

dr hab. inż. Radosław Jasiński¹⁾

Naprężenia rysujące i niszczące ścian usztywniających z otworami, wykonanych z elementów murowych z ABK

Cracking and ultimate shear stresses of shear walls with openings made of AAC masonry units

DOI: 10.15199/33.2018.07.21

Streszczenie. Oprócz mechanizmu zarysowania i zniszczenia ścian usztywniających z otworami praktyczne znaczenie mają także wartości naprężeń rysujących i niszczących. Przeanalizowano wyniki badań własnych dziesięciu ścian o długości $l = 4,43$ m, wysokości $h = 2,43$ m oraz grubości $t = 180$ mm. Ściany z trzema typami otworów (A, B i C) badano przy zróżnicowanych wstępnych naprężeniach ściskających. Otrzymane wyniki badań ścian analizowano pod względem zależności naprężenie – odkształcenie oraz wpływu wstępnych naprężeń ściskających.

Słowa kluczowe: ABK; ściany usztywniające; ściany z otworami; naprężenia rysujące, naprężenia niszczące.

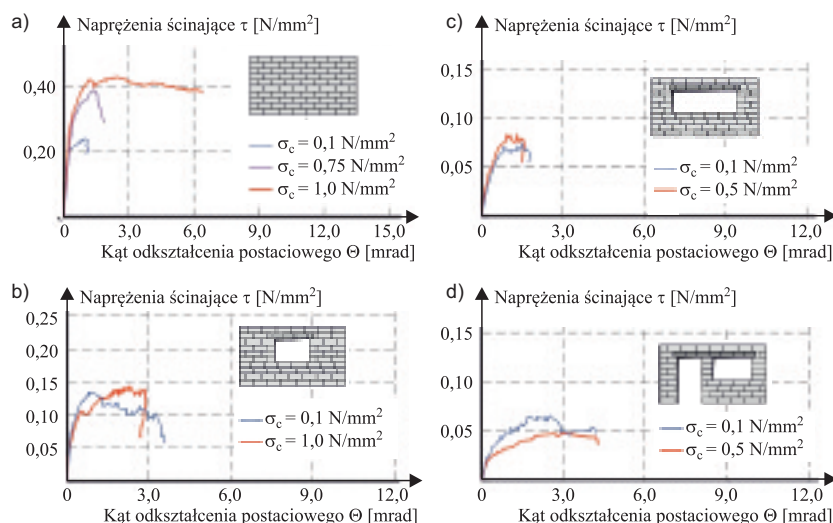
Abstract. Apart from the mechanism of cracking and destruction of shear walls with openings the values of cracking and ultimate stresses have practical significance. The results of own tests of 10 walls with length $l = 4.43$ m, height $h = 2.43$ m and thickness $t = 180$ mm are analyzed. Walls with three types of holes (A, B and C) were tested at different initial compressive stresses. The obtained wall test results were analyzed in terms of stress and strain relations obtained and the effect of initial compressive stresses.

Keywords: AAC; shear walls; walls with openings; cracking shear stress, ultimate shear stress.

W [1, 4] wykazano, że oprócz wielkości i kształtu otworu w ścianie także wstępne naprężenia ściskające towarzyszące ścinaniu mają istotny wpływ na morfologię zarysowań i mechanizm zniszczenia. Pewne zmiany obserwuje się też, gdy stosuje się zbrojenie [2, 3, 5]. Analizy takie mogą być pomocne przy szacowaniu orientacyjnego wytrzymałości istniejących konstrukcji. W artykule podano wartości naprężeń ścinających odpowiadających stanowi zarysowania oraz zniszczenia ścian usztywniających z elementów murowych z ABK. Konstrukcję badanych modeli, właściwości materiałów oraz technikę badań opisano w [4].

Wyniki badań

Na rysunku 1 przedstawiono zależność naprężenie τ_i – odkształcenie Θ ścian referencyjnych serii HOS-AAC oraz ścian z otworami typu A, B i C – serie HAS-AAC, HBS-AAC oraz HCS-AAC. Wyniki badań w postaci naprężeń rysujących i niszczących zawarto w tabeli. Do chwili zarysowania wszystkich zbadanych ścian zależność naprężenie – kąt odkształcenia postaciowego była wprost



Rys. 1. Zależność naprężenie – kąt odkształcenia postaciowego zbadanych ścian: a) ściany bez otworu, b) ściany z otworem typu A, c) ściany z otworem typu B, d) ściany z otworem typu C
Fig. 1. The relationship between stress-angle of shear deformation for all tested walls: a) walls without any opening, b) walls with A-type opening, c) walls with B-type opening, d) walls with C-type opening

proporcjonalna. We wszystkich ścianach z otworami wpływ wstępnych naprężeń ściskających nie był tak istotny jak w ścianach bez otworów. Nie zaobserwowano wzrostu deformacji postaciowych (rysunek 1).

