

Ireneusz JÓZWIAK

BADANIE WPŁYWU OBCIĄŻEŃ ŚCISKAJĄCYCH NA NOŚNOŚĆ I ODKSZTAŁCALNOŚĆ BETONOWYCH ŚCIAN GĘSTOPERFOROWANYCH PODLEGAJĄCYCH ŚCINANIU

Streszczenie. Przebadano - metodą porównawczą - wykonane w skali naturalnej modele betonowych ścian gęstoperforowanych, obciążone siłami ścinającymi albo obciążone równocześnie siłami ścinającymi i ściskającymi. Przeprowadzone badania wykazały istotny wpływ naprężeń ściskających na zwiększenie wartości siły niszczącej i kąt odkształcenia postaciowego ściany poddanej jednoczesnym naprężeniom ścinającym. Równocześnie stwierdzono, że naprężenia ściskające nie wpłynęły w sposób istotny na charakter zniszczenia.

TESTS OF INFLUENCE OF COMPRESSIVE LOAD ON CARRYING CAPACITY AND DEFORMATION OF THE SHEAR DENSE PERFORATED CONCRETE WALLS

Summary. Natural scale models loaded with shear forces and models loaded simultaneously with shear forces and compressive forces were tested using comparative method. These models were made as dense perforated concrete walls. Those tests proved a significant influence of compressive stresses on; an increase of the destructive force, a shape deformation angle and a dislocation of the middle pillar of the wall, which was forced with a shear stress at the same time. It has been shown that compressive stresses didn't influence on a destruction character.

FORSCHUNGEN ÜBER EINFLUSS DER DRUCKLAST AUF TRAGFÄHIGKEIT UND DEFORMATION DICKPERFORATION BETONWÄNDE UNTERLIEGENDE DER SCHUBLAST

Zusammenfassung. Modellen in naturale Skala in Form von Dickperforation Betonwände waren unter Schublast oder zusammen wirkende Schub und Drucklast erforscht. Diese Forschungen haben großen Einfluß von Drucklast auf Tragfähigkeit und Schubverzerrung gezeigt. Gleichzeitig hat die Drucklast keine Änderungen in Bildzerstörung gemacht.

1. WPROWADZENIE

W budynkach ścianowych szeroko stosowane są obecnie pustaki (kształtki) wypełniane betonem, pełniące równocześnie rolę deskowania, izolacji termicznej i akustycznej. Tworzone są z różnych materiałów termoizolacyjnych, najczęściej ze styropianu. Pustaki składają się z dwóch zewnętrznych warstw okładzinowych oraz łączących je przewiązek. Z tego powodu uformowana wewnątrz nich ściana jest regularnie perforowana stosunkowo wąskimi otworami o znacznym zagęszczeniu. Wywołało to potrzebę określenia nośności i odkształcalności tak ukształtowanych ścian betonowych, zwanych dalej gęstoperforowanymi, poddanych różnym schematom obciążenia. Było to tym bardziej konieczne i niezbędne, ponieważ prowadzone badania dotyczyły zwykle ścian pełnych albo ścian z dużymi otworami (np. drzwiowymi lub okiennymi).

Badania ścian gęstoperforowanych prowadzone są od 1990 roku w Katedrze Konstrukcji Budowlanych przez autora niniejszego artykułu. Wyniki częściowe publikowano w miarę postępu prac [1, 2, 3 i 4].

