การรับแรงในแนวราบของเสาเข็มในดินกรุงเทพฯ

นายศุภชัย สิทธิเลิศประสิทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

แผนกวิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2519

"The Laterally Loaded Piles in Bangkok Clay"

Mr. Suphachai Sithilertprasit

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Civil Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1976

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in partial fulfillments of the requirement for the Degree of Master of Engineering.

Visid Prachuabmoh
....

(Prof. Dr. Visid Prachuabmoh)

Dean

Thesis Committee

Niwat Daranande ....Chairman

(Prof. Dr. Niwat Daranandana)

.........C. Muktabhant....Advisor

(Prof. Dr. Chai Muktabhant)

V. Tengamnuay ....Member

(Associate Prof. Vichien Tengamnuay)

S. Bunnag ....Member

(Assist. Prof. Dr. Supradit Bunnag)

Thesis Advisor: Prof. Dr. Chai Muktabhant

Thesis Title "The Laterally Loaded Piles in Bangkok Clay"

By Mr. Suphachai Sithilertprasit

Department of Civil Engineering.

Thesis Title The Laterally Loaded Piles in Bangkok Clay.

Name Mr. Suphachai Sithilertprasit

Department of Civil Engineering

Academic Year 1976

ABSTRACT

A programme of pile test was carried out at Chulalongkorn University campus, where there is a deep deposit of soft clay, to examine the performance of laterally loaded unrestrained piles. Short rectangular piles of 18 x 35 cm. 3.50 m. long and long piles of 18 cm. square 7 m. long were employed. Maintained load (ML), constant rate of deflection (CRD), quick maintained load and repetitive loading tests were carried out on the piles.

The ultimate lateral resistance has been calculated by Brom's method assuming that failure takes place either when one plastic hinge form along each individual pile or when the lateral resistance of the supporting soil is exceeded along the total length of the laterally loaded pile. Lateral deflections at working loads have been calculated using the theory of subgrade reaction and the theory of elasticity.

The results from the proposed design methods have been compared with test data. Satisfactory agreement has been found between measured and calculated ultimate lateral resistance. The results confirm that the subgrade reaction theory greatly overestimates the lateral deflection of the pile foundation, however good agreement is found between

the measured lateral deflections and the predicted lateral deflections, using a value of Young's modulus of 400 c_u in the analysis.

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การรับแรงในแนวราบของเสาเข็มในดินกรุงเทพฯ

ชื่อ นายศุภชัย สิทธิเลิศประสิทธิ์ แผนกวิชาวิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2519

บทคัดย่อ

การทดสอบการรับแรงของเสาเข็มในแนวราบได้กระทำในบริเวณจุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย เสาเข็มที่ใช้ทดสอบเป็นเสาเข็มคอนกรีตชนิดที่หัวเข็มสามารถเคลื่อนที่โดยอิสระ เสาชนิดสั้นเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 18 x 35 เซ็นติเมตร ยาว 3.50 เมตร เสาชนิดยาวเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 18 x 18 เซ็นติเมตร ยาว 7 เมตร วิธีที่ใช้ในการทดสอบมี maintained load test, constant rate of deflection test, quick maintained load and repetitive loading tests.

การคำนวณหาค่าแรงต้านทานสูงสุดตามแนวราบ (ultimate lateral resistance) ใช้วิธีของบรอมส์ (BROMS) โดยถือว่าเสาเข็มถึงขั้นพิบัติเมื่อเกิดจุดหมุนพลาสติก (plastic hinge) ขึ้น 1 จุด ในเสาเข็ม หรือเมื่อดินตลอดความยาวของเสาเข็มไม่สามารถรับแรงได้อีก เมื่อแรงยังอยู่ในพิกัดใช้งานระยะโก่งตัวในแนวราบของเสาเข็มคำนวณได้จาก Theory of subgrade reaction และทฤษฎีการยืดหยุ่น (Theory of elasticity)

จากการเปรียบเทียบผลการทดสอบกับทฤษฎี ปรากฏว่าค่าแรงต้านทานสูงสุดตามแนวราบจากการทดลองมีค่าใกล้เคียงกับการคำนวณ

จากการทดลองนี้ยังชี้ให้เห็นอีกว่า Subgrade reaction theory จะให้ค่าระยะโก่งตัวของเสาเข็มเกินกว่าความเป็นจริง แต่อย่างไรก็ดี เมื่อใช้ค่าโมดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of elasticity) ของดินเท่ากับ 400 c_u ในการคำนวณจะให้ค่าระยะโก่งตัวของเสาเข็มใกล้เคียงกับความจริง

ACKNOWLEDGEMENTS

The research was carried on at the Department of Civil Engineering, Chulalongkorn University and was financed by a University research grant.

