กำลังต้านทานแรงเฉือนของดินในกรุงเทพฯ ที่วัดโดยเครื่องมือ ดัทช์โคน

นาย ภูษิต ศีลกวิเศษ

004113

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. ๒๕๒๔

I16857082

DUTCH CONE AS A MEASURE OF BANGKOK CLAY SHEAR STRENGTH

Mr. Poosit Sunlakavisase

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Civil Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1981

Thesis Title DUTCH CONE AS A MEASURE OF BANGKOK CLAY SHEAR STRENGTH

By Mr. Poosit Sunlakavisase

Department Civil Engineering

Thesis Advisor Professor Chai Muktabhant, Ph.D.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in partial fulfillment of the requirements for the master's degree.

S. Bunnag ....Dean of Graduate School

(Associate Professor Supradit Bunnag, Ph.D.)

Thesis Committee

..........Chairman

(Associate Professor Vichien Tengamnuay)

C. Muktabhant ....Member

(Professor Chai Muktabhant, Ph.D.)

Prachit Chiruppapa ....Member

(Associate Professor Prachit Chiruppapa)

..........Member

(Assistant Professor Surachat Sumbhandharaksa, Ph.D.)

..........Member

(Assistant Professor Suraphol Chivalak, Ph.D.)

Copyright of the Graduate School, Chulalongkorn University.

หัวข้อวิทยานิพนธ์	กำลังต้านทางแรงเฉือนของดินในกรุงเทพฯ ที่วัดโดยเครื่องมือ ดัทช์โคน
ชื่อนิสิต	นายภูษิต ศีลกวิเศษ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศจ. ดร. ชัย มุกตพันธุ์
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา	๒๕๒๔

บทคัดย่อ

ในการออกแบบฐานราก เสาเข็ม และการแก้ปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับดิน จำเป็นที่จะต้องรู้คุณสมบัติของดินในทางวิศวกรรมอย่างถูกต้อง วิธีการที่ใช้กันโดยทั่ว ๆ ไป คือ เจาะหลุมผ่านลงไปในชั้นดิน และนำตัวอย่างขึ้นมาทดสอบในห้องปฏิบัติการ วิธีนี้สิ้นเปลืองเวลา อีกทั้งการเก็บตัวอย่างขึ้นมาจะทำให้คุณสมบัติของดินเปลี่ยนไปจากสภาพที่เคยเป็นอยู่ตามธรรมชาติ เช่นการเปลี่ยนแปลงสภาพโครงสร้าง และปริมาณน้ำที่มีอยู่เดิม

การทดสอบคุณสมบัติของดินในสนามด้วยเครื่องมือ ดัทช์โคน เป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว และประหยัดค่าใช้จ่าย แต่โดยปกติแล้ว เครื่องมือ ดัทช์โคนไม่สามารถใช้วัดค่าแรงเฉือนชนิดอันเดรนได้โดยตรง

วิทยานิพนธ์นี้ได้เสนอระเบียบวิธีของนายประกอบ วิโรจนกูฏ และนายจอห์น ชเมอทแมน ในการหาค่าแรงเฉือนชนิดอันเดรน อันได้แก่ แรงเฉือนโดยการอัดดินตามแนวแกน แรงเฉือนในสนาม และแรงเฉือนโดยการอัดดินแบบ ๓ แกน จากค่ากำลังต้านทานที่วัดได้จากเครื่องมือ ดัทช์โคน ที่ได้ทำการทดสอบดินในบริเวณกรุงเทพฯ

จากการศึกษานี้ได้พบว่าทั้งสองระเบียบวิธียังให้ผลไม่ดีพอ เพราะว่ายังมีความแตกต่างระหว่างค่าที่คำนวณได้กับค่าที่ได้จากการทดลองจริงอยู่มาก ผู้เขียนจึงได้ทำการปรับปรุงสูตรต่าง ๆ จากทั้งสองระเบียบวิธีเสียใหม่ และทำการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ได้จากสูตรที่ปรับปรุงแล้วกับค่าที่ได้จากการทดลองจริง ได้พบว่ามีความแตกต่างกันน้อยลงดังนี้

