

Wykonanie otworów w ceglanych sklepieniach walcowych

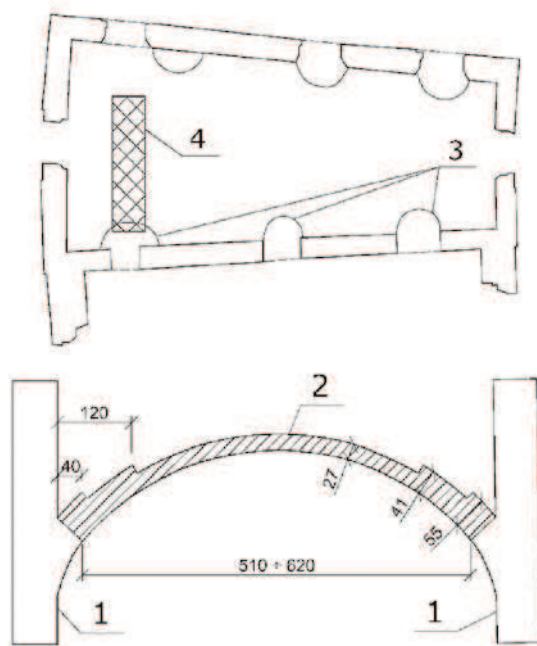
Prof. dr hab. inż. Romuald Orłowicz, dr inż. Rafał Nowak, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

W praktyce często występuje konieczność adaptacji starych budynków do obecnych wymogów w ramach procesów odnowy. Taka adaptacja zazwyczaj obejmuje zastosowanie nowoczesnych materiałów, zmian struktury elementów budynku, a także aplikacji nowych systemów instalacyjnych, na przykład przewodów wentylacyjnych, doprowadzenie wody lub ciepła. W przypadku tym dość często konieczne jest wykonanie otworów technologicznych zarówno w ścianach, jak i stropach budynku. Niekiedy otwory te wykonuje się w sklepieniach ceglanych obciążonych ciężarem własnym oraz obciążeniem użytkowym (rys. 1). Przy określonych wymiarach otworów mogą one przyczynić się do znacznego osłabienia sklepienia, a nawet do utraty jego nośności [1].



Rys. 1. Widok otworów w ceglanych sklepieniach walcowych wykonanych dla przewodów inżynierii sanitarnej (a) i okien połaciowych (b)

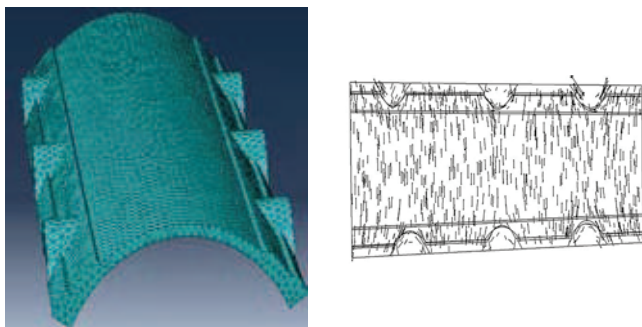
Istniejące badania sklepień ceglanych można głównie podzielić na dwie grupy. Pierwsza zajmuje się poszukiwaniem optymalnych metod numerycznych dla rzetelnego odzwierciedlenia zachowań sklepień ceglanych. Druga zajmuje się badaniami doświadczalnymi mechanizmów uszkodzeń sklepień. Badania te mogą określić przyczyny uszkodzeń oraz ich rozwój w czasie. Jednakże temat otworów w sklepieniach jest mniej badany. Wybrane aspekty tego zagadnienia przytoczono niżej na przykładzie ceglano sklepienia walcowego zabytkowego budynku z okresu XVIII wieku. Podczas prac modernizacyjnych pojawiła się konieczność wykonania otworu o kształcie prostokątnym 90×420 cm w jednym ze sklepień pod dachem budynku w celu wprowadzenia przewodów inżynierii sanitarnej (rys. 1 a).



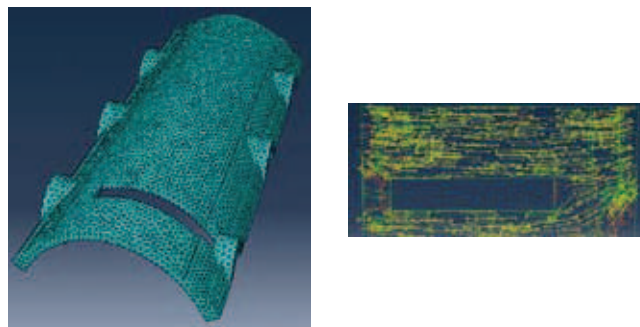
Rys. 2. Sklepienie ceglano poddane analizie: rzut ze strony sufitu (a), przekrój poprzeczny (b): 1 - ściany murowe, 2 - sklepienie ceglano, 3 - lukarny, 4 - otwór technologiczny

Sklepienie walcowe o zmiennym przekroju, a stożkowym rzucie, w miejscach oparcia na ściany ma ceglano lukarny (rys. 2). Sklepienie zostało przebadane przez autorów w programie ABAQUS w celu określenia jego stanu naprężeń.