The author would like to express his gratitude to his advisor, Prof. Dr. Chai Muktabhant for his suggestion and encouragement throughout the course of the research. He also wishes to thank Prof. Dr. Niwat Daranandana, Associate Prof. Vichien Tengamnuay and Assist. Prof. Dr. Supradit Bunnag for serving as the thesis committee.

This research project was made possible under the sponsor of the Concrete Products & Aggregate Co., LTD. The author also wishes to thank Dr. Panitan Lukkunaprasit and Mr. Suebsak Promboon for their suggestions and Mr. Pipat Pithyachariyakul for his help in preparing the equipments for test in this research.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

LIST OF SYMBOLS

The following symbols have been adopted for use in this paper:

$A(x)$ = $e^{-\beta x}(\cos\beta x + \sin\beta x)$

B = diameter or width of load plate, in cm.

$B(x)$ = $e^{-\beta x}\sin\beta x$

$C(x)$ = $e^{-\beta x}(\cos\beta x - \sin\beta x)$

c_u = cohesion determined from undrained triaxial, direct shear or vane tests, in ksc.

D = diameter or width of test pile, in cm.

$D(x)$ = $e^{-\beta x}(\cos\beta x - \sin\beta x)$

d_o = deflection of load plate, in cm.

E_p = modulus of elasticity of pile material, in ksc.

E_s = modulus of elasticity of soil, in ksc.

E_{50} = secant modulus corresponding to half the ultimate unconfined compressive strength of the soil, in ksc.

f = distance from 1.5 pile diameters below ground surface to location of maximum bending moment in cm.

g = distance from location of maximum bending moment to bottom of pile in cm.

I_p = moment of inertia of pile section, in cm^4.

K = kD, in ksc.

K_o = k_oB, in ksc.

K_∞ = $k_\infty D$, in ksc.

k = coefficient of subgrade reaction, in kg/cm^3

k_m = coefficient of lateral subgrade reaction with respect to moment acting at mid-height of short laterally loaded piles, in kg/cm^3

k_o = coefficient of subgrade reaction of square or circular plates, in kg/cm^3

k_p = coefficient of lateral subgrade reaction with respect to load acting at mid height of short laterally loaded piles,in kg/cm^3

k_∞ = coefficient of lateral subgrade reaction for a long laterally loaded pile, in kg/cm^3

L = length of embedment, in cm.

L' = equivalent length of embedment, in cm.

n_1 = coefficient

n_2 = coefficient

M = moment, in kg-cm

M^{pos}_{max} = maximum positive bending moment, in kg-cm

M^{neg}_{max} = maximum negative bending moment, in kg-cm

M_{yield} = yield or ultimate moment resistance of pile section, in kg-cm

P = Lateral load, in kg.

P_{ult} = ultimate lateral resistance, in kg.

Q = soil reaction per unit length of pile, in kg/cm

q = unit soil reaction, in ksc.

q_u = unconfined compressive strength, in ksc.

q_{ult} = ultimate lateral resistance, in ksc.

U.C. = unconfined compression test

W_l = liquid limit

W_n = natural water content

W_p = plastic limit

y = lateral deflection, in cm.

y_o = lateral deflection at ground surface, in cm.

y_m = lateral deflection at ground surface caused by moment acting at mid-height of short piles, in cm.

y_p = deflection at ground surface caused by load acting at mid-height of short piles, in cm.

y_{calc} = calculated lateral deflection at ground surface, in cm.

y_{test} = measured lateral deflection at ground surface, in cm.

α = coefficient equal to n_1 n_2

βL = dimensionless length

μ_s = poisson's ratio