สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ค
สารบัญรูป	ฉ
คำนิยามศัพท์ทางปฐพีกลศาสตร์	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน	2
1.5 ขั้นตอนการทำโครงงาน	2
1.6 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน	3
1.7 แผนงานและการดำเนินงานตลอดโครงงาน	4
1.8 รายละเอียดงบประมาณโครงงาน	4
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	
2.1 การหาความชื้นของตัวอย่างดิน (Water Content)	5
2.2 การทดสอบขีดจำกัดอัตเตอร์เบิร์ก (Atterberg 's Limit)	5
2.3 การหาขนาดและการกระจายตัวของเม็ดดิน (Grain Size Analysis)	6
2.4 การจำแนกดินทางวิศวกรรม โดยระบบ AASHO Classification	9
2.5 การทดสอบการบดอัดดิน (Compaction Test)	13
2.6 การทดสอบแคลิฟอร์เนีย แบริ่งเรโช (C.B.R. Test)	15
2.7 การทดสอบการอัดตัว-คายน้ำ (Consolidation Test)	17
2.8 ลักษณะโดยทั่วไปของพื้นที่ศึกษา	23
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	
3.1 การปฏิบัติงานภาคสนาม	28
3.1.1 การเจาะสำรวจดิน	28
3.1.2 การเก็บตัวอย่างดิน	29
3.2 งานภาคห้องปฏิบัติการ	30
3.2.1 การทดสอบคุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางแมคเคนิกส์	30

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 Atterberg 's Limit Test	41
4.2 Grain Size Analysis	44
4.3 Specific Gravity of Soil	47
4.4 Compaction Test	48
4.5 C.B.R. Test	50
4.6 Consolidation Test	53
4.7 ลักษณะและคุณสมบัติของดิน	55
4.8 คุณสมบัติทางวิศวกรรม	56
บทที่ 5 วิเคราะห์และสรุปผล	
5.1 วิเคราะห์ผล	58
5.2 สรุปผล	58
บรรณานุกรม	59
ภาคผนวก ก ผลการทดสอบและรายงานการคำนวณในงานวิจัยนี้	60
ภาคผนวก ข ผลการทดสอบดินในบริเวณใกล้เคียงที่เคยกระทำมาก่อน	156
ประวัติผู้เขียน	170

