The elements were tested at different initial compressive stresses. The results of the research were analyzed in terms of the influence of initial compressive stresses on the non-dilatational strain angle at the time of cracking and the deformations angle obtained at the highest shear stress. Empirical shear stiffness of the wall with openings is also presented as a function of initial compressive stresses.

Keywords: AAC; shear walls; walls with openings; non-dilatational strain angle, deformation angle, shear stiffness.

Przedstawione w publikacjach [1, 2] informacje dotyczące morfologii zarysowań oraz wartości naprężeń ścinających odpowiadających chwili zarysowania czy zniszczenia mogą w pewien sposób charakteryzować zachowanie się ścian usztywniających. Stan wyężenia ściany usztywniającej można określić, obserwując chwilę powstania i rozwój zarysowań. W praktyce bezpieczniejsze wydaje się podejście, w którym stan wyężenia określa się na podstawie stanu odkształcalności – zmiany globalnego kąta odkształcalności postaciowego [3, 5, 6, 7].

W artykule przedstawiono wyniki badań odkształcalności postaciowej ścian usztywniających wykonanych z elementów murowych z ABK. Podano wartości odkształcalności i sztywności uzyskane w chwili zarysowania oraz deformacje postaciowe odpowiadające osiągnięciu największych naprężeń ścinających. Wyniki badań ścian z otworami

odniesiono do wyników ścian bez otworów badanych w identycznych warunkach początkowych. Konstrukcję modelu, właściwości materiałów oraz technikę badań przedstawiono w [1], a wyniki naprężeń otrzymanych w chwili zarysowania i zniszczenia w [2].

Pomiar odkształceń

W celu rejestracji zmiany odkształceń i deformacji postaciowych zastosowano ramkowy układ pomiarowy, dobrany pod względem wymiarów w taki sposób, aby obejmował jak największy obszar ściany, a jednocześnie pomijał zaburzenia brzegowe wynikające z obecności podpór stanowiska. W przypadku ogólnego opisu zachowania się ściany podanej poziomemu ścinaniu operowano **globalnym kątem odkształcalności postaciowego lub globalnym kątem deformacji postaciowej** w fazie po zarysowaniu. Znajomość globalnego kąta odkształcalności postaciowego i odpowiadających naprężeń stycznych pozwala na wyznaczenie **globalnej sztywności ściany** K , którą obliczano z zależności:

$$K = H/u = (\tau/\Theta) (A_h/h) \quad (1)$$

gdzie:

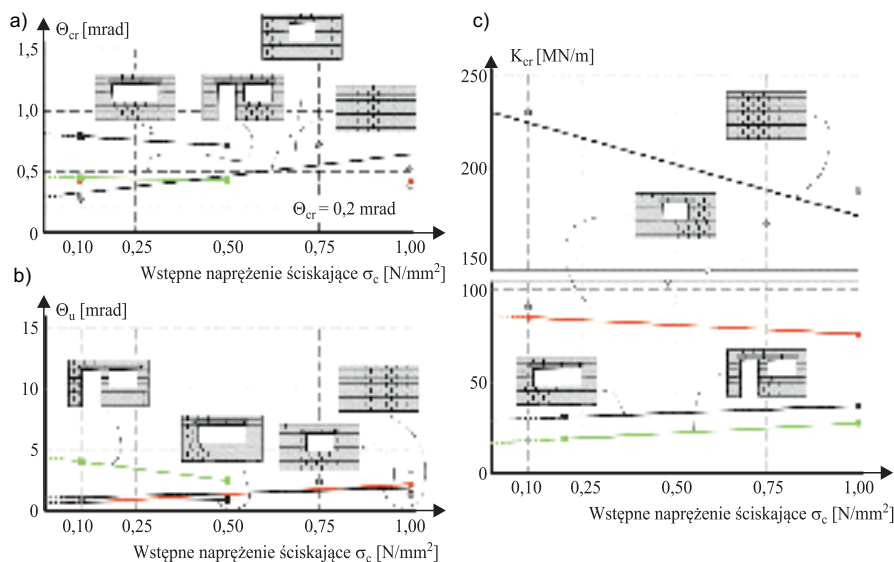
K – sztywność ścinania; H – pozioma siła ścinająca; u – względne przemieszczenie poziome górnej i dolnej krawędzi ściany; τ – naprężenia ścinające; Θ – kąt odkształcalności lub deformacji postaciowej; h – wysokość ściany; $A_h = l \times t$ – pole powierzchni ściany obliczane w płaszczyźnie wspólnej.

Określony przy sile H_{cr} (siła odpowiadająca pojawieniu się widocznych gołym okiem nowych rys) kąt odkształcalności Θ_{cr} nazywano kątem odkształcalności postaciowego w chwili zarysowania, natomiast odczytany przy największej sile H_u kąt Θ_u kątem deformacji postaciowej. W chwili powstania pierwszych widocznych zarysowań określano sztywność ściany K_{cr} .