Na podstawie analizy schematu konstrukcji ustalono, że pionowa reakcja i poziomy rozpór od obciążeń stałych są przenoszone bezpośrednio na fundament osiowo przez ściany. W przedmiotowym przypadku najdokładniejsze wyniki by otrzymano, jeżeli sklepienie byłoby zamodelowane w przekroju poprzecznym w punkcie stykającym się ze ścianą utrzymującą. W tym celu stworzono model numeryczny 3D do symulacji za pomocą skończonych elementów bryłowych. Połączenie między sklepieniem a ścianą założono jako sztywne. Lukarny w postaci samonośnych sklepień integralnie łączy z głównym sklepieniem. Analiza uwzględniała ciężar własny sklepienia oraz wypełnienie jego pachwin zasypką. Na początku przeanalizowano stan naprężeń bez otworu (rys. 3), z którego wynikało, że najmniej



Rys. 3. Przestrzenny model sklepienia MES bez otworu (a) i trajektorie naprężeń głównych ściskających (b)



Rys. 4. Przestrzenny model sklepienia MES z otworem (a) i trajektorie naprężeń głównych ściskających w obrębie otworu (b)

wyťažona strefa znajduje się między lukarnami usytuowanymi naprzeciw siebie w przekrojach poprzecznych sklepienia.

Najbardziej wyťažone obszary sklepienia usytuowane są przy podporach, a koncentracja naprężeń występuje w obszarze zmiany grubości sklepienia w tym i w strefach jego połączenia z lukarniami. Analiza stanu naprężeń pozwala na określenie możliwych bezpiecznych położeń otworu w sklepieniu. Właściwe jest jego użytkowanie równoległe do trajektorii naprężeń głównych ściskających w sklepieniu w najmniej wyťažonej strefie na odcinku między przeciwległymi lukarniami z wcięciem na jedną z lukarni (rys. 2).

Na rysunku 4 pokazano rozkład naprężeń w sklepieniu w obszarze otworu. Wycięcie otworu w postaci prostokąta powoduje zwiększenie naprężeń głównych ściskających w pobliżu dłuższych boków otworu (do 15%). W miejscu przecięcia otworem lukarny (usytuowanej z prawej strony wg rysunku 4) wartości tych naprężeń

są prawie zerowe. Natomiast na przeciwległej stronie otworu strumień sił ściskających znacząco zmienia swój kierunek względem dłuższych boków otworu. Wywołuje to powstanie naprężeń rozciągających w kierunku równoległym do krótszego boku otworu. Wartości tych naprężeń są bliskie wytrzymałości muru na rozciąganie równoległe do spoiny wspornych muru i mogą wywołać pęknięcie sklepienia w kierunku prostopadłym do krótszego boku otworu. W celu zminimalizowania wpływu tych naprężeń na stan wyťaženia muru sklepienia zaproponowano obramowanie otworu po jego wycięciu. Obramowanie to zostało wykonane w postaci ceowników zimnogiętych osadzonych w murze po całym obwodzie otworu na bezskurczowej zaprawie montażowej (rys. 1a).

BIBLIOGRAFIA

[1] Ahnert R., Krause K.H., Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960, Berlin, 2014

IX Konferencja Naukowo-Techniczna

RENOWACJE BUDUNKÓW I MODERNIZACJA OBSZARÓW ZABUDOWANYCH

Zielona Góra, 21–23 marca 2018 r.

CEL KONFERENCJI

Celem konferencji jest prezentacja aktualnych wyników badań w zakresie renowacji budynków i modernizacji obszarów zabudowanych. Do udziału w konferencji zapraszamy pracowników naukowych, projektantów, wykonawców, producentów materiałów, budowlanych oraz pracowników administracji rządowej i samorządowej.

- problemy finansowania rewitalizacji;
- zagadnienia materiałowe, konstrukcyjne i wykonawcze w zakresie remontów i renowacji;
- renowacja w zrównoważonym rozwoju budownictwa;
- inne zagadnienia towarzyszące tematyce konferencji.

TEMATYKA KONFERENCJI

Tematyka konferencji obejmuje następujące zagadnienia:

- rewitalizacja zasobów budowlanych;
- problemy remontowe budynków i budowlanych;
- adaptacja obiektów na cele użytkowe;
- renowacja budynków zabytkowych;
- modernizacja obszarów zabudowanych;

WARUNKI UCZESTNICTWA

Kartę zgłoszenia uczestnictwa oraz streszczenia referatów należy przelać na adres Komitetu Organizacyjnego: Uniwersytet Zielonogórski, Instytut Budownictwa „Renowacje”
ul. prof. Z. Szafrana 1, 65–516 Zielona Góra
tel. 068 3282 416; 068 3282 290; 068 3287 803
e-mail: Renowacje@ib.uz.zgora.pl