สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงงานวิจัย	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
ความสำคัญและที่มาของโครงงาน	1
วัตถุประสงค์	2
ขอบเขตของโครงงานวิศวกรรม	2
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
ขั้นตอนการดำเนินงานโครงงาน	2
แผนการดำเนินงาน	3
แผนผังลำดับขั้นตอนในการทำโครงงาน	4
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	
วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	5
แรงดันด้านข้างของดิน	52
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
การค้นหาข้อมูล	63
การจัดเก็บข้อมูล	63
สรุปค่าพารามิเตอร์ต่างๆ และทำการแบ่งชนิดของดิน	64
สร้างข้อมูลจำลองค่า Cu และ Ø โดย Progarm @risk โดยวิธี Monte-Carlo	67
ทำการคำนวณทางทฤษฎีของ Rankine ,Coulomb , Tshebotarioff และโปรแกรม Plaxis	72
สรุปผล	74
แผนการดำเนินงาน	75

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาการกระจายตัวของคุณสมบัติของข้อมูลดิน 76

4.2 ผลการศึกษาการกระจายตัวของค่า C และ Ø ที่ได้จากการคำนวณจากค่า Standard Penetration Test (SPT) 76

4.3 ผลการจำลองแบบข้อมูลของค่า Ø และ Cu จำนวน 70 ค่าโดยโปรแกรม @Risk จากค่า Ø และ Cu ที่คำนวณ 76

4.4 ผลการคำนวณแรงดันทางด้านข้างของดินโดยคำนึงถึงความแปรปรวนของคุณสมบัติดิน 79

4.5 ลักษณะคุณสมบัติของผนังกั้นดินที่ใช้ในการคำนวณ 89

บทที่ 5 วิเคราะห์และสรุปผล

5.1 วิเคราะห์ความแปรปรวนของแรงดันทางด้านข้างของดินที่ได้จากทฤษฎี 90

5.2 วิเคราะห์ความแปรปรวนของแรงดันทางด้านข้างของดินที่ได้จากโปรแกรม Plaxis 91

5.3 เปรียบเทียบกราฟระหว่างโปรแกรม Plaxis กับ ทฤษฎีต่างๆ 92

5.4 สรุป 96

5.5 ข้อเสนอแนะ 96

บรรณานุกรม 97

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก สรุปความแปรปรวนต่างๆของข้อมูลดิน 99

ภาคผนวก ข กราฟแสดงแรงดันทางด้านข้างของดินโดยวิธีต่างๆ 169

ภาคผนวก ค ข้อมูลดิน 197

ภาคผนวก ง แสดงการจำลองของค่า Cu และ Ø 235

ประวัติผู้เขียน 242

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 (ก) แผ่นอะลูมิเนียมที่ประกอบด้วยขอบโค้งและขอบตรงรวมทั้งรูกลมสองขนาดภายใน 6

รูปที่ 2.1 (ข) การวิเคราะห์หาผลเฉลยบนแผ่นอะลูมิเนียมด้วยการใช้วิธีการผลต่างสืบเนื่อง 6

รูปที่ 2.1 (ค) การวิเคราะห์หาผลเฉลยบนแผ่นอะลูมิเนียมด้วยการใช้วิธีการไฟไนต์เอลิเมนต์ 7

รูปที่ 2.2 รูปร่างลักษณะทั่วไปของขอบเขตของปัญหาที่กำหนดมาให้ 9

รูปที่ 2.3 การแบ่งรูปร่างลักษณะของปัญหาออกเป็นตารางสี่เหลี่ยมเพื่อใช้กับวิธีการผลต่างสืบเนื่อง 10

รูปที่ 2.4 การประยุกต์ใช้รูปแบบของแผนภาพสมการ (2.8) ลงบนทุกจุดในขอบเขตของปัญหา 12

รูปที่ 2.5 แผ่นโลหะที่ต้องการหาการกระจายของอุณหภูมิโดยวิธีการผลต่างสืบเนื่อง 13

รูปที่ 2.6 การแบ่งแผ่นโลหะออกเป็นตารางสี่เหลี่ยมโดยวิธีการผลต่างสืบเนื่อง 14

รูปที่ 2.7 ลักษณะการกระจายของอุณหภูมิบนแผ่นโลหะ โดยการใช้วิธีการผลต่างสืบเนื่อง 15

