ค่าความซึมของน้ำของชั้นดินเหนียวอ่อนกรุงเทพตามแนวนอน

นายชนะ จิระเลิศพงษ์

007178

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2525

ISBN 974-561-375-4

I15475694

PERMEABILITY OF SOFT BANGKOK CLAY IN HORIZONTAL DIRECTION

Mr. Chana Chiralerspong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Civil Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1982

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ค่าความซึมของน้ำของชั้นดิน เหนียวอ่อนกรุง เทพตามแนวนอน
โดย	นายชนะ จิระเลิศพงษ์
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศาสตราจารย์ ดร. ชัย มุกตพันธุ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดี บัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วิเชียร เต็งอำนวย)

..... กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. ชัย มุกตพันธุ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรฉัตร สัมพันธารักษ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัลย์ศิริ)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ค่าความซึมของน้ำของชั้นดินเหนียวอ่อนกรุงเทพตามแนวนอน

ชื่อนิสิต นายชนะ จิระเลิศพงษ์

อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร. ชัย มุกดพันธุ์

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2524

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ค่าความซึมของน้ำในดิน มีความสำคัญมากในงานวิศวกรรมโยธาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องของน้ำในดิน การวิจัยนี้มุ่งที่จะศึกษาหาค่าความซึมของน้ำในดินเหนียวอ่อนกรุงเทพตามแนวนอนทั้งในสนามและในห้องปฏิบัติการ ในสนามได้ทดสอบ 2 วิธี คือ 1. Auger Hole Method ที่ใกล้ผิวดินถึงความลึก 5.00 ม. 2. Modified Auger Hole Method ที่ใกล้ผิวดินถึงความลึก 12.00 ม. สำหรับการทดสอบในห้องปฏิบัติการได้เก็บ undisturbed sample จากการทดสอบในสนามทุกหลุม มาทดสอบโดยวิธี Consolidation Test ด้วยการพลิกตัวอย่างให้แนวนอนของชั้นดินดั้งขึ้น สถานที่ทดสอบได้เลือก 2 แห่ง คือ 1. บริเวณริมถนนสุขาภิบาล 2 อ. พระโขนง ทดสอบวิธีการละ 2 หลุม 2. บริเวณใกล้ที่ตั้งองค์การสื่อสารมวลชนแห่งประเทศไทย จ. ดินแดง อ. ห้วยขวาง ทดสอบวิธีการละ 1 หลุม ผลของการทดสอบในสนามทั้ง 2 วิธี ปรากฏว่า ทำการทดสอบได้ง่าย ค่อนข้างประหยัดและเชื่อถือได้ กล่าวคือ เส้นกราฟระหว่างค่าความซึมของน้ำในดินตามแนวนอนกับความลึกเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกัน ในชั้น Weathered clay (จากผิวดินถึงความลึกประมาณ 4 เมตร) ค่าความซึมของน้ำในดินลดลงตามความลึก ใต้ชั้นนี้ลงไปถึงความลึก 12.00 ม. ค่าความซึมของน้ำในดินเปลี่ยนแปลงมากอย่างมิอาจทำนายได้ ส่วนผลของการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ปรากฏว่า ค่าความซึมของน้ำในดินเปลี่ยนแปลงไม่มากนักกับความลึก ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 10^{-7} ซม./วินาที ทั้งนี้เพราะได้คัดเลือกตัวอย่างที่มีเนื้อดินสม่ำเสมอมาทดสอบ เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบในสนามกับผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ก็สามารถสรุปได้ว่า ค่าความซึมของน้ำในดินเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกัน โดยในห้องปฏิบัติการให้ค่าที่น้อย

กว่า นอกจากนี้ ถ้าปรากฏว่าสภาพดินในสนามมีเนื้อดินที่สม่ำเสมอดีปราศจาก รากพืช รู รอย แตก ทราย เศษเปลือกหอยปะปน การทดสอบในห้องปฏิบัติการจะให้ค่าใกล้เคียงกับในสนาม แต่ถ้าสภาพดินในสนามมีเนื้อดินที่ไม่สม่ำเสมอแล้ว การทดสอบในห้องปฏิบัติการจะให้ค่าที่น้อยกว่าการทดสอบในสนามมาก ทั้งนี้เนื่องจากการเลือกใช้ตัวอย่างดินที่มีเนื้อสม่ำเสมอประการหนึ่ง อีกประการหนึ่ง ตัวอย่างดินมีขนาดเล็กไม่สามารถแทนมวลดินขนาดใหญ่ในสนามได้อย่างแท้จริง