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางแสดงแผนการดำเนินงาน	4
ตารางที่ 2.1 แสดงระดับความเหนียว (Degree of Plasticity)	6
ตารางที่ 2.2 การหาค่าคงที่ K_2	9
ตารางที่ 2.3 รายละเอียดการจำแนกดินระบบ AASHO Classification	10
ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างข้อมูลเพื่อการจำแนกดิน	11
ตารางที่ 2.5 ขั้นตอนการจำแนกตัวอย่างดิน SoilBและC โดยระบบ AASHO Classification	12
ตารางที่ 2.6 ความสัมพันธ์ของ %C.B.R. และการใช้งาน	16
ตารางที่ 4.1 Boring Log	57
ตารางที่ ก.1 ผลการทดลอง Atterberg's Limit ที่ระดับความลึก 1.50-3.90 m	61
ตารางที่ ก.2 ผลการทดลอง Atterberg's Limit ที่ระดับความลึก 3.90-5.40 m	62
ตารางที่ ก.3 ผลการทดลอง Atterberg's Limit ที่ระดับความลึก 5.40-7.40 m	63
ตารางที่ ก.4 ผลการทดลอง Atterberg's Limit ที่ระดับความลึก 7.40-9.90 m	64
ตารางที่ ก.5 ผลการทดลอง Grain Size Analysis ที่ระดับความลึก 1.50-3.90 m	72
ตารางที่ ก.6 ผลการทดลอง Grain Size Analysis ที่ระดับความลึก 3.90-5.40 m	73
ตารางที่ ก.7 ผลการทดลอง Grain Size Analysis ที่ระดับความลึก 5.40-7.40 m	74
ตารางที่ ก.8 ผลการทดลอง Grain Size Analysis ที่ระดับความลึก 7.40-9.90 m	75
ตารางที่ ก.9 ผลการทดลอง Hydrometer Testที่ระดับความลึก 1.50-3.90 m	76
ตารางที่ ก.10 ผลการทดลอง Hydrometer Testที่ระดับความลึก 3.90-5.40 m	77
ตารางที่ ก.11ผลการทดลอง Hydrometer Testที่ระดับความลึก 5.40-7.40 m	78
ตารางที่ ก.12ผลการทดลอง Hydrometer Testที่ระดับความลึก 7.40-9.90 m	79
ตารางที่ ก.13 ผลการทดลอง Specific Gravity of Soil ที่ระดับความลึก 1.50-3.90 m	91
ตารางที่ ก.14 ผลการทดลอง Specific Gravity of Soil ที่ระดับความลึก 3.90-5.40 m	92
ตารางที่ ก.15 ผลการทดลอง Specific Gravity of Soil ที่ระดับความลึก 5.40-7.40 m	93
ตารางที่ ก.16 ผลการทดลอง Specific Gravity of Soil ที่ระดับความลึก 7.40-9.90 m	94
ตารางที่ ก.17 ผลการทดลอง Compaction Test ที่ระดับความลึก 0.00-3.90 m	96
ตารางที่ ก.18 ผลการทดลอง Compaction Test ที่ระดับความลึก 0.00-3.90 m (ต่อ)	97
ตารางที่ ก.19 ผลการทดลอง C.B.R. Test ที่ระดับความลึก 0.00-3.90 m	100

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง	หน้า
ตารางที่ ก.20 ผลการทดลอง C.B.R. Test ที่ระดับความลึก 0.00-3.90 m (ต่อ)	101
ตารางที่ ก.21 ผลการทดลอง Consolidation Test ที่ระดับความลึก 0.00-3.90 m น้ำหนักกระทำ 0-1 กก.	106
ตารางที่ ก.22 ผลการทดลอง Consolidation Test ที่ระดับความลึก 0.00-3.90 m น้ำหนักกระทำ 1-2 กก.	107
ตารางที่ ก.23 ผลการทดลอง Consolidation Test ที่ระดับความลึก 0.00-3.90 m น้ำหนักกระทำ 2-7 กก.	108
ตารางที่ ก.24 ผลการทดลอง Consolidation Test ที่ระดับความลึก 0.00-3.90 m น้ำหนักกระทำ 7-12 กก.	109
ตารางที่ ก.25 ผลการทดลอง Consolidation Test ที่ระดับความลึก 0.00-3.90 m น้ำหนักกระทำ 12-27 กก.	110
ตารางที่ ก.26 ผลการทดลอง Consolidation Test ที่ระดับความลึก 0.00-3.90 m น้ำหนักกระทำ 27-22 กก.	111
ตารางที่ ก.27 ผลการทดลอง Consolidation Test ที่ระดับความลึก 0.00-3.90 m น้ำหนักกระทำ 22-12 กก.	112
ตารางที่ ก.28 ผลการทดลอง Consolidation Test ที่ระดับความลึก 0.00-3.90 m น้ำหนักกระทำ 0-1 กก.	113
ตารางที่ ก.29 ผลการทดลอง Consolidation Test ที่ระดับความลึก 0.00-3.90 m น้ำหนักกระทำ 1-2 กก.	114
ตารางที่ ก.30 ผลการทดลอง Consolidation Test ที่ระดับความลึก 0.00-3.90 m น้ำหนักกระทำ 2-7 กก.	115
ตารางที่ ก.31 ผลการทดลอง Consolidation Test ที่ระดับความลึก 0.00-3.90 m น้ำหนักกระทำ 7-12 กก.	116
ตารางที่ ก.32 ผลการทดลอง Consolidation Test ที่ระดับความลึก 0.00-3.90 m น้ำหนักกระทำ 12-27 กก.	117
ตารางที่ ก.33 ผลการทดลอง Consolidation Test ที่ระดับความลึก 0.00-3.90 m น้ำหนักกระทำ 27-22 กก.	118