Wyniki badań i ich analiza

Na rysunkach a i b przedstawiono wartości kątów odkształcalności postaciowego Θ_{cr} i deformacji postaciowej Θ_u ścian z otworami typów A, B i C – serii HAS-AAC, HBS-AAC i HCS-AAC oraz ścian bez otworów serii HOS-AAC,

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



Wyniki badań ścian usztywniających w funkcji wstępnych naprężeń ściskających: a) kąta odkształcenia postaciowego w chwili zarysowania; b) kąta deformacji postaciowej; c) sztywności ścian w chwili zarysowania

Results of tests of stiffening walls as a function of initial compressive stresses: a) non-dilatational strain angle at the moment of scratching; b) angle of deformation; c) stiffness of walls at the time of cracking

a na rysunku c zmianę sztywności K_{cr} w funkcji wstępnych naprężeń ściskających. Wartości tych naprężeń miały zróżnicowany wpływ na Θ_{cr} . W ścianach z otworem typu A, badanych przy wstępnym naprężeniu ściskającym $1,0 \text{ N/mm}^2$, nie zaobserwowano wzrostu odkształceń w stosunku do odkształceń stwierdzonych w ścianie minimalnie ściskanej, a w chwili zniszczenia wartości Θ_u zwiększyły się niemal 3-krotnie. W ścianach z otworem typu B w chwili zarysowania odkształcenia były o 10% mniejsze od odkształceń w ścianie minimalnie ściskanej. Przy największych naprężeniach ściskających deformacje postaciowe były większe od deformacji uzyskanej w ścianie minimalnie ściskanej. W ścianach z otworem typu C w chwili zarysowania obserwowano podobną tendencję do tej w modelach z otworem typu B. W stosunku do ścian bez otworów odkształcenia postaciowe były dość podobne. Wyraźne odstępstwo w chwili zarysowania zaobserwowano w ścianach z otworem typu B, a w chwili

zniszczenia w ścianach z otworem typu C. Na rysunku a pokazano dopuszczalną wartość kąta odkształcenia postaciowego $\Theta_{adm} = 0,2 \text{ mrad}$ stosowanego w normie PN-B-03002:2007 [4]. We wszystkich ścianach zarysowania powstawały przy odkształceniach zdecydowanie większych, a więc stosowanie zaleceń zawartych w krajowych przepisach wydaje się bezpieczne, chociaż może zbyt asekuracyjne.

W ścianie z otworem typu A, sztywność uzyskana w chwili zarysowania K_{cr} przy maksymalnych naprężeniach ściskających była mniejsza od sztywności ściany minimalnie ściskanej. Podobną tendencję zaobserwowano w ścianie bez otworu (rysunek c). Sztywność ścian z otworami typu B i C wyraźnie zwiększała się ze wzrostem naprężeń ściskających.

Wnioski

Z badań wynika, że:

- wstępne naprężenia ściskające powodowały, zależnie od geometrii ściany, zmianę wartości kąta odkształcenia

postaciowego w chwili zarysowania i zniszczenia;

- wartość kątów Θ_{cr} w chwili zarysowania była większa od wartości granicznej $\Theta_{adm} = 0,2 \text{ mrad}$ wg normy [3];

- posługiwanie się w praktyce wartościami Θ_{adm} może być pomocne przy sprawdzeniu warunków SLS ścian usztywniających, ale wydaje się zbyt asekuracyjne w przypadku ścian z otworami;

- zmiana odkształceń postaciowych wywołała analogiczną zmianę sztywności w chwili zarysowania.

Podziękowanie

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

Literatura

- [1] Jasiński Radosław. 2018. „Badania ścian usztywniających z otworami, wykonanych z ABK”. *Materiały Budowlane* 550 (6): 38 – 39. DOI: 10.15199/33.2018.06.10.
- [2] Jasiński Radosław. 2018. „Naprężenia rysujące i niszczące ścian usztywniających z otworami, wykonanych z elementów murowych z ABK”. *Materiały Budowlane* 551 (7): 66 – 67. DOI: 10.15199/33.2018.07.21.
- [3] Kubica Jan. 2003. *Niezbrogione ściany murew poddane odkształceniom postaciowym wywołanym nierównomiernymi pionowymi przemieszczeniami podłoża*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria: Budownictwo, Z. 96. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.
- [4] PN-B-03002:2007 Konstrukcje murew. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [5] Tomažević M., I. Klemen, M. Lutman. 1999. *Damage as a measure of seismic resistance of masonry structures*. Proceedings of eight Canadian conference on earthquake engineering: 119 – 124. Vancouver.
- [6] Tomažević M. 1998. *Correlation between damage and seismic resistance of masonry walls and buildings*. Seismic damage to masonry buildings. Proceedings of the International workshop on measures of seismic damage to masonry buildings: 161–167. Monselice, Padova, Italy.
- [7] Zimmermann T., A. Strauss A, M. Lutman, K. Bergmeister. 2010. *Stiffness identification and degradation of masonry under seismic loads*. 8th International Masonry Conference 2010 in Dresden (CD ROM).

Przyjęto do druku: 03.10.2018 r.

Partner działu:

Stowarzyszenie Producentów Betonów