๑. ในการหาแรงเฉือนโดยการอัดดินตามแนวแกน

สูตร (a) $$UC_{(aw)} = 0.02q_c\left[\frac{1}{w/LL}\right]^{2.5}$$

ให้ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยไม่เกิน 12 %

ให้ความคลาดเคลื่อนสูงสุดไม่เกิน 20 %

สูตร (b) $UC_{(as)} = 0.04 (q_c - \gamma_t Z) \left[\frac{1}{w/LL}\right]^{1.5}$

ให้ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยไม่เกิน 11 %

ให้ความคลาดเคลื่อนสูงสุดไม่เกิน 20 %

๒. ในการหาแรงเฉือนในสนาม

$$FV_{(a)} = 1.5 + 0.03\, q_c$$

ให้ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยไม่เกิน 5 %

ให้ความคลาดเคลื่อนสูงสุดไม่เกิน 8 %

๓. ในการหาแรงเฉือนโดยการอัดดินแบบ ๓ แกน

สูตร (a) $UU_{(aw)} = 0.83 (q_c)^{0.1}$

ให้ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยไม่เกิน 6 %

ให้ความคลาดเคลื่อนสูงสุดไม่เกิน 8 %

สูตร (b) $UU_{(s)} = \frac{q_c - \gamma_t Z}{16}$

ให้ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยไม่เกิน 14 %

ให้ความคลาดเคลื่อนสูงสุดไม่เกิน 18 %

เนื่องจากสูตรเหล่านี้เป็นสูตรขั้นมูลฐาน ดังนั้นเทอมต่าง ๆ ในสูตรจะต้องมีหน่วยดังต่อไปนี้

q_c = กำลังต้านทานของดินที่วัดได้จากเครื่องมือศัทย์โคน (ตัน/ม.^{๒})

Z = ความลึก (ม.)

LL = พิกัดความเหลวของดิน (%)

γ_t = หน่วยน้ำหนักรวมต่อปริมาตรของดิน (ตัน/ม.^{๓})

และสูตรเหล่านี้สามารถใช้ได้กับชั้นดินเหนียวที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

พิกัดความเหลว (ลิควิด ลิมิท)	60–95	%
พิกัดความแข็งตัว (พลาสติก ลิมิท)	20–35	%

ค่าดรรชนีระหว่างความเหลวและความแข็งตัว

(พลาสติกซิตี้ อินเด็กซ์)	40–60	%

Thesis Title :DUTCH CONE AS A MEASURE OF BANGKOK CLAY SHEAR STRENGTH

Name :MR. POOSIT SUNLAKAVISASE

Thesis Advisor:PROFESSOR CHAI MUKTABHANT, PH.D.

Department :CIVIL ENGINEERING

Academic Year :1981

ABSTRACT

In order to design the footings, piles and to solve soil engineering problems, it is necessary to obtain soil properties correctly. These can be done, in general, by boring into the soil stratum and taking the samples to test in the laboratories. This method is time consuming and there are problems on soil disturbance.

The dutch cone penetration test is a convenient method to determine soil properties in the field, but, in general, it can not be used to measure the undrained shear strength directly.

This thesis will present the methods suggested by WIROJANAGUD, P. and SCHMERTMANN, J.H. to determine the unconfined compressive strength, field vane strength and unconsolidated undrained strength from cone resistance conducted in Bangkok clay.

It is found that both methods are not accurate enough, because there is large error between the predicted and the measured values. The author has improved the various formula from both methods which can minimize this error as follows:

1. To compute the predicted values of unconfined compressive strength.

Formula (a) $UC_{(aw)} = 0.02\ q_c \left[\frac{1}{w/LL}\right]^{2.5}$

Average error	12 %
Maximum error	20 %

Formula (b) $UC_{(as)} = 0.04\ (q_c - \gamma_t Z) \left[\frac{1}{\bar{w}/LL}\right]^{1.5}$

Average error	11 %
Maximum error	20 %

2. To compute the predicted values of field vane strength.

$FV_{(a)} = 1.5 + 0.03\ q_c$

Average error	5 %
Maximum error	8 %

3. To compute the predicted values of unconsolidated undrained strength.

Formula (a) $UU_{(aw)} = 0.83\ (q_c)^{0.1}$

Average error	6 %
Maximum error	8 %

Formula (b) $UU_{(s)} = \frac{q_c - \gamma_t z}{16}$

Average error	14 %
Maximum error	18 %

These formulae are empirical formulae and the unit of each term shall be specified as follows,

q_c = Cone resistance (t/m^2)

Z = Depth of penetration (m)

LL = Liquid limit (%)

γ_t = Total unit weight of soil (t/m^3)

These formulae can be applied to the soft to very soft clay layers with their index properties are within the following range,

Liquid limit	60-95 %
Plastic limit	20-35 %
Plasticity index	40-60 %

ACKNOWLEDGEMENTS

The author is deeply grateful to Prof. Dr. Chai Muktabhant, the advisor, for his suggestions, criticism and comments, and even more for his continual encouragement during the year the study was carried out. Wholehearted appreciation is due to Associate Professor Vichien Tengamnuay, Associate Professor Prachit Chiruppapa, Assistant Professor Dr. Surachat Sambhandharaksa and Assistant Professor Dr. Suraphol Chivalak for serving as members of the thesis committee.

Special acknowledgement is given to Krungthep Engineering Consultants Co., Ltd., for the use of data developed and published by their staff. Grateful acknowledgement is offered to Khun Vinita Ratanadirek for help in typing the manuscript.

The author is especially indebted to the Graduate School of Chulalongkorn University for a research grant to conduct the study.

Contents

CHAPTER		Page
	Title page in Thai	i
	Title page in English	ii
	Thesis approval	iii
	Abstract in Thai	iv
	Abstract in English	vii
	Acknowledgements	x
	Contents	xi
	List of tables	xiii
	List of figures	xiv
	List of symbols	xv
I	INTRODUCTION	1
	1. Purpose of the study	1
	2. Scope of the study	1
II	LITERATURE REVIEW	3
	1. WIROJANAGUD method	3
	2. SCHMERTMANN method	4
III	EXPERIMENTAL STUDY	7
	1. Bangkok subsoil profile	7
	2. The cone penetrometer	11
	3. Cone penetration test results	14
IV	RESULTS AND DISCUSSIONS	19
	1. Computation of undrained shear strength	19
	2. Comparison of the predicted and the measured undrained shear strength	23

CHAPTER		Page
V	CONCLUSIONS	38
	References	41
	Appendix	44
	Vita	51

LIST OF TABLES

TABLE	TITLE	PAGE
2.1	Values of cone factor (N)	5
3.1	Index properties of Bangkok clay	10
4.1	Values of $UC_{(w)}$	20
4.2	Values of $UC_{(s)}$	21
4.3	Values of $FV_{(w)}$, $FV_{(s)}$ and $UU_{(w)}$	22
4.4	Values of $UU_{(s)}$	24
4.5	CPT results at Donmuang site	25
4.6	Comparison of the predicted and the measured UC strength	26
4.7	Comparison of the predicted and the measured UC strength at each value of W/LL	28
4.8	Comparison of the average $UC_{(aw)}$, $UC_{(as)}$ and UC strength	30
4.9	Comparison of the predicted and the measured FV strength	32
4.10	CPT results at Donmuang site	34
4.11	Comparison of the predicted and the measured UU strength	35
5.1	Summary of the suggested methods in the computation of Bangkok clay shear strength from cone resistance	40
A-1	Formula to compute regression coefficients a,b and r^2	45

LIST OF FIGURES

FIGURE	TITLE	PAGE
3.1	Profile of subsoils along the alignment of Pahol Yotin Highway	8
3.2	Profile of subsoils along the alignment of Sukumvit Highway	8
3.3	Profile of subsoils along the alignment of Oriental Hotel and Bangkok Habour	9
3.4	Dutch cone	9
3.5	Dutch cone penetrometer	12
3.6	Pushing sequence of CPT	12
3.7	Location of CPT	15
3.8	Average CPT results for Bangkok area	16
4.1,4.2	Values of q_c v.s. depth (Donmuang site)	25,34
4.3	Comparison of undrained shear strength of Bangkok clay	37

LIST OF SYMBOLS

c	Cohesion
cm	Centimeter
CPT	Cone penetration test
EL	Elevation
FV	Field vane strength (in situ)
$FV_{(a)}$	Adjusted FV strength
$FV_{(s)}$	Value of the predicted FV strength as computed by SCHMERTMANN method
$FV_{(w)}$	Value of the predicted FV strength as computed by WIROJANAGUD method
f_s	Cone skin friction
kg	Kilogram
km	Kilometer
LL	Liquid limit
m	Meter
N	Cone factor
N_c,N_q	Bearing capacity factor
q_c	Cone resistance
S_u	Undrained shear strength
t	Metric ton
UC	Unconfined compressive strength (measured from the laboratory unconfined compression test)
$UC_{(as)}$	Adjusted $UC_{(s)}$ strength to UC strength
$UC_{(aw)}$	Adjust $UC_{(w)}$ strength to UC strength

$UU_{(s)}$	Value of the predicted UU strength as computed by SCHMERIMANN method
$UU_{(w)}$	Value of the predicted UU strength as computed by WIROJANAGUD method
w	Natural water content
Z	Depth of penetration
σ_{vo}	Total overburden pressure
$\bar{\sigma}_{vo}$	Effective overburden pressure
γ_t	Total unit weight of soil