สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ค
กิตติกรรมประกาศ ง
สารบัญ จ
สารบัญรูปภาพ ซ
สารบัญตาราง ฎ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล 1
1.2 วัตถุประสงค์ 1
1.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2
1.4 ขอบเขตของโครงงาน 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 คุณสมบัติเกี่ยวกับของไหล 4
2.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพของของไหล 4
2.1.2 ของไหลที่กดอัดได้และที่กดอัดไม่ได้ 5
2.1.3 การกดอัดและความยืดหยุ่น 5
2.2 จลศาสตร์ของของไหล 7
2.2.1 การไหลแบบราบเรียบและการไหลแบบปั่นป่วน 7
2.2.2 การไหลแบบคงตัวและการไหลแบบสม่ำเสมอ 11
2.2.3 รูปแบบการไหล 11

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.4 การไหลสองมิติและสามมิติ 13
2.2.5 อัตราการไหลและความเร็วเฉลี่ย 15
2.2.6 ความเร็วและความเร่ง 18
2.3 การไหลแบบราบเรียบและการไหลแบบปั่นป่วน 22
2.4 ความต้านทานในท่อ 26
2.5 แรงต้าน 31
2.6 สัมประสิทธิ์แรงต้าน 32
2.7 พัดลม 34

บทที่ 3 อุโมงค์ลม

3.1 ชนิดของอุโมงค์ลม 36
3.2 ขนาดของตัวอุโมงค์ลม 39
3.3 ส่วนประกอบพื้นฐานของอุโมงค์ลมแบบเปิด 41

บทที่ 4 การออกแบบและการสร้างอุโมงค์ลมความเร็วต่ำ

4.1 อุโมงค์ลมความเร็วต่ำ 49
4.2 ส่วนอากาศแพร่เข้า 49
4.3 ส่วนปฏิบัติงาน 55
4.4 ส่วนแพร่ออก 56
4.5 ส่วนกำลัง 58

บทที่ 5 การทดลอง

5.1 การตรวจสอบสภาพการไหลในห้องทดสอบ โดยวิธีการวัดทางเครื่องมือ 62
5.2 การทดสอบ Flow Visualization 65

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.3 การทดสอบหาสมรรถนะการทำงาน ของอุโมงค์ลม 67

บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง

6.1 สรุปผลการตรวจสภาพการไหลโดยวิธีการวัดทางเครื่องมือ 75

6.2 สรุปผลการทดสอบ Flow Visualization 76

6.3 วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบแบบจำลอง เพื่อหาประสิทธิผลของอุโมงค์ลม 76

บรรณานุกรม 79

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แสดงการคำนวณ 81

ก.1 การคำนวณหาค่าคงที่ของสปริง 81

ก.2 การคำนวณหาค่า F_D 83

ก.3 การคำนวณหาค่า Re 83

ก.4 การคำนวณหาค่า CD 84

ก.5 การคำนวณกำลังมอเตอร์ 84

ภาคผนวก ข การแปลงหน่วย 87

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1	การกดอัดและโมดูลัสความยืดหยุ่น	6
รูปที่ 2.2	การไหลแบบราบเรียบและการไหลแบบปั่นป่วน	8
รูปที่ 2.3 (ก)	แสดงเส้นการไหลในสนามการไหล	12
รูปที่ 2.3 (ข)	สนามการไหลและลำการไหล	12
รูปที่ 2. 4	สนามการไหล 2 มิติ ผ่านปีกเครื่องบิน	14
รูปที่ 2.5	สนามการไหล 3 มิติ	14
รูปที่ 2.6	การไหลแบบคงตัวตามเส้นการไหลพื้นที่ dA	16
รูปที่ 2.7	กราฟความเร็วในการไหลแบบปั่นป่วน	17
รูปที่ 2.8	ความเร็วและความเร่งของอนุภาคตามเส้นการไหล	21
รูปที่ 2.9	การเคลื่อนที่เชิงมุมของอนุภาค	21
รูปที่ 2.10	ตัวอย่างองค์ประกอบต่างๆ ในระบบท่อ	23
รูปที่ 2.11	การทดลองของ Reynolds และลักษณะของเส้นใยการไหลแบบต่าง ๆ	23
รูปที่ 2.13	ภาพการไหลผ่านแผ่นระนาบ	33
รูปที่ 3.1(ก)	ลักษณะของอุโมงค์ลม	37
รูปที่ 3.1(ข)	อุโมงค์ลมแบบเปิด ติดตั้งตัวขับใบพัดส่วนหลัง (แบบดูดลม)	38
รูปที่ 3.1(ค)	อุโมงค์ลมแบบเปิด ติดตั้งตัวขับใบพัดส่วนหน้า (แบบเป่าลม)	38
รูปที่ 3.2 (ก)	อุโมงค์ลมแบบปิด	39
รูปที่ 3.2 (ข)	อุโมงค์ลมแบบปิด	39
รูปที่ 3.3	อุโมงค์ลมขนาดกลางและขนาดเล็ก	40
รูปที่ 3.4	รูปร่างของอุโมงค์ลมที่มีส่วนอากาศแพร่ออก เป็นสี่เหลี่ยมยาว (ก) และกระบอกกลม (ข)	41
รูปที่ 3.5	ลักษณะของรังผึ้ง (Honeycomb) แบบต่างๆ	42
รูปที่ 3.6	ตัวอย่างของห้องทดสอบ (Test Section)	44
รูปที่ 3.7	ตัวอย่างของส่วนอากาศแพร่ออก(Diffuser)	45
รูปที่ 3.8	ค่าต่าง ๆ ของส่วนที่แพร่ออกที่นำไปประกอบการคำนวณ	46

