พอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การทดสอบดิน

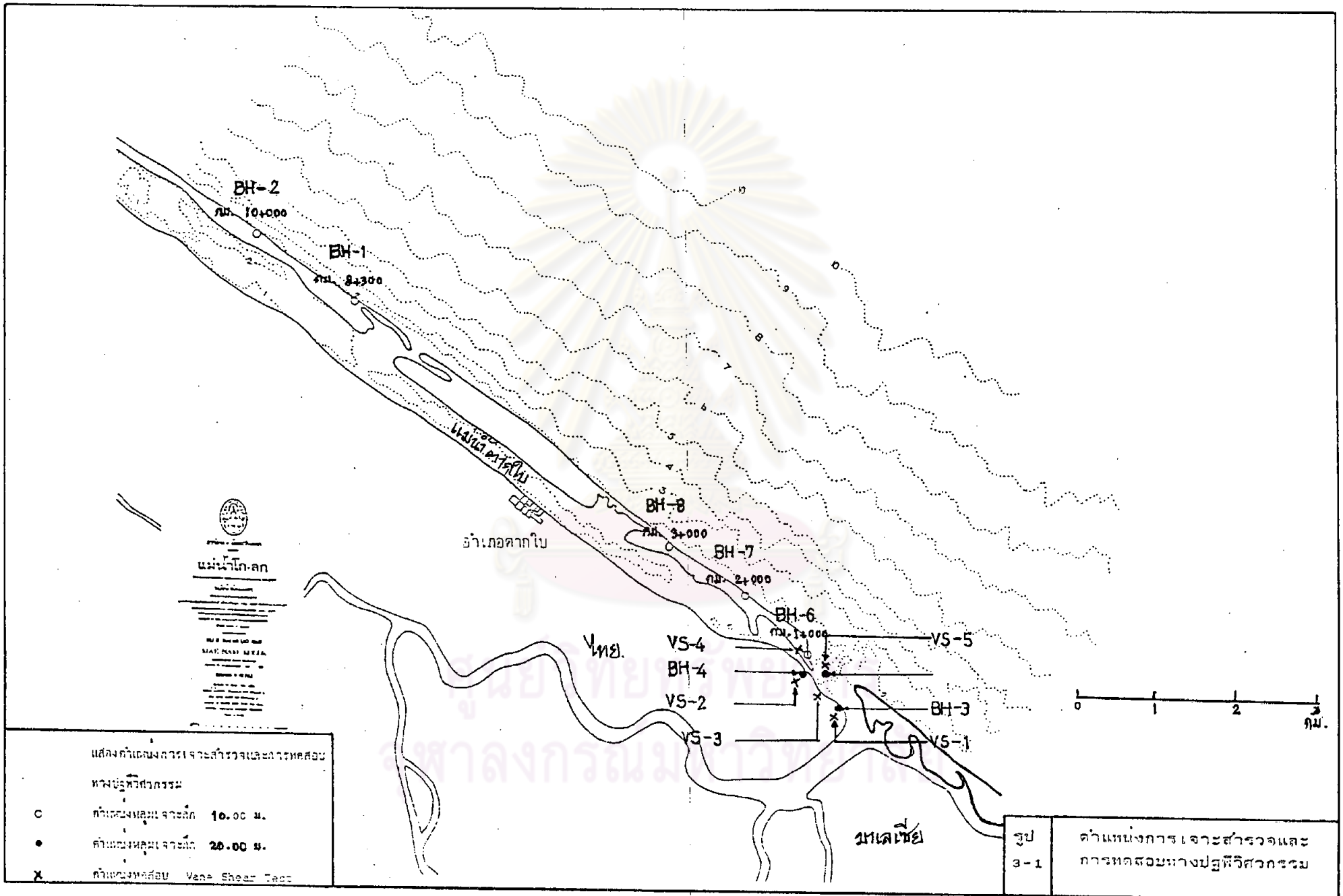
โครงสร้างกำแพงกันคลื่นชนิดหินทิ้ง (Rubbles Mounded Breakwater) นั้น เป็นโครงสร้างที่ใช้โดยทั่วไป เพื่อจุดประสงค์ป้องกันคลื่นในทะเลสำหรับท่าเรือน้ำลึก, ป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งเนื่องจากคลื่นในทะเล, เบี่ยงเบนทิศทางการไหลของน้ำ ฯลฯ ในส่วนของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะทำการศึกษาถึงกำแพงกันคลื่นชนิดหินทิ้ง ที่ใช้ประโยชน์ในการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งเนื่องจากคลื่นในทะเล โดยมุ่งศึกษาเฉพาะทางด้านเสถียรภาพ และการทรุดตัวของกำแพงกันคลื่นซึ่งก่อสร้างอยู่บนชั้นดินอ่อน ดังกล่าวแล้วในบทที่ 1

3.1 สถานที่เจาะสำรวจและเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิจัย

3.1.1 สถานที่ทำการเก็บตัวอย่างดินในสนาม

ตัวอย่างดินที่ใช้ทำการทดสอบหาคุณสมบัติต่าง ๆ นั้น ได้จากการเจาะสำรวจและเก็บตัวอย่างดิน บริเวณชายฝั่งทะเลปากแม่น้ำตากใบ ซึ่งแยกจากถนนบ้านตาบา - อ.ตากใบ เข้าไปยังตลาดเมืองใหม่ตาบา ประมาณ 600 ม.(แสดงตำแหน่งที่ทำการเจาะสำรวจรูปที่ 3.1) จากการสำรวจพบว่า บริเวณปากแม่น้ำที่จะทำการก่อสร้างนี้มีดินชั้นบนลึกประมาณ 4.00-5.00 ม เป็นชั้นดินเหนียวอ่อน ซึ่งหากทำการก่อสร้างอาจจะประสบปัญหาทางด้านเสถียรภาพ และ การทรุดตัวของกำแพงกันคลื่นได้

การเจาะสำรวจดินบริเวณปากแม่น้ำตากใบนี้ ได้กระทำการเจาะสำรวจทางธรณีวิทยาทั้งสิ้น จำนวน 3 หลุม คือ BH-3, BH-4 และ BH-5 (ดูรูปที่ 3.1) โดยทำการเจาะบนชายฝั่งทะเล จำนวน 2 หลุม คือ BH-3 และ BH-4 ลึกประมาณ 20.00 ม. ส่วน BH-5 ได้ทำการเจาะในน้ำบนนั่งร้านบริเวณปากแม่น้ำเช่นกัน มีความลึกประมาณ 15.00 ม ทั้งนี้เพื่อศึกษาสภาพของชั้นดิน และศึกษาคุณสมบัติของดินในชั้นต่าง ๆ นอกจากนี้ยังได้เจาะสำรวจบริเวณชายฝั่งทะเลขึ้นไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือด้วย จำนวน 5 หลุมคือ BH-1 ,BH-2 , BH-6, BH-7, BH-8 พร้อมทดสอบ Standard Penetration Test (SPT) ในชั้นดินที่เป็นดินทราย ด้วย


BH-2
กม. 10+000
BH-1
กม. 8+300
BH-8
กม. 3+000
BH-7
กม. 2+000
BH-6
กม. 1+000
VS-4
BH-4
VS-2
VS-3
VS-5
BH-3
VS-1
อำเภอตากใบ
แม่น้ำโก-ลก
ไทย
มาเลเซีย
0
1
2
กม.
แสดงตำแหน่งการเจาะสำรวจและการทดสอบทางปฐพีวิศวกรรม
C ตำแหน่งหลุมเจาะลึก 10.00 ม.
● ตำแหน่งหลุมเจาะลึก 20.00 ม.
X ตำแหน่งทดสอบ Vane Shear Test
รูป 3-1
ตำแหน่งการเจาะสำรวจและการทดสอบทางปฐพีวิศวกรรม

3.1.2 วิธีการเจาะสำรวจและเก็บตัวอย่างดิน

ในการเจาะสำรวจดินบริเวณที่ทำการศึกษานั้น พบว่าชั้นดินมีลักษณะเป็นชั้นดินเหนียวสลับกับชั้นดินทรายโดยมีชั้นดินเหนียวอ่อนอยู่ชั้นบน ดังนั้นในการเก็บตัวอย่างดินจึงแบ่งการเก็บออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. ตัวอย่างดินเหนียว (Cohesive Soil) ชนิดที่ถูกรบกวนบ้างเล็กน้อย
2. ตัวอย่างดินทราย (Cohesionless Soil) ชนิดที่ถูกรบกวน

