

MEC126 - Calcul des structures par éléments finis

Présentation

Prérequis

Avoir suivi les UEs:

- de Mécanique des milieux continus (MEC122)
- de Mécanique des solides (MEC121)
- d'Algèbre linéaire et géométrie (MVA107)

Objectifs pédagogiques

Permettre aux auditeurs d'acquérir des notions relatives :

- à la modélisation d'un problème mécanique pour effectuer un calcul par éléments finis
- à l'utilisation et compréhension d'un logiciel de calcul des structures
- à la programmation des éléments finis
- à la quantification de la qualité des résultats par indicateur d'erreur
- aux éléments finis de structure de type poutres, plaques et coques

Programme

Contenu

Éléments finis monodimensionnel : barre en traction

- Fonctions de forme des déplacements
- Matrice de rigidité
- Dimensionnement de structures de type treillis et portiques

Approximation du déplacement

- Approximation d'une fonction à une, deux ou trois variables
- Approximation du vecteur déplacement
- Espace vectoriel d'approximation du champ de déplacement de dimension finie
- Matrice des fonctions de forme

Approche énergétique du comportement des structures

- Équations locales du problème de statique
- Définition des espaces admissibles
- Formulation variationnelle

Construction d'un élément fini et résolution au niveau global

- Notations de Voigt
- Matrice de rigidité élémentaire
- Efforts extérieurs
- Matrice de localisation pour l'assemblage
- Matrice de rigidité de la structure
- Mouvements de corps rigides
- Résolution du système au niveau global

🌟 Valide le 19-02-2019

Code : MEC126

6 crédits

Responsabilité nationale :
EPN04 - Ingénierie mécanique
et matériaux / Claude
BLANZE

Contact national :

Secrétariat EPN04

EPN4 2 rue Conté

75003 Paris

01 58 80 84 37

Habsatou DIA

secretariat.mecanique@cnam.fr

Calcul au niveau élémentaire

- Élément de référence
- Éléments isoparamétriques
- Intégration numérique par points d'intégration

Post-traitement des résultats

- Construction d'un champ de contrainte lissé
- Norme énergétique
- Erreur a priori - taux de convergence
- Estimateur d'erreur a posteriori

Dynamique des structures par éléments finis

- Formulation variationnelle du problème dynamique
- Matrice de masse
- Analyse modale et définition du problème aux valeurs propres
- Résolution temporelle (méthode de Newmark)
- Réduction du problème par projection modale

Éléments finis de poutre, de plaque et de coque

- Hypothèses cinématiques
- Formulation variationnelle
- Discrétisation et matrice de rigidité

Notions de programmation

- Initiation à l'algorithmique
- Présentation rapide des langages de programmation utilisés en TP
- Structure globale d'un code de calcul

Travaux Pratiques traitant des problèmes industriels, par exemple avec Gmsh et Feappv ou un code commercial

1. Maillage à partir d'une CAO fournie
2. Préparation du calcul
3. Calcul
4. Post-traitement
5. Analyse statique des contraintes et déformations
6. Étude de convergence, notamment aux endroits de concentrations des contraintes
7. Comparaison avec des modèles analytiques si possible

Travaux Pratiques de programmation par exemple en Python et/ou Fortran couplé à Gmsh pour le pré-post-traitement.

Exemples de TP possibles:

- Programmation d'un élément de poutre
- Programmation d'un élément tétraèdre à 4 nœuds dans l'espace ainsi que d'un indicateur d'erreur a posteriori
- Programmation d'un élément triangle à 3 nœuds en contraintes planes

Modalités de validation

- Examen final

Bibliographie

Titre	Auteur(s)
The Finite Element Method (Mc Graw Hill, 1991).	O.C. ZIENKIEWICZ
«Analyse des structures par éléments finis » Cépaduès-éditions, 1991	J.-F. Imbert
Modélisation des structures par éléments finis, vol. 1 (Hermès, 1991).	J.L. BATOZ, G. DHATT