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง		หน้า
ตารางที่ ก.34	ผลการทดลอง Consolidation Test ที่ระดับความลึก 0.00-3.90 m น้ำหนักกระทำ 22-12 กก.	119
ตารางที่ ก.35	ผลการทดลอง Consolidation Test ที่ระดับความลึก 1.50-2.20 m	120
ตารางที่ ก.36	ผลการทดลอง Consolidation Test ที่ระดับความลึก 2.20-2.90 m	121
ตารางที่ ก.37	ผลการทดลอง Consolidation Test ที่ระดับความลึก 1.50-2.20 m	122
ตารางที่ ก.38	ผลการทดลอง Consolidation Test ที่ระดับความลึก 2.20-2.90 m	123

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 กราฟการกระจายขนาดของเม็ดดิน	7
รูปที่ 2.2 แสดงความสำคัญระหว่าง C.B.R., K, R และ Bearing Value	16
รูปที่ 2.3 แสดงผลลัพธ์ที่ได้มาจากการทดสอบ Consolidation Test	18
รูปที่ 2.4 แสดงวิธีการหา Maximum Past Pressure / Pre-Consolidation Pressure	20
รูปที่ 2.5 แสดง Model ที่ใช้อธิบายพฤติกรรมเวลาในการยุบตัวของดิน	21
รูปที่ ก.1 ผลการทดลอง Grain Size Analysis ที่ระดับความลึก 1.50-3.90 m	80
รูปที่ ก.2 ผลการทดลอง Grain Size Analysis ที่ระดับความลึก 3.90-5.40 m	80
รูปที่ ก.3 ผลการทดลอง Grain Size Analysis ที่ระดับความลึก 5.40-7.40 m	81
รูปที่ ก.4 ผลการทดลอง Grain Size Analysis ที่ระดับความลึก 7.40-9.90 m	81
รูปที่ ก.5 ผลการทดลอง C.B.R. Test ที่ระดับความลึก 0.00-3.90 m	101
รูปที่ ก.6 แสดงอุปกรณ์การเจาะแบบฉีดล้าง	149
รูปที่ ก.7 แสดงวิธีการเจาะแบบฉีดล้าง	150
รูปที่ ก.8 แสดงการแบ่งความยาวของก้านเจาะเพื่อนับค่า Standard Penetration Test	151
รูปที่ ก.9 แสดงการแบ่งความยาวของก้านเจาะเพื่อนับค่า Standard Penetration Test (ต่อ)	152
รูปที่ ก.10 แสดงการตอกกระบอกเพื่อเก็บตัวอย่างดินและนับค่า Standard Penetration Test	153
รูปที่ ก.11 แสดงการต่อก้านเจาะ	154
รูปที่ ก.12 แสดงการขันก้านเจาะให้แน่นด้วยประแจคอม้า	155

นิยามศัพท์ทางปฐพีกลศาสตร์

AASHO สมาคมทางหลวงระหว่างรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งย่อมาจากคำว่า American Association of State Highway Officials.

Apparent Cohesion, $C_a\left(FL^{-2}\right)$ ส่วนของกำลังของดินที่เรียกว่า ความเหนียว ซึ่งเกิดจากแรงดึง ดูดระหว่างเม็ดดิน เนื่องจากแรงตึงผิวของความชื้นระหว่างเม็ดของดินทราย (ความเหนียวล่วง)

Area Ratio, Ar (%) อัตราส่วนของพื้นที่ความหนาของกระบอกเก็บตัวอย่างต่อพื้นที่ภายในกระบอก แสดงถึงโอกาสที่จะทำให้ตัวอย่างดินเปลี่ยนสภาพไปเพราะการรบกวนจากกระบอกเก็บตัวอย่าง

