Chapitre B. Dynamique

Chapitre B. Dynamique

Pour un certain nombre d'applications, tel que les calculs sismiques, les impacts, les études vibratoires, ... il est nécessaire de considérer les phénomènes dynamiques.

Les chargements dynamiques appliqués à une structure de génie civil appartiennent basiquement à deux catégories :

- les phénomènes assimilables à des phénomènes stationnaires : écoulement permanent de vent, houle, machine tournante,
- les phénomènes transitoires : impact, explosion, séisme.

Concernant les mouvements sismiques, s'ils sont théoriquement considérés comme transitoire, il est néanmoins admis de les assimiler comme des phénomènes stationnaires pendant leur durée de phase forte. Pour les cas où l'on cherche à modéliser la structure en intégrant des non linéarités géométriques ou matérielles, on ne peut plus considérer de caractère stationnaire

On distingue ensuite les moyens de représenter les catégories de chargements :

- Stationnaire :
  - Transformée de Fourier complexe (TF) ;
  - Densité spectrale de puissance (DSP) ;
  - Spectre de réponse d'oscillateur (SRO).
- Transitoire :
  - Courbe de chargement de déplacement, vitesse ou accélération exprimée en fonction du temps ;
  - Effort ou pression exprimé en fonction du temps.

Deux grandes familles d'analyses peuvent être considérées :

- L'analyse modale qui permet de connaître les fréquences propres et les modes propres d'une structure et servira pour caractériser :
  - la réponse au chargement stationnaire appliqué via une méthode de réponse spectrale ;
  - la réponse temporelle par intégration de Duhamel de chaque réponse modale à la courbe de chargement ;
  - une fonction de transfert convoluée au signal exprimé de manière fréquentielle pour délivrer une réponse en DSP ou TF.

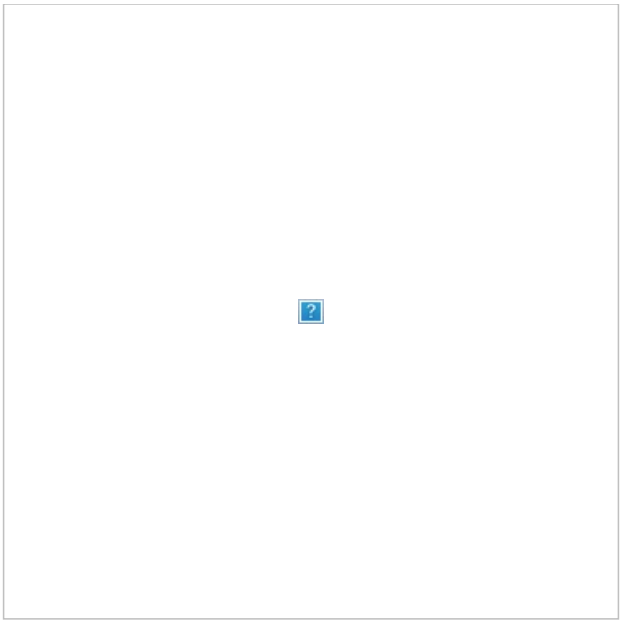
- La dynamique temporelle qui permet de calculer la réponse dynamique transitoire de la structure pour une excitation temporelle quelconque. Cette résolution est faite à l'aide de schémas d'intégration temporelle, qui peuvent être explicites ou implicites.

Les schémas explicites imposent de choisir des pas de temps très petits ; ils sont donc le plus souvent utilisés pour résoudre des problèmes sur des temps courts (type impact). Au contraire, les schémas implicites permettent d'utiliser des pas de temps plus grands et sont donc privilégiés pour étudier des plages temporelles plus grandes.

Exemples d'applications

	Applications	Représentation du chargement	Grandeurs accessibles
Modal	Analyse vibratoire	TF	TF
		DSP	DSP
	Suivi de fréquence propre	SRO	Extrema spectraux de quantités d'intérêt variées
Transitoire implicite	Etude sismique	Accélérations, vitesses, forces, pressions ou déplacements en fonction du temps	Quantités d'intérêts diverses exprimées au cours du temps
	Ebranlement		
Transitoire explicite	Chute d'un objet	Modélisation de projectiles en contact, chocs	Quantités d'intérêts diverses exprimées au cours du temps
	Impact d'avion	Accélérations, vitesses, forces, pressions ou déplacements en fonction du temps	

Le problème dynamique une fois discrétisé par éléments finis se ramène à la résolution de l'équation d'équilibre suivante (cf. chapitre 1) :



- M la matrice de masse exprimée aux nœuds,
- C la matrice d’amortissement exprimée aux nœuds,
- K la matrice de raideur exprimée aux nœuds,
- q le vecteur des déplacements nodaux,
- q' le vecteur des vitesses nodales,
- q¨ le vecteur des accélérations nodales.

Dans le cas de l’analyse modale, on a recours au calcul des pulsations propres ω_i et des modes propres associés φ_i.

Dans le cas de l’analyse temporelle, on calcule à chaque instant t, par intégration directe des équations d’équilibre, les déplacements aux nœuds q(t) ainsi que les vitesses q'(t) et les accélérations q¨(t).

La seconde approche présente l’avantage de permettre de traiter des sollicitations non stationnaires.

B.1 Analyses reposant sur une recherche modale

B.1 Analyses reposant sur une recherche modale

B.2 Analyses reposant sur une intégration temporelle directe

B.2 Analyses reposant sur une intégration temporelle directe

B.3 Prise en compte de l'amortissement

B.3 Prise en compte de l'amortissement

B.4 Spécificités de l'analyse sismique

B.4 Spécificités de l'analyse sismique

Révision #2
★Créé 8 December 2023 10:52:25 par Paul Terrasson Duvernon
Mis à jour 13 December 2023 08:44:43 par Paul Terrasson Duvernon