

การวิเคราะห์เสถียรภาพของตลิ่งแม่น้ำป่าสัก : กรณีศึกษาบริเวณวัดศาลาลอย



นายทศพร ศรีเอี่ยม

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2533


ISBN 974-577-847-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016798

I 10310A8A

STABILITY ANALYSIS OF PASAK RIVER BANK :
A CASE STUDY OF WAT SALA LOI AREA



MR. TOSSAPORN SRIEIUM

A Thesis Submitted in Partial Fullfillment of the Requirements

for Degree of Master of Engineering

Department of Civil Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1989

ISBN 974-577-847-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การวิเคราะห์เสถียรภาพของตลิ่งแม่น้ำป่าสัก : กรณี
ศึกษาริเวณวัดศาลาลอย

โดย

นาย ทศพร ศรีเอี่ยม

ภาควิชา

วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรฉัตร ลัมพันธ์รักษ์



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชรภักย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพล จิวาลักษณ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วิเชียร เต็งอำนวย)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรฉัตร ลัมพันธ์รักษ์)

..... กรรมการ
(ดร. วันชัย เทพรักษ์)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ทศพร ศรีเยี่ยม : การวิเคราะห์เสถียรภาพของตลิ่งแม่น้ำป่าสัก:กรณีศึกษาบริเวณวัดศาลาลอย (STABILITY ANALYSIS OF PASAK RIVER BANK:A CASE STUDY OF WAT SALA LOI AREA) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สุรฉัตร สัมพันธ์อารักษ์, 196 หน้า. ISBN 974-577-847-8

การศึกษาเสถียรภาพของตลิ่งแม่น้ำป่าสัก จำเป็นต้องพิจารณาปัญหาเสถียรภาพของตลิ่งในระยะยาว(กรณี ก.) และกรณีปัญหาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำอย่างรวดเร็ว(กรณี ข.) อีกทั้งเมื่อแม่น้ำเริ่มต้นขึ้นในกรณีของการขุดลอกแม่น้ำจากความลึกเดิม 2.5 ม.(กรณี ค.) เพื่อหาค่าอัตราส่วนปลอดภัยต่ำสุดเพื่อชี้ถึงสาเหตุการเกิดการวิบัติของตลิ่งแม่น้ำบริเวณที่สนใจนี้ บริเวณที่เลือกทำการวิจัยอยู่บริเวณวัดศาลาลอย ตำบลบ้านศาลาลอย อำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สภาพดินในบริเวณที่ทำการศึกษาคือดินเหนียวที่อยู่ในสภาพอ่อนถึงแข็งปานกลางมีค่าดัชนีพลาสติกที่ได้อยู่ระหว่าง 15-40% มีความหนาทั้งชั้นประมาณ 10 เมตร แบ่งออกเป็น 2 ชั้น ดินชั้นล่างสุดเป็นดินเหนียวซึ่งสีน้ำตาล

การวิเคราะห์เสถียรภาพในกรณีปัญหาระยะยาว จะใช้ค่ากำลังรับแรงเฉือนจาก Normalized effective stress envelope ส่วนการวิเคราะห์เสถียรภาพในกรณีของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำอย่างรวดเร็วทั้งก่อนการขุดลอกแม่น้ำ และ หลังจากทำการขุดลอกแม่น้ำ ใช้ค่ากำลังรับแรงเฉือนจาก Normalized Undrained Shear Strength ทั้งสองกรณีหาค่ากำลังรับแรงเฉือนจากการทดสอบ Triaxial ชนิดกดและดึง(TC และ TE) จะพบว่าอัตราส่วนปลอดภัยต่ำสุดสรุปได้ดังนี้

กรณี	วิธี	วิธีการวิเคราะห์	F.S. _{min}	หมายเหตุ
ก	หน่วยแรงประสิทธิผล	Simplified Bishop	1.74-2.04	
ข	หน่วยแรงรวม	Simplified Bishop	1.32-1.45	
ค	หน่วยแรงรวม	Simplified Bishop	1.13	ถูคู่อ่าง
ค	หน่วยแรงรวม	Wedge	1.03	ถูคู่อ่าง

