

Obciążenia próbne stropów

Mgr inż. Jerzy Kowalewski, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa

1. Wprowadzenie

Obciążenia próbne do badania konstrukcji budynków są rzadko stosowane. Dużo częściej stosowane są obciążenia próbne w mostownictwie oraz geotechnice, szczególnie przy badaniu pali. Taki stan wynika z przesłanek merytorycznych oraz uregulowań formalnoprawnych.

Z punktu widzenia metodyki postępowania i kryteriów oceny bardzo ważnym opracowaniem jest monografia prof. Bohdana Lewickiego „Obciążenia próbne konstrukcji istniejących budynków” [1].

Tradycyjny sposób realizacji obciążeń polegał na ustawianiu na badanym stropie specjalnie do tego przygotowanych obciążników, worków z cementem lub piaskiem [2] itp. Nieco później zaczęto stosować obciążenia z wykorzystaniem wody. W artykule przedstawiono 2 przykłady realizacji obciążeń próbnych stropów w budynkach: biurowym i mieszkalnym.

2. Obciążenia z wykorzystaniem wody

Woda jako obciążenie może być gromadzona w różny sposób np.

w beczkach (rys. 1, [3]), basenach albo specjalnie do tego przygotowanych pojemnikach (rys. 2, 3). Stosowanie wody jako obciążenia próbnego jest z wielu względów wygodne. Stosunkowo łatwo jest napełniać i opróżniać zbiorniki oraz kontrolować wielkość i rozkład obciążania. Wodę można bezpiecznie stosować w przypadku obiektów w budowie szczególnie, gdy budynek nie jest wykończony i wyposażony. W przypadku budynków wykończonych, wyposażonych i eksploatowanych używanie wody staje się niebezpieczne bo awarie i niekontrolowany wypływ wody grozi znacznymi stratami i przykrymi konsekwencjami. W nowo budowanym, wysokim i rozległym budynku biurowym zasadniczą konstrukcję stanowiły żelbetowe monolityczne stropy, słupy i ściany trzonu komunikacyjnego. Po wykonaniu całej konstrukcji powstały wątpliwości co do jakości zastosowanego betonu. Dla oceny betonu przeprowadzono dodatkowe badania i analizy obejmujące m.in. badania sklerometryczne, badania niszczące próbek betonu pobranych (odwierconych) z konstrukcji, ponowne analizy receptur

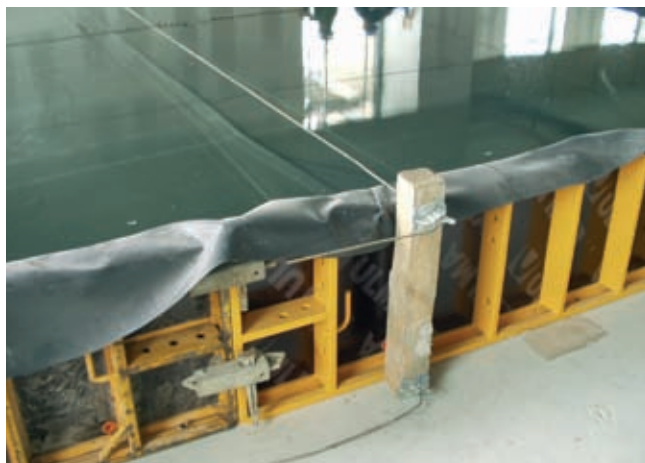
betonu, powtórna kontrolę dokumentów jakości betonu, wariantowe obliczenia statyczno-wytrzymałościowe. Uznano za celowe przeprowadzenie również badań z wykorzystaniem obciążeń próbnych.

Do gromadzenia wody na stropach przygotowane zostały specjalne zbiorniki wykonane z elementów szalunkowych, stalowych ściągów i folii budowlanej (rys. 2 i 3).

Badania konstrukcji budynku za pomocą obciążeń próbnych wykonano obciążając pojedyncze pola stropów. Obciążenia próbne wykonano dla narożnych fragmentów stropów na 6-ciu różnych poziomach budynku. Zastosowano obciążenia próbne o wartości około $3,6 \text{ kN/m}^2$ przyłożone na polach o mniejszej powierzchni niż pola wyznaczone osiami słupów. Obciążenia te były równoważne obciążeniu około $3,0 \text{ kN/m}^2$ na całej powierzchni stropu wydzielonej osiami między słupami. Takie obciążenie odpowiadało w przybliżeniu wartości zalecanej dla obciążeń próbnych w normie PN-56/B-03260 [4], gdzie postulowano obciążenia próbne o wartości 140% obciążenia użytkowego.