Thesis Title	Permeability of Soft Bangkok Clay in Horizontal Direction
Name	Mr. Chana Chiralerspong
Thesis Advisor	Professor Chai Muktabhant, Ph.D.
Department	Civil Engineering
Academic Year	1981

ABSTRACT

Permeability is one of the most important properties of soil in engineering. The object of this investigation is to find the permeability of soft Bangkok clay in the horizontal direction under field and laboratory tests. For field test two methods were used: 1. Auger Hole Method, tested to 5.00 m. depth; 2. Modified Auger Hole Method, tested to 12.00 m. depth. Laboratory tests were done on undisturbed samples taken from all bore holes of field tests by means of Standard Consolidation Test. Two sites of field tests were selected. The first site is located at Sukhapiban 2 Road in Pra Kha-nong district, 2 holes of each method were performed. The second site is at Din Daeng near Mass Communication Organization of Thailand, Huai Khung district, 1 hole of each method was performed.

From the test results, it can be concluded that both field test methods are simple, economical and reliable. Plots of tests values from both methods appear to be similar. In the weathered zone (from the surface to about 4 m. depth) the permeability increases with depth. Below this

zone to 12.00 m. depth, it changes unpredictably with depth. Results of laboratory tests show little change in permeability with depth and the values are lower than those from the field tests. Comparison between results of field and laboratory tests reflects that the values of permeability will be close, if the composition of in-situ soil is more uniform and without presence of root holes, fissures, sand seams, shell fragments etc. The laboratory test samples are more compact and homogeneous and cannot fully represent actual field conditions. They thus give much lower values of permeability.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

ในการเขียนวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. ชัย มุกตพันธุ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมการวิจัยที่ได้กรุณาตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อย

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อันประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ วิเชียร เต็งอำนวย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรฉัตร สัมพันธารักษ์ รองศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัลย์ศิริ ที่ได้กรุณาตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จเรียบร้อย

ผู้เขียนขอขอบคุณข้าราชการประจำงานออกแบบชลประทาน 2 และ 3 กองออกแบบกรมชลประทาน เจ้าหน้าที่ห้องสมุดกรมชลประทาน ท่านผู้จัดการ บริษัท K.E.C. จำกัด วิศวกรและช่างเทคนิคของบริษัทฯ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ร่วมมืออย่างดียิ่ง

นายชนะ จิระเลิศพงษ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ฌ

รายการตารางประกอบ ..... ฏ

รายการรูปประกอบ ..... ฏ

สัญญลักษณ์ ..... ฑ

ศัพท์วิทยาการ ..... ด

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 บททั่วไป 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

2. ภูมิหลังของทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย 4

2.1 สัมประสิทธิ์ความซึมของน้ำในดิน 4

2.2 ขอบเขตความเป็นจริงของกฎของดาร์ซี่ 4

2.3 สิ่งที่มีอิทธิพลต่อค่าความซึมของน้ำในดิน 5

2.4 ค่าความซึมของน้ำในดินที่เกิดจากการตกตะกอนเป็นชั้น ๆ 7

2.5 วิธีหาค่าความซึมของน้ำในดินในสนาม 9

2.6 วิธีหาค่าความซึมของน้ำในดินในห้องปฏิบัติการ 19

3. การทดสอบ 21

3.1 บททั่วไป 21

บทที่		หน้า
	3.2 สถานที่ทดสอบและเก็บตัวอย่างดิน	21
	3.3 การทดสอบ	23
4.	ผลการทดสอบและการวิจารณ์	33
	4.1 ลักษณะของชั้นดิน	33
	4.2 ผลการทดสอบในสนาม	39
	4.3 ผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ	46
	4.4 เปรียบเทียบผลการทดสอบในสนามกับในห้องปฏิบัติการ	51
5.	สรุปผลการวิจัย	53
	5.1 สรุปผลการวิจัย	53
เอกสารอ้างอิง	.....	54
ภาคผนวก	.....	58
ประวัติ	.....	66

