

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงการ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญรูปภาพ	ช
สารบัญตาราง	ญ
ลำดับสัญลักษณ์	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบข่ายของโครงการ	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการ	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 งบประมาณ	3
1.7 แผนการดำเนินงาน	4
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	
2.1 การไหลแบบ Potential พื้นฐานที่เป็นระนาบ	5
2.2 การไหลรอบวัตถุรูปทรงกระบอกของของไหลในจินตนาการ	10
2.3 การเกิดปรากฏการณ์การแยก (Ideal flow about a cylinder)	12
2.4 สมการนาเวียร์-สโตกส์	13
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน/การออกแบบ	
3.1 การศึกษาการไหลของของไหลผ่านทรงกระบอกหมุน สำหรับการไหลแบบศักย์	17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 การใช้สมการนาเวียร์- สโตกส์ในการวิเคราะห์การไหลผ่านทรงกลม	20
3.2.1 การไหลแบบราบเรียบผ่านทรงกลมสมมาตร 2 มิติ	20
3.2.2 การไหลแบบราบเรียบผ่านทรงกลม 3 มิติ	24
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 การศึกษาการไหลของของไหลผ่านทรงกระบอกหมุน สำหรับการไหลแบบศักย์	28
4.2 การใช้สมการนาเวียร์- สโตกส์ในการวิเคราะห์การไหลผ่านทรงกระบอก และทรงกลม	34
4.2.1 การไหลแบบราบเรียบผ่านทรงกลมสมมาตร 2 มิติ	34
4.2.2 การไหลแบบราบเรียบผ่านทรงกลม 3 มิติ	43
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	48
5.2 ข้อเสนอแนะ	49
บรรณานุกรม	50
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ตารางคุณสมบัติของอากาศ	51
ภาคผนวก ข ตัวอย่างการคำนวณแรงยก (Lift)	52
ประวัติผู้ทำโครงการ	53

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 การไหลแบบสม่ำเสมอ	7
รูปที่ 2.2 การไหลแบบ Free vortex	8
รูปที่ 2.3 แสดงการไหลแบบ Source และ Sink ที่มี strength เท่ากันวางห่างกันเป็นระยะ $2a$	9
รูปที่ 2.4 แสดงถึงเส้น Streamline ของการไหลแบบดับเบิ้ลดีด	10
รูปที่ 2.5 การหมุนเวียนและการยกตัวจากการไหลรอบวัตถุรูปทรงกระบอก	11
รูปที่ 2.6 รูปร่างความเร็วของการไหลที่เกิดสภาวะการแยก	13
รูปที่ 2.7 การเปลี่ยนแปลงมวลของระบบ	13
รูปที่ 2.8 การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของระบบ	14
รูปที่ 3.1 การไหลของกระแสอิสระและทิศทางการหมุนของทรงกระบอก	18
รูปที่ 3.2 โค้ดของโปรแกรม MATLAB	19
รูปที่ 3.3 ลักษณะขอบเขตหรือโดเมนของแบบจำลองการไหลผ่านทรงกลม	21
รูปที่ 3.4 รายละเอียดของกริดของแบบจำลองการไหลผ่านทรงกลมสมมาตรสองมิติ	22
รูปที่ 3.5 สภาวะขอบเขตของแบบจำลองการไหลผ่านทรงกลมสมมาตรสองมิติ	23
รูปที่ 3.6 ทรงกลมที่มีรอยบุ๋มด้านหน้า-ด้านหลังของทรงกลม	24
รูปที่ 3.7 ลักษณะขอบเขตหรือโดเมนของแบบจำลองการไหลผ่านทรงกลมผิวเรียบ	25
รูปที่ 3.8 รายละเอียดของกริดของแบบจำลองการไหลผ่านทรงกลมสามมิติ	25
รูปที่ 3.9 สภาวะขอบเขตของแบบจำลองการไหลผ่านทรงกลมสามมิติ	26
รูปที่ 4.1 การไหลแบบศักย์ผ่านทรงกระบอกที่กำลังหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา โดยมีความเร็วรอบ 10 รอบต่อวินาที	29
รูปที่ 4.2 การไหลแบบศักย์ผ่านทรงกระบอกที่กำลังหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา โดยมีความเร็วรอบ 5 รอบต่อวินาที	29
รูปที่ 4.3 การไหลแบบศักย์ผ่านทรงกระบอกที่ไม่มีการหมุน	30
รูปที่ 4.4 การไหลแบบศักย์ผ่านทรงกระบอกที่กำลังหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา โดยมีความเร็วรอบ 5 รอบต่อวินาที	30
รูปที่ 4.5 การไหลแบบศักย์ผ่านทรงกระบอกที่กำลังหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา โดยมีความเร็วรอบ 10 รอบต่อวินาที	31