สรุปได้ว่าการวิบัติของตลิ่งเกิดในถูคู่อ่าง หลังจากการขุดลอกแม่น้ำและเกิดการลดลงของระดับน้ำในแม่น้ำป่าสักอย่างรวดเร็ว วิธีการวิเคราะห์แบบหน่วยแรงรวมให้ผลการวิเคราะห์เป็นที่น่าพอใจโดยใช้ค่าเฉลี่ยของกำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำจากการทดสอบTCและTEโดยกำหนดให้ค่าแรงเฉือนเท่ากับ $(\sigma_1 - \sigma_3) \cos \phi / 2$ (ซึ่งเป็นหน่วยแรงเฉือนในระนาบที่เกิดการวิบัติ) สำหรับวิธี Simplified Bishop Method และพิจารณาผลของ Sterength anisotropy เมื่อใช้วิธี Wedge

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิชา.....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

TOSSAPORN SRIEUM : STABILITY ANALYSIS OF PASAK RIVER BANK : A CASE STUDY OF WAT SALA LOI AREA. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. SURACHAT SAMPHANDHARAKSA, SC.D. 196 PP. ISBN 974-577-847-8



Stability of Pasak River bank was studied in long term condition (case A), rapid drawdown condition (case B), and the river's dredging condition including the effect of rapid draw down (case C). This study was conducted in order to find the possible cause of failure of Pasak River bank. Factor of safety of the slope in each case is computed. The studied area is Wat Sala Loi, Tha Rua district, Ayuttaya Province. Soil condition at the site consists of two layers of soft to medium clay with varying PI (15 to 40%). The total thickness is 10 m. The medium clay is underlain by the brown stiff clay.

Shear strength parameters were developed from normalized effective stress envelope for long term condition and Normalized Soil Parameter (NSP) concept for rapid drawn down condition. Shear strength parameters were obtained from K_0 Consolidated TC and TE tests in both cases.

Case	Method	Method of analysis	F.S. _{min}	Remark
A	ESA	Simplified Bishop	1.74-2.04	
B	TSA	Simplified Bishop	1.32-1.45	
C	TSA	Simplified Bishop	1.13	Dry Season
C	TSA	Wedge	1.03	Dry Season

In conclusion, the cause of failure of the bank of Pasak River is believed to be due to the dredging of the river combined with the sudden drawdown. Total stress analysis proves to be the suitable method, using either Bishop or Wedge analysis dependent upon the mechanism of failure. The average strength, defined as $(\sigma_1 - \sigma_3) \cos \delta / 2$, from K_0 consolidated undrained TC and TE test was used with Bishop analysis and anisotropic strength behavior was considered in the wedge analysis.

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อผู้สมัคร
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
.....



กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรฉัตร สัมพันธ์อารักษ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้อบรมสั่งสอนและแนะนำวิชาความรู้ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ
ตลอดจนสละ เวลาส่วนตัวในการให้คำปรึกษา ตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนสำเร็จด้วยดี

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ ดร. วันชัย เทพรักษ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา
ในการใช้ อุปกรณ์ในการวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา และ
เจ้าหน้าที่ของ บริษัท K. Engineering Consultant Co., Ltd. เจ้าหน้าที่กรมเจ้าท่า
ที่ได้กรุณาอนุเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย และคุณ ประมูม เฉลยวาเรศ ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านการ
เจาะสำรวจดิน

ท้ายสุดนี้ ผู้เขียนระลึกถึงพระคุณของ บิดา มารดา ครู อาจารย์ ตลอดจนญาติมิตร
ท่านเหล่านี้ เป็นผู้มีส่วนการคุณที่ได้ส่งเสริมให้ผู้เขียนประสบความสำเร็จถึงการศึกษาในระดับนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร ศร. ศรีเอี่ยม
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

