

SYMPOZJON "MODELOWANIE W MECHANICE"

POLSKIE TOWARZYSTWO MECHANIKI TEORETYCZNEJ I STOSOWANEJ

Beskid Śląski, 1990

Feliks Andermann, Lidia Fedorowicz, Jan Fedorowicz
Politechnika ŚląskaPRZESTRZENNY MODEL OBLICZENIOWY METODY SES DLA BUDYNKÓW ŚCIANOWYCH
OBCIĄŻONYCH DZIAŁANIEM WIATRU

Streszczenie. W pracy przedstawia się propozycję zastosowania metody sztywnych elementów skończonych SES do budowy modelu, w którym ściany i stropy budynku pracujące tarczowo w swych płaszczyznach tworzą model przestrzenny, zdolny przenieść obciążenie parciem wiatru. Kierunek działania obciążenia może być dowolny w stosunku do płaszczyzn głównych budynku.

1. Wprowadzenie

Przedmiotem analizy w przestrzennej pracy budynku poddanego działaniu obciążeń poziomych jest stan bezpieczeństwa tych fragmentów konstrukcji, w których występują największe siły wewnętrzne. Siły te wyznacza się w praktyce inżynierskiej głównie w sposób przybliżony, tworząc schematy rozdzielone rzeczywistej konstrukcji, rzadko natomiast w sposób dokładniejszy stosując schemat zintegrowany uwzględniający przestrzenną współpracę ścian i stropów budynku. Przeszkodą w powszechniejszym stosowaniu schematów zintegrowanych jest głównie brak odpowiedniego oprogramowania komputerowego.

W referacie wykorzystano metodę sztywnych elementów skończonych SES [1] do utworzenia przestrzennego modelu obliczeniowego budynku o konstrukcji ścianowej.

Modelowany budynek traktuje się jako zbiór liniowo-sprężystych tarcz ściennych oraz stropowych, połączonych między sobą więzami przenoszącymi jedynie siły ścinające. Powyższe założenie, upraszczające budowę modelu nie jest sprzeczne z przyjętym w literaturze [2] pojęciem budowy schematu zintegrowanego, w którym ustrój konstrukcyjny reprezentowany jest przez system pasm wzajemnie połączonych ciągłymi połączeniami przenoszącymi siły ścinające oraz sztywnymi tarczami stropowymi.

Zaletą schematu przestrzennego wymodelowanego metodą SES jest, dzięki jej prostemu algorytmowi, przejrzystość toku obliczeń pozwalająca analizować fizyczny model pracy ustroju, rolę poszczególnych jej elementów czy sposób przyłożenia obciążenia.

2. Przestrzenny model dyskretny metody SES

Na rysunku 1a przedstawiono fragment rzeczywistego układu ścianowego z zaznaczoną przestrzenną strukturą prostokątnej siatki dyskretniej. Zgodnie z przyjętym dla obciążeń poziomych (np. parcia wiatru lub sił dynamicznych pochodzenia sejsmicznego) założeniem tarczowej pracy elementów ściennych i stropowych powstaje model fizyczny, w którym wzajemne oddziaływanie tych elementów na siebie siłami ścinającymi pokazuje rys.1b. Nałożona siatka dyskretna dzieli układ ciągły na wyodrębnione jej oczkami podobszary o stałej grubości, liniowo-sprężyste i jednorodnie materiałowo. Wzajemne połączenia podobszarów mogą natomiast posiadać cechy materiału np. nieliniowo-sprężystego.

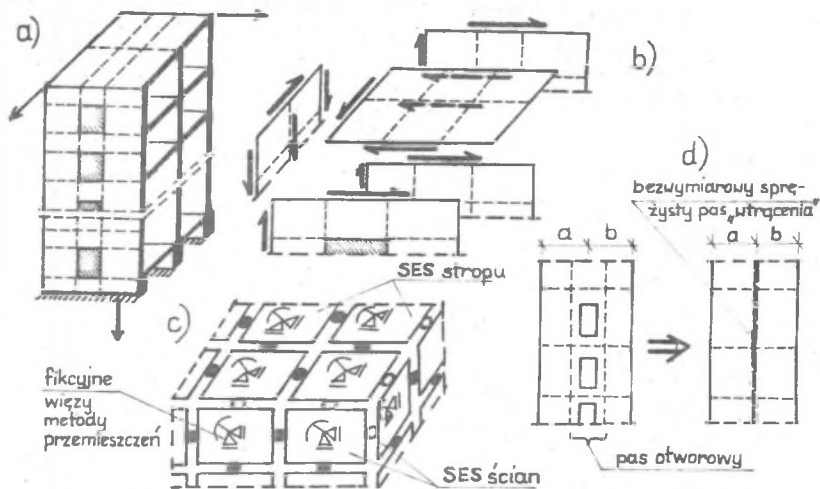
Podobszary te "zesztywnia się" tworząc z nich sztywne elementy SES, a odpowiadającą im i odpowiednio określoną sztywność [3,4] na ścinanie, ściskanie (rozciąganie) i zginanie przypisuje się łączącym je więzom sprężystym (rys.1c).

