

Résumé

Actuellement les méthodes de renforcement en géotechnique sont limitées à la densification du sol par compactage, vibro-flotation, drainage vertical, au renforcement par colonnes ballastées, inclusions rigides et par amélioration des caractéristiques du sol. L'utilisation des géosynthétiques comme matériaux de renforcement a connu ces dernières décennies une croissance énorme notamment pour la stabilisation des talus et des remblais. Le travail de thèse porte sur une étude expérimentale du comportement des sols renforcés (par fibres, nappe géosynthétique et nappe alvéolaire) et sur une étude numérique du comportement des interfaces géosynthétiques sous chargements statiques et dynamiques avec comme finalité la modélisation numérique des ouvrages en sol renforcé de type merlon soumis à l'impact d'un bloc rocheux. A l'heure actuelle, de nombreux ouvrages soumis à de telles sollicitations sont le plus souvent calculés avec des caractéristiques de frottement déterminées en statique, ce qui n'est pas réaliste. Les applications sont nombreuses : ouvrages de protections contre les chutes de blocs de type merlon, murs porteurs soumis à des chocs de véhicules, ouvrages maritimes soumis à la houle, trafic ferroviaire, etc.

La partie expérimentale s'appuie essentiellement sur des essais biaxiaux et triaxiaux réalisés sur des échantillons de sable non renforcé ou renforcé pour mieux appréhender le comportement mécanique des matériaux granulaires renforcés par des inclusions géosynthétiques. La partie numérique s'appuie sur un modèle numérique couplant les méthodes discrètes et éléments finis pour décrire respectivement le comportement discret des matériaux granulaires et le comportement continu des nappes géosynthétiques. Enfin, le modèle numérique a été évalué par rapport à une solution analytique de l'essai d'extraction de nappe puis appliqué aux merlons de protection non renforcés soumis à impact.

Mots-clés : Renforcement des sols; Expérimentation, Modélisation, Eléments discrets ; Interaction sol/géosynthétique ; Essai d'extraction ; Merlon de protection ; Impact.

Abstract

Currently, geotechnical reinforcement methods are limited to soil densification by compaction, vibro-flotation, and vertical drainage, reinforcement by ballasted columns, rigid inclusions and improvement of soil characteristics. In recent decades, the use of geosynthetics as reinforcing materials has led to tremendous growth, especially for the stabilization of slopes and embankments. The thesis work deals with an experimental study of the behavior of reinforced soils (by fibers, geosynthetic sheet and alveolar sheet) and a numerical study of the behavior of geosynthetic interfaces under static and dynamic loads with the aim of numerical modeling of geosynthetic reinforced soil of the type embankments subjected to rock-fall impact. At present, many structures subject to such solicitations are most often calculated with friction characteristics determined in statics, which is not realist. There are many applications: protective structures of type embankments against the rock-fall impact, load-bearing walls subjected to vehicle shocks, maritime structures subjected to swell, rail traffic, etc.

The experimental part relies mainly on biaxial and triaxial tests carried out on sand samples unreinforced or reinforced to better understand the mechanical behavior of granular materials reinforced by geosynthetic inclusions. The numerical part is based on a numerical model coupling the discrete methods and finite elements to describe respectively the discrete behavior of the granular materials and the continuous behavior of the geosynthetic sheets. Finally, the numerical model was evaluated in relation to an analytical solution of the pull-out test and then applied to the unreinforced protection embankments subjected to impact.

Keywords: soil reinforcement; Experimentation; Numerical modeling; discrete elements; Interaction soil/geosynthetic; Embankment against rock-fall; Pull-out test; Impact.