บทที่	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญรูป	ฏ
คำอธิบายสัญลักษณ์	ต

บทที่

1. บทนำ	
1.1 คำนำ	1
1.2 จุดประสงค์การวิจัย	3
1.3 ขอบเขตการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่รับจากการวิจัย	4
2. ทฤษฎีและผลงานในอดีต	
2.1 แนวความคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการวิเคราะห์เสถียรภาพ	5
2.2 หลักการในการวิเคราะห์เสถียรภาพของคั่นดิน	8
2.2.1 วิธีหน่วยแรงรวม	9
2.2.2 วิธีหน่วยแรงประสิทธิผล	11



สารบัญ (ต่อ)

2.3	คันดินธรรมชาติ	13
2.4	ค่ากำลังรับแรงเฉือนของดิน	16
2.4.1	การทดสอบในสนาม	16
2.4.2	การทดสอบในห้องทดลอง	20
2.4.3	กำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำของคันดิน.....	22
2.4.4	การเลือกค่าแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำในการวิเคราะห์	28
2.5	แรงดันน้ำในโพรงดิน	34
2.5.1	กรณีการไหลคงที่กับเวลา	35
2.5.2	กรณีการลดระดับน้ำอย่างรวดเร็ว	35
2.5.3	กรณีแรงดันน้ำบาดาล	40
2.6	สาเหตุการนิบัติของคันดินธรรมชาติ	40
2.7	ชนิดการเคลื่อนตัวของคันดิน	43
2.8	การคำนวณเสถียรภาพของคันดิน	43
2.8.1	วิธีการของ Fellenius	46
2.8.2	วิธีการของ Bishop	48
2.8.3	วิธีการ Wedge method	49
3.	การทดลองและการวิจัย	
3.1	สถานที่และวิธีการเก็บตัวอย่าง	53
3.1.1	สถานที่ที่ทำการเก็บตัวอย่าง	58
3.1.2	วิธีการเก็บตัวอย่าง	64
3.2	การทดสอบ และการเก็บข้อมูลในสนาม	
3.2.1	การทดสอบ Field vane shear test	66
3.2.2	การวัดระดับน้ำใต้ดิน	67



สารบัญ (ต่อ)

3.3	การทดลองหาสมบัติพื้นฐาน	70
3.4	การทดลองการอัดตัวคายน้ำ 1 มิติ	70
3.5	การทดลองไตรแอกเซียล	
3.5.1	การจัดตัวอย่างเข้าที่ทดสอบ	72
3.5.2	การทำให้ตัวอย่างอยู่ในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ	74
3.5.3	การอัดตัวคายน้ำของตัวอย่าง	75
3.5.4	การเพิ่มแรงเฉือนกระทำต่อตัวอย่าง	79
3.6	การทดสอบ Direct shear test	83
4.	ผลการทดลองและการวิเคราะห์	
4.1	ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม	87
4.1.1	ผลการทดลองทำสมบัติพื้นฐานของดิน	92
4.1.2	ผลการทดลองการอัดตัวคายน้ำ 1 มิติ	92
4.1.3	ผลการทดลองไตรแอกเซียล	97
4.1.4	ผลการทดลอง Direct shear test	115
4.2	การวิเคราะห์เสถียรภาพ	
4.2.1	การวิเคราะห์เสถียรภาพของตลิ่งแม่น้ำป่าสัก	115
4.2.2	พารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์เสถียรภาพ	120
5.	สรุปผลการวิจัย และ ข้อเสนอแนะ	
5.1	เสถียรภาพของตลิ่งแม่น้ำป่าสักบริเวณบ้านศาลาลอย	
5.1.1	กำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ	140
5.1.2	กำลังรับแรงเฉือนแบบระบายน้ำ	141

สารบัญ (ต่อ)