ในการเก็บตัวอย่างดินในสนาม กระทำโดยการเจาะดินด้วยเครื่องเจาะชนิด Rotary โดยใช้การฉีดล้าง (Wash Boring) จนถึงระดับก่อนเก็บตัวอย่างดินประมาณ 30 ซม และทำการเก็บตัวอย่างดินเป็นช่วง ๆ ทุก ๆ ความลึก 1.50 ม. โดยแบ่งวิธีการเก็บตัวอย่างดินตามชนิดของดิน ดังนี้

1. การเก็บตัวอย่างดินเหนียว (Cohesive Soil Sample) ทำการเก็บตัวอย่างดินด้วยกระบอกบาง (Shelby Tube) เส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว ยาวประมาณ 1.00 ม โดยเมื่อถึงระดับที่ทำการเก็บตัวอย่าง ได้ล้างหลุมเจาะให้สะอาดก่อน จึงนำกระบอกบาง (Shelby Tube) ต่อแกนเหล็ก นำลงไปในหลุม ซึ่งมีการป้องกันผนัง หลุมเจาะด้วยท่อเหล็ก (Casing) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว แล้วค่อย ๆ กดแกนกระบอกเก็บดินด้วย Hydraulic Jack ให้จมลงไปในดินประมาณ 80 ซม. เมื่อดินเต็มกระบอกแล้วจึงทำการหมุนก้านเจาะเพื่อให้ดินที่ปลายกระบอกบางขาดออกจากกัน แล้วจึงยกกระบอกบางและตัวอย่างดินขึ้นจากหลุมเจาะ และเคลือบ หัวท้ายกระบอกทั้งด้านบนและล่างไว้ด้วย พาราฟิน (Paraffin) พร้อมกับเขียนรายละเอียด เกี่ยวกับการเจาะเก็บตัวอย่างดิน และปิดไว้ข้างกระบอกทุก ๆ กระบอก แล้วนำบรรจุในกล่องไม้ซึ่งจัดเตรียมไว้โดยภายในรองด้วยโฟมเพื่อป้องกันการกระทบกระเทือนขณะขนส่ง แล้วนำมาเก็บในห้องควบคุมความชื้นเพื่อรอการทดสอบต่อไป ในการวางกระบอกตัวอย่างดินจะต้องตั้งกระบอกตัวอย่าง ให้อยู่ในแนวดิ่งตามสภาพเดิมที่ทำการเก็บมา เพื่อให้สภาพโครงสร้างของเม็ดดินไม่ถูกกระทบกระเทือนมากนัก

2. การเก็บตัวอย่างดินทราย (Cohesionless soil Sample) ทำการเก็บตัวอย่างโดยใช้กระบอกผ่าซีก (Split Spoon Sampler) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 2 นิ้ว และเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 1 3/4 นิ้ว กระทำการเก็บตัวอย่างดินทรายหลังจากที่ทำการทดสอบ Standard Penetration (SPT) ซึ่งกระทำตามมาตรฐาน ASTM-D 1586-67 ในชั้นดินทรายทุก ๆ ความลึก 1.50 ม. เมื่อนำ Split Spoon Sampler ขึ้นมาแล้วจึงทำการชั่งตัวอย่างดิน เพื่อหาความหนาแน่นของชั้นดินต่อไป

3.2 การทดสอบดินในสนาม

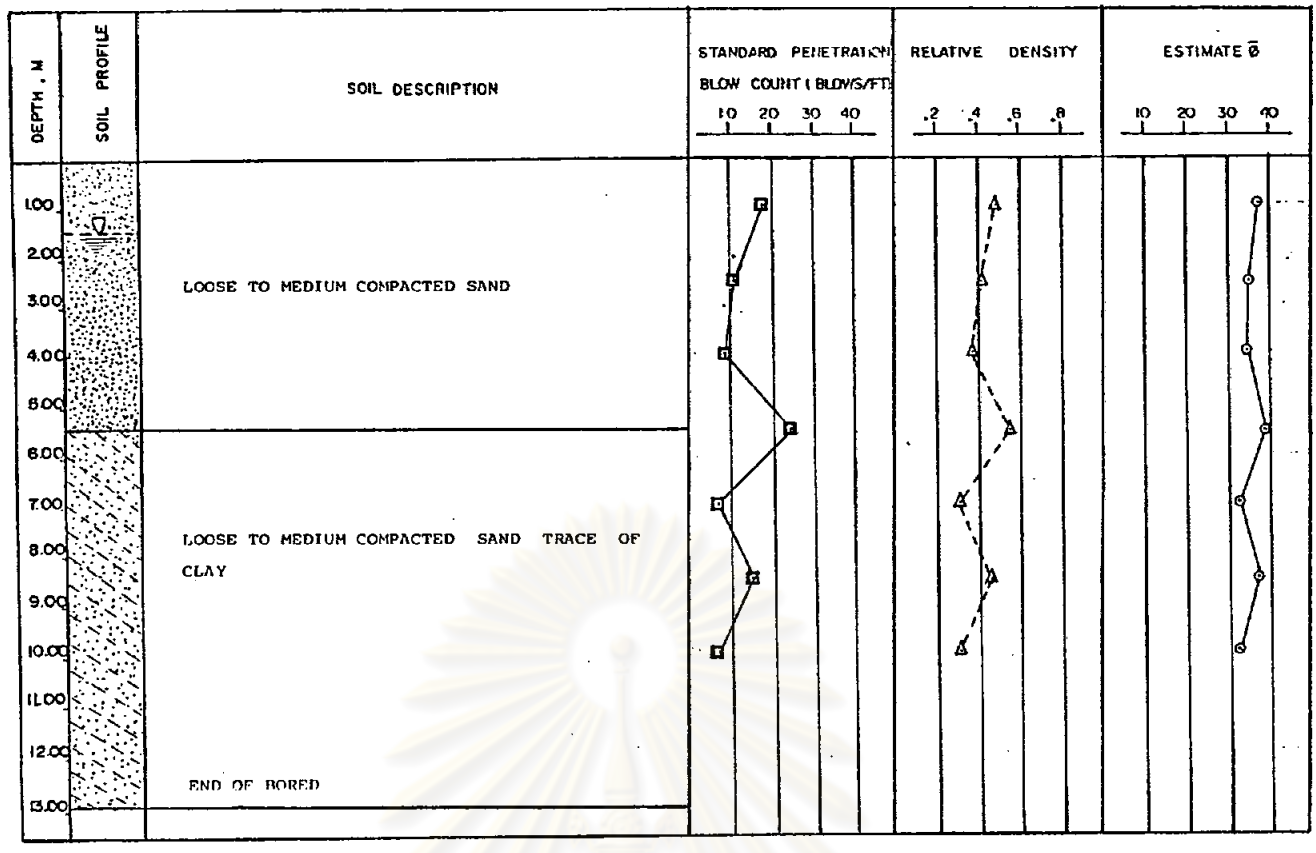
ในการเจาะสำรวจดิน ได้ทำการทดสอบดินในสนามในบริเวณที่ทำการวิจัยด้วยโดยแบ่งการทดสอบในสนาม ออกเป็น 2 ชนิด ด้วยกัน คือ

3.2.1 การทดสอบ STANDARD PENETRATION ตามมาตรฐาน ASTM-D1586-67

การทดสอบนี้ได้ทำในระหว่างการเจาะสำรวจดิน โดยทำการทดสอบดินทุกความลึกประมาณ 1.50 ม. โดยใช้ลูกตุ้มหนัก 140 ปอนด์ ยกสูง 30 นิ้ว ปล่อยให้ลูกตุ้มตกโดยอิสระตอกลงบนแกนกระบอกผ่าซีก (Split Spoon Sampler) ซึ่งอยู่ในหลุมเจาะให้จมลงในดินที่ทดสอบ 18 นิ้ว จำนวนครั้งที่ตอกแกนกระบอกผ่าซีกจมลงไปในดิน 6 นิ้วแรก จะยังไม่ทำการนับจำนวนครั้งที่ตอกทำให้กระบอกผ่าซีกมาตรฐานจมลงไปในดินได้ระยะ 12 นิ้วสุดท้ายจะเป็นค่า SPT-N มีหน่วยเป็น ครั้ง ต่อ ฟุต ซึ่งจะเป็นข้อมูลในการหาคุณสมบัติของดินทราย เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไปได้ เช่น ค่า Es (modulus of soils), (Friction angle) เป็นต้น (ดังแสดงผลการทดสอบรูปที่ 3-2)