Binder ส่วนของดินที่มีเม็ดเล็กกว่าตะแกรงเบอร์ 40

California Bearing Ratio, CBR (%) อัตราส่วนหน่วยแรงต้านของดินบดอัดต่อแรงต้านการกดของหินคลุกมาตรฐาน

Clay มวลดินที่มีขนาดเล็กกว่า 0.002 ม.ม. และมีความเหนียวเมื่อชื้น อันเกิดจากแรงดันทางฟิสิกส์ -เคมี ระหว่างเม็ดดิน (ดินเหนียว)

Coefficient of Consolidation, $C_v\left(L^2T^{-1}\right)$ ค่าคงที่ของดินที่แสดงอัตราของการทรุดตัวของชั้นดิน

Coefficient of Uniformity, C_u (%) อัตราส่วนของ D_{60} ต่อ D_{10} เมื่อ D_{60} คือ ขนาดที่มีส่วนของเม็ดดินเล็กกว่า ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ และ D_{10} คือ ขนาดที่มีส่วนของเม็ดดินเล็กกว่า ถึง 10 เปอร์เซ็นต์ จากกราฟการกระจายตัวของขนาดเม็ดดิน

Coefficient of Viscosity, $\left(FTL^{-2}\right)$ ความหนืดของของเหลว แสดงโดยหน่วยแรงเฉือน ที่ทำให้แผ่นขนาน 2 แผ่นเคลื่อนที่ในทิศทางตรงข้ามกันโดยมีความเร็ว 1 หน่วย และอยู่ห่างกัน 1 หน่วย

Cohesion, $C\left(FL^{-2}\right)$ ส่วนของกำลังของดินที่เรียกว่า ความเหนียว เกิดจากแรงยึดตัวทางฟิสิกส์- เคมี ระหว่างเม็ดดินขนาดเล็ก (ดินเหนียว)

Cohesionless Soil ดินซึ่งไม่มีความเหนียว จะไม่มีการจับตัวหรือไม่มีกำลัง ถ้าไม่ถูกอัด เช่น ดินทราย

Compaction การทำให้มวลดินมีความหนาแน่นขึ้นโดยวิธีทางกลศาสตร์ (การบดอัด)

Compaction Curve เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของมวลดินภายหลังการบดอัด และปริมาณความชื้นในระหว่างบดอัด

Compressibility Index, C_c ความลาดของเส้นตรงของกราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราช่องว่างและแรงกดบน Semi – log สเกล จากการทดลองการทรุดตัวของชั้นดิน

Compressive Strength, $qu\left(FL^{-2}\right)$ กำลังของดินในการกดตัวอย่างดินในการทดสอบ Unconfined Compressive Strength Test $(qu \approx 2c)$

Consolidation การลดปริมารของดินอิ่มตัว เนื่องจากมีแรงอัดจากภายนอก โดยมวลดินจะระบายน้ำออกไป (การทรุดตัว)

Consolidation – Time Curve เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณการทรุดตัวและระยะเวลาตั้งแต่เริ่มมีน้ำหนักกดทับ

Degree of Consolidation (Percentage of Consolidation),U (%) อัตราการทรุดตัวที่เกิดขึ้นปัจจุบัน ต่อการทรุดตัวที่เกิดขึ้นทั้งหมด ภายใต้แรงกดเท่ากัน

Density, $\gamma\left(FL^{-3}\right)$ น้ำหนักดินต่อปริมาตร (ความหนาแน่น) มีได้หลายลักษณะ เช่น ความหนาแน่นของดินแห้ง, γ_d ความหนาแน่นของดินแห้ง, γ_{sat} ความหนาแน่นของดินชื้น, γ_t