รูปที่ 2.8 แผ่นโลหะที่มีอุณหภูมิที่ขอบรอบนอกไม่สม่ำเสมอ 16

รูปที่ 2.9 ลักษณะของเมตริกซ์ [K] สำหรับปัญหาทั่วไป 16

รูปที่ 2.10 การเก็บค่าไม่เท่ากับศูนย์ของเมตริกซ์ [K] ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 17

รูปที่ 2.11 การใช้วิธีการไฟไนต์เอลิเมนต์แบ่งแผ่นโลหะออกเป็นเอลิเมนต์ลักษณะต่างๆ กัน 18

รูปที่ 2.12 การแบ่งรูปร่างลักษณะของปัญหาออกเป็นเอลิเมนต์แบบต่างๆ 18

รูปที่ 2.13 เอลิเมนต์สามเหลี่ยมแบบอย่างประกอบด้วยสามจุดต่อโดยมีตัวไม่รู้ค่าอยู่ ณ ตำแหน่งที่จุดต่อ 19

รูปที่ 2.14 ตัวอย่างปัญหาทางโครงสร้างแบบง่ายๆ 22

รูปที่ 2.15 ลักษณะเอลิเมนต์แบบอย่างสำหรับโครงสร้าง 23

รูปที่ 2.16 สปริงเอลิเมนต์ 24

รูปที่ 2.17 ตัวอย่างการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุหลายชนิด 25

รูปที่ 2.18 ลักษณะเอลิเมนต์แบบอย่างสำหรับการถ่ายเทความร้อน 26

รูปที่ 2.19 ตัวอย่างการไหลในระบบท่อ 27

รูปที่ 2.20 ลักษณะเอลิเมนต์แบบอย่างของการไหลในท่อกลม 28

รูปที่ 2.21 ตัวอย่างของระบบสปริงในหนึ่งมิติ 30

รูปที่ 2.22 ลักษณะสปริงเอลิเมนต์ที่ 1 ของรูป 2.21 30

รูปที่ 2.23 ลักษณะสปริงเอลิเมนต์ที่ 2 ของรูป 2.21 31

รูปที่ 2.24 ลักษณะสปริงเอลิเมนต์ที่ 3 ของรูป 2.21 31

รูปที่ 2.25 ลักษณะสปริงเอลิเมนต์ที่ 4 ของรูป 2.21 32

รูปที่ 2.26 ลักษณะของเมตริกซ์ระบบรวมและครึ่งของความกว้างแถบ 34

รูปที่ 2.27 แท่งโลหะ 2 ชนิด จำลองด้วย 2 เอลิเมนต์และ 3 จุดต่อ 36

รูปที่ 2.28 แบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์สำหรับแท่งโลหะ 2 ชนิด 37