5.1.3	เสถียรภาพ และอัตราส่วนปลอดภัยของ คิ่งแม่น้ำป่าสัก	141
5.2	ข้อเสนอแนะ	144
เอกสารอ้างอิง		145
ภาคผนวก ก.		
- ผลการทดลอง HYDOMETER ANALYSIS		
- ผลการทดลอง CONSOLIDATION TEST		
ภาคผนวก ข.		
- ระดับน้ำในแม่น้ำป่าสักปี 2528-2532		
ภาคผนวก ค.		
- โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์เสถียรภาพ		
ภาคผนวก ง.		
- การหา Shear strength parameter สำหรับ การวิเคราะห์เสถียรภาพกรณี 1-7 จากตารางที่ 4.3		



สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	การเลือกตัวประกอบในการวิเคราะห์เสถียรภาพ (Lambe ,1987).....	9
2.2	วิธีวิเคราะห์ปัญหาเสถียรภาพของคันดิน (NAVFAC DM - 7, 1982).....	12
2.3	ค่า empirical cone factor (N_u) สำหรับดินต่าง ๆ.....	21
2.4	ค่าเปรียบเทียบค่า Field residual strength จากการทดสอบ ดินจากรอยหนีตักกับ ผลการหา Residual Strength จากการคำนวณ เสถียรภาพที่ทราบรอยผิวดารหนีตัก (Skempton, 1964).....	24
2.5	ค่ากำลังรับแรงเฉือนสำหรับคำนวณปัญหาทางคันเสถียรภาพของ คันดินแบบขุด (Cut Slope) (Skempton, 1964).....	26
2.6	จำนวนสมการและตัวไม่ทราบค่า สำหรับวิธีการ limit Equilibrium (Lambe, 1979).....	47
3.1	ข้อมูลจากการเจาะสำรวจและทดสอบของบริษัท KEC.....	59
3.2	ระดับน้ำใน Observation well.....	69
3.3	ปริมาณการทดสอบตัวอย่างดิน.....	86
4.1	สรุปผลการทดลองตัวอย่างดินจากหลุมเจาะทั้งสาม.....	93
4.2	ผลการทดสอบ consolidation test.....	94
4.3	สรุปการวิเคราะห์เสถียรภาพของตลิ่งแม่น้ำป่าสัก ณ. บ้านศาลาลอย.....	125



สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	แสดงที่ตั้งบ้านศาลาลอย ตำบลบ้านศาลาลอย อำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา.....	2
2.1	การพิจารณาเสถียรภาพของคันดินในกรณีปัญหาระยะยาว (Skempton, 1964).....	15
2.2	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Unconfine compressive strength (q_u) กับ ค่า Standard penetration (N-Value) (NAVFAC DM-7, 1982).....	18
2.3	การหาประวัติหน่วยแรงและค่าปรับแก้สำหรับ field vane strength (Aas et al, 1986).....	19
2.4	ค่าปรับแก้กำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำของ field vane test กับค่า ดัชนีพลาสติกซิตี (PI%) (Bjerrum, 1972).....	19
2.5	ค่า emprical cone factor (N_k) กับค่าดัชนีพลาสติกซิตี (PI%) สำหรับ Mechanical cone (Baligh et al, 1980).....	21
2.6	ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังรับแรงเฉือนกับการเคลื่อนตัว เมื่อเปรียบเทียบที่หน่วยแรงประสิทธิผลในแนวตั้งเดียวกัน (Skempton, 1985)....	24
2.7	ค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบระบายน้ำ (τ_v) กับ ค่าเปอร์เซ็นต์ดินเหนียว จากการทดสอบ Ring shear test (Skempton, 1985).....	26
2.8	ค่า residual friction angle (δ_v) กับค่า Liquid limit ของดินบริเวณ Amuay landslide (Lambe, 1985).....	29
2.9	ค่า residual Friction angle (δ_v) กับค่าดัชนีพลาสติกซิตี (PI%) สำหรับ หน่วยแรงประสิทธิผลในแนวตั้งฉากต่าง ๆ กัน (Lambe, 1985)	29

