

Modelowanie w projektowaniu maszyn i procesów cz.6

MES - dynamika



Dr hab inż. Piotr Pawełko
p. 141
Piotr.Pawełko@zut.edu.pl
www.piopawełko.zut.edu.pl

Belki - SolidWorks Simulation

Belki i kratownice

Można uprościć belki **strukturalne**, aby optymalizować wydajność w Simulation do modelowania z elementami belek.

Rozmiar problemu oraz wymagane zasoby są w tym przypadku znacznie zredukowane.

ZALECENIE

Dla wyrażenia belki, aby utworzyć akceptowalne wyniki, **długość belki powinna być 10 razy większa niż największy wymiar jej przekroju.**

Elementy belki są obsługiwane dla: badań statycznych, częstotliwości, wybożenia i analiz nieliniowych.

Rozwiązanie dużego przemieszczenia w badaniach statycznych nie jest obsługiwane dla belek.

Belki - SolidWorks Simulation

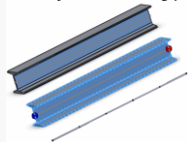
Proste i zakrzywione belki

Każdy prosty człon konstrukcyjny jest definiowany przez linię prostą łączącą dwa połączenia na jego końcach.

Zakrzywiony człon konstrukcyjny jest modelowany przy użyciu wielu belek prostych. Zakłada się że przekrój poprzeczny belki jest stały na całej jej długości.

Program dokonuje wewnętrznego tworzenia siatki każdej belki poprzez utworzenie wielu elementów belki. Każdy element belki jest definiowany przez **dwa węzły i przekrój poprzeczny.**

Podczas przeglądania siatki i wyników, elementy belki są przedstawiane jako walce, bez względu na rzeczywisty przekrój poprzeczny.

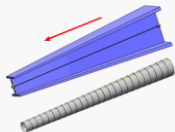


Belki - SolidWorks Simulation

Belki zwężane

Można traktować geometrie stożkowe jako belki o zmiennym rozmiarze przekroju poprzecznego wzdłuż ich długości.

Obraz pokazuje belkę o zwanym profilu I i o rozmiarze przekroju, który zmniejsza się wzdłuż pokazanego kierunku. Zwężona belka jest reprezentowana przez linię prostą (oś obojętna) łączącą dwa połączenia. Dolna ilustracja ukazuje siatkę, gdzie belka została podzielona na szereg elementów zwężonej belki reprezentowanych przez walce. Każdy element składa się z dwóch walców mających różne obszary przekroju poprzecznego. Siatka oraz wykres wyników stanowi wizualne wskazanie zwężenia wzdłuż długości belki.



Belki - SolidWorks Simulation

Tworzenie belek

Człony konstrukcyjne, które są utworzone jako operacje **Konstrukcji spawanej** mają domyślnie tworzoną siatkę z elementami belki. Można traktować te człony konstrukcyjne jako bryły wybierając ich ikony w drzewie badania Simulation i wybierając **Traktuj jako bryłę**.

Dla krótkich członów konstrukcyjnych zalecane jest użycie siatki bryłowej.

Aby traktować obiekty wyciągnięte, wyciągnięte po profilach, odbite w lustrze lub importowane, które mają stały kształt przekroju poprzecznego i taki sam lub różny rozmiar przekroju poprzecznego na całej długości belki, należy wybrać ich ikony w drzewie badania Simulation i wybrać **Traktuj jako belkę**.

* Człon konstrukcyjny można zdefiniować jako kratownicę lub belkę w menedżerze właściwości PropertyManager Zastosuj/edytuj belkę.

Belki - SolidWorks Simulation

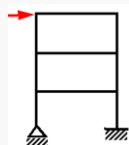
BELKI

Elementy belki mogą stawiać opór obciążeniom zginającym, tnącym i skrętnym. Ukazana niżej typowa rama jest modelowana przy użyciu elementów belki przenoszących obciążenie na wsparcia.

Modelowanie takich ram przy użyciu elementów **kratownicy** nie daje dobrych rezultatów, ponieważ nie występuje tu żaden mechanizm przeniesienia zastosowanego poziomego obciążenia na wsparcia.

Elementy belki wymagają zdefiniowania dokładnego przekroju poprzecznego, aby umożliwić oprogramowaniu obliczenie momentów bezwładności, osi neutralnych i odległości od skrajnych włókien do osi neutralnych.

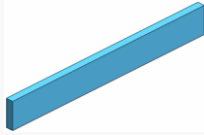
Naprężenia zmieniają się w obrębie płaszczyzny przekroju poprzecznego oraz wzdłuż belki.



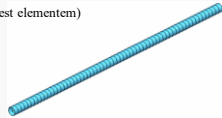
Belki - SolidWorks Simulation

Należy rozważyć belkę 3D z obszarem przekroju poprzecznego (A) i skojarzoną siatką. Elementy belki są wyświetlane jako puste walce, bez względu na rzeczywisty kształt ich przekroju poprzecznego.

