

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education and Scientific Research
University of Technology
Building and Construction Engineering Department



Sand Columns Stabilized with Silica Fume Embedded in Soft Clay

A THESIS
SUBMITTED TO THE BUILDING AND CONSTRUCTION ENGINEERING
DEPARTMENT OF THE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY IN PARTIAL
FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN GEOTECHNICAL ENGINEERING

By
Mohammed Sahib Mohammed AL-Rubaie
B.Sc. (Building and Construction Eng., 2007)

Supervised by
Prof. Dr. Hussein Hameed Karim
Lec. Dr. Zeena Waleed Samueel Abbawi

July 2015

Ramadan 1436

262

48-M-2015

ABSTRACT

The present study is focuses on the investigation of the behavior of sand columns and sand columns stabilized with silica fume (dry and slurry) to evaluate the degree of improvement in the properties of soft clayey soils by using such columns (mixed with silica fume) embedded in soft clays.

The total number of 14 model tests was classified into three main categories: the first was performed on saturated soft bed of clay without any treatment, the second category was carried out on soil reinforced with sand columns and the third set consists of model tests performed on soil reinforced with sand columns stabilized with silica fume. Different percentage were used for dry state (3, 5 and 7%) and for slurry state (10 and 12%) The latter category is subdivided into two groups: the first consists of models tested at loose state, while the second was tested at medium state. The undrained shear strength between (16-20) kPa for all models.

For soil treated with sand column only, the highest bearing improvement ratio was (1.83) and lowest settlement reduction ratio (0.229), both are obtained for medium state as compared to that of loose state (1.18) and (0.71) respectively.

Soil treated with sand columns stabilized with 7% dry silica fume (at loose state) reflects the highest bearing improvement ratio (1.56) and the lowest settlement reduction ratio (0.5) after 7- days curing.

Soil treated with sand columns stabilized with 7% dry silica fume (at medium state) reflects the highest bearing improvement ratio (3.04) and the lowest settlement reduction ratio (0.09) after 7- days curing.

Soil treated with sand columns stabilized with 10% slurry silica fume (at medium state) provided higher bearing improvement ratio of 3.13 with

lower settlement reduction ratio of 0.057 after 7-days curing as compared to loose state. The associated mode of failure represented by the bulge and its shape vary with the silica fume content, where the maximum bulge size is not exceeded to 2D.

Thus it is advisable in general to use slurry silica fume to improve the performance of floating sand columns through the increase in bearing improvement ratio and reducing settlement reduction ratio due to the increase in stiffness of the column and the development of a stiff crust in soft soil surrounding the column.

Verification for the experimental results was done by using the computer program Plaxis 3D Foundation. Two variables have been chosen for such verification, internal friction angle (6° and 15°) and length (400 and 500 mm). Good agreements are obtained between the experimental work and finite element method by using Mohr-Coulomb for both two variables.

الخلاصة

تتوكل الدراسة الحالية على تحري سلوك أعمدة الرمال وأعمدة الرمال المثبتة بغبار السيليكيا (بنوعها الجاف والرائب) وتقييم درجة التحسين في خصائص التربة الطينية الرخوة باستخدام هذه الأعمدة (مخلوطة مع غبار السيليكيا) المغروسة في الطين الناعم.

تم تصنيف العدد الإجمالي البالغ 14 اختبار نموذجي إلى ثلاث فئات رئيسية. أجريت الأولى على طبقة الطين المشبعة دون أي علاج. وقد أجريت الفئة الثانية على التربة المعززة بأعمدة الرمال. المجموعة الثالثة تتكون من الاختبارات النموذجية التي أجريت على التربة المعززة بأعمدة الرمال والمثبتة بغبار السيليكيا. تنقسم الفئة الأخيرة إلى مجموعتين؛ تتكون الأولى من نماذج اختبار في الحالة الهشة، في حين أن الثانية تمثل بنماذج اختبار في الحالة المتوسطة. مقاومة القص للتربة تروحت بين (16-20) كيلو باسكال لجميع النماذج.

بالنسبة للتربة المعالجة بعמוד الرمل فقط، تم الحصول على أعلى نسبة تحسرين في سعة التحمل (1.83) وأدنى نسبة تخفيض في الهطول (0.229) للحالة المتوسطة مقارنة بما كان عليه في الحالة الهشة (1.18) و (0.71) على التوالي.

أما التربة المعالجة بأعمدة الرمال المثبتة مع 7٪ من غبار السيليكيا الجافة (في الحالة الضعيفة) فقد عكست أعلى نسبة تحسرين في سعة التحمل (1.56) وأدنى نسبة التخفيض في الهطول (0.5) بعد 7 أيام معاملة

أما التربة المعاملة بأعمدة الرمال المثبتة مع 7٪ من غبار السيليكيا الجافة (في الحالة المتوسطة) فقد عكست أعلى نسبة تحسرين في سعة التحمل (3.04) وأدنى نسبة التخفيض في الهطول (0.09) بعد 7 أيام معاملة

بالنسبة للتربة المعالجة بأعمدة الرمال المثبتة مع 10٪ من غبار السيليكيا الرابطة (في الحالة المتوسطة) أعطت أعلى نسبة تحسرين في سعة التحمل 3.13 مع انخفاض نسبة الهطول 0.057 بعد 7 أيام معالجة بالمقارنة مع الحالة الهشة. أما نمط الفشل المتمثل بالانتفاخ وشكله فهو يتغير باختلاف محتوى غبار السيليكيا، حيث لا يتم تجاوز الحد الأقصى لحجم انتفاخ ضعفي القطر 2D .

وبالتالي فإنه وبشكل عام، من المستحسن استخدام غبار السيليكيا كعامل استقرار لتحسين أداء أعمدة الرمال العائمة من خلال زيادة نسبة التحسرين في سعة التحمل وتقليل نسبة الهطول وذلك بسبب الزيادة في تصلب العمود وتطوير قشرة صلبة في التربة الرخوة المحيطة بالعمود.

تم التحقق من النتائج التجريبية باستخدام برنامج Plaxis 3D Foundation وقد تم اختيار اثنين من المتغيرات لهذا التحقق، هما زاوية الاحتكاك الداخلي (6 و15) والطول (400 و500 ملم). وتم الحصول على اتفاق جيد بين العمل المختبري وطريقة العناصر المحدودة باستخدام نموذج موهر-كولوم لكلا المتغيرين.



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التكنولوجية
قسم هندسة البناء والإنشاءات

الأعمدة الرملية المثبتة بغبار السليكا والمغروزة بتربة طينية ضعيفة

رسالة

مقدمة الى قسم هندسة البناء والإنشاءات – الجامعة التكنولوجية
كجزء من متطلبات نيل درجة الماجستير
في علوم هندسة البناء والإنشاءات – هندسة الجيوتكنيك

من قبل:

محمد صاحب محمد الربيعي

بكالوريوس (هندسة الهندسة والإنشاءات، 2007)

بإشراف:

أ. د. حسين حميد كريم

م. د. زينة وليد سامويل

تموز 2015 م

رمضان 1436 هـ