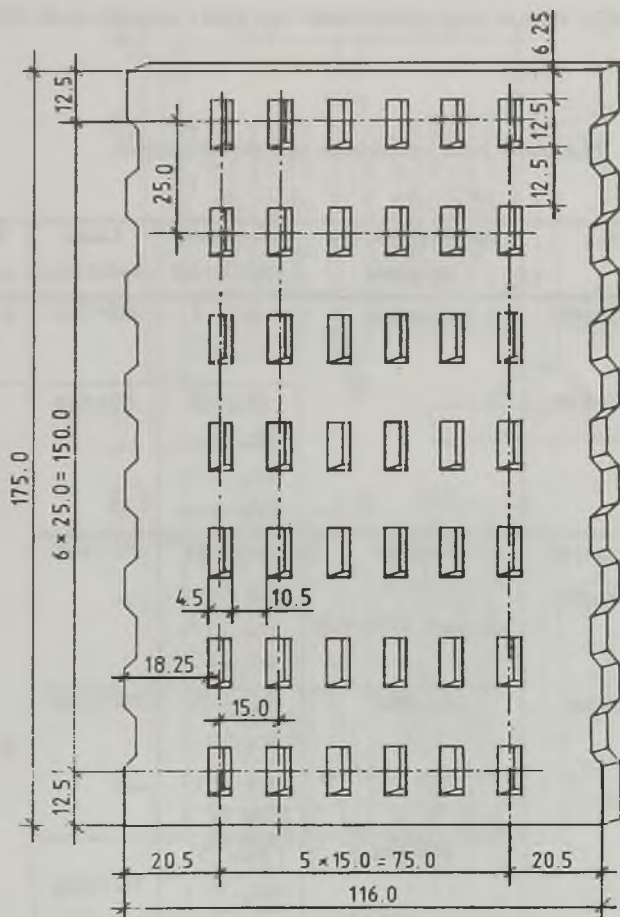
W artykule zaprezentowane zostaną rezultaty badań porównawczych wybranej ściany betonowej gęstoperforowanej poddanej wyłącznie obciążeniom ścinającym i analogicznej ściany, poddanej jednocześnie obciążeniom ściskającym i ścinającym. Głównym celem tych badań było uzyskanie szerszej informacji o zachowaniu się ścian gęstoperforowanych, poddanych obciążeniom typowym dla wyginającego się podłoża na terenach podlegających wpływowi eksploatacji górniczej. Uwzględnienie naprężeń ściskających wpływa z faktu występowania tego rodzaju obciążeń w rzeczywistych obiektach.

2. ELEMENTY BADAWCZE

Modele badawcze składały się każdorazowo z pary ścian, których kształt oraz podstawowe wymiary geometryczne przedstawiono na rys.1. Grubość betonowej warstwy konstrukcyjnej ścian perforowanych wynosiła 15 cm. Modele (kształtowane w pustakach styroporowych "Thermomur") były wykonane w formie prefabrykatów poza stanowiskiem badawczym.

Przygotowując modele do badań, prefabrykаты te wprowadzano pomiędzy stalowe słupy stanowiska. Układ monolityzowano przy użyciu zagęszczanego betonu żwirowego, włączanego w szczeliny między strzępie ścian a stalowe odpowiednio wyprofilowane słupy stanowiska. Wszystkie modele danej serii miały w zasadzie identyczny kształt i wymiary gabarytowe.

Plan badań (z opisem charakterystyki modeli) podano w tablicy 1.