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.9	ตัวอย่างการสร้างส่วนของตัวขับ (Drive Section)	48
รูปที่ 4.1	การจำลองความเร็วของการไหลภายในส่วน Contraction โดยใช้ขนาดและรูปร่างที่ได้ จากการออกแบบจริง ซึ่งผลที่ได้เป็น Velocity Vectors Magnitude	51
รูปที่ 4.2	ทิศทางและขนาดของเวคเตอร์ความเร็วโดย Velocity Magnitude ซึ่งออกจากส่วนของ Contraction ที่ออกแบบ โดยจำลองได้จากโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์	51
รูปที่ 4.3	ขนาดและรูปร่าง 3 มิติ ของ Contraction	52
รูปที่ 4.4	ลักษณะและรูปร่างของ Contraction ที่ออกแบบ	53
รูปที่ 4.5	Contraction ด้านหน้า	54
รูปที่ 4.6	Contraction ด้านหลัง	54
รูปที่ 4.7	Contraction ด้านข้าง	54
รูปที่ 4.8	แบบส่วนปฏิบัติงาน (Test Section)	55
รูปที่ 4.9	ส่วนปฏิบัติงาน (Test Section) ที่สร้างขึ้น	56
รูปที่ 4.10	Diffuser ที่ออกแบบ	56
รูปที่ 4.11	ลักษณะและขนาดDiffuser ด้านบนและด้านข้าง	57
รูปที่ 4.12	Diffuser ด้านหน้า	57
รูปที่ 4.13	Diffuser ที่สร้างเสร็จสมบูรณ์	58
รูปที่ 4.14	ส่วนกำลัง	59
รูปที่ 4.15	ส่วนกำลังที่สร้างขึ้น	59
รูปที่ 4.16	อุโมงค์ลมที่ประกอบแต่ละส่วนเข้าด้วยกัน	60
รูปที่ 4.17	อุโมงค์ลมที่สร้างขึ้นเสร็จสมบูรณ์ด้านหน้า	60
รูปที่ 4.18	อุโมงค์ลมที่สร้างขึ้นเสร็จสมบูรณ์ด้านหลัง	60
รูปที่4.19	อุโมงค์ลมที่สร้างขึ้นเสร็จสมบูรณ์	61
รูปที่ 5.1	การกำหนดระยะของระนาบหน้าตัดที่จะวัดการไหลของลม	63

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 5.2	การกำหนดจุดที่จะทำการวัดทั่วทั้งระนาบหน้าตัดของพื้นที่	63
รูปที่ 5.3	ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของลมที่ตำแหน่งจุดการวัดบนระยะระนาบหน้าตัดต่างๆ	65
รูปที่ 5.4	การติดตั้งแบบทดสอบ	66
รูปที่ 5.5	การทดสอบ Smoke Test	66
รูปที่ 5.6	การติดตั้งแบบจำลองเข้ากับเครื่องมือวัดแรง	67
รูปที่ 5.7	การวัดความเร็วลมภายในห้องทดสอบที่ตำแหน่งทดสอบ	68
รูปที่ 5.8	การทดสอบโดยใช้รูปทรงเรขาคณิตสี่เหลี่ยม	70
รูปที่ 5.9	ความสัมพันธ์ระหว่าง Drag Coefficient กับค่า Reynolds Number ของแบบจำลองทรงกลม	71
รูปที่ 5.10	ความสัมพันธ์ระหว่าง Drag Coefficient กับค่า Reynolds Number ของแบบจำลองทรงสี่เหลี่ยม	72
รูปที่ 5.11	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Drag Coefficient กับค่า Reynolds Number ที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบกับผลของการทดลอง	73
รูปที่ 5.12	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Drag Coefficient กับค่า Reynolds Number ของค่ามาตรฐานของทรงกลม ในช่วงที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบกับผลของการทดลอง	74
รูปที่ 6.1	แสดงความสัมพันธ์ในการเปรียบเทียบข้อมูลจากการทดลอง และข้อมูลเปรียบเทียบมาตรฐาน	76
รูปที่ ก.1	ความสัมพันธ์ระหว่าง แรงที่ดึงสปริง กับ ระยะสปริงที่ยืดออก	82
รูปที่ ก.2	การแบ่งระยะช่วงการคิดคำนวณในการหากำลังที่ต้องการของมอเตอร์	84

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 5.1 ผลการทดลองการวัดความเร็วลม ณ ตำแหน่งต่างๆ 64
ตารางที่ 5.2 ค่าการคำนวณต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองของรูปทรงกลม 70
ตารางที่ 5.3 ค่าการคำนวณต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองของทรงสี่เหลี่ยม 71
ตารางที่ ก.1 ค่าที่ได้จากการคำนวณในการหาค่าคงที่ของสปริงทดสอบ 81
ตารางที่ ก 2. คุณสมบัติทางกายภาพของอากาศ ที่ความดันบรรยากาศมาตรฐาน ในหน่วยระบบ SI 82