SDLV133 - Résolution harmonique d'un cylindre de sol creusé dans un milieu homogène semi-infini

Résumé :

Ce test participe de la vérification du chaînage *Code_Aster* - MISS3D. Il représente un cas type de test d'enfoncement d'une structure dans un sol où la résolution harmonique est faite dans *Code_Aster* après extraction d'impédances de sol calculées par MISS3D. Ce test possède une hétérogénéité de modélisation dans un demi-espace infini de sol dont une partie, constituée d'un cylindre plein de rayon et hauteur $4\,m$, est modélisée par *Code_Aster*. Le reste du sol est modélisé par MISS3D. On compare la réponse en 3 niveaux de profondeur de sol calculée par *Code_Aster* au champ incident calculé par MISS3D à ces mêmes niveaux.

La concordance est très correcte entre les résultats du test et les références.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

Le logiciel MISS3D utilise la méthode fréquentielle de couplage pour tenir compte de l'interaction sol-structure. Cette méthode, basée sur la sous-structuration dynamique, consiste à découper le domaine d'étude en trois sous-domaines :

- le sol,
- la fondation,
- la structure.

Le sol

Le sol correspond à un milieu homogène semi-infini.

La fondation

La fondation surfacique du cylindre de sol est représentée sur la [Figure 1.1-a] ci-dessous. Au modèle surfacique initial de 64 éléments représentant la base de la fondation, on ajoute 64 éléments surfaciques pour représenter les parois latérales de l'enfoncement de $4\,m$.

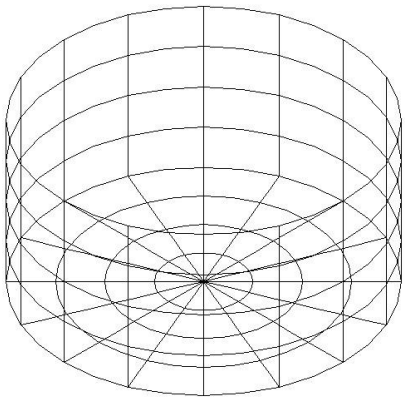


Figure 1.1-a : Maillage surfacique de la fondation

La structure

La structure est constituée d'éléments massifs représentant un cylindre plein de $4\,m$ de hauteur et $4\,m$ de rayon creusé dans le sol semi-infini.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1.2 Propriétés des matériaux

Le sol

Les caractéristiques mécaniques des couches du modèle de sol qui ont été utilisées sont celles indiquées ci-dessous qui permettent d'obtenir une vitesse d'onde de cisaillement de $336\,m/s$.

E	5.419008 E8
NU	0.2
RHO	2000.
AMOR_HYST	0.1

La fondation et la structure

Les caractéristiques mécaniques de la fondation et de la structure qui ont été utilisées sont les mêmes que celles du sol décrites plus haut.

1.3 Conditions aux limites et chargements mécaniques

Pour calculer les modes statiques contraints de fondations et les modes propres, on bloque les 3 degrés de liberté de translation de tous les nœuds de la fondation. On impose ensuite des forces incidentes sismiques équivalentes à un mouvement d'accélération imposée à la surface de la structure, soit unitaire harmonique, soit transitoire à partir d'un signal temporel.
L'accélération transitoire dans le sol à la cote $0\,m$ pour les 2 directions horizontales X et Y est issue d'un spectre NUREG normé à $0.3\,g$ avec un palier à $0.6\,g$ entre 2 et $10\,Hz$.