สารบัญรูป (ต่อ)

2.10	แสดงหน่วยแรงที่เกิดขึ้นสำหรับการนิบัติของปัญหาเสถียรภาพ ในกรณี รอยผิวนิบัติเป็นรูปสี่เหลี่ยม หรือ ส่วนโค้ง (Ladd and Koutsoftas, 1985, Ladd and Foott, 1974).....	32
2.11	การเลือกพารามิเตอร์ ที่เหมาะสมในการวิเคราะห์เสถียรภาพ (Ladd and Koutsoftas, 1985).....	32
2.12	ค่ากำลังแรงเฉือนของดิน Normally Consolidated clay กับ ความเครียดและค่า Normalized effective stress paths (Ladd and Koutsoftas, 1985).....	33
2.13	การหาค่าเฉลี่ยของ Normalized stress - strain โดยใช้ strain Compatibility Technique (Ladd and Koutsoftas, 1985).....	33
2.14	การคำนวณปัญหาเสถียรภาพ ในกรณีมีการไหลแบบ steady seepage (Hough, 1957).....	36
2.15	การหาความดันน้ำในโพรงดิน สำหรับการไหลแบบ steady seepage ในทิศทางขนาน กับความลาด (Lambe, 1979).....	37
2.16	สมมติฐานการหาแรงดันน้ำในโพรงดิน ในกรณี Rapid draw down (Hough, 1957).....	39
2.17	การวิบัติของดินเหนียวแบบ Mass movement และ Multiple complex landside (Chowdury, 1978).....	44
2.18	การแบ่งมวลดินและแรงที่กระทำกับ slice.....	45
2.19	ระบบแรงที่กระทำต่อ slice สำหรับวิธีการของ fellenius.....	47
2.20	ระบบแรงกระทำต่อ slice สำหรับวิธี simplified Bishop method.....	50
2.21	การแบ่ง wedge ของวิธี wedge method และ แรงกระทำต่อ wedge	50

สารบัญรูป (ต่อ)

2.22	การวิเคราะห์เสถียรภาพของวิธี wedge method.....	51
3.1	ตำแหน่งหลุมเจาะของบริษัท KEC.....	54
3.2	ตำแหน่งหลุมเจาะของบริษัท KEC และตำแหน่งรูปร่างหน้าตัด.....	55
3.3	รูปร่างหน้าตัดคดโค้งที่ sta 0+000 และ 0+011.50.....	56
3.3	(ต่อ) รูปร่างหน้าตัดคดโค้งที่ sta 0+052.39 และ 0+106.884...	57
3.4	ตำแหน่งหลุมเจาะที่ทำการเจาะสำรวจ.....	65
3.5 (ก)	เครื่องมือทดสอบ FIELD VANE SHEAR TEST.....	68
3.5 (ข)	เครื่องมือทดสอบ FIELD VANE SHEAR TEST แบบปลายแหลม....	68
3.6	เครื่องทดสอบไตรแอกเซียล.....	73
3.7	ความสัมพันธ์ระหว่างความดันเซลล์กับน้ำหนักคงที่สมมูล.....	78
3.8	รายละเอียดการประกอบเครื่องมือสำหรับการทดสอบตัวอย่างแบบดิ่ง	80
3.9	เครื่องมือทดสอบ DIRECT SHEAR ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าและเนื่องทดสอบ	84
4.1	ผลการเจาะสำรวจดินหลุมเจาะ DB 1.....	88
4.2	ผลการเจาะสำรวจดินหลุมเจาะ DB 2.....	89
4.3	ผลการเจาะสำรวจดินหลุมเจาะ DB 3.....	90
4.4	Simplified soil profile ของชั้นดินบริเวณที่สนใจ	95
4.5	หน่วยแรงสูงสุดในอดีตกับความลึกของดินจากหลุมเจาะ DB 1, DB 2, DB 3.....	96
4.6	ผลการทดสอบ \overline{Ck} TC สำหรับดินหลุม DB 3 ค่า Plasticity Index 20%	98
4.7	Normalized effective stress envelope จากการทดสอบ \overline{Ck} TC สำหรับดินหลุม DB 3 ค่า plasticity Index 20%	100
4.8	ผลการทดสอบ \overline{Ck} TC สำหรับดินหลุม DB 3 ค่า plasticity Index 35 - 40%	101