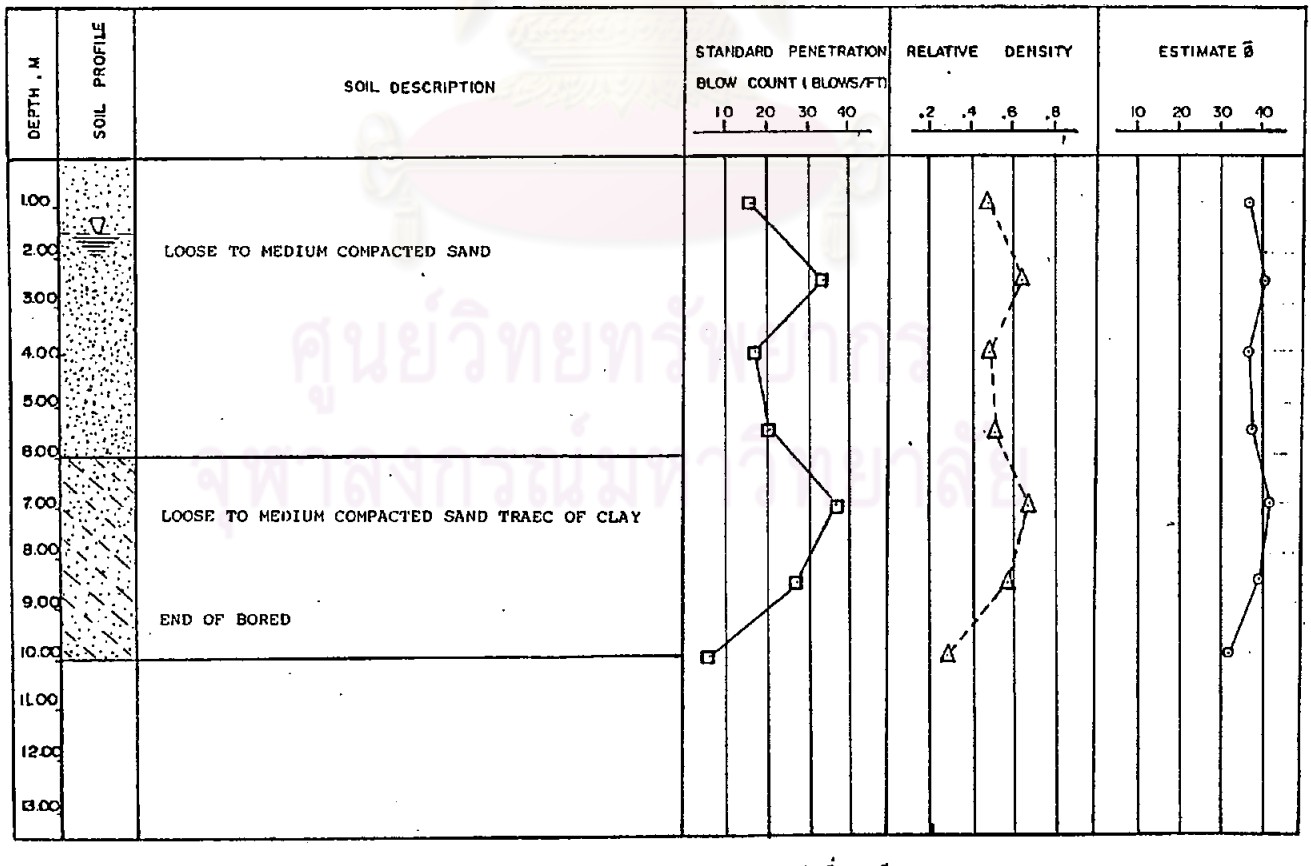
3.2.2 การทดสอบ Vane Shear

ในการสำรวจพื้นที่ที่ทำการวิจัยพบว่า ดินชั้นบนเป็นดินเหนียวอ่อน การทดสอบ Vane Shear จึงเป็นการทดสอบที่เหมาะสมสำหรับดินเหนียวอ่อน ในการวัดค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบอัน



หลุมเจาะ BH 1
ระดับน้ำใต้ดิน 1.5 ม.

วันที่ 12 มีค.28
เจาะสำรวจโดย ศูนย์ปฏิบัติการ รพช. จ.นครราชสีมา

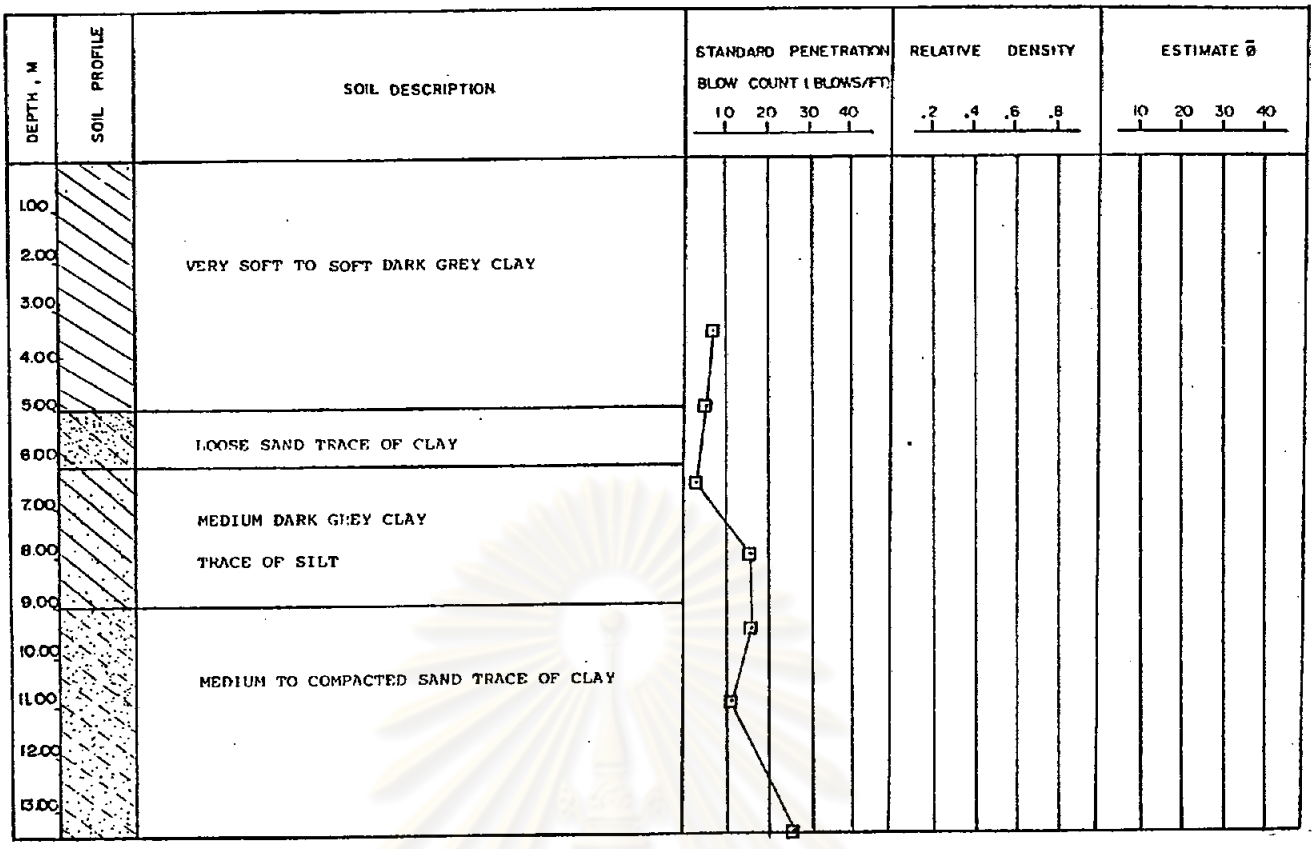


หลุมเจาะ BH 2
ระดับน้ำใต้ดิน 1.5 ม.