W ścianach z otworem typu A, przy wzroście wstępnych naprężeń ściskających od $0,1$ N/mm² do $1,0$ N/mm², wystąpił 12% spadek wartości naprężeń τ_{cr} (rysunek 2a) i 6% wzrost naprężeń niszc-

zących (rysunek 2b). W ścianie z otworem typu B, ściskanej wstępnie do wartości $0,5$ N/mm², naprężenia rysujące zwiększyły się o ok. 9% w porównaniu z modelami minimalnie ściskanymi (rysunek 2c). W chwili zniszczenia wzrost wartości naprężeń w stosunku do modeli minimalnie ściskanych wyniósł 17% (rysunek 2d). W ścianie z otworem typu C wpływ naprężeń ściskających był znacznie większy niż w ścianach z otworem

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

Rezultaty badań ścian z otworami

Test results for the walls with openings

Typ ściany	Seria	σ_c [N/mm ²]	Naprężenia	
			zarysowanie τ_{cr} [N/mm ²]	zniszczenie τ_u [N/mm ²]
Bez otworu	HOS-AAC	0,1	0,196	0,235
		0,75	0,372	0,426
		1,0	0,298	0,385
		1,0*	0,110	0,250
Z otworem:	A	HAS-AAC	0,1	0,110
		-AAC	1,0	0,097
	B	HBS-AAC	0,1	0,066
		-AAC	0,5	0,072
	C	HCS-AAC	0,1	0,025
		-AAC	0,5	0,035

typu A i B. Naprężenia rysujące zwiększyły się o ok. 40% (rysunek 2e), a naprężenia niszczące τ_u o 22% (rysunek 2f).

Podsumowanie i wnioski

W badaniach ścian z otworem typu A uzyskano następujące wyniki:

- naprężenia styczne w chwili zarysowania τ_{cr} malały przy wzroście wstępnych naprężeń ściskających σ_c od 0,110 N/mm² w elemencie minimalnie ścinanym do 0,097 N/mm², gdy $\sigma_c = 1,0$ N/mm²;

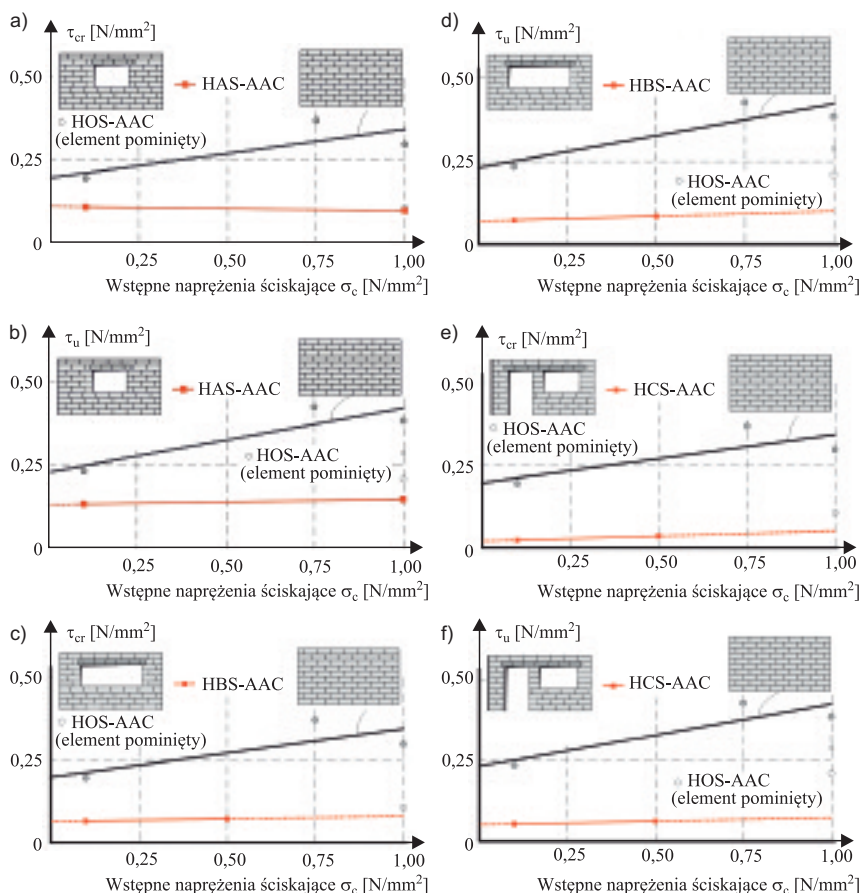
- naprężenia styczne w chwili zniszczenia τ_u także zależały od wartości wstępnych naprężeń ściskających σ_c . Zaobserwowano wzrost naprężeń od $\tau_u = 0,136$ N/mm² ($\sigma_c = 0,1$ N/mm²) do $\tau_u = 0,144$ N/mm² ($\sigma_c = 1,0$ N/mm²).