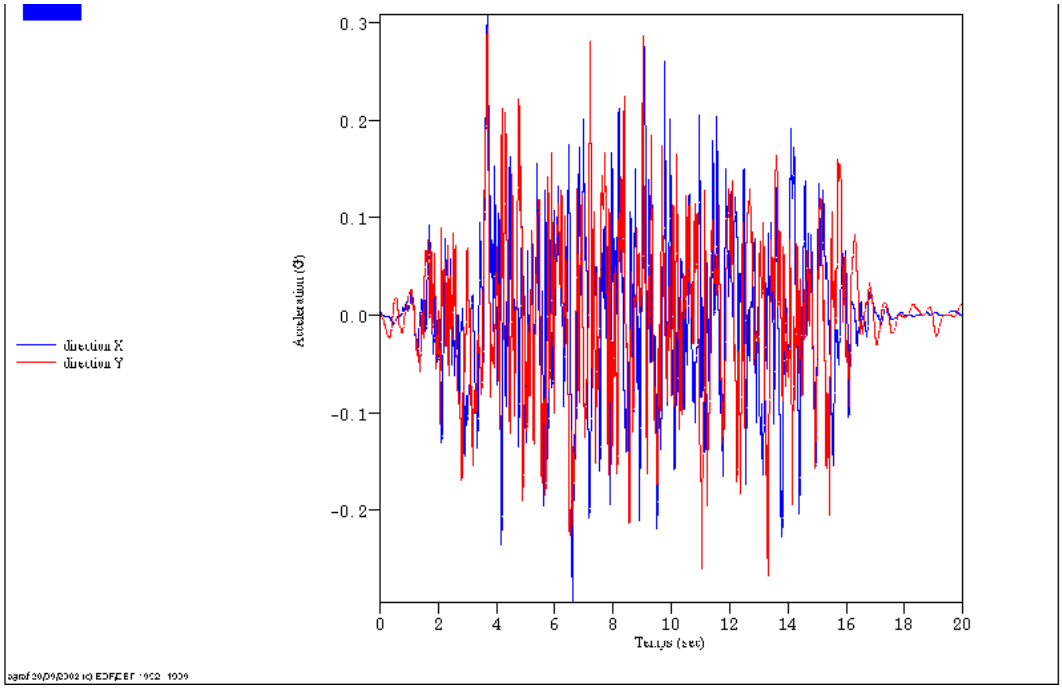


Figure 1.3-a : Accélérogrammes directions X et Y

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

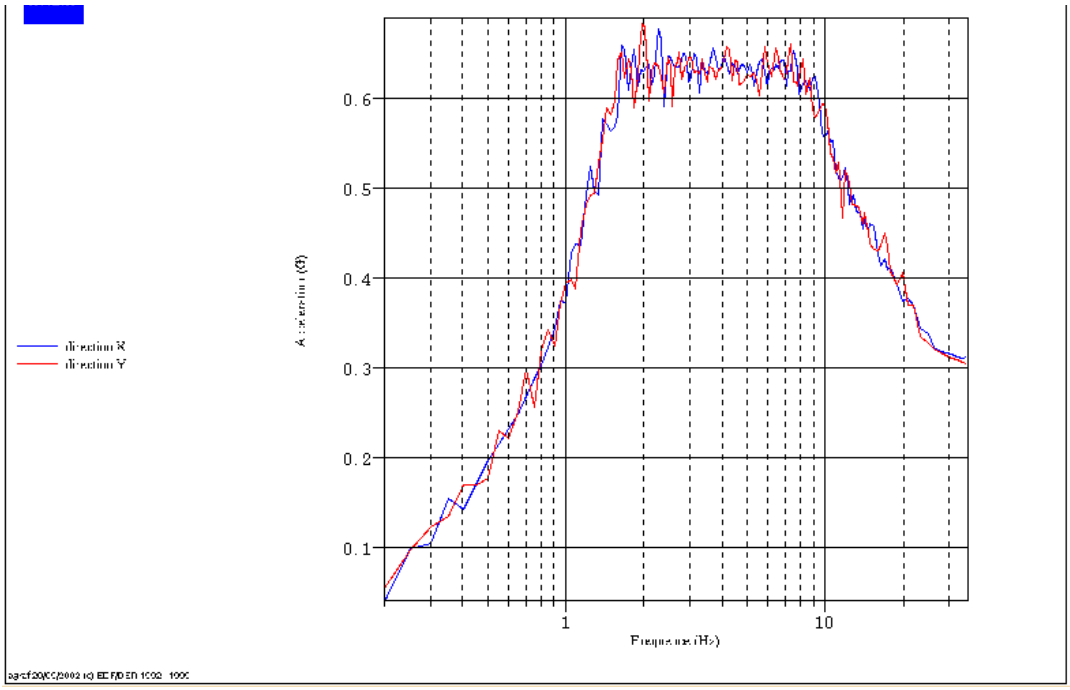


Figure 1.3-b : Spectres Nureg 5 % directions X et Y

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

Les résultats de référence sont les évolutions des champs incidents obtenus par le logiciel de calcul d'interaction sol-structure MISS3D en divers niveaux de profondeur d'un milieu semi-infini en considérant le champ incident unitaire et constant par rapport à la fréquence de sollicitation. La variation de ce champ dans la profondeur du milieu semi-infini, ou déconvolution, est obtenue à partir de fonctions de Green, qui constituent une base de solutions élémentaires en divers niveaux récepteurs à des sollicitations unitaires en divers niveaux sources du sol [bib1].

2.2 Résultats de référence

Pour l'obtention de résultats de référence, on se base sur le champ incident obtenu en 3 niveaux de profondeur dans le sol :

- au niveau A à la surface du sol (au sommet du cylindre),
- au niveau B à une profondeur de $2\,m$ (au milieu du cylindre),
- au niveau C à une profondeur de $4\,m$ (à la base du cylindre).