Geometria 3D

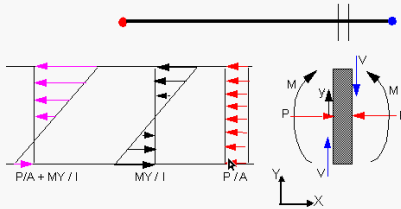


Siatka (każdy pusty walec jest elementem)

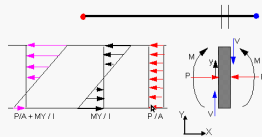


Belka - SolidWorks Simulation

Teraz rysunek poniżej pokazuje mały segment wzdłuż elementu belki poddany uproszczonym siłom dwuwymiarowym (siła osiowa P, siła ścinająca V i moment zginający M):



Belka - SolidWorks Simulation



W przypadku ogólnym na segment działają **trzy siły i trzy momenty**

Jednorodne naprężenie osiowe = P/A (podobnie do elementów kratownicy)

Jednorodne naprężenie ścinające = V/A

Moment zginający M powoduje naprężenie zginające, które zmienia się liniowo wraz z pionową odległością y od osi obojętnej.

Naprężenie zginające (zginające w kierunku y) = My/I

gdzie I jest momentem bezwładności względem osi neutralnej.

Naprężenie zginające jest największe na skrajnych włóknach. W tym przykładzie największe ściskanie występuje na górnym włóknie, a największe rozciąganie występuje na skrajnych dolnych włóknach.

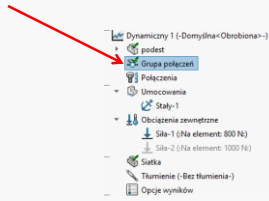
Belka - SolidWorks Simulation

Umocowania

Umocowania można stosować tylko do **połączeń**.

W każdym połączeniu występuje 6 stopni swobody.

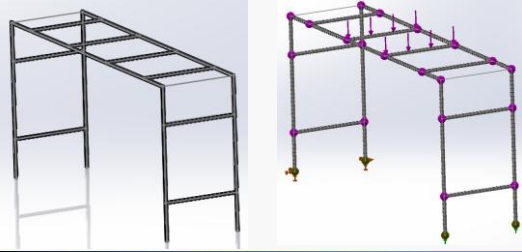
Można zastosować zerowe lub niezerowe zadane 3 translacje i 3 obroty.



Belki - SolidWorks Simulation

Tworzenie siatki

Belki i człony kratownic są wyświetlane jako puste walce, bez względu na rzeczywisty kształt ich przekroju poprzecznego. Człon konstrukcyjny jest automatycznie identyfikowany jako belka i tworzona jest siatka wielu jednorodnych elementów, co umożliwia przeglądanie zmian deformacji i naprężeń wzdłuż członu.



Belki - SolidWorks Simulation

Wyniki

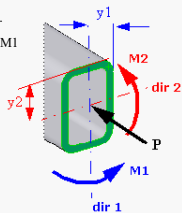
Wyniki dla każdego elementu są prezentowane w jego lokalnych kierunkach.

Dla elementów belki i kratownic nie występuje uśrednianie naprężeń.

Można przeglądać jednorodne naprężenia osiowe, skrętne i zginające w dwóch kierunkach ortogonalnych (kierunek 1 i kierunek 2) oraz najbardziej niekorzystne naprężenia na skrajnych włóknach generowane poprzez połączenie naprężeń osiowych i zginających.

Przekrój belki jest poddawany sile osiowej P i dwóm momentom $M1$ oraz $M2$, jak na poniższej ilustracji.

Moment $M1$ jest względem osi kierunku 1 a moment $M2$ jest względem osi kierunku 2.



Belka - SolidWorks Simulation

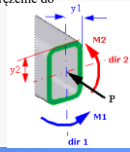
Oprogramowanie zawiera następujące opcje przeglądania naprężeń:

Osiowe: Jednorodne naprężenie osiowe = P/A

Zginanie w lokalnym kierunku 1: Naprężenia zginające spowodowane momentem M2. Oznaczone jako **Naprężenie zginające Ms/Ss** w legendzie, tytule i nazwie wykresu.

Zginanie w lokalnym kierunku 2: Naprężenia zginające spowodowane momentem M1. Oznaczone jako **Naprężenie zginające Mt/St** w legendzie, tytule i nazwie wykresu.

Najgorszy przypadek: Oprogramowanie automatycznie oblicza najwyższe naprężenia w punkcie krytycznym przekroju poprzecznego poprzez połączenie naprężeń osiowych i zginających spowodowanych momentami M1 oraz M2. Jest to zalecane naprężenie do przejrzania.



Statyka i dynamika – Model belkowy

