

IMPACTS ET CHOCS SUR LES STRUCTURES

Les études de scénarii accidentels impliquant des structures subissant des impacts, sont courantes dans de nombreuses branches industrielles. La modélisation numérique y joue un rôle important.

Éléments clés

Durée : 3 jours

Lieu : Palaiseau

Code : CHOC

Public concerné

Ingénieurs débutants ou confirmés, notion de calcul scientifique et de modélisation en mécanique souhaitables

Objectifs

- Faire le point sur les méthodes de calcul spécifiques liés aux impacts et chocs sur différents types de structure
- Faire le point sur les méthodes de calcul et les techniques expérimentales de validation
- Appréhender les spécificités des impacts en présence de fluide
- Application aux impacts sur des structures métalliques souples
- Application aux structures de génie civil

Compétences acquises à l'issue de la formation

- Vue d'ensemble des phénomènes physiques principaux associés aux chocs et impacts et des méthodes appropriées pour les étudier.
- Capacité à choisir parmi les approches existantes pour analyser un problème d'impact donné.
- Base de connaissance et bibliographie (notamment expérimentale)

Méthodes pédagogiques

- Plusieurs niveaux de cours, progressant du plus général (Jour 1) au plus spécifique (Jour 3)
- Possibilité d'une étude de cas en Jour 2 en fonction

Le programme

Jour 1

MATIN

9h00 - 9h15

Introduction générale et tour de table avec rappel des objectifs des auditeurs

Vincent FAUCHER

9h15 – 12h30

Rappels de dynamique des structures (dont pause de 15 min)

- Phénomènes physiques présents durant un impact : contact, ondes, comportement des matériaux.
- Exemples simples illustrant les différents phénomènes associés aux impacts.
(Grandes déformations jusqu'à rupture, petits chocs vibratoires...) et les différentes possibilités de Modélisation avec leurs caractéristiques.

Vincent FAUCHER

APRES-MIDI

Techniques numériques en dynamique des structures – traitement particulier des impacts

- Impacts de solides rigides puis de solides déformables
- Traitement numérique par pénalisation et par dualisation
- Combinaison du traitement numérique des impacts et de la méthode de résolution du problème dynamique de la structure (en explicite et implicite)

Alain MILLARD

Stratégie numérique en dynamique explicite

- Domaine d'application. Algorithmes temporels et stabilité.
- Discrétisation spatiale (FEM, meshless,...)
- Traitement des impacts, liaisons

Harridh BUNG

Jour 2

MATIN

Méthodes expérimentales

- Introduction à la caractérisation : du comportement à la rupture :

- Introduction générale sur la problématique de l'impact et crash de structure
- Compréhension du comportement de différents matériaux
- Exemples de lois de comportement

- Moyens d'essais et mesures des propriétés mécaniques :

- Description des différents moyens d'essai pour la caractérisation dynamique: avantages, inconvénients et limites :
- Choix des équipements de mesure / matériau,
- Essais à hautes vitesses de déformation,
- Essais à basses et hautes températures

Roland ORTIZ

Méthodes expérimentales (suite)

- Identification de modèles de comportement et de rupture : exploitation des essais :

- Méthodes classiques d'analyse du comportement (jauges ...)
- Développement de nouvelles méthodes (mesures de champs, réduction du nombre d'essais),
- Equivalence temps/température : essais à basse température/haute vitesse de déformation,
- Application sur le comportement (MCV : méthode des champs virtuels),
- Application sur les critères de rupture (variation du taux de triaxialité, corrélation d'image, méthode E.F).

- Essais de validation à l'échelle de la structure sous sollicitations dynamiques :

- Essais de crash sur des éléments structuraux (Tour de crash),
- Essais d'impact (débris/glace) sur des éléments structuraux (Lanceurs),
- Comparaison calcul/essai

Gérald PORTEMONT

APRES-MIDI

Interaction fluide structure – jusqu'à la rupture et la fragmentation

- Classification des algorithmes d'IFS
- Méthodes avec maillages connectés entre fluide et structure : méthodes pour les éléments finis et pour les volumes finis
- Extension aux maillages F – S non-conformes
- Défauts de ces méthodes en cas de grands déplacements et déformations et en cas de rupture
- Méthode générale pour l'IFS avec rupture et fragmentation (de type « frontières immergées »)
- Exemples simples
- Applications industrielles (nucléaire, énergie, autres industries, marine/offshore, transports, attaques terroriste et vulnérabilité des bâtiments,...)

Possibilité d'une étude de cas en fonction des intentions des participants exprimées le premier jour

Vincent FAUCHER

Jour 3

MATIN

Modélisation du béton sous choc

-Présentation de quelques modèles bétons les plus utilisés pour le traitement des chocs (principalement pour les éléments finis mais également pour les éléments discrets).
-Discussion des problèmes spécifiques au béton armé : traitement de la localisation, liaison acier-béton et aux chargements violents : effet de la vitesse de déformation.

Méthodes simplifiées pour vérifier la tenue sous impact d'éléments structuraux en béton armé

-Intérêt de méthodes simplifiées et rapides de pré dimensionnement et de vérification
-Lien avec les approches numériques et expérimentales, et l'analyse réglementaire
-Techniques de caractérisation d'oscillateurs non linéaires en distinguant les cas de chocs durs et mous, avec déformation importante ou non de l'impacteur

Daniel GUILBAUD

APRES-MIDI

Traitement des impacts dans les différents secteurs de l'industrie nucléaire

Secteurs des réacteurs, du combustible, du transport et des activités « marine »

- Différents types de situations :

-Incident de manutention (chute de charge)
-Agression externe (chute d'avion, séisme)
-Incident d'origine interne (rupture de tuyauterie)
-Qualification d'emballage

Amor BOULKERTOUS

Discussion, bilan et clôture

Responsable scientifique

Vincent FAUCHER **Expert senior, CEA Cadarache**
René-Jean GIBERT **Ingénieur conseil**

Intervenants

Amor BOULKERTOUS **Ingénieur, FRAMATOME, Lyon**
Harridh BUNG **Ingénieur chercheur, CEA Saclay**
Vincent FAUCHER **Expert senior, CEA Cadarache**
Daniel GUILBAUD **Ingénieur chercheur, CEA Saclay**
Alain MILLARD **Expert Senior, CEA Saclay**
Roland ORTIZ **Ingénieur chercheur, ONERA**
Gérald PORTEMONT **Ingénieur chercheur, ONERA**