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.6 การหมุนเวียนและการยกตัวจากการไหลรอบวัตถุทรงกระบอก เมื่อทิศทางหมุนทวนเข็มนาฬิกา	32
รูปที่ 4.7 การหมุนเวียนและการยกตัวจากการไหลรอบวัตถุทรงกระบอก เมื่อทิศทางหมุนทวนเข็มนาฬิกา	32
รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว (รอบ/วินาที) และแรงยก	33
รูปที่ 4.9 การไหลของอากาศที่มีความเร็วเท่ากับ 0.05 เมตรต่อวินาทีผ่าน ทรงกลมผิวเรียบ	35
รูปที่ 4.10 การไหลของอากาศที่มีความเร็วเท่ากับ 0.15 เมตรต่อวินาทีผ่าน ทรงกลมผิวเรียบ	35
รูปที่ 4.11 การไหลของอากาศที่มีความเร็วเท่ากับ 0.83 เมตรต่อวินาทีผ่าน ทรงกลมผิวเรียบ	36
รูปที่ 4.12 ขอบเขตที่ใช้ในการพล็อตกราฟระหว่างความเร็วของอากาศกับระยะแกน Z	36
รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของอากาศทางเข้า 0.05 เมตรต่อวินาที กับระยะแกน z	37
รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของอากาศทางเข้า 0.15 เมตรต่อวินาที กับระยะแกน z	38
รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของอากาศทางเข้า 0.83 เมตรต่อวินาที กับระยะแกน z	39
รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันของอากาศที่มีความเร็วทางเข้าเท่ากับ 0.05 เมตรต่อวินาที กับระยะที่ผิวของทรงกลม	40
รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันของอากาศที่มีความเร็วทางเข้าเท่ากับ 0.15 เมตรต่อวินาทีกับระยะที่ผิวของทรงกลม	41
รูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันของอากาศที่มีความเร็วทางเข้าเท่ากับ 0.83 เมตรต่อวินาทีกับระยะที่ผิวของทรงกลม	41

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.19 การแยกตัวของอากาศผ่านทรงกลม	42
รูปที่ 4.20 การไหลผ่านทรงกลมผิวเรียบ	43
รูปที่ 4.21 การไหลผ่านทรงกลมที่มี 2 รอยนูน (หน้า-หลัง)	44
รูปที่ 4.22 การไหลผ่านทรงกลมที่มี 2 รอยนูน (บน-ล่าง)	44
รูปที่ 4.23 การไหลผ่านทรงกลมที่มี 4 รอยนูน	45
รูปที่ 4.24 การไหลผ่านทรงกลมที่มี 6 รอยนูน	45
รูปที่ 4.25 การไหลผ่านทรงกลมที่มี 6 รอยนูน	46
รูปที่ 4.26 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วแกน X รอบทรงกลมผิวเรียบ กับทรงกลมที่มี 6 รอยนูน	46
รูปที่ 4.27 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วแกน Y รอบทรงกลมผิวเรียบ กับทรงกลมที่มี 6 รอยนูน	47
รูปที่ 4.28 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วแกน Z รอบทรงกลมผิวเรียบ กับทรงกลมที่มี 6 รอยนูน	47

สารบัญตาราง

ตาราง 4.1 แรกขกจากรูป 4.1 ถึง 4.5

หน้า
33



สัญลักษณ์

	หน่วย
ρ = ความหนาแน่นของอากาศ	(kg/m ³)
μ = ความหนืดพลวัต (Dynamic Viscosity) ของอากาศ	(kg/m.s)
P = ความดัน	Pa
L = แรงยก	N
K = ความเร็วรอบของทรงกระบอก	rev/s
U_{∞} = ความเร็วเริ่มต้นของของไหล	m/s
T = อุณหภูมิ	K
θ = มุม	rad
B = ความยาวของทรงกระบอก	m
U = เวกเตอร์ความเร็ว (Velocity Vector)	
Ψ = สตรีมฟังก์ชัน	
ϕ = ศักย์ความเร็ว (Velocity Potential)	
Γ = ความแข็งแรง (Strength) ของวอร์เท็กซ์	
q = ความแข็งแรง (Strength) ของ Dipole	