Na podstawie badań ścian z otworem typu B wykazano, że:

- naprężenia styczne w chwili zarysowania τ_{cr} zwiększały się wraz ze wzrostem wstępnych naprężeń ściskających σ_c – od 0,066 N/mm² w elemencie minimalnie ścinanym do 0,072 N/mm², gdy $\sigma_c = 0,50$ N/mm²;

- naprężenia styczne w chwili zniszczenia τ_u także zależały od wartości wstępnych naprężeń ściskających σ_c ; odnotowano wzrost naprężeń od $\tau_u = 0,072$ N/mm² w ścianie minimalnie ściskanej – do $\tau_u = 0,084$ N/mm², gdy $\sigma_c = 0,50$ N/mm²,

W badaniach ścian z otworem typu C uzyskano następujące wyniki:



Rys. 2. Zestawienie uzyskanych wartości naprężeń (rysujących i niszczących) wszystkich badanych elementów w zależności od wartości σ_c i kształtu otworu: a), c), e) naprężenia rysujące – τ_{cr} , b), d), f) naprężenia niszczące – τ_u

Fig. 2. The obtained (cracking and failures) stress values for all test elements depending on the value σ_c and shape of the opening: a), c), e) cracking stresses – τ_{cr} , b), d), f) failure stresses – τ_u

- naprężenia styczne w chwili zarysowania τ_{cr} zmieniały się wraz ze wzrostem wstępnych naprężeń ściskających σ_c – od 0,025 N/mm² w elemencie minimalnie ścinanym do 0,035 N/mm², gdy $\sigma_c = 0,50$ N/mm²,

- naprężenia styczne w chwili zniszczenia τ_u także zwiększały się wraz ze wzrostem wartości wstępnych naprężeń ściskających σ_c , w ścianie bez zbrojenia, przy $\sigma_c = 0,1$ N/mm², uzyskano $\tau_u = 0,054$ N/mm², a gdy $\sigma_c = 0,50$ N/mm², uzyskano $\tau_u = 0,066$ N/mm².

Podziękowania

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

Literatura

- [1] Corrêa M. R., A. Page, Z. Han, M. Masia. 2006. „Experimental and Theoretical study of the Shear Behaviour of URM walls with openings”. *Masonry International* 19, Spring-Winter 2006. (CD-ROM).
- [2] El Shafie H., A. Hamid, S. Okba, E. Nasr. 1998. „Lateral response of reinforced masonry shear walls with door openings: an experimental study” *Proceedings of the 8th Canadian Masonry Symposium*. Jasper, Alberta, pp. 410–422.
- [3] El Shafie H., A. Hamid, S. Okba, E. Nasr. 2002. „Strength and stiffness of masonry shear walls with openings”, *The Masonry Society Journal* 20 (1): 49–60.
- [4] Jasiński Radosław. 2018. „Badania ścian usztywniających z otworami, wykonanych z ABK”. *Materiały Budowlane*. 550 (6): 38–39. DOI: 10.15199/33.2018.06.10.
- [5] Voon K. C. 2006. *Bracking Capacity of Partially Grouted Concrete Masonry Walls with Openings*. School of Engineering Report No. 629. Department of Civil and Environmental Engineering. The University of Auckland. New Zeland. April 2006.

Przyjęto do druku: 24.05.2018 r.

Partner działu:

Stowarzyszenie Producentów Betonów