สารบัญรูป (ต่อ)

4.9	Normalized effective stress envelope สำหรับการทดลอง CK _u TC ของดินจากหลุมเจาะ DB 3 ค่า plasticity Index 35-40%	102
4.10	ผลการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนกับค่าเครียดตามแนวแกน สำหรับการ ทดสอบ UUC TEST ของดินจากหลุมเจาะ DB 3 ความลึก 6.0 - 6.50 m (PI = 35%).....	102
4.11	ผลการทดสอบ CK _u TE TEST สำหรับดินหลุม DB 1 ค่า plasticity Index = 12-20%	104
4.12	Normalized effective stress envelope สำหรับการทดสอบ CK _u TE TEST ของดินจากหลุมเจาะ DB 1 มีค่า plasticity Index = 12-20%	105
4.13	ผลกำลังรับแรงเฉือนกับความเครียดตามแนวแกน สำหรับการทดสอบ UUE TEST ของดินจากหลุมเจาะ DB 1 ความลึก 7.50 - 8.00 m. (PI = 12.6%).....	105
4.14	ค่า s_u / σ_{vc} กับ $\log OCR$ จาก CK _u TC TEST สำหรับดินบริเวณ ที่ทำการวิจัยกับดินเหนียวอ่อนกรุงเทพ.....	106
4.15	ค่า s_u / σ_{vc} กับ $\log OCR$ จาก CK _u TE TEST สำหรับดินบริเวณ ที่ทำการวิจัยกับดินเหนียวอ่อนกรุงเทพ.....	107
4.16	ค่าแรงดันน้ำในโพรงเพิ่มกับความเครียดตามแนวแกน สำหรับการทดสอบ CK _u TC TEST สำหรับดินจากหลุมเจาะ DB 3 (PI=20%).....	109
4.17	ค่าแรงดันน้ำในโพรงเพิ่มกับความเครียดตามแนวแกน สำหรับการทดสอบ CK _u TC TEST สำหรับดินจากหลุมเจาะ DB 3 (PI=35-40%)..	109
4.18	ค่าแรงดันน้ำในโพรงเพิ่มกับความเครียดตามแนวแกน สำหรับการทดสอบ CK _u TE TEST สำหรับดินจากหลุมเจาะ DB 1 (PI=10-20%)..	110

สารบัญรูป (ต่อ)

4.19	Af กับ log OCR จาก \overline{CK}_u TC TEST สำหรับดินจากหลุมเจาะ DB 3 ทดสอบโดยวิธี Recompression Test.....	111
4.20	Af กับ log OCR จาก \overline{CK}_u TE TEST สำหรับดินจากหลุมเจาะ DB 1 ทดสอบโดยวิธี Recompression Test.....	112
4.21	E_{u50}/σ_{vc} กับ log OCR จาก \overline{CK}_u TC TEST สำหรับดินจากหลุม เจาะ DB 3 ทดสอบโดยวิธี Recompression Test.....	113
4.22	E_{u50}/σ_{vc} กับ log OCR จาก \overline{CK}_u TE TEST สำหรับดินจากหลุม เจาะ DB 1 ทดสอบโดยวิธี Recompression TEST.....	114
4.23	ค่า Shear stress กับ Horizontal displacement ของดินหลุมเจาะ DB 3 ความลึก 1.50-2.00 m. สำหรับดิน Overconsolidated clay.....	116
4.24	ค่า Shear stress กับ Normal stress ของดินหลุมเจาะ DB3 ความลึก 1.50 - 2.00 m. ดิน Overconsolidated clay	
4.25	ค่า Shear stress กับ Horizontal displacement สำหรับดินหลุมเจาะ DB 2 ความลึก 7.50 - 8.00 m.	117
4.26	ค่า shear stress กับ Normal Stress สำหรับดินหลุมเจาะ DB 2 ความลึก 7.50-8.00 m.	117
4.27	รูปร่างคลังแม่น้ำปากบริเวณที่สนใจ ก่อนการขุดและหลังการขุด	
4.28	การวิเคราะห์เสถียรภาพ บริเวณที่สนใจโดยวิธี Simplified Bishop method. กรณีที่ 1	128
4.29	การวิเคราะห์เสถียรภาพ บริเวณที่สนใจโดยวิธี Simplified Bishop method. กรณีที่ 2	129
4.30	การวิเคราะห์เสถียรภาพ บริเวณที่สนใจโดยวิธี Simplified Bishop method. กรณีที่ 3	130