W utworzonym dyskretnym modelu przestrzennym o N elementach SES poszukuje się dla każdego elementu "e" 3 niezależnych przemieszczeń $\{u\}_e$ zachodzących w jego płaszczyźnie i wchodzących w ogólną liczbę stopni swobody modelu równą $3 \cdot N$.

Procesowi dyskretyzacji podlegają także obciążenia działające na konstrukcję oraz jej geometryczne warunki brzegowe. Otrzymany model obliczeniowy rozwiązuje się metodą przemieszczeń. Wektor sił wewnętrznych otrzymywanych w więzach sprężystych stanowi natomiast iloczyn wektora różnic przemieszczeń elementów SES łączonych rozpatrywanymi więzami i wartości sztywności tych więzów.

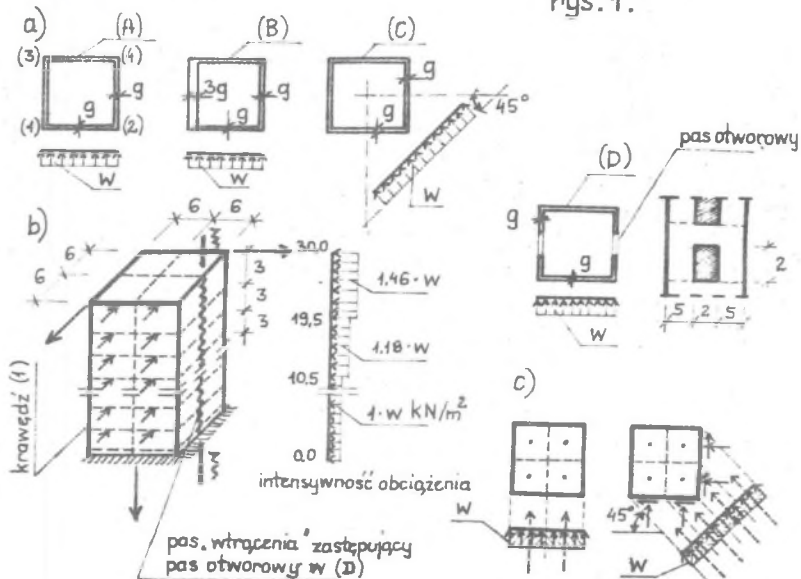
Przy bardziej rozbudowanych układach rzeczywistych stosuje się dla zmniejszenia liczby stopni swobody modelu obliczeniowego sposób pozwalający na

zastąpienie np. pasa otworowego jednorodnym bezwymiarnym pasem "wtrącenia" sprężystego o cechach wyrażających jego sztywność [5] - rys.1d.



- więzy sprężyste przenoszące wielkości wewnętrzne N, M, Q
- więzy sprężyste przenoszące Q

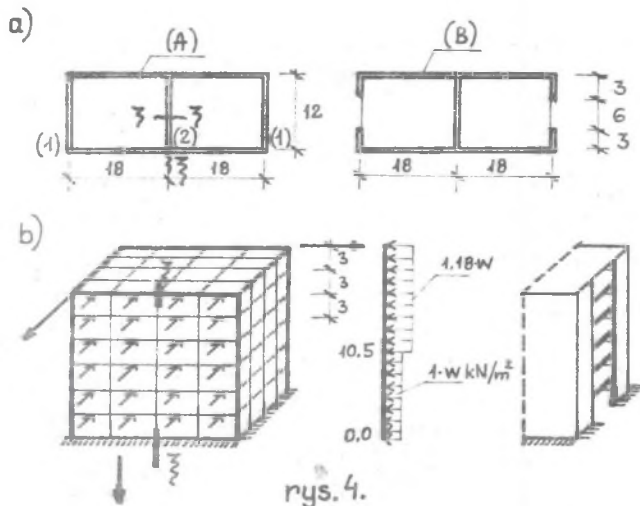
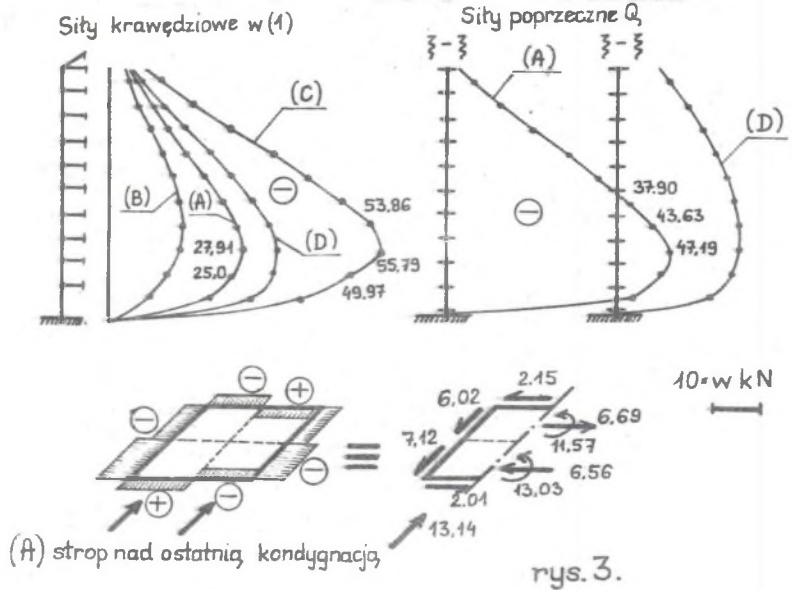
rys. 1.



