

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université 20 Août 1955-Skikda

Faculté de Technologie

Département de Génie Civil

N° d'ordre série : - D0121211015D -



THESE

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de

DOCTORAT en SCIENCES

En Génie Civil

Option : Géotechnique

**L'OPTIMISATION DANS LES PROBLEMES
D'AMELIORATION ET DE RENFORCEMENT DES SOLS**

Par :

BENAYOUN Fadila

Devant le Jury

Président	MESSAST Salah	Professeur	Université 20 Août 1955 Skikda
Rapporteur	REHAB BEKKOUCHE Souhila	M.C.A	Université 20 Août 1955 Skikda
Co-Encadreur	BOUMEZERANE Djamelddine	Professeur	Université West of Scotland
Examineurs	LAOUAR Mohamed Salah	Professeur	Université de Tébessa
	MENDJEL Djenette	M.C.A	Université 20 Août 1955 Skikda
	BOUKHATEM Ghania	M.C.A	Université de Annaba
	GOUDJIL Kamel	M.C.A	Université de Jijel

2020-2021

ملخص

هدف العمل الحالي هو تطبيق طرق التحسين في مجال تقوية التربة عن طريق التسمير ، وهذه التقنيات الأمثل هي: الخوارزمية الجينية (GA) ، طريقة تاغوشي ، وطريقة سطح الاستجابة (RSM) ، تم اقتراح منهجية النمذجة العددية بواسطة العناصر المحدودة (PLAXIS 2D) .

العوامل التالية هي مدخلات النموذج المقترح: نسبة طول المسمار وارتفاع الحفر (L / H) ، وميل المسامير والتباعد الرأسى بين المسامير .

الهدف هو تطوير نموذج رياضي يمكنه إنتاج الحد الأدنى من عامل الأمان من خلال إيجاد التركيبة المثلى لمعاملات الإدخال هذه. في طريقة تاغوشي، تم اختيار مصفوفة متعامدة L27 (OA) لدراسة تأثيرات وتفاعلات كل معلمة إدخال على متغير الاستجابة و هو عامل الأمان FS . في طريقة سطح الاستجابة، تم اختيار تصميم Box - Behnken .

تم اختيار المجالات المدروسة للنسبة (L / H) : 0.8 , 1 , 1.2 وفقاً لتوصيات Clouterre 1991، بالنسبة للميل القيم المختارة هي: 15 ° , 20 ° , 25 ° ، بينما يأخذ فاصل التباعد الرأسى القيم: 1 م , 1.5 م و 2 م .

تم إجراء تحليل البيانات الناتجة عن عمليات المحاكاة باستخدام Minitab 18 و تم التحقق في النتائج باستخدام نسبة الإشارة إلى الضوضاء (S / N) ، و تحليلات التباين ANOVA ، و خطوط المحيط ، و الأسطح المرسومة ثلاثية الأبعاد .

في ما يتعلق بالخوارزمية الجينية ، تم تحليل النتائج بواسطة Matlab 2019

تم تحديد التركيبة المثلى لمعاملات التسمير التي تتوافق مع الحد الأدنى من عامل الأمان، و أظهرت نتائج هذه الدراسة أن طول المسمار هو المعيار الذي له أكبر تأثير على عامل الأمان تليها التباعد الرأسى و الميل أخيراً .

الكلمات المفتاحية: التحسين، التربة المسمرة، طريقة تاغوشي، الخوارزمية الجينية، سطح الاستجابة، الانحدار، صندوق بهنكن، عامل الأمان، المحاكاة، Plaxis 2D ، ANOVA ، Minitab 2018 ، Matlab 2019 .

Abstract

The present work aims to apply the optimization methods in the field of soil reinforcement by nailing, these optimization techniques are: the Genetic Algorithm (GA), the Taguchi method, and the response surface method (RSM). A methodology of numerical modeling by finite elements (PLAXIS 2D) is proposed. The following parameters are the inputs of the proposed model: ratio of nail length and excavation height (L / H), inclination of nails and vertical spacing between nails.

The goal is to develop a mathematical model that can produce a minimum factor of safety by finding the optimal combination of these input parameters. In Taguchi's method an orthogonal array (OA) L27 was selected to study the effects and interactions of each input parameter on the response variable which is the safety factor FS. In the response surface method, the Box – Behnken design was chosen.

The intervals studied for the ratio (L / H) are chosen from 0.8, 1, 1.2 according to the Clouterre 1991 recommendations, for the inclination the values chosen are: 15° , 20° , 25° , and for the vertical spacing interval takes the values 1m, 1.5m and 2m.

Analysis of the data generated by the simulations is performed using Minitab 18 and the results are investigated using signal-to-noise (S / N) ratio, ANOVA analyzes of variance, line contours, and 3D plotted surfaces.

Regarding the Genetic algorithm, the analysis of the results was carried out by MATLAB 2019.

The optimal combination of nailing parameters that corresponds to the minimum safety factor has been determined, and the results of this study have shown that the nail length is the parameter that has the most effect on the safety factor followed by the vertical spacing and finally inclination.

Keywords: Optimization, Nailed Soil, Taguchi Method, Genetic Algorithm, Regression, Box – Behnken, safety factor, simulation, Plaxis 2D, ANOVA, Minitab 2018, Matlab 2019.

Résumé

Le présent travail vise à appliquer les méthodes d'optimisation dans le domaine de renforcement des sols par la technique du clouage, ces techniques d'optimisation sont : l'Algorithme Génétique (GA), la méthode Taguchi, et la méthode de surface de réponse (RSM).

Une méthodologie de modélisation numérique du modèle par éléments finis (PLAXIS 2D) est proposée.

Les paramètres suivants sont les entrées du modèle proposé : rapport longueur des clous et la hauteur d'excavation (L/H), inclinaison des clous et espacement vertical entre les clous.

L'objectif est de développer un modèle mathématique qui peut produire un facteur de sécurité minimal en trouvant la combinaison optimale de ces paramètres d'entrées. Dans la méthode de Taguchi un tableau orthogonal (OA) L27 a été sélectionné pour étudier les effets et les interactions de chaque paramètre d'entrée sur la variable de réponse qui est le facteur de sécurité F_s . Dans la méthode de surface de réponse RSM, c'est le plan Box–Behnken qui a été choisi.

Les intervalles étudiés pour le rapport (L/H) sont choisis de 0.8, 1, 1.2 suivant les recommandations Clouterre 1991, pour l'inclinaison les valeurs choisies sont : 15°, 20°, 25°, et pour l'espacement vertical l'intervalle prend les valeurs 1m, 1,5m et 2m.

L'analyse des données générées par les simulations est réalisée à l'aide de Minitab 18 et les résultats sont étudiés en utilisant le rapport signal bruit (S / N), les analyses de variance ANOVA, les contours lignes et les surfaces 3D plots.

Concernant l'algorithme Génétique, l'analyse des résultats a été faites par Matlab 2019.

La combinaison optimale des paramètres de clouage qui correspond au facteur de sécurité minimale a été déterminé, et les résultats de cette étude ont montré que la longueur des clous est le paramètre qui a le plus d'effet sur le facteur de sécurité suivi par l'espacement verticale et en dernier lieu l'inclinaison.

Mots clés : Optimisation, Sol cloué, Méthode Taguchi, Algorithme Génétique, Surface de réponse, Régression, Box–Behnken, Coefficient de sécurité, Simulation, Plaxis 2D, ANOVA, Minitab 2018, Matlab 2019.