รูปที่ 2.29 ตัวอย่างปัญหาทางโครงสร้างในสองมิติ 40

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.30 ค่าเคลื่อนตัวที่จุดต่อในระบบแกนรวมใหญ่และแกนย่อย 41
รูปที่ 2.31 เอลิเมนต์ในแนวแกนย่อย x 42
รูปที่ 2.32 เอลิเมนต์ในระบบแกนรวมใหญ่ X – Y 42
รูปที่ 2.33 พลังงานความเครียดในสปริง 42
รูปที่ 2.34 การวางตัวของเอลิเมนต์โดยมุม θ วัดจากแนวแกน X โดยมีค่าเป็นบวกในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา 45
รูปที่ 2.35 ตัวอย่างโครงสร้างสองมิติ 45
รูปที่ 2.36 เอลิเมนต์ท่อนในระนาบ X – Y มีค่าเคลื่อนตัวที่ไม่รู้ค่าที่จุดต่อปลายทั้งสองรวม 4 ค่า 46
รูปที่ 2.37 การตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบเนื่องจากทั้ง โครงสร้างต้องอยู่ในสภาวะสมดุล 50
รูปที่ 2.38 เอลิเมนต์ที่ 3 และการเคลื่อนตัวของจุดอ่อนที่ปลายทั้งสอง 50
รูปที่ 2.39 แรงดันด้านข้างที่กระทำบนกำแพงกันดินที่สภาวะต่างๆ 52
รูปที่ 2.40 การเปลี่ยนแปลงของแรงดันด้านข้างของดินที่ $\Delta H/H$ ต่างๆ 53
รูปที่ 2.41 แรงดันดินเชิงรุก 56
รูปที่ 2.42 แรงดันเชิงรับ 58
รูปที่ 2.43 แรงดันเชิงรุกของทฤษฎี Coulomb 60
รูปที่ 2.44 แรงดันเชิงรุกของดินจากทฤษฎีของ Rankine 61
รูปที่ 3.1 ตัวอย่างแสดงค่าพารามิเตอร์จากข้อมูลการเจาะสำรวจดิน 63
รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการนำค่ามาสร้างข้อมูลจำลอง 68
รูปที่ 3.3 แสดงตัวอย่างโปรแกรม @risk 68
รูปที่ 3.4 แสดงตัวอย่างการใช้โปรแกรม @risk 69
รูปที่ 3.5 แสดงตัวอย่างการ Run Fitlab 69
รูปที่ 3.6 แสดงการกระจายตัวของข้อมูล 70
รูปที่ 3.7 แสดงการ Generate Data 71
รูปที่ 3.8 ตัวอย่างข้อมูลชุดใหม่ต้องการ 71
รูปที่ 3.9 แสดงตัวอย่างของโปรแกรม plaxis 73
รูปที่ 3.10 แสดงตัวอย่าง connectivities ในโปรแกรม Plaxis 74
รูปที่ 3.11 แสดงตัวอย่าง น้ำใต้ดิน ในโปรแกรม Plaxis 74
รูปที่ 4.1 กำแพงกั้นดินที่ระดับความลึกที่ 2 เมตร โดยรูปแบบ Model ในโปรแกรม 84
รูปที่ 4.2 แสดงค่า ที่ใช้ในการคำนวณหาในโปรแกรม Plaxis 85
รูปที่ 4.3 แสดงค่า และชนิดของดิน 85
รูปที่ 4.4 แสดงค่า Stiffness และ Strength 85
รูปที่ 4.5 แสดงค่า Interfaces 86

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.6 แสดงระดับน้ำ 86

รูปที่ 4.7 แสดงค่า Effective Stress 86

รูปที่ 4.8 แสดงการขุดของดิน 87

รูปที่ 4.9 แสดงการคำนวณของโปรแกรม Plaxis 87

รูปที่ 4.10 แสดง Horizontal Effective Stress 87

รูปที่ 4.11 แสดงการ Cross – section ที่ตำแหน่งหลังของกำแพงกันดิน 88

รูปที่ 4.12 แสดงค่า Stress ที่ต้องการเพื่อทำการหาค่า P 88

รูปที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบแรงดันทางด้านข้างของดินระหว่างโปรแกรม Plaxis กับสูตรความสัมพันธ์ของ 3 ทฤษฎี ที่ระดับความลึก 2 เมตร 93

รูปที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบแรงดันทางด้านข้างของดินระหว่างโปรแกรม Plaxis กับสูตรความสัมพันธ์ของ 3 ทฤษฎี ที่ระดับความลึก 5 เมตร 94

รูปที่ 5.3 แสดงการเปรียบเทียบแรงดันทางด้านข้างของดินระหว่างโปรแกรม Plaxis กับสูตรความสัมพันธ์ของ 3 ทฤษฎี ที่ระดับความลึก 8 เมตร 95

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 แสดงการสรุปค่า SPT 64

ตารางที่ 3.2 แสดงการสรุปประเภทของดินแต่ละระดับความลึก 65

ตารางที่ 4.1 สรุปความแปรปรวนของข้อมูลจากหลุมเจาะ 77

ตารางที่ 4.2 สรุปความแปรปรวนของ C และ Ø ที่ได้จากสูตร 78

ตารางที่ 5.1 สรุปค่า Coefficient of Variance (COV) ที่ได้จากทฤษฎี 90

ตารางที่ 5.2 สรุปค่า Coefficient of Variance (COV)ที่ได้จากโปรแกรม Plaxis 92