Rys. 1. Element badawczy

Fig. 1. Specimen scheme

3. OPIS STANOWISKA BADAWCZEGO I TECHNIKA BADAŃ

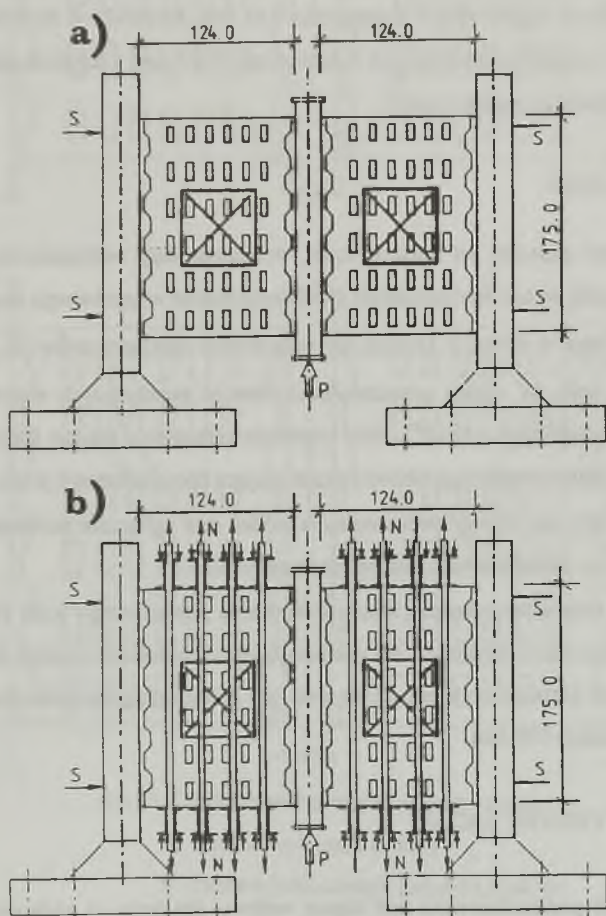
Schemat stanowiska, w którym badano wyłącznie modele ścinane (SG_S -I i SG_S -II), przedstawiono na rys. 2a. Zasadniczymi elementami składowymi stanowiska są : dwa słupy stalowe (zewnętrzne) utwierdzone w podstawie i jednocześnie stężone dwoma ściągnięciami z profili stalowych oraz trzeci słup wewnętrzny. Górny ściągnięcie stężące słupy zewnętrzne (rys. 2 - "S") umożliwia poprzez podnośnik hydrauliczny realizowanie stałej, kontrolowanej wartości siły sprężającej w ściągnięciu, która w czasie całych badań była stała i wynosiła około 20 kN.

Tablica 1

Plan badań ścian betonowych gęstoperforowanych

Rodzaj badania	Sposób przyłożenia obciążenia	Oznaczenie serii i modeli	Liczba modeli [szt.]	Wymiary modeli [m]
Badanie ścian poddanych ścinaniu Liczba modeli - 8 szt.	ścinające	SG_S - I SG_S - I - 1	1*2 = 2 szt.	1.50*1.16
		SG_S - II SG_S - II - 1 SG_S - II - 2 SG_S - II - 3	3*2 = 6 szt.	
Badanie ścian poddanych jednoczesnemu ścinaniu i ściskaniu Liczba modeli - 18 szt.	ścinające i ściskające 170 kN/m	SG_S - III SG_S - III - 1 SG_S - III - 2 SG_S - III - 3	3*2 = 6 szt.	1.75*1.16
	ścinające i ściskające 85 kN/m	SG_S - IV SG_S - IV - 1 SG_S - IV - 2 SG_S - IV - 3	3*2 = 6 szt.	
	ścinające i ściskające 127 kN/m	SG_S - V SG_S - V - 1 SG_S - V - 2 SG_S - V - 3	3*2 = 6 szt.	

Modele poddane jednoczesnemu ścinaniu oraz ściskaniu (serii SG_S -III, SG_S -IV i SG_S -V) badane były w zmodyfikowanej wersji stanowiska (por. rys. 2b). Polegała ona na wprowadzeniu możliwości obciążenia każdego pola modelu układem sił sprężających realizowanych za pomocą cięgien stalowych, naprzężanych siłownikami hydraulicznymi o zakresie do 180 kN/m. Cięgna wyposażone były w sprężyny kompensacyjne, zapewniające stałą wartość naprężeń ściskających, w czasie całego badania danego modelu.



Rys. 2. Schemat stanowiska badawczego i układ pomiarowy

Fig. 2. Layout of test place and measure scheme

Obciążenie ścinające modeli prowadzono wypychając w górę, za pomocą siłownika hydraulicznego, środkowy słupek stalowy.

Wszystkie modele poddano obciążeniom doraźnym w ramach jednego cyklu, z bieżącą kontrolą, zarówno siły wypychającej słupek środkowy, jak i sił wciąganych sprężających. Modele obciążano stopniowo narastającą siłą (co 30 kN) "P", w interwałach 5-minutowych. Pomiaru odkształceń prowadzono za pomocą odpowiedniego układu baz pomiarowych przedstawionego na rys. 2. W trakcie badań modeli serii SG_S-I, SG_S-II i SG_S-III przemieszczenia mierzono czujnikami zegarowymi o dokładności 0.01 mm, natomiast w modelach pozostałych serii za pomocą czujników indukcyjnych o dokładności 0.02 mm, z użyciem samorejestrującej, automatycznej aparatury pomiarowej.