สารบัญรูป (ต่อ)

4.31	การวิเคราะห์เสถียรภาพ บริเวณที่สนใจโดยวิธี Simplified Bishop method. กรณีที่ 4	.....	131
4.32	การวิเคราะห์เสถียรภาพ บริเวณที่สนใจโดยวิธี Simplified Bishop method. กรณีที่ 5	.....	132
4.33	การวิเคราะห์เสถียรภาพ บริเวณที่สนใจโดยวิธี Simplified Bishop method. กรณีที่ 6	.....	133
4.34	การวิเคราะห์เสถียรภาพ บริเวณที่สนใจโดยวิธี Simplified Bishop method. กรณีที่ 7	.....	134
4.35	การวิเคราะห์เสถียรภาพ บริเวณที่สนใจโดยวิธี Simplified Bishop method. กรณีที่ 7 ($\sigma_{ff} = (\sigma_x - \sigma_y)_f \cos \delta / 2$)	.....	135
4.36	การวิเคราะห์เสถียรภาพตลิ่ง บริเวณที่สนใจโดยวิธี Wedge Method กรณีที่ 7	.....	138
4.37	การวิเคราะห์เสถียรภาพตลิ่ง บริเวณที่สนใจโดยวิธี Wedge Method กรณีที่ 7 โดยรอยผิวการวิบัติเริ่มต้นที่รอยผิวการวิบัติที่ปรากฏในสนาม	.....	139

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญลักษณ์

A, B	=	Pore pressure Parameter
A_c	=	พื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างภายหลังการอัดตัวคายน้ำ
A_r	=	นารามิเตอร์ของแรงคั้นน้ำในโพรงดินที่จุดนิบัติ
B	=	Average width of Slide mass
C	=	ความเชื่อมแน่นของดิน
CR	=	Compression ratio
C_v	=	Coefficient of Permeability
D	=	Average depth of Slide mass
DB	=	Deep Boring
E_{u50}	=	โมดูลัสยืดหยุ่นแบบอันเดรที่ 50 % ของหน่วยแรงเฉือน
F	=	อัตราส่วนปลอดภัย
FV	=	Field Vane
H	=	ความสูงของไพบีค
K	=	Earth pressive coefficient
K_h	=	สัมประสิทธิ์ความซึมผ่านได้ในแนวราบ
K_u	=	Undrained strength in Extension to compression
K_v	=	สัมประสิทธิ์ความซึมผ่านได้ในแนวตั้ง
L_0	=	ความสูงของตัวอย่างก่อนการทดสอบ
L_1	=	น้ำหนักสำหรับกคบนตัวอย่างเพื่ออัดตัวคายน้ำ
MSL	=	Mean Sea Level
NCC	=	Normally Consolidated Clay
N_x	=	Empirical Cone factor
N-Valve	=	Standard Penetration Resistance

