

## สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงการวิศวกรรมเครื่องกล	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ง
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญรูปภาพ	ญ
ลำดับสัญลักษณ์	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 เป้าหมายและผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	3
2.1 แทรกเตอร์	3
2.2 การพัฒนารถไถเดินตามเป็นรถแทรกเตอร์ 4 ล้อขนาดเล็ก ระยะที่ 1	3
2.3 การพัฒนารถไถเดินตามเป็นรถแทรกเตอร์ 4 ล้อขนาดเล็ก ระยะที่ 2	5
2.4 ระบบเบรก	6
2.5 ระบบต่อติด	8
2.6 ระบบไฮดรอลิก	15
บทที่ 3 การออกแบบ	22
3.1 การออกแบบระบบเบรก	24
3.2 การออกแบบระบบต่อติด	28
3.3 การออกแบบระบบไฮดรอลิก	38
บทที่ 4 การดำเนินการสร้างและวิธีทดสอบ	40
4.1 การทดสอบระบบเบรก	46
4.2 การทดสอบระบบไฮดรอลิกเมื่อมีการติดตั้งภาระในการยก	46
4.3 การทดสอบการขับเคลื่อนรถแทรกเตอร์	47

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 ผลการวิเคราะห์ผล	48
5.1 ระบบเบรก	48
5.2 ระบบตัดดีฟ่วงท้ายและไฮดรอลิก	49
5.3 การขับเคลื่อน	50
บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	52
6.1 สรุปผลการทดลอง	52
6.2 ข้อเสนอแนะ	52
บรรณานุกรม	53
ภาคผนวก	54
ภาคผนวก ก ผลการทดสอบ	55
ภาคผนวก ข การใช้รถแทรกเตอร์	58
ภาคผนวก ค แบบ Drawing	65
ภาคผนวก ง ตารางอ้างอิง	79
ประวัติผู้จัดทำโครงการ	100

## สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	รายละเอียดครดแทรกเตอร์ 4 ล้อนั่งขับขนาดเล็กระยะที่ 1	4
ตารางที่ 2	ข้อแตกต่างระหว่างรถแทรกเตอร์ 4 ล้อนั่งขับขนาดเล็กที่พัฒนาขึ้นมา กับรถแทรกเตอร์ 4 ล้อนั่งขับขนาดเล็กที่มีการพัฒนาขึ้นมาก่อนแล้ว	5
ตารางที่ 3	ประเภทของชุดพ่วง	9
ตารางที่ 4	มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของชุดพ่วง	12
ตารางที่ 5	ลักษณะของมิติต่างๆของชุดพ่วงเมื่อติดกับรถแทรกเตอร์แล้ว	13
ตารางที่ 6	เงื่อนไขในการออกแบบ	23
ตารางที่ 7	อุปกรณ์ที่ออกแบบและจัดซื้อ	39
ตารางที่ 8	Characteristics of Friction Materials for Brakes and Clutches	80
ตารางที่ 9	อัตราความดันของแป้นเหล็กกล้า	81
ตารางที่ 10	อัตราความดันของท่อเหล็กกล้าตามมาตรฐาน ASA	82
ตารางที่ 11	อัตราความดันของสายไฮดรอลิกตามมาตรฐาน SAE	83
ตารางที่ 12	แสดงผลของการเปลี่ยนแปลงความดัน อัตราการไหล และขนาดของ กระบอกสูบ	84
ตารางที่ 13	ให้หาขนาดของกระบอกไฮดรอลิก	84
ตารางที่ 14	แสดงรายละเอียดของกระบอกขนาดต่างๆ เพื่อพิจารณาเลือกใช้	85
ตารางที่ 15	แรงพื้นที่สุทธิที่เหลือของกระบอกสูบด้านปลายก้านสูบเมื่อใช้หา แรงดึงกลับในหน่วยปอนด์	86
ตารางที่ 16	แสดงค่าคอร์คแฟกเตอร์ที่มุมต่างๆของคอร์คแฟกเตอร์	87
ตารางที่ 17	แสดงค่าขนาดก้านสูบกับความยาวช่วงชักของก้านสูบที่เหมาะสมกับโหลด	87
ตารางที่ 18	ขนาดของรูควัดที่เหมาะสมกับอัตราการไหลปกติ	88
ตารางที่ 19	มิติมาตรฐานและแรงประเมินของแบร์ริง	89
ตารางที่ 20	ขนาดลิ้มมาตรฐานที่ใช้กับเพลาดังกล่าว	90
ตารางที่ 21	ค่าตัวประกอบความถี่	91
ตารางที่ 22	คุณสมบัติทางกลของเหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาและเหล็กกล้าผสม	92
ตารางที่ 23	คุณสมบัติทางกลของเหล็กกล้าที่ชุบแข็งได้	94
ตารางที่ 24	แสดงขีดความสามารถของปั้มแบบต่างๆ	95

## สารบัญรูปภาพ

	หน้า	
รูปที่ 2.1	มาตรฐานระยะเบรก	7
รูปที่ 2.2	มิติพ่วง	10
รูปที่ 2.3	ลักษณะของมิติต่างๆของชุดพ่วงเมื่อพ่วงติดเข้ากับรถแทรกเตอร์	11
รูปที่ 2.4	วงจรการทำงานของวงจรเปิดทั้งวงจรว่างและมีภาระ	16
รูปที่ 3.1	Free – Body ของรถแทรกเตอร์บนพื้นเอียง	24
รูปที่ 3.2	แรงที่กระทำต่อคัมเพลลา	25
รูปที่ 3.3	แสดงชุดอุปกรณ์ที่ออกแบบเบื้องต้น	29
รูปที่ 3.4	แสดงระยะต่างๆ ของระบบต่อติด	29
รูปที่ 3.5	แสดงภาพด้านข้างของแขนลาก	30
รูปที่ 3.6	แสดงแรงที่กระทำต่อคัมเพลลา	30
รูปที่ 3.7	แสดงแรงที่กระทำต่อเพลลา	31
รูปที่ 3.8	แสดงลักษณะ Four bar Linkage	32
รูปที่ 3.9	แรงที่กระทำต่อแขนลากเมื่ออยู่ในแนวระดับ	33
รูปที่ 4.1	แสดงระบบเบรกที่ติดตั้งที่แกนเพลลา	42
รูปที่ 4.2	แสดงระบบไฮดรอลิกที่ติดตั้งเข้ากับรถแทรกเตอร์	42
รูปที่ 4.3	แสดงระบบต่อติดแบบสามจุดที่ติดตั้งเข้ากับรถแทรกเตอร์ (ด้านหลัง)	43
รูปที่ 4.4	แสดงการทดสอบระบบเบรก	43
รูปที่ 4.5	แสดงการทดสอบระบบไฮดรอลิก	44
รูปที่ 4.6	แสดงการทดสอบระยะยกของระบบต่อติด	44
รูปที่ 4.7	แสดงการทดสอบระบบต่อติดเมื่อมีการติดตั้งอุปกรณ์หยอดคดเมล์ดพีช	45
รูปที่ 4.8	แสดงการทดสอบการขับเคลื่อนของรถแทรกเตอร์ในนา	45
รูปที่ 5.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับความเร็ว	48
รูปที่ 5.2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักที่ยกกับรอบของเครื่องยนต์	49

## ลำดับสัญลักษณ์

		หน่วย
A	พื้นที่หน้าตัด	$m^2$
B	ค่