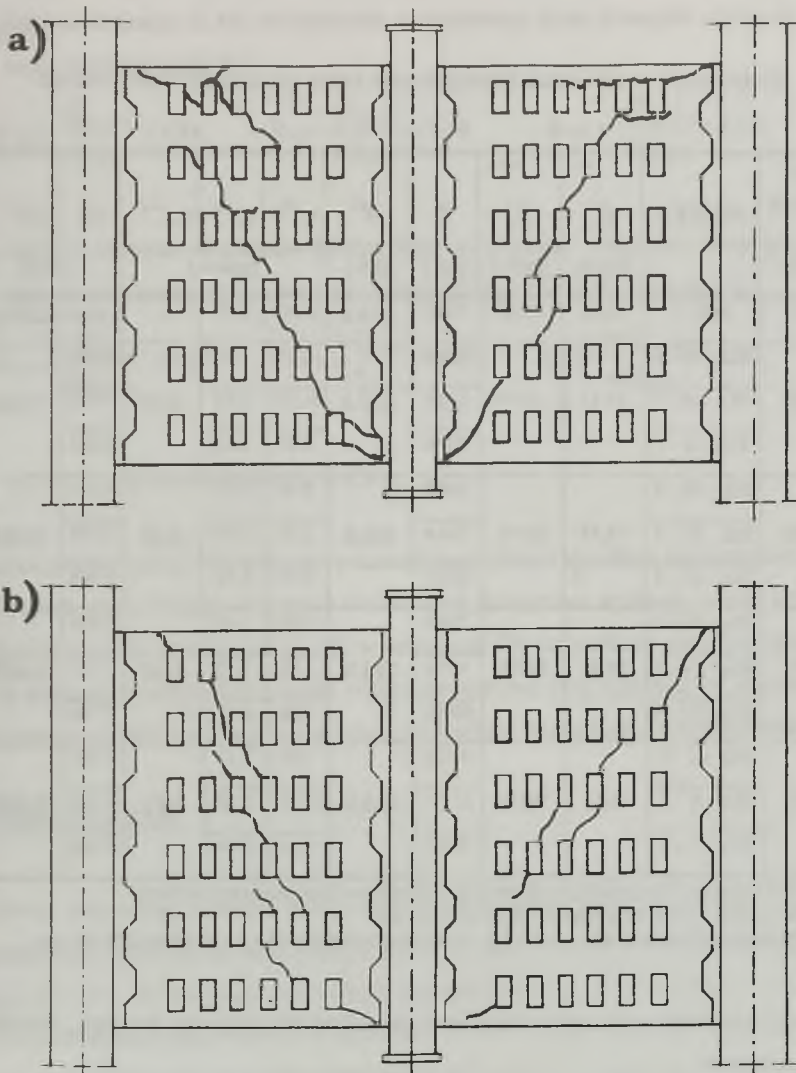
4. WYNIKI BADAŃ

Wyniki badań nośności na ścinanie ścian, wyliczone kąty odkształcenia postaciowego fragmentów modeli, wraz z maksymalnym przemieszczeniem wypchanego słupa środkowego (ΔL) przedstawiono w tablicy 2. Dodatkowo podano tam charakterystykę (\overline{R}_{15} i \overline{E}_c) betonu poszczególnych serii. W tablicy przedstawiono nośność pojedynczych modeli (P) wraz ze średnią dla poszczególnych serii (P^m). Jako kryterium zniszczenia danego fragmentu ściany w modelu przyjęto zarysowanie rysą ukośnie przebiegającą (po przekątnej) przez cały jego fragment. Charakterystyczne obrazy zniszczenia dla modeli serii wyłącznie ścinanej i jednocześnie ściskanej i ścinanej przedstawiono odpowiednio na rys. 3a i b.

W tablicy 2 zestawiono również kąty odkształcenia postaciowego ścian (γ_i^{obs} , γ_p^{obs} , γ_{π}^{obs}) [5], odpowiadające siłom rysującym, dla poszczególnych fragmentów modeli. Kąty te obliczono dla układu baz pomiarowych pokazanego na rys. 2, przy długości boku kwadratu pomiarowego wynoszącego 600 mm.

5. ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

Wyniki badań przeanalizowano pod kątem wpływu ściskania na zachowanie się ściany poddanej ścinaniu.



Rys. 3. Charakterystyczne obrazy zniszczenia:

a - modele wyłącznie ścinane

b - modele jednocześnie ścinane i ściskane

Fig. 3. Typical form of failure:

a - models under the shear forces only

b - models under shear and compressive forces simultaneously

Tablica 2

Podstawowe wyniki badań ścinanych ścian betonowych gęstoperforowanych

Siła ściskająca	MODEL	**	***	P	P ^{sr}	γ _l ^{obs}	γ _p ^{obs}	γ _{sr} ^{obs}	ΔL	ΔL ^{sr}
		\overline{R}_{15}	\overline{E}_b							
SERIA										
0 / I	SG _S - I	10.06	17167	290.0	290.0	0.16*	0.73	-	nie mierzono	
0 / II	SG _S - II - 1	19.13	21377	500.0	520.0	0.88	1.11	0.92	0.395	0.362
	SG _S - II - 2			480.0		0.32*	0.84		0.328	
	SG _S - II - 3			580.0		0.63	1.12		0.365	
170/III	SG _S - III - 1	18.35	22742	960.0	960.0	2.16	1.37*	2.35	0.914	0.953
	SG _S - III - 2			930.0		2.45	1.62*		0.999	
	SG _S - III - 3			990.0		2.43	2.36		0.948	
85/IV	SG _S - IV - 1	18.55	20996	730.0	715.0	1.29	1.48	1.42	0.506	0.605
	SG _S - IV - 2			725.0		1.62	1.75		0.527	
	SG _S - IV - 3			690.0		1.26	1.12		0.784	
127/V	SG _S - V - 2	16.15	19238	618.0	658.0	1.63	2.17	2.01	0.346	0.453
	SG _S - V - 2			652.0		2.26	2.20		0.544	
	SG _S - V - 3			705.0		2.14	1.70		0.468	

* fragment nie uległ zarysowaniu - wielkości nie uwzględniane przy obliczaniu średnich

** wartość średnia z 6 kostek normowych 150*150*150 mm

*** wartość średnia dla przedziałów 0.1 ÷ 0.3 R wyznaczona każdorazowo z 3 walców Φ 160/300 mm

Biorąc jako punkt odniesienia zachowanie się ściany nie poddanej ściskaniu, określono wartości relatywne:

- wpływu ściskania na nośność ścian ścinanych wyrażoną za pomocą wsp. "α_i"

$$\alpha_{85} = \frac{P_{SGS-IV}^{sr}}{P_{SGS-II}^{sr}} = 1.38, \quad \alpha_{127} = \frac{P_{SGS-V}^{sr}}{P_{SGS-II}^{sr}} = 1.26, \quad \alpha_{170} = \frac{P_{SGS-III}^{sr}}{P_{SGS-II}^{sr}} = 1.85,$$

- wpływu ściskania na kąt odkształcenia postaciowego ścian ścinanych wyrażoną za pomocą współczynnika " β_i "

$$\beta_{85} = \frac{\gamma_{SGS-IV}^{sr}}{\gamma_{SGS-II}^{sr}} = 1.54, \quad \beta_{127} = \frac{\gamma_{SGS-V}^{sr}}{\gamma_{SGS-II}^{sr}} = 2.19, \quad \beta_{170} = \frac{\gamma_{SGS-III}^{sr}}{\gamma_{SGS-II}^{sr}} = 2.55,$$

- wpływu ściskania na przemieszczenie słupa środkowego względem skrajnych w momencie zniszczenia ścian ścinanych wyrażoną za pomocą współczynnika " δ_i "

$$\delta_{85} = \frac{\Delta L_{SGS-IV}^{sr}}{\Delta L_{SGS-II}^{sr}} = 1.67, \quad \delta_{127} = \frac{\Delta L_{SGS-V}^{sr}}{\Delta L_{SGS-II}^{sr}} = 1.25, \quad \delta_{170} = \frac{\Delta L_{SGS-III}^{sr}}{\Delta L_{SGS-II}^{sr}} = 2.63,$$

gdzie " σ_i " - naprężenie ściskające w kN/m.