Rys. 1. Beczki z wodą jako obciążenie próbne



Rys. 2. Zbiornik wykonany z elementów szalunkowych, prętów i folii budowlanej



Rys. 3. Obciążenie próbne realizowane za pomocą wody w specjalnym zbiorniku

Obciążenie wodą pozostawało na poszczególnych stropach od kilku godzin do całej doby. Badania ugięć stropów realizowano za pomocą pomiarów geodezyjnych na spodzie obciążonego stropu (sufit niższej kondygnacji). Punkty pomiarowe były rozłożone na środku i obwodzie pola obciążonego, dodatkowe punkty kontrolne znajdowały się na polach sąsiednich (nieobciążonych).

Pomiary geodezyjne wykonywano przed obciążeniem stropu, pod koniec okresu obciążenia oraz po odciążeniu stropu. Na podstawie uzyskanych wartości można było stwierdzić, że we wszystkich przypadkach, przy zastosowanym obciążeniu ugięcia stropu nie przekraczały 3 mm. Po zlikwidowaniu obciążenia, strop powrócił do pierwotnego położenia.

Z obliczeń wykonanych przez pro-

jektanta wynikało, że pod obciążeniem analogicznym do próbnego, stropy powinny wykazać ugięcia wynoszące około 4 mm.

Badania konstrukcji za pomocą obciążeń próbnych wskazywały, że w zakresie obciążeń użytkowych konstrukcje stropów pracowały w fazie sprężystej i nie występowały trwałe odkształcenia. Ugięcia stropów obserwowane w trakcie badań nie przekraczały ugięć obliczeniowych.

Wyniki badań próbnych świadczyły, że stropy są poprawnie skonstruowane i wykonane oraz, że stropy spełniały wymagania w zakresie stanów granicznych nośności i użyteczności.

Biorąc pod uwagę wszystkie wykonane badania i analizy oceniono, że ze względu na jakość betonu konstrukcja budynku zachowuje wszystkie założone projektem

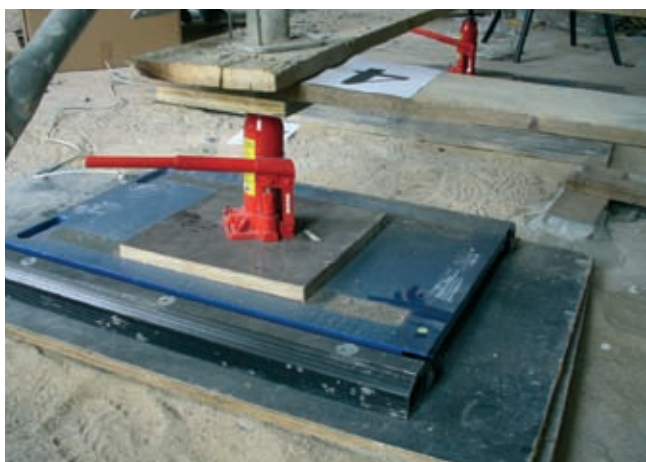
cechy użytkowe i funkcjonalne, oraz że spełnione są wymagania w zakresie stanu granicznego nośności.

3. Obciążenia z wykorzystaniem siłowników

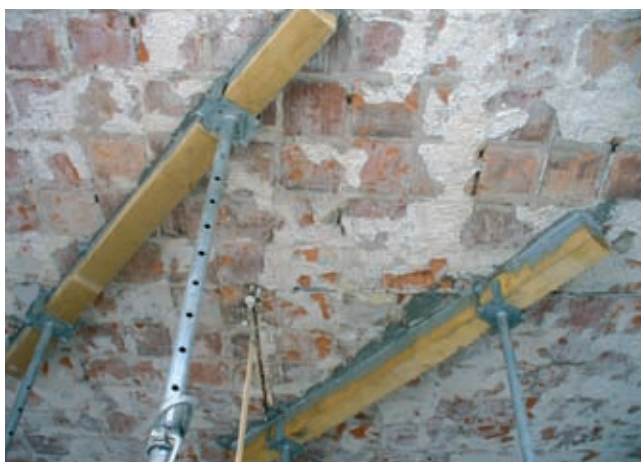
Układ obciążeń próbnych z siłownikami był zastosowany na stropie w budynku mieszkalnym liczącym blisko 100 lat. W związku z projektowaną modernizacją budynku konieczna była ocena stanu technicznego i nośności nietypowych stropów. Na podstawie badań, odkrywek i pomiarów stwierdzono, że stropy wykonane są z pustaków ceramicznych i mają krzyżowe zbrojenie z prętów stalowych o przekroju okrągłym i kwadratowym. W stosunku do dzisiejszych rozwiązań strop był nietypowy **bo nie było betonowych żeber,**



