

Modelling of Spatial Variability of Seismic Ground Motions for Soil-Structure Interaction Analysis

In seismic soil-structure interaction studies (SSI), the common practice in Civil Engineering is to consider a uniform movement of free field at any point on the ground surface. However, that assumption is not realistic since the seismic ground motions can vary spatially due to wave passage effects, dispersions and reflections of wave propagating in the random heterogeneous media "pure incoherence" and site effects. Therefore, in order to increase the security of buildings and equipment, it is important to do an analysis of seismic soil-structure interactions in the most realistic way. This can be achieved by taking into account the spatial variability of seismic ground motions. Several studies in the literature show that taking into account the spatial variability of seismic ground motions in SSI analyses can have remarkable effects on the structural responses.

The spatial incoherence of seismic ground motions due to dispersions and reflections of seismic wave propagation in heterogeneous media "pure incoherence" can generally be modelled in such analysis by a "coherency function".

The principal goal of this Ph.D thesis is to construct a stochastic description of spatial variability of seismic ground motions by means of coherency function. Accurately, it aims to propose a parametrical coherency model of spatial incoherence of seismic ground motions. This latter should be related to some physical and statistical properties of the soil at the application sites so that it can be applied to any types of soil.

Based on theoretical considerations on coherency of seismic wave propagation in random heterogeneous media, on experimental data analyses, and on numerical modelling, a coherency model is validated and proposed for the analyses of soil-structure interactions. The influence of spatial variability of seismic ground motions on the structural responses are also pointed out by using the validated coherency model.

Modélisation de la Variabilité Spatiale du Champ Sismique pour les Etudes d'Interaction Sol-Structure

Dans les analyses d'interaction sol-structure (ISS), la pratique commune en génie civil est de considérer un mouvement uniforme du champ libre à tous les points situés à la surface du sol. Néanmoins, cette considération n'est pas tout à fait réaliste parce que les signaux sismiques varient spatialement grâce à l'effet de passage d'ondes, à l'effet de site et aussi aux dispersions et réflexions des ondes qui propagent dans des milieux hétérogènes aléatoires "incohérence pure". Ainsi, pour répondre aux problèmes de sécurité des bâtiments et équipements, il est important de faire une analyse d'interaction sol-structure dans la manière plus réaliste. Cela peut être acquis par prendre en compte la variabilité spatiale du champ sismique dans les études d'ISS. Un grand nombre d'études dans la littérature montrent que la prise en compte de la variabilité spatiale du champ sismique dans les études d'ISS peut avoir des effets importants sur la réponse de structures.

L'incohérence spatiale des signaux sismiques due aux dispersions et réflexions des ondes "incohérence pure" peut généralement être modélisée pour ce genre d'études dans le cadre probabiliste par une fonction de cohérence.

Le but principal des études réalisées dans cette thèse de doctorat est de construire une description stochastique de la variabilité spatiale des signaux sismiques par un modèle de cohérence. Ce modèle devrait avoir une relation avec les propriétés physiques et statistiques de milieux considérés.

En s'appuyant sur les analyses théoriques de la propagation des ondes sismiques dans des milieux hétérogènes aléatoires, les analyses des données expérimentales obtenues par des enregistrements sur des sites sismiques, ainsi que sur les modélisations numériques, un modèle de cohérence est validé pour représenter la variabilité spatiale du champ sismique dans les études d'interaction sol-structure. L'influence de la variabilité spatiale du champ sismique sur la réponse de structure est également analysée.