OCR	=	Overconsolidation ratio
OC	=	Overconsolidated
PL	=	Plastic Limit
PI%	=	ดัชนีพลาสติกซิตี
R	=	Correlation factor
RR	=	Recompression ratio
S	=	กำลังรับแรงเฉือนของดิน
S_u	=	กำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ
T	=	Torque
t_r	=	เวลาที่ใช้ในการบีบอัด
r_u	=	อัตราส่วนของแรงดันน้ำในโพรงดินต่อน้ำหนักของดิน
V_o	=	ปริมาตรตัวอย่างก่อนการทดสอบ
e_{av}	=	Average of Void Ratio
Δu	=	แรงดันน้ำในโพรงดิน
p, \bar{p}	=	$(\sigma_1 + \sigma_3)/2$ และ $(\bar{\sigma}_1 + \bar{\sigma}_3)/2$
q, \bar{q}	=	$(\sigma_1 - \sigma_3)/2$ และ $(\bar{\sigma}_1 - \bar{\sigma}_3)/2$
q_c	=	Cone Resistance
q_u	=	Unconfined Compressive Strength
LL	=	Liquid Limit
$\bar{\alpha}$	=	ความลาดชันของ Failure envelope
ΔL_c	=	ค่าการยุบตัวของตัวอย่างที่เปลี่ยนแปลง
ΔV_o	=	ปริมาตรของตัวอย่างที่เปลี่ยนแปลง
Δe	=	Change of Void Ratio
Δu	=	แรงดันน้ำในโพรงเพิ่ม
$\Delta \sigma$	=	Change of effective stress
$\Delta \sigma_1$	=	การเพิ่มขึ้นของหน่วยแรงหลัก

σ_b	=	Back pressure
σ_{cr}	=	หน่วยแรงดึงหลักสุดท้าย
σ_n	=	หน่วยแรงรวม
σ_v	=	หน่วยแรงที่กระทำในแนวตั้ง
σ_{vo}	=	หน่วยแรงรวมในแนวตั้งตามธรรมชาติ
σ_s	=	หน่วยแรงที่กระทำในแนวราบขนานกับ Slope
μ	=	ค่าปรับแก้กำลังรับแรงเฉือน
η	=	แฟคเตอร์สำหรับทิศทางการระบายน้ำ
e	=	มุมระหว่างระนาบการบีบอัดกับระนาบแนวราบธรรมชาติ
$\bar{\sigma}$	=	มุมต้านทานหน่วยแรงเฉือน
r	=	ความหนาแน่นของดิน
r_T	=	หน่วยน้ำหนักของมวลดิน
r_w	=	Unit weight of water
c	=	หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้น
c_a	=	Shear resistance along active Portion
c_d	=	Shear resistance along Passive Portion
c_h	=	Shear resistance along Horizontal Portion
$U\%$	=	ค่าเฉลี่ยของการกระจายแรงดันน้ำในโพรงดิน
\bar{x}	=	ระยะตัดแกนตั้ง
$\bar{\sigma}_{hc}$	=	หน่วยแรงในแนวราบสำหรับอัดตัวคายน้ำ
$\bar{\sigma}_{ho}$	=	หน่วยแรงในแนวราบ จากการทับถมของน้ำหนัก
$\bar{\sigma}_{vc}$	=	หน่วยแรงประสิทธิผลในแนวตั้งสำหรับการอัดตัวคายน้ำ
$\bar{\sigma}_{vm}$	=	หน่วยแรงสูงสุดในอดีต
$\bar{\sigma}_{vo}$	=	หน่วยแรงประสิทธิผลในทางตั้งเนื่องจากน้ำหนักดินทับถม
δ_r	=	Residual friction angle
$2h$	=	ความสูงของตัวอย่าง

ชนิดของการทดลอง

- UUC : UNCONSOLIDATED UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST
UUE : UNCONSOLIDATED UNDRAINED TRIAXIAL EXTENSION TEST
CK.U TC : K_0 -CONSOLIDATED UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST
CK.U TE : K_0 -CONSOLIDATED UNDRAINED TRIAXIAL EXTENSION TEST
DSS : DIRECT SIMPLE SHEAR TEST



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย