

Développement d'une méthode de simulation de couplage fluide-structure à l'aide de la méthode SPH

Zhe LI

Doctorant LMFA/LAMCOS

Résumé :

L'Interaction Fluide-Structure (IFS) est un sujet d'intérêt dans beaucoup de problèmes pratiques aussi bien pour les recherches académiques ainsi que pour les applications industrielles. Différents types d'approches de simulation numérique peuvent être utilisés pour étudier les problèmes d'IFS afin d'obtenir de meilleures conceptions et d'éviter des incidents indésirables.

Dans ce travail, le domaine du fluide est simulé par une méthode hybride sans maillage (SPH-ALE), et la structure est discrétisée par la méthode d'Éléments Finis (EF). Considérant le fluide comme un ensemble de particules, on peut suivre l'interface entre le fluide et la structure d'une manière naturelle. Une stratégie de couplage conservant l'énergie est proposée pour les problèmes d'IFS transitoires où différents intégrateurs temporels sont utilisés pour chaque sous-domaine: 2nd ordre schéma de Runge-Kutta pour le fluide et schéma de Newmark pour le solide. En imposant la continuité de la vitesse normale à l'interface, la méthode proposée peut assurer qu'il n'y a ni injection d'énergie ni dissipation d'énergie à l'interface. L'énergie de l'interface est donc nulle (aux erreurs de troncature près) durant toute la période de simulation numérique. Cette méthode de couplage assure donc que la simulation de couplage est numériquement stable en temps. Les expérimentations numériques montrent que le calcul converge en temps avec l'ordre de convergence minimal des schémas utilisés dans chaque sous-domaine.

Cette méthode proposée est d'abord appliquée à un problème de piston mono-dimensionnel. On vérifie sur ce cas qu'elle ne dégrade pas l'ordre de précision en temps des schémas utilisés. On effectue ensuite les études des phénomènes de propagation d'ondes de choc au travers de l'interface fluide-structure. Un excellent accord avec la solution analytique est observé dans les cas de teste de propagation d'onde en 1-D. Finalement, les exemples multi-dimensionnels sont présentés. Ses résultats sont comparés avec ceux obtenus par d'autres méthodes de couplage.