วันที่ 14 มีค.28
เจาะสำรวจโดย ศูนย์ปฏิบัติการ รพช.จ.นครราชสีมา

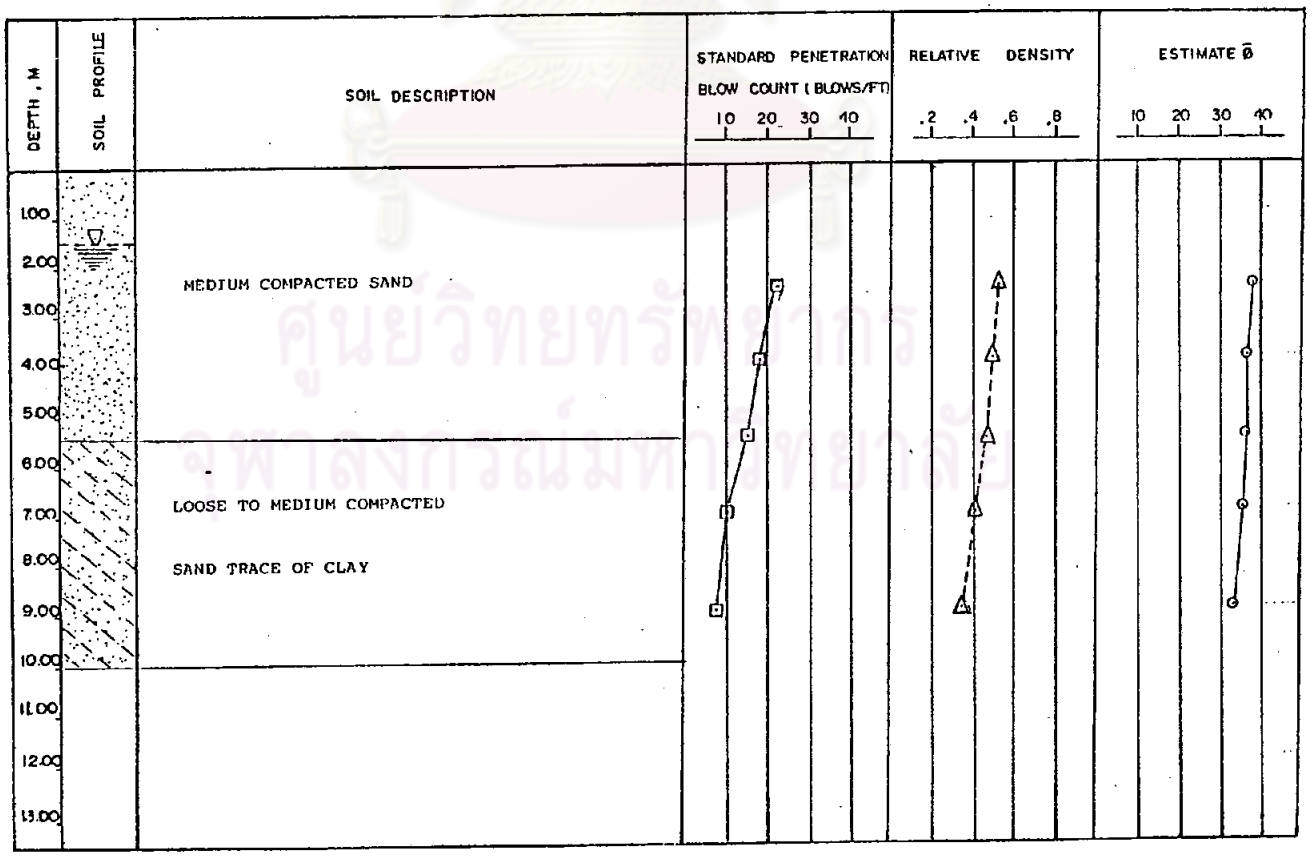
รูปที่ 3-2 แสดงผลการทดสอบ STANDARD PENETRATION จากการเจาะสำรวจดิน บริเวณชายฝั่งทะเล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



หลุมเจาะ BH 5
ระดับน้ำใต้ดิน +2.50 ม.

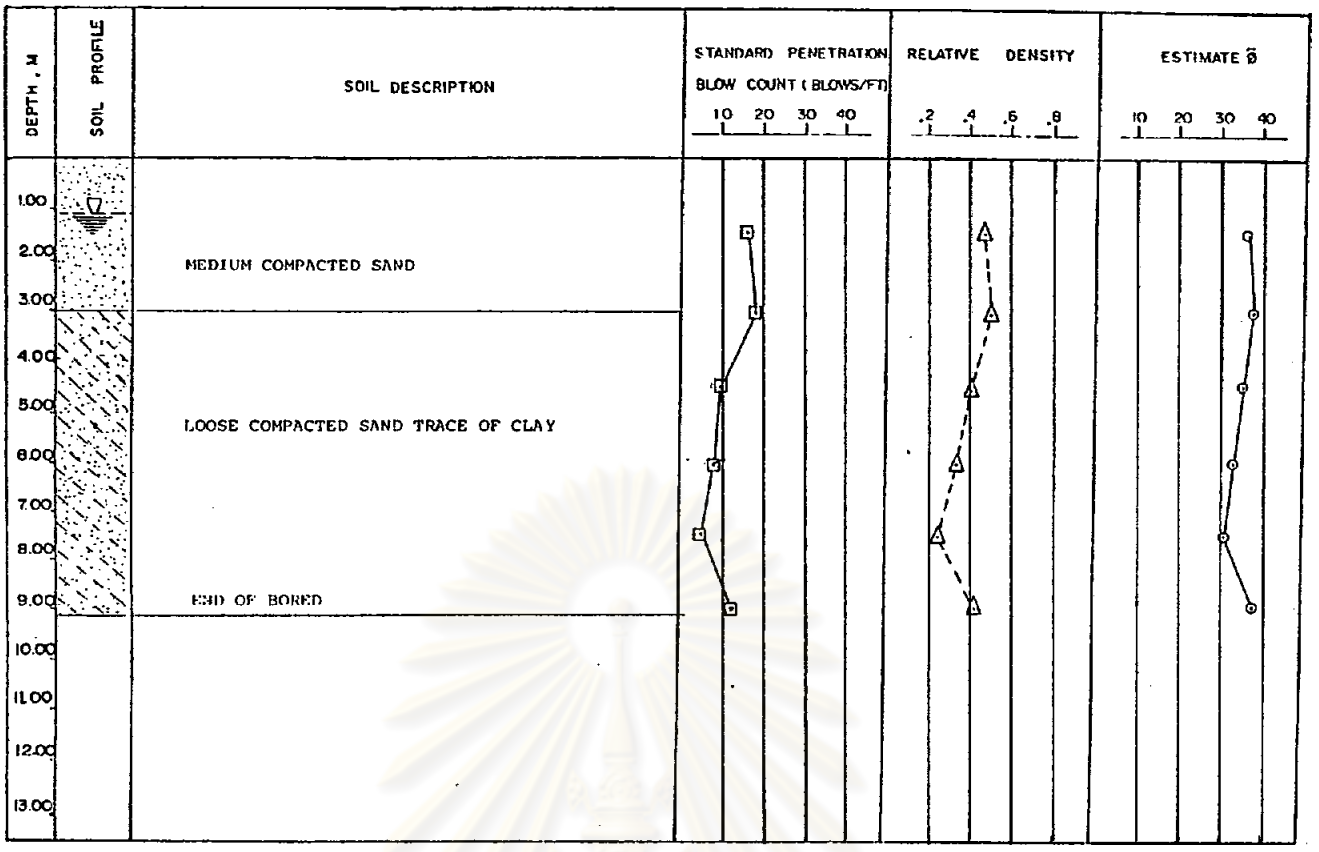
วันที่ 7 เมย.28
เจาะสำรวจโดย ศูนย์ปฏิบัติการ รพช.จ.นครราชสี



หลุมเจาะ BH 6
ระดับน้ำใต้ดิน 1.5 ม.