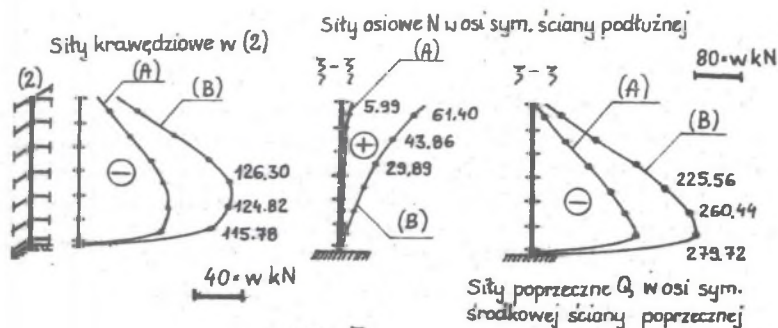
rys. 2.

3. Przykłady

Przykład 1. 10-kondygnacyjny trzon żelbetowy o rzucie poziomym kwadratowym obciążony parciem wiatru obliczono dla czterech wariantów pokazanych



na rys.2a. Przyjęto: $E_b=27000$ MPa, grubość ścian - 0,25 m dla kondygnacji piwnicznej, 0,15 m dla kondygnacji pozostałych, grubości stropów - 0,22 m. Rysunek 2b przedstawia widok trzonu z nałożoną siatką dyskretną (linie poziome siatki pokrywają się z położeniem stropów). Obciążenie siłami poziomymi przypadającymi na jedną kondygnację przyjęto jako działające na konstrukcję poprzez stropy-tarcze. Na rys 2c pokazano sposób przekazywania na model obciążenia poziomego o dowolnym kierunku działania. Rysunek 3 przedstawia wyniki obliczeń trzonu w postaci wybranych wykresów wielkości wewnętrznych czterech przypadków obliczeniowych (oznaczenia zgodne z rys. 2).



rys. 5.

Przykład 2. 6-kondygnacyjny budynek o rzucie poziomym dwukomorowym obciążony parciem wiatru obliczono, rozpatrując przekrój zamknięty otwarty budynku (rys. 4a). Grubości ścian i stropów oraz wartość E_b przyjęto jak w przykładzie 1. Rysunek 4b pokazuje sposób nałożenia na ustrój siatki dyskretnej oraz intensywności działającego obciążenia poziomego. Rysunek 5 przedstawia wykresy sił poprzecznych i normalnych w wybranych przekrojach obliczanego budynku.

LITERATURA

- [1] Kruszewski J. i inni: Metoda sztywnych elementów skończonych. Wyd. Arkady, Warszawa 1975.
- [2] Lewicki B. i inni: Budynki wznoszone metodami uprzemysłowionymi. Wyd. Arkady, Warszawa 1979.
- [3] Andermann F., Fedorowicz L., Fedorowicz J.: Mikrokomputerowa analiza przestrzennych ustrojów ścianowych. Mater. Międzynarod. Konf. Nauk. "MASAD '88", Zastosowanie mikrokomputerów w analizie wytrzymałościowej i i projektowaniu konstrukcji. T.2, Wrocław 1989, s. 8-11.

- [4] Fedorowicz L., Fedorowicz J.: Wykorzystanie EMC do obliczeń inżynierskich wielokomorowych ustrojów skrzyniowych na podłożu górniczym. OTG, 1986, NR 76, S. 33-39.
- [5] Fedorowicz L.: Metoda sztywnych elementów skończonych analizy monolitycznych i prefabrykowanych ścian budynku. Praca doktorska, Gliwice 1982.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ МЕТОДА ЖЕСТКОГО КОНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА ДЛЯ БЕСКАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ
ПОДВЕРЖЕННЫХ ДЕЙСТВИЮ ВЕТРА

Резюме

В работе представлено предложение использования метода жестких конечных элементов ЖКЧ построения модели в которой стены и перекрытия работают как шит в своих плоскостях образуют пространственную модель способную передать нагрузку от напора ветра. Направление действия нагрузки может быть любое по отношению к главным плоскостям здания.

ANALYTICAL SPACE MODEL OF THE METHOD OF RIGID FINITE ELEMENTS APLICATED
TO WALL-STRUCTURED BUILDINGS LOADED BY THE WIND

Summary

In the paper a static version of numerical method of the rigid finite elements is presented. Genereting of a calculative discrete model for space wall structures loaded in the planes of is described. The theory illustrated by two numerical examples.