Rys. 4. Obciążenia próbne realizowane za pomocą układu siłowników i podpór szalunkowych



Rys. 5. Waga samochodowa do pomiaru obciążenia w układzie z siłownikiem



Rys. 6. Rozkładanie obciążenia na stropie

w których zatopione byłyby pręty stalowe i **nie było płyty betonowej (wylewki)**. Na podstawie wariantowych obliczeń statyczno-wytrzymałościowych oceniono, że charakterystyczne obciążenie dodatkowe stropu (poza ciężarem własnym) może wynosić $2,5 \text{ kN/m}^2$.

Charakterystyczną cechą i istotną zaletą układu z siłownikiem jest fakt, że obciążenia realizowane są wg schematu kinematycznego, co podnosi bezpieczeństwo badań, ponieważ w przypadku niespodziewanych zmian badanej konstrukcji (np. przemieszczenia na skutek przecięcia) natychmiast automatycznie następuje zmniejszenie wartości obciążenia. Omawiane układy z siłownikami zajmują niewiele miejsca co pozwala wykonywać pomiary bezpośrednio na powierzchni obciążanej. Całe badanie można prowadzić na jednej kondygnacji budynku.

W prezentowanym układzie (rys. 4) wykorzystano hydrauliczne siłowniki samochodowe oraz typowe podpory szalunków stropowych. W całym układzie łatwo można było dokonywać regulacji i wykonywać luzy używając gwintowanych nakrętek w podporach oraz gwintowanych trzpieni w tłokach podnośników hydraulicznych.

Uruchomienie siłownika powodowało powstanie siły, która obciążała strop dolny (podłogę, rys. 5) oraz wypierała strop górny (sufit, rys. 6). Dla takiego sposobu realizacji obciążeń próbnych, przy ustalaniu maksymalnych wartości obciążeń przeanalizowano nie tylko obciążany strop dolny ale również wypierany strop górny czy nie powstanie ujemny moment przęsłowy.

Zwracano uwagę na rozłożenie obciążenia na stropy. Na stropie dolnym ułożona była warstwa piasku, na której położono płytę szalunkową (rys. 5). Na sufit obciążenie przekazywane było za pośrednictwem kantówek drewnianych. Kantówki ustawione były pod kątem 45° , w stosunku pasma pustaków (rys. 6) co zapobiegało

obciążeniu jednego pasma pustaków ceramicznych stropu.

Realizowane badania próbne składały się z cykli pomiarowych obejmujących: obciążanie, przerwę czasową, odciążanie i kolejną przerwę czasową. W kolejnych cyklach realizowano coraz większe obciążenia.

Wartości obciążenia mierzone były za pomocą podkładowych wag samochodowych (rys. 5) a przemieszczenia stropów mierzone były metodami geodezyjnymi (niwelator samopoziomujący i tafa).

Za pomocą obciążeń próbnych zrealizowano maksymalne obciążenia równoważne obciążeniu równomiernie rozłożonemu o intensywności $2,6 \text{ kN/m}^2$. Maksymalne zmierzone ugięcie wynosiło 3 mm. Nie stwierdzono żadnych trwałych przemieszczeń ani uszkodzeń typu zarysowania, odpryski itp. w konstrukcji stropów.

Układy z siłownikami i urządzeniami konstrukcyjnymi do obciążeń próbnych zostały zgłoszone do Urzędu Patentowego RP i zarejestrowane pod numerem P387995.

4. Wnioski

Ze względu na dostępne dzisiaj środki techniczne realizacja badań konstrukcji budynków z wykorzystaniem obciążeń próbnych jest łatwiejsza niż miało to miejsce przed laty.

Obecne urządzenia pomiarowe oraz metody analityczne powodują, że obciążenia próbne mogą się stać częściej stosowanym i efektywnym narzędziem badawczym konstrukcji budynków.

LITERATURA

- [1] B. Lewicki, Obciążenia próbne konstrukcji istniejących budynków; ITB, Warszawa 1997
- [2] J. Nechay, Konstrukcje żelbetowe; Trzaska, Evert i Michalski 1950
- [3] Z. Pająk, A. Piekarczyk, W. Starosolski, Wzmocnienie żelbetowych stropów płytowych wklejanymi kotwami – analiza, badania, realizacja; „Przegląd Budowlany”, czerwiec 2003
- [4] PN-56/B-03260 Konstrukcje żelbetowe. Obliczenia statyczne i projektowanie