Równoległe z przeprowadzonymi badaniami prowadzono symulację komputerową (w zakresie sprężystym) metodą elementów skończonych, przyjmując wymiary, sposób podparcia, obciążenia i charakterystykę betonu jak w badaniach. Dla tego układu określono przemieszczenia słupa środkowego. Porównując wyniki, stwierdzono dużą zgodność (w granicach 7%) otrzymanych wyników obliczeń z pomierzonymi średnimi wielkościami w trakcie badań.

6. PODSUMOWANIE

Biorąc pod uwagę nośność modeli ścian betonowych gęstoperforowanych na ścinanie wprowadzenie ściskania spowodowało jej wzrost w zależności od wielkości sprężenia w granicach 26÷85%. W wypadku granicznego kąta odkształcenia postaciowego wprowadzenie ściskania zwiększyło jego wartość w granicach 54÷155%. Odpowiednio wartość przemieszczenia słupa środkowego względem słupów skrajnych wzrosła w zależności od siły sprężającej o 25÷163%.

Można więc stwierdzić, że wpływ ściskania na zachowanie się ściany gęstoperforowanej jest w badanym przedziale korzystny. Otrzymane wartości tego wpływu, szczególnie dla kątów odkształcenia postaciowego, ze względu na rozrzuty należy uznać za orientacyjne. Jednocześnie nie zaobserwowano istotnego wpływu naprężeń ściskających na charakter zniszczenia.

LITERATURA

- [1] Starosolski W., Józwiak I.: Z badań nad zastosowaniem kształtek "Thermomur", XXVII Konferencja Problemowa PZITB, Gdańsk-Kołobrzeg, 1991, tom: referaty, s. 1÷11.
- [2] Józwiak I.: Badanie gęstoperforowanych ścian betonowych "Thermomur" pod obciążeniem pionowym, XXXIX Konferencja Naukowa KILiW PAN i Komitetu Nauki PZITB, Krynica, wrzesień 1993, tom 3, s. 61÷68.
- [3] Starosolski W., Józwiak I.: O oddziaływniu kształtowania cieplnego i montażowego elementów ściennych na nośność ścian na przykładzie stosowania kształtek "Thermomur" II konferencja Naukowo- Techniczna nt.: Problemy projektowania, realizacji i eksploatacji budynków o niskim zapotrzebowaniu na energię, Kraków, październik 1994, tom: referaty, s. 245÷252.
- [4] Starosolski W., Józwiak I. Kubica J.: Badanie wpływu obciążeń ściskających na nośność ścian podlegających ścinaniu. XXXIX Konferencja Naukowa KILiW PAN i Komitetu Nauki PZITB, Krynica, wrzesień 1993, tom 3, s. 193÷200.
- [5] Kubica J.: Badanie wpływu ściskania na postaciovą odkształcalność ścinanych ścian z cegły. XL Konferencja Naukowa KILiW PAN i Komitetu Nauki PZITB, Krynica, wrzesień 1994, tom 6, s. 201÷208.

Recenzent: Dr hab. inż. A. Czkwanianc

Wpłynęło do Redakcji 25.05.1995 r.

Abstract

Nowadays, hollow bricks poured with concrete are widely employed in wall buildings. Those hollow bricks act as boarding, thermal and a acoustic insulation.

Tests, such as those presented have been conducted by the author of the paper at the Building Structures Department since 1990.

The paper deals with comparative tests of the model of dense perforated concrete wall loaded with shear forces and the analogical wall model loaded simultaneously with shear forces and compressive forces. The results of tests concerning those two models have been shown. Those tests were intended for obtaining more information about behaving of such walls existing in areas influenced by minig exploitation.

The results of tests were examined with significant attraction of an influence of compressing on carrying capacity. Walls only loaded with shear forces were used as a comparable models.

All tests proved unequivocally a significant influence of early prestress of concrete on both destructive force value and dislocation value of a middle pillar. The middle pillar was employed for carrying the shear load.