

Titre : Modélisation numérique du comportement des sols meubles par la méthode SPH

Mot clés : SPH, Mécanique des solides, Modèles élasto-plastiques, Modèle de Drucker-Prager, Solveurs de Riemann, Boundary Integral Method, Formulation semi-implicite

Résumé : L'objectif de cette thèse est de développer et implémenter au sein du solveur SPH du LHEEA un modèle élasto-plastique pour la simulation numérique du comportement des sols meubles par la méthode SPH.

La première partie concerne le développement d'un schéma SPH stabilisé à l'aide d'un solveur de Riemann et compatible avec les modèles élasto-plastiques dépendants en pression, tel que le modèle de Drucker-Prager. Une méthode surfacique pour le traitement des conditions limites de type paroi est également développée. Une attention

particulière est accordée à la stabilité et la précision du modèle numérique proposé.

Dans un second temps, le modèle numérique développé est utilisé pour simuler le comportement des sols meubles soumis à de grandes déformations, et une validation est effectuée sur plusieurs cas-tests (comparaison avec la littérature, convergence numérique, etc...).

Enfin, afin de diminuer le temps de calcul élevé observé avec les simulations SPH explicites, une formulation semi-implicite a été étudiée et validée à l'aide d'un cas test simplifié.

Title: Numerical model for elasto-plastic soft soil behavior using Smoothed Particle Hydrodynamics

Keywords: SPH, Solid mechanics, Elasto-plastic models, Drucker-Prager model, Riemann solvers, Boundary Integral Method, Semi-implicit formulation

Abstract: The goal of this thesis is to develop and implement within the SPH solver of the LHEEA an elasto-plastic model for simulating the behavior of soft soils experiencing large deformations using SPH.

The first part focuses on the development of a Riemann-based formulation which is compatible with pressure-dependent elasto-plastic models. Simultaneously, a Boundary Integral Method (BIM) providing great results for fluid dynamics is extended to solid applications, as wall treatments in the literature were either difficult to implement in the laboratory code or not able to reach satisfying requirements from an industrial point of view. A

specific attention is paid to the stability and the accuracy of the proposed numerical model.

Then, this model is used to simulate the behavior of soft soil undergoing large deformations, and a numerical validation is carried out for several test-cases (comparisons with the literature, numerical convergence, etc...).

Finally, with the purpose to reduce the high computational cost observed with explicit simulations, a semi-implication formulation is investigated using a simple test-case, laying the foundations for a promising scheme in terms of stability, accuracy and computational time.