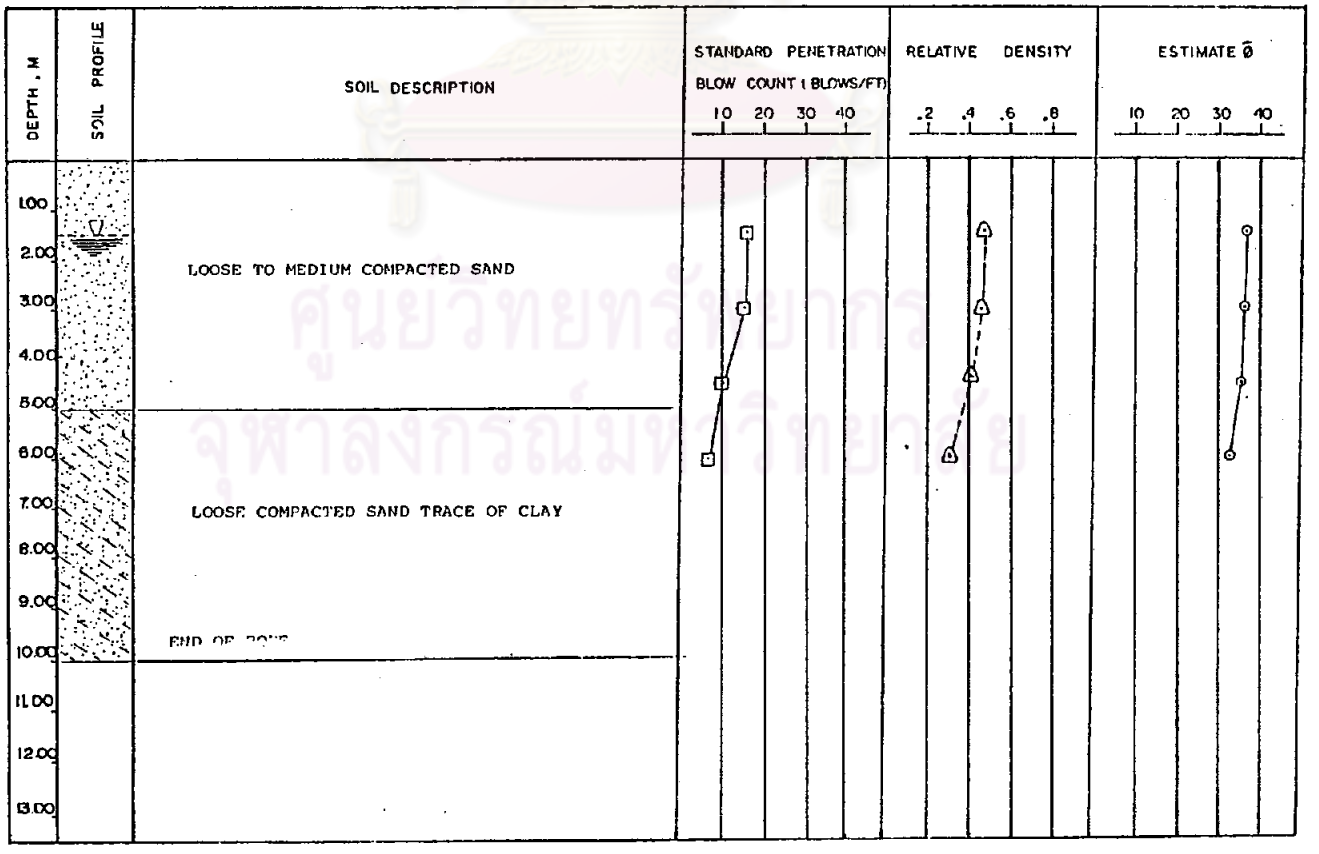
วันที่ 10 เมย.28
เจาะสำรวจโดย ศูนย์ปฏิบัติการ รพช.จ.นครราชสี

รูป 3-2 ต่อ



หลุมเจาะ BH 7
ระดับน้ำใต้ดิน 1.2 ม.

วันที่ 11 เมย.28
เจาะสำรวจโดย ศูนย์ปฏิบัติการ รพช.จ.นครราชสีมา



หลุมเจาะ BH 8
ระดับน้ำใต้ดิน 1.5 ม.

วันที่ 11 เมย.28
เจาะสำรวจโดย ศูนย์ปฏิบัติการ รพช.จ.นครราช

รูป 3-2 ต่อ

เครนของดินเหนียวในสนาม

การทดสอบ Vane Shear ได้กระทำการทดสอบด้วยเครื่องมือ Geonor Vane Borer (รูปที่ 3-3) ซึ่งมีขนาดของใบ Vane 55 X 110 มม. เพื่อทดสอบดินทุก ๆ ความลึก 50 ซม. โดยการกด Vane borer ด้วย Hydraulic Jack ลงไปในดินก่อนถึงระดับที่จะทดสอบ ประมาณ 50 ซม. จากนั้นจึงกด Steel rod ที่ต่อกับใบ Vane ซึ่งซ่อนอยู่ใน Shoe Protection ลงไป 50 ซม. แล้วติดตั้งเครื่องมือวัดแรงบิด กับแกนของ Steel rod แล้วค่อยๆ ทำการบิด Steel rod ซึ่งต่อกับใบ Vane ซึ่งจมอยู่ในดินให้ใบ Vane ค่อย ๆ เฉือนดินให้ขาดจากกัน แล้วจึงบันทึกค่าโมเมนต์บิดสูงสุดไว้ เพื่อหาค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบไม่รบกวนดิน (Undisturbed Shear Strength) ซึ่งค่าที่ได้จะเป็นค่า Vane Shear Strength, Su(FV)

ปกติการทดสอบ Vane Shear จะทำการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงเฉือนของดินเมื่อดินถูกรบกวนแล้วด้วย ทั้งนี้เพื่อจะทำให้ทราบถึงค่าความไว (Sensitivity)ของดินเหนียวอ่อนได้ ซึ่งจะกระทำโดยการหมุนใบ Vane ทั้งหมด 25 รอบ เพื่อให้ดินพิบัติแล้วจึงกระทำการทดสอบเช่นเดียวกับแบบไม่รบกวนดิน

ในการทดสอบนี้ ได้กระทำบริเวณชายฝั่งทะเลบริเวณหน้าตลาดเมืองใหม่ตาบาและกลางน้ำรวมจำนวน 5 หลุมคือ VS-1, VS-2, VS-3, VS-4, VS-5 (แสดงตำแหน่งในรูปที่ 3 - 1) โดยทดสอบในดินอ่อนชั้นบนจนกระทั่งถึงดินชั้นทราย (แสดงผลในตาราง 3-1 และ รูปที่ 3-3)

การคำนวณหาค่า Field Vane Strength จากค่า Torque ที่ทำให้เกิดการพิบัติในดินสามารถหาได้ดังนี้คือ

$$Su(FV) = \frac{T_{max}}{\pi(d^{2}\frac{h}{2} + \frac{d}{6}^{3})} \qquad \text{.....(3.1)}$$

รูปที่ 3-3 แสดงส่วนประกอบของเครื่องมือ Geonor Vane

ตาราง 3-1 ผลการทดสอบ Field Vane Shear

SOIL ENGINEERING LABORATORY
CIVIL ENGINEERING CHULALONGKORN UNIVERSITY
FIELD VANE SHEAR TEST

PROJECT :TAK BAI NARATHIVAT TEST NO:VS-1
LOCATION :MUANG MAI TA-BA TEST BY: WS DATE 18/3/85

GEONOR VANE BORER

VANE SIZE :WIDTH,d 5.50 cm HEIGHT ,h 11.00 cm

DEPTH m	UNDISTURBED Max Torque Kg-cm	UNDISTURBED Su T/m2	REMOLDED Max Torque Kg-cm	REMOLDED Su' T/m2	SENSITIVITY Sv=Su/Su'
2.20	288.00	4.723	44.00	.722	7
2.70	172.00	2.821	34.00	.558	5
3.20	200.00	3.280	30.00	.492	7
3.70	255.00	4.182	27.00	.443	9
4.20	184.00	3.017	27.00	.443	7
4.70	200.00	3.280	26.00	.426	8
5.20	250.00	4.100	45.00	.736	6
5.70	180.00	2.952	25.00	.410	7
6.20	240.00	3.936	90.00	1.476	3

PROJECT :TAK BAI NARATHIVAT TEST NO:VS-2
LOCATION :MUANG MAI TA-BA TEST BY: WS DATE 19/3/85

GEONOR VANE BORER

VANE SIZE :WIDTH,d 5.50 cm HEIGHT ,h 11.00 cm

DEPTH m	UNDISTURBED Max Torque Kg-cm	UNDISTURBED Su T/m2	REMOLDED Max Torque Kg-cm	REMOLDED Su' T/m2	SENSITIVITY Sv=Su/Su'
1.50	140.00	2.296	10.00	.164	14
2.00	125.00	2.050	20.00	.328	6
2.50	85.00	1.394	16.00	.262	5
3.00	162.00	2.657	18.00	.295	9
3.50	162.00	2.657	18.00	.295	9
4.00	160.00	2.624	18.00	.295	9
4.50	145.00	2.378	17.00	.279	9
4.70	240.00	3.936	90.00	1.476	3

SOIL ENGINEERING LABORATORY
CIVIL ENGINEERING CHULALONGKORN UNIVERSITY
FIELD VANE SHEAR TEST

PROJECT :TAK BAI NARATHIVAT TEST NO:VS-3
LOCATION :MUANG MAI TA-BA TEST BY: WS DATE 20/3/85

GEONOR VANE BORER

VANE SIZE :WIDTH,d 5.50 cm HEIGHT ,h 11.00 cm

DEPTH m	UNDISTURBED Max Torque Kg-cm	UNDISTURBED Su T/m2	REMOLDED Max Torque Kg-cm	REMOLDED Su' T/m2	SENSITIVITY Sv=Su/Su'
2.50	250.00	4.100	28.00	.459	9
3.00	270.00	4.428	25.00	.410	11
3.50	260.00	4.264	26.00	.426	10
4.00	250.00	4.100	40.00	.656	6

PROJECT :TAK BAI NARATHIVAT TEST NO:VS-4
LOCATION:MUANG MAI TA-BA TEST BY: WS DATE 24/3/85

GEONOR VANE BORER

VANE SIZE :WIDTH,d 5.50 cm HEIGHT ,h 11.00 cm

DEPTH m	UNDISTURBED Max Torque Kg-cm	UNDISTURBED Su T/m2	REMOLDED Max Torque Kg-cm	REMOLDED Su' T/m2	SENSITIVITY Sv=Su/Su'
1.50	155.00	2.542	20.00	.328	8
2.00	210.00	3.444	20.00	.328	11
2.50	200.00	3.280	20.00	.328	10
3.00	180.00	2.952	18.00	.295	10
3.50	160.00	2.624	27.00	.443	6
4.00	190.00	3.116	15.00	.246	13
4.50	160.00	2.624	30.00	.492	5

PROJECT :TAK BAI NARATHIVAT TEST NO:VS-5
LOCATION:MUANG MAI TA-BA TEST BY: WS DATE 7/4/85

GEONOR VANE BORER

VANE SIZE :WIDTH,d 5.50 cm HEIGHT ,h 11.00 cm

DEPTH m	UNDISTURBED Max Torque Kg-cm	UNDISTURBED Su T/m2	REMOLDED Max Torque kg-cm	REMOLDED Su' T/m2	SENSITIVITY Sv=Su/Su'
1.50	160.00	2.624	13.00	.213	12
2.00	120.00	1.968	16.00	.262	9
2.50	130.00	2.132	15.00	.246	9
3.00	130.00	2.132	25.00	.410	5
3.50	150.00	2.460	20.00	.328	8
4.00	150.00	2.460	27.00	.443	6
4.50	210.00	3.444	30.00	.492	7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรณี h = 2d จะได้

$$Su(FV) = \frac{6T_{max}}{7\pi d^3} \qquad \text{.....(3.2)}$$

เมื่อ Tmax = Maximum Torque (กก-ซม)

d = เส้นผ่าศูนย์กลางของใบ Vane (ซม)

h = ความสูงของใบ Vane (ซม)

3.3 การทดสอบดินในห้องปฏิบัติการ

ในการทดสอบดินในห้องปฏิบัติการนั้น ได้กระทำการทดสอบเพื่อศึกษาคุณสมบัติดินและพารามิเตอร์อื่น ๆ ของดินเพื่อใช้ในการวิจัย ดังนี้

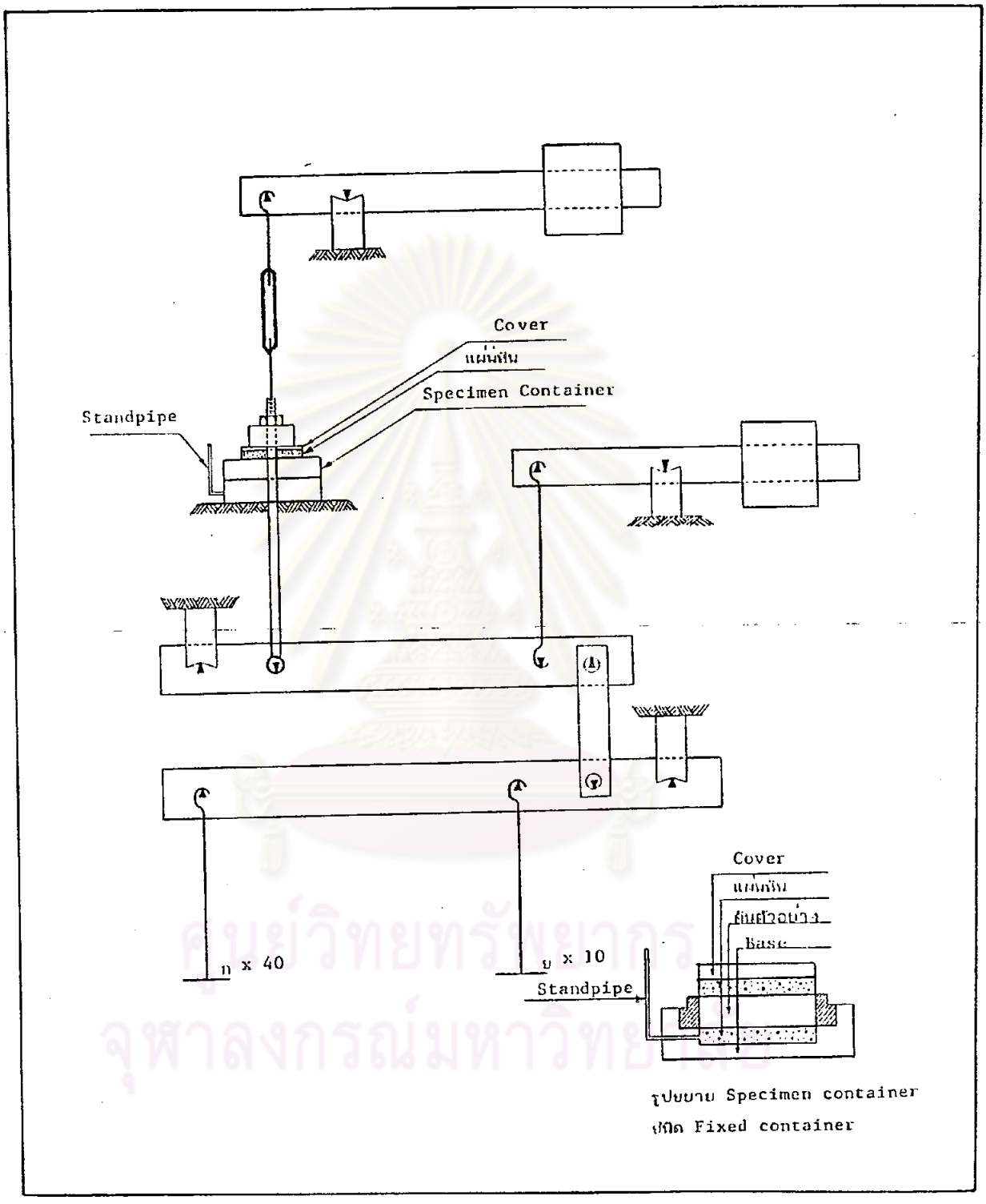
3.3.1 การทดสอบหาคุณสมบัติพื้นฐานของดิน

การทดสอบนี้เพื่อหาคุณสมบัติของดินเพื่อใช้ในการจำแนกชนิดของดิน และเพื่อการวิเคราะห์โดยการทดสอบ Atterbergs Limit , ปริมาณความชื้นตามธรรมชาติ (Natural Moisture content,Wn%) และ ความหนาแน่นรวม (Total Density, γ_T)

3.3.2 การทดลองการอัดตัวคายน้ำ 1 มิติ (One-Dimension Consolidation Test)

การทดลองนี้กระทำโดยใช้เครื่องมือทดสอบ Oedometer แบบ Lever Arm (Lever Arm Type consolidometer) ซึ่งผลิตโดย Engineering Laboratory Equipment Ltd.,U.K. มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ Rigid Machined Casting ซึ่งจะทำให้ระบบสมดุลย์ ปลายข้างหนึ่งของตุ้มจะใส่น้ำหนักคงที่ (Dead Weight) ส่วนอีกด้านหนึ่งจะไปกดดินในตัวอย่าง ซึ่งอยู่ภายใน Container โดย Container ที่ใส่ตัวอย่างจะมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.50 นิ้ว เป็นแบบยึดแน่น (Fixed Ring Container) (รูปที่ 3-4)

การทดลองการอัดตัวคายน้ำนี้ ได้กระทำเพื่อศึกษาคุณสมบัติของดินทางด้านการ



รูป 3-4 เครื่องทดสอบแบบคอนโซลิเดชั่น

ยุบอัดตัว,สัมประสิทธิ์การยุบอัดตัวคายน้ำ, การยุบอัดตัวครั้งที่สอง และค่าหน่วยแรงสูงสุดในอดีต ซึ่งการทดลองดังกล่าวได้กระทำตามวิธีมาตรฐาน ASTM D 2435-65 T โดยการเพิ่มน้ำหนักทีละ 1 เท่า หลังน้ำหนักชุดก่อน เท่ากับ 24 ชม. แล้วทำการบันทึกการยุบตัว และ เวลาอย่างต่อเนื่องตลอดการทดสอบ

3.3.3 การทดสอบกำลังรับแรงกดอัดของดินด้วยเครื่องทดสอบไตรแอกเซียล(Triaxial Compression Test)

การทดสอบนี้ใช้เครื่องมือที่ผลิตโดย WYKEHAM FARRANCE ENGINEERING Ltd . SLOUGH, ENGLAND เป็นเครื่องที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากควบคุมแรงดันได้หลายทิศทาง ประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ Triaxial Cell ต่อกับแผงวัดการเปลี่ยนแปลงปริมาตร (Volume Change Measurement), ความดันกลับในตัวอย่างดิน (Back pressure) และความดันในเซลล์ (Cell Pressure) โดยมีวาวล์ (Valve) และ สายความดัน (Pressure Line) ต่อเชื่อม นอกจากนี้ยังมีระบบควบคุมความดันให้คงที่โดยใช้ระบบสมดุลย์ของปรอท การอ่านค่าความดันในโพรงดินใช้เครื่องแปลงกำลัง (Transducer) อ่านค่าความดันเป็นตัวเลข (Digital) และมีโครงเหล็กแขวน (Steel frame Hanger) สำหรับวางน้ำหนักคงที่ (Dead Weight) และเกจ (Dial Gauge) วัดการยุบอัดตัวในตัวอย่างดิน

ในส่วนของการเตรียมตัวอย่างดิน, การเตรียมเครื่องมือทดสอบ และเทคนิคย่อยได้ถูกกล่าวไว้ในวิทยานิพนธ์ของ ดำรงค์ (2526), ชูชาติ (2527), ไพบูลย์ (2527) และสานิตย์ (2528)

การทดสอบดินด้วยเครื่องมือไตรแอกเซียลนี้ สามารถทำการทดสอบดินได้หลายวิธี สำหรับในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการทดสอบดังวิธีต่อไปนี้

3.3.3.1 การทดสอบหากำลังรับแรงกดอัดแบบอัดตัวคายน้ำ วิธี Ko ในสภาพไม่ระบายน้ำ พร้อมวัดค่าความดันน้ำในโพรงดิน (Ko - Consolidated Undrained Triaxial Compression Test with Pore Pressure Measurement,CKoU-TC Test)

การทดลองนี้จะกระทำการอัดตัวคายน้ำดิน ณ สภาวะสมดุลย์ (Ko) โดยทดสอบที่ OCR ของดินต่าง ๆ กัน ซึ่งในการทดลองนี้ได้ทำที่ OCR= 1, 2 และ 3 เนื่องจากดินที่ทดสอบมีความไวสูง (St= 6 - 14) ฉนั้นการทดสอบที่ OCR ต่างๆจึงเลือกใช้วิธี Recompression โดยการเพิ่มความดันในเซลล์ (Cell Pressure) ให้ได้ค่า OCR ที่ต้องการ ซึ่งการทดลองดังกล่าวจะไม่ทำให้เกิดความกระทบกระเทือนมากนัก ดำรงค์ (2526) โดยมีขั้นตอนในการทดสอบดังนี้คือ

1. การทำให้ดินอิ่มน้ำ (Saturation)

หลังจากเตรียมตัวอย่างลงในเครื่องไตรแอคเชียลแล้ว จะต้องทำให้ดินอิ่มน้ำ เพื่อให้ดินมี Degree of Saturation = 100% โดยใช้ back pressure เท่ากับ 2.0 กก.ต่อ ตร.ซม (Bishop & Henkel, 1962) เพื่อละลายฟองอากาศและใช้แรงดันเซลล์ (Cell pressure) เท่ากับ 2.10 กก.ต่อ ตร.ซม เพื่อป้องกันไม่ให้ดินบวมตัว ทิ้งไว้อย่างน้อย 24 ชม.ในการเพิ่มแรงดันเซลล์ และ back pressure จะค่อย ๆเพิ่มแรงดันทีละ 0.1 กก./ตร.ซม/นาที สลับกันโดยเริ่มที่แรงดันเซลล์ก่อน ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้ดินถูกรบกวนมากเมื่อแรงดันเซลล์เท่ากับ 2.10 กก/ซม และ back pressure เท่ากับ 2.0 กก/ซม แล้วจึงต่อแรงดันเข้ากับระบบสมดุลย์ของปรอท ซึ่งตั้งความดันไว้ก่อนแล้ว และบันทึกปริมาตรของน้ำในตัวอย่างที่เปลี่ยนแปลงด้วย

เมื่อทิ้งไว้ 24 ชม.แล้ว ก่อนจะทดลองขั้นต่อไปต้องตรวจสอบดูการอิ่มน้ำของดินก่อน โดยปิดวาล์วระบายน้ำที่ฐานเครื่องมือแล้วเพิ่มแรงดันเซลล์ ถ้าแรงดันน้ำในโพรงดินเพิ่มขึ้นเท่ากับแรงดันเซลล์ที่เพิ่มแล้วแสดงว่าดินนั้นอิ่มน้ำ

2. การอัดตัวคายน้ำ (Consolidation Process)

การอัดตัวคายน้ำนี้จะกระทำเป็น 2 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 การอัดตัวคายน้ำแบบไอโซทรอปปิก (Isotropic Consolidation) จะกระทำโดยค่อย ๆ เพิ่มแรงดันเซลล์ จนกระทั่งผลต่างของแรงดันเซลล์ (Cell pressure) กับ backpressure เท่ากับหรือน้อยกว่าหน่วยแรงประสิทธิผลในแนวราบตามค่า OCR ที่ต้องการที่จะทดสอบ

$\bar{\sigma}_{ho}$ = Cell pressure - back pressure

ขั้นที่ 2 การอัดตัวคายน้ำแบบแอนไอโซทรอปปิด (Anisotropic Consolidation) (Ko -Consolidation) กระทำโดยเพิ่มน้ำหนักคงที่บนโครงแขวนเหล็กที่แขวนอยู่บน loading piston เพื่อให้หน่วยแรงในแนวดิ่งและแนวนอนมีค่าต่างกัน ซึ่งน้ำหนักที่ใช้แขวนจะขึ้นอยู่กับค่า OCR ที่ต้องการจะทดสอบโดยน้ำหนักรวมที่ใช้แขวน จะเท่ากับน้ำหนักที่จะใช้สมดุลย์แรงดันเซลล์ บวกกับผลต่างของแรงประสิทธิผลในแนวดิ่ง และแนวราบที่ต้องการ

น้ำหนักที่ใส่เพิ่มบนที่แขวน = ผลต่างของหน่วยแรงประสิทธิผลในแนวดิ่งกับแนวราบตามธรรมชาติ

= $\{(\bar{\sigma}_{vo}-\bar{\sigma}_{ho})$ + น้ำหนักที่สมดุลย์แรงดันเซลล์ (รูป 3-5)

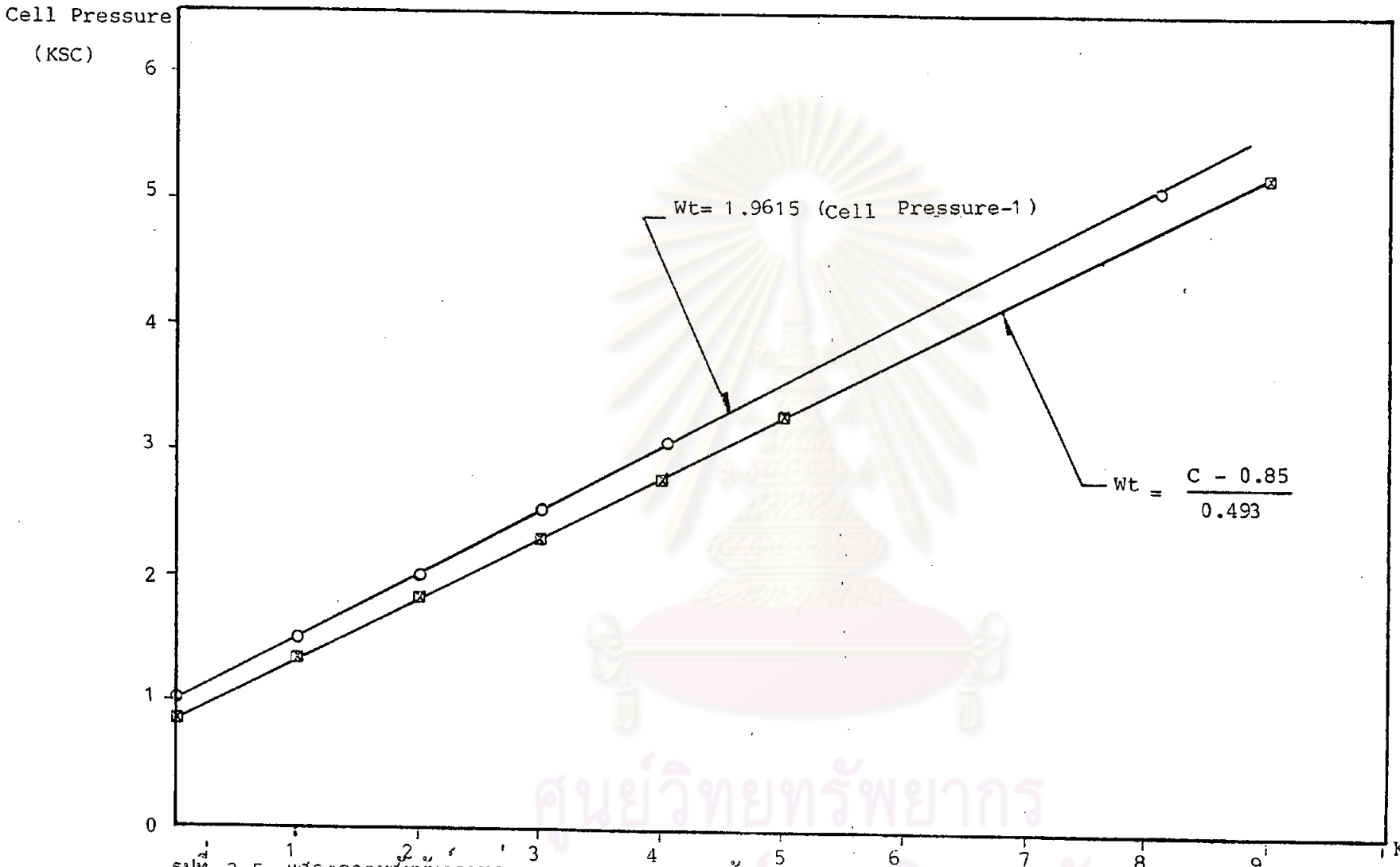
ค่าน้ำหนักที่สมดุลย์แรงดันเซลล์ได้ทำการ Calibrate ไว้ (กราฟรูปที่ 3-5) โดยเป็นน้ำหนักที่ใช้ต้านความดันน้ำในเซลล์ที่จะทำให้ loading piston พยายามลอยตัวขึ้น

การทำ Ko-Consolidation จะต้องไม่มีการยืดหดตัวทางด้านข้าง (No lateral Strain) โดยขณะที่เกิด Consolidation จะตรวจสอบปริมาตรน้ำที่ไหลออกจากดินต้องเท่ากับการยุบตัวในแนวดิ่ง x พื้นที่หน้าตัดซึ่งปรับแก้แล้ว

3. การเพิ่มแรงอัด (Compression Test)

ก่อนการทดสอบขั้นนี้จะต้องปิด back pressure valve เสียก่อนเพื่อมิให้น้ำไหลออกจากตัวอย่างดิน และเปิด pore pressure lined ไว้เพื่อวัดค่าความดันน้ำในโพรงดินซึ่งเริ่มต้นจะมีค่าเท่ากับ back pressure ที่ใส่เข้าไปแล้วจึงเพิ่มหน่วยแรงในแนวดิ่งเข้าไปด้วยอัตราความเครียดตามแนวแกน เท่ากับ 1% ต่อ ชม. จนกระทั่งตัวอย่างเกิดการพิบัติ จดค่าหน่วยแรงในแนวดิ่งและความดันน้ำโพรงเพิ่มตลอดการทดสอบ

3.3.3.2 การทดสอบ UU-TC TEST (Unconsolidated Undrained



รูปที่ 3-5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Cell Pressure กับ Required Weight to balance Cell Pressure (Not include hanged weight) ในการทดสอบ CK_oU

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Triaxial Compression Test)

การทดลองนี้เป็นวิธีการวัดค่าแรงเฉือนแบบอันเดรนของดิน โดยใช้แนวเหตุผลที่ว่าค่าแรงเฉือนแบบอันเดรน (Su) ของดินมีความสัมพันธ์อันหนึ่งกับค่าปริมาณความชื้น ณ.จุดพิบัติ โดยมีวิธีการทดสอบคล้ายกับข้อ 3.3.3.1 แต่ไม่มีการ Consolidated ตัวอย่างและใช้ค่าความดันน้ำในเซลล์เท่ากับหน่วยแรงรวมในแนวดิ่งตามธรรมชาติ (σ_{vo}) และทดสอบโดยเพิ่มแรงอัดจนกระทั่งตัวอย่างเกิดการพิบัติด้วยอัตราความเครียด 15% ต่อ ชม. ผลการทดสอบจะใช้เปรียบเทียบกำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรนกับ Field Vane Shear Test ด้วย โดยในการทดสอบนี้ ได้ใช้ตัวอย่างจากหลุมเจาะ BH-3, และ BH-4 มาทำการทดสอบ

ปริมาณการทดสอบดินต่าง.ๆ ได้แสดงในตารางที่ 3-2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 3-2 รายการทดสอบคุณสมบัติตัวอย่างดินจากหลุมเจาะ BH-3 และ BH-4

BH-3 (ชายฝั่งทะเลใกล้สะพาน รพช. หน้าตลาดเมืองใหม่ตาบา) BH-4 (ชายฝั่งทะเลปากแม่น้ำตากใบหน้าตลาดเมืองใหม่ตาบา)

ชนิดการทดสอบ	ความลึกของตัวอย่าง m	จำนวนตัวอย่างที่ทำการทดสอบ	ชนิดการทดสอบ	ความลึกของตัวอย่าง m	จำนวนตัวอย่างที่ทำการทดสอบ
ATTERBERG LIMITS	2.00,3.00,4.50,12.50,13.00, 14.00	6	ATTERBERGS LIMIT	1.50, 3.00, 4.00, 5.00,9.00 10.00, 12.00, 13.00, 13.60	14
Unconsolidation Undrained Triaxial Compression (UU)	3.05,3.60,13.25	3	Unconsolidation Undrain Traiaxial Compression (UU)	3.50, 4.60, 15.35	4
Consolidation (วิธีการ Standard)	2.90 4.00 13,10	4	Consolidation (วิธีการ Standard)	3.2 4.7 12.7 13.95 15.75	4
$\overline{CAU}$ (CK_0U) Triaxial Compression Test	3.35, 3.85, 3.95	4	$\overline{CAU}$(CK_0U) Triaxial Compression Test	3.15, 3.45, 3.55, 12.25,12.65 13.55, 13.80, 14.35, 20.00	9