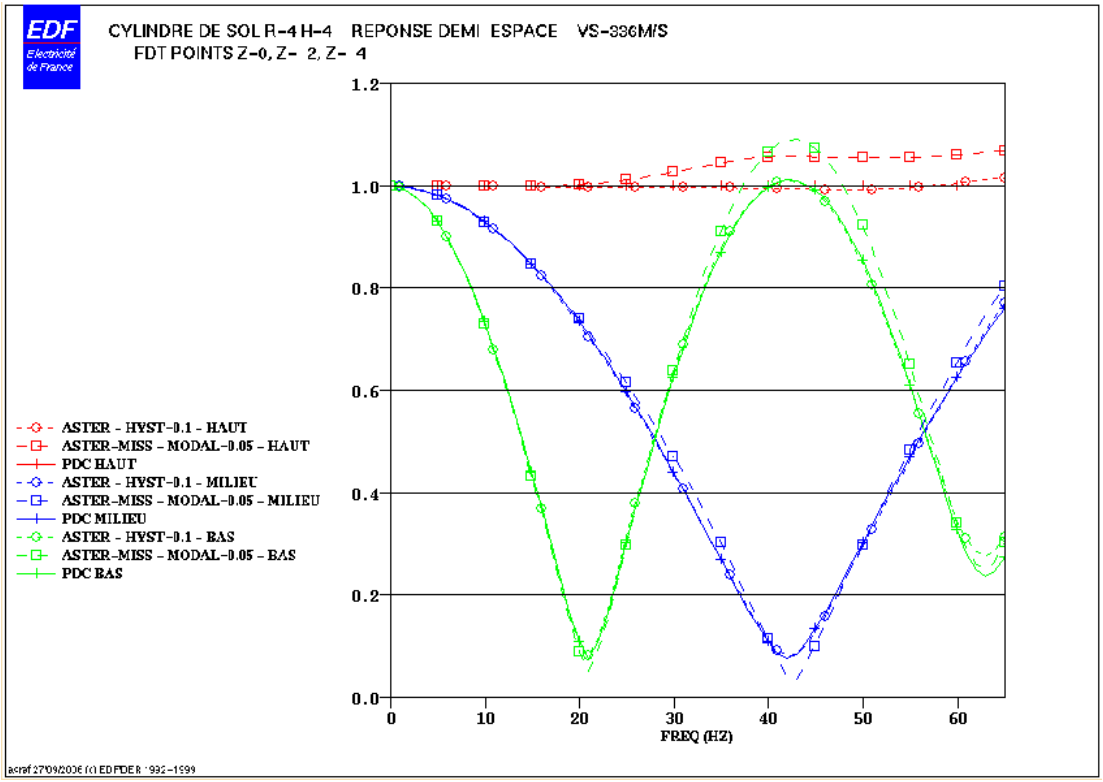


Figure 2.2-a : Fonctions de transfert harmonique en 3 niveaux - direction X

2.3 Références bibliographiques

1. D. CLOUTEAU : « Manuel de référence de MISS3D – version 6.3 – Centrale Recherche SA »

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Les caractéristiques utilisées et le maillage sont ceux déduits des données du [§1]. Pour la réponse harmonique et l'obtention de fonctions de transfert en divers niveaux de sol, on utilise une gamme de fréquences de calcul entre 21 et $42\,Hz$ par pas de $21\,Hz$ pour accélérer les calculs.

3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage fourni à *Aster* contient des éléments quadratiques de type HEXA20 pour modéliser la structure et des éléments quadratiques de types QUAD8, TRIA6 pour modéliser la fondation. Il est important d'avoir orienté les éléments de surface de la fondation avec normale rentrant dans le sol. Les mailles des parois latérales représentant l'enfoncement sont engendrées par la même génératrice verticale comme l'exige MISS3D. On obtient en tout 192 mailles HEXA20 et 64 mailles PENTA15 pour la structure et 128 éléments surfaciques pour la fondation.

3.3 Grandeurs testées et résultats

Les valeurs testées ci-dessous correspondent à la figure [fig2.2-a].

Identification
UXA ($21\,Hz$)
UXA ($42\,Hz$)
UXB ($21\,Hz$)
UXB ($42\,Hz$)
UXC ($21\,Hz$)
UXC ($42\,Hz$)

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4 Synthèse des résultats

La concordance entre les maxima des fonctions de transfert obtenues en 3 niveaux du cylindre de sol respectivement par *Code_Aster* et MISS3D est d'autant meilleure que la structure est modélisée par des éléments quadratiques et que l'on utilise pour la structure le même amortissement hystérétique que le sol plutôt qu'un amortissement modal équivalent.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)