Equivalent Diameter, D (L) เส้นผ่าศูนย์กลางของทรงกลมที่มีขนาดเสมือนแทนเม็ดดินรูปร่างต่างๆ และจะตกตะกอนในของเหลวด้วยความเร็วเท่าๆกัน

Fill ดินถม ที่มิใช่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

Fines ส่วนของเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าตะแกรงเบอร์ 200 (74 ไมครอน)

Flow Curve เส้นของความสัมพันธ์ ของจำนวนครั้งของการเคาะและความชื้นในการทดสอบ Liquid Limit

Flow Index, $F_w, I_f(\%)$ ความลาดของเส้น Flow curve

Gradation (Grain Size Distribution) ขนาดต่างๆของเม็ดดินที่ประกอบอยู่ในมวลดิน

Gravel ก้อนหินกลมหรือกึ่งกลม ที่มีขนาดเล็กว่า 3 นิ้ว แต่ใหญ่กว่าตะแกรงเบอร์ 4

Hydraulic Gradient, i (D) อัตราการศูนย์เสียความดันของน้ำต่อระยะที่น้ำซึมผ่าน, $\frac{dh}{dL}$

Liquid Limit, LL. $W_L(\%)$ ความชื้นขณะที่มวลดินเริ่มเปลี่ยนสถานะภาพ จากของเหลวเป็นของพลาสติก หาได้โดยการทดสอบด้วยการเคาะในเครื่องมือมาตรฐาน

Optimum Moisture Content, $W_{opt}(\%)$ ความชื้นที่พอเหมาะทำให้การบดอัดมีประสิทธิภาพและเกิดความแน่นสูงสุด (Maximum Dry Density)

Overconsolidated Soil Deposit ชั้นซึ่งเคยถูกน้ำหนักกดทับมามากกว่าน้ำหนักทับถมในปัจจุบัน

Percent Compaction (%) อัตราของความแน่นในกรบดอัดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของความแน่นสูงสุดที่ทดลองได้ในห้องทดลอง

Plasticity Index, $I_p, P.I.(\%)$ ตัวเลขแสดงความต่างของ Liquid Limit และ Plastic Limit

Pore Pressure (Pore Water Pressure) แรงดันน้ำในมวลดิน

Porosity, n อัตราส่วนของปริมาณช่องว่าง (Void) ต่อปริมาตรต่อปริมาตรดินทั้งหมด (Total Volume)

Pressure – Void Ratio Curve (e – log p Curve) กราฟแสดงความสัมพันธ์ของช่องว่างในมวลดิน (Void) และหน่วยแรงกด (Pressure) ในลอกาลิทั่มมิค สเกล

Proctor Compaction การบดอัดดินโดยใช้มาตรฐานของ Proctor โดยใช้พลังงานในการบดอัด 12,600 ft – lb / ft^3

Sand เม็ดหินขนาดเล็กกว่าตะแกรงเบอร์ 4 และใหญ่กว่าเบอร์ 200

Shrinkage Index, SI ค่าความชื้นที่แตกต่างระหว่าง Plastic Limit และ Shrinkage Limit

Shrinkage Limit, SL, $W_s(\%)$ ความชื้นในมวลดินเมื่อมีการลดความชื้นลงไปอีกจะไม่มีการหดตัวของมวลดินอีกต่อไป

Silt เม็ดดินขนาดเล็กกว่าตะแกรงเบอร์ 200 ซึ่งไม่มีความเหนียว

Specific Gravity (G) ความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน

Time Factor, T ค่าคงที่ตามทฤษฎีของ Consolidation ซึ่งแสดงถึงเปอร์เซ็นต์การทรุดตัว

Toughness Index, I_T อัตราส่วนของ P.I. ต่อ Flow Index I_f

Void Ratio, e อัตราส่วนของปริมาตรช่องว่างต่อปริมาตรเนื้อดิน

Zero Air Void Curve เส้นกราฟแสดงความหนาแน่นของมวลดินอิ่มตัว (S = 100 %)