รายการตารางประกอบ

ตารางที่ หน้า

4.1 สมบัติของตัวอย่างดินจากหลุม A1 35

4.2 สมบัติของตัวอย่างดินจากหลุม M1 35

4.3 สมบัติของตัวอย่างดินจากหลุม A2 36

4.4 สมบัติของตัวอย่างดินจากหลุม M2 36

4.5 สมบัติของตัวอย่างดินจากหลุม A3 38

4.6 สมบัติของตัวอย่างดินจากหลุม M3 38

4.7 Auger Hole Method แสดงค่าความซึมของน้ำในดินตามแนวนอนเฉลี่ยตลอดความลึกของทั้งหลุม 41

4.8 Auger Hole Method แสดงค่าความซึมของน้ำในดินตามแนวนอนที่ระดับความลึกต่าง ๆ 43

4.9 Modified Auger Hole Method แสดงค่าความซึมของน้ำในดินตามแนวนอนกับความลึก 44

4.10 Consolidation Test แสดงค่าความซึมของน้ำในดินตามแนวนอนกับความลึกของหลุม A1, A2 และ A3 48

4.11 Consolidation Test แสดงค่าความซึมของน้ำในดินตามแนวนอนกับความลึกของหลุม M1, M2 และ M3 49

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	อิทธิพลของระดับชั้นความอิ่มตัวของดินต่อค่าความซึมของน้ำในดิน	8
2.2	Auger Hole Method	10
2.3	Auger Hole Method แสดงการกระจายศักย์ของน้ำที่มีน้ำอยู่เพียงครึ่งหลุม ..	12
2.4	Auger Hole Method แสดงการหาค่าความซึมของน้ำในดินที่มีชั้นดินต่างกัน ..	14
2.5	Modified Auger Hole Method	17
3.1	แสดงผังบริเวณเจาะทดสอบดิน	22
3.2	Auger Hole Method แสดงการเจาะดินด้วยสว่านมือ	24
3.3	Auger Hole Method แสดงเครื่องมือวัดระดับน้ำแบบไฟฟ้า	24
3.4	Auger Hole Method แสดงการวัดระดับน้ำ	26
3.5	Modified Auger Hole Method แสดงเครื่องเจาะดินขณะทำงาน	28
3.6	Modified Auger Hole Method แสดงเครื่องวัดระดับน้ำแบบไฟฟ้า	28
3.7	Modified Auger Hole Method แสดงการวัดระดับน้ำ	30
3.8	การทดสอบการอัดตัว	32
4.1	แสดงชั้นดินเหนียวอ่อนกรุงเทพ ที่บริเวณถนนสุขาภิบาล 2	34
4.2	แสดงชั้นดินเหนียวอ่อนกรุงเทพ ที่บริเวณใกล้ อสมท. ดินแดง	37
4.3	Auger Hole Method แสดงค่าความซึมของน้ำในดินเฉลี่ยทั้งหลุม	40
4.4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกกับค่าความซึมของน้ำในดินตามแนวนอนจากการทดสอบในสนาม	42
4.5	การทดสอบในห้องปฏิบัติการ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความซึมของน้ำในดินตามแนวนอนกับความลึก	47
4.6	เปรียบเทียบค่าความซึมของน้ำในดินตามแนวนอน จากการทดสอบในสนามและในห้องปฏิบัติการ	52

รูปที่ หน้า

รูป ก. กราฟสำหรับหาค่า C ของ Auger Hole Method เมื่อ r = 4 ซม. และ s > 0.5 H 62

รูป ข. กราฟสำหรับหาค่า C ของ Auger Hole Method เมื่อ r = 4 ซม. และ s = 0 63

รูป ค. กราฟสำหรับหาค่า C ของ Auger Hole Method เมื่อ r = 5 ซม. และ s > 0.5 H 64

รูป ง. กราฟสำหรับหาค่า C ของ Auger Hole Method เมื่อ r = 5 ซม. และ s = 0 65

สัญญลักษณ์

a	=	พื้นที่หน้าตัดของหลอดแก้ว
a_v	=	สัมประสิทธิ์ของการอัด
A	=	พื้นที่หน้าตัด
A1, A2, A3	=	หลุมที่ 1, 2 และ 3 ของการทดสอบในสนามโดย Auger Hole Method
AC1, AC2, AC3	=	ตัวอย่างดินที่เก็บจากหลุม A1, A2, A3 แล้วนำมาทดสอบในห้องปฏิบัติการโดย Consolidation Test
C , C_o, C_1, C_2	=	ค่าคงตัว
C_v	=	สัมประสิทธิ์ของการอัดตัว
D	=	ระยะจากระดับน้ำสมดุลย์ถึงชั้นดินทึบน้ำ
D_{10}	=	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดดินที่ละเอียดกว่า 10 %
D_s	=	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดดินกลมที่มีอัตราส่วนของปริมาตรต่อพื้นที่ผิวเท่ากัน
e	=	อัตราส่วนช่องว่าง (Void ratio)
e_o	=	อัตราส่วนช่องว่างของดินก่อนการเพิ่มน้ำหนักแต่ละครั้ง (Initial void ratio of each load increment)
F	=	ตัวประกอบรูปร่าง
G	=	ความถ่วงจำเพาะของดิน
h	=	ศักย์ของน้ำ, ความสูงของน้ำในกระบอกจากระดับน้ำสมดุลย์
H	=	ศักย์ของน้ำ (Head of water), ความหนาของชั้นดิน, ระยะจากระดับน้ำสมดุลย์ถึงก้นหลุม
i	=	Hydraulic gradient
k	=	ค่าความซึมของน้ำในดิน, สัมประสิทธิ์ความซึมของน้ำในดิน

k_h	=	ค่าความซึมของน้ำในดินตามแนวนอน
k_v	=	ค่าความซึมของน้ำในดินตามแนวยืน
k_r	=	ค่าความซึมของน้ำในดินที่ได้จากการทำลายโครงสร้างของดินเดิม (Remold)
k_T	=	ค่าความซึมของน้ำในดินที่อุณหภูมิ T
k_o	=	ค่าคงตัวขึ้นกับลักษณะของโพรงในดินและอัตราส่วนของระยะทางที่น้ำไหลจริงต่อความหนาของดินที่น้ำไหลผ่าน
K_o	=	Coefficient of earth pressure at rest
L	=	ความหนาของดินที่น้ำไหลผ่าน, ความยาวของหลุมเปลือย
LL	=	Liquid limit
M1, M2, M3	=	หลุมที่ 1, 2 และ 3 ของการทดลองในสนามโดย Modified Auger Hole Method
MC1, MC2, MC3	=	ตัวอย่างดินที่เก็บจากหลุม M1, M2, M3 แล้วนำมาทดลองในห้องปฏิบัติการโดยวิธี Consolidation Test
n	=	Porosity
PI	=	Plastic index
PL	=	Plastic limit
Q	=	อัตราการไหลของน้ำต่อหน่วยเวลา
r	=	รัศมี
R	=	รัศมี
s	=	พื้นที่ผิวจำเพาะของดิน
S	=	ระยะจากก้นหลุมถึงชั้นดินทึบน้ำ
t	=	เวลา
T	=	อุณหภูมิ
v	=	ความเร็ว
v_s	=	Seepage velocity

w_n = ความชื้นในดิน (Natural water content)

W = ระยะจากระดับปากหลุมถึงระดับน้ำสมดุลย์

y = ระยะจากระดับน้ำสมดุลย์ถึงค่าเฉลี่ยของระดับน้ำที่เอ่อขึ้นในหลุมในช่วงเวลา Δt

y_t = ระยะจากระดับน้ำสมดุลย์ถึงระดับน้ำในหลุมที่เวลา t

γ_w = หน่วยน้ำหนักของน้ำ

μ = ความหนืดของน้ำ

μ_T = ความหนืดของน้ำที่อุณหภูมิ T

ศัพท์วิทยาการ

การไหลแบบระนาบ	=	Laminar flow
การไหลแบบกึ่งปั่นป่วน	=	Semi-turbulent flow
การไหลแบบปั่นป่วน	=	Turbulent flow
การอัดตัว	=	Consolidation
กระบอก	=	Casing
ค่าความซึมของน้ำในดิน	=	Permeability, Coefficient of permeability
ความหนืด	=	Viscosity
ชั้นดินทึบน้ำ	=	Impervious layer
ดินเหนียว	=	Clay
ดินตะกอน	=	Silt
ดินเนื้อละเอียด	=	Fine grained soil
ดินเอกพันธุ์	=	Homogeneous soil
ดินเนื้อสม่ำเสมอ	=	Uniform soil
ดินตกตะกอนทับถมเป็นชั้น ๆ	=	Layered soil, stratified soil
มวลดิน	=	Soil mass
ระดับน้ำในดิน	=	Water table
ระดับน้ำสมดุลย์	=	Equilibium water level
รูปกรวย	=	Funnel shaped
ร่องทราย	=	Sand seam
หลุมเบ่อย	=	Bore hole
หลุมสังเกตการณ์	=	Observation well
สัมประสิทธ์ของการอัด	=	Coefficient of compressibility
สัมประสิทธิ์ของการอัดตัว	=	Coefficient of consolidation

ศักย์ของน้ำ	=	Head of water, head loss, head causing flow
อัตราส่วนช่องว่าง	=	Void ratio
ระดับชั้นความอิ่มตัวของน้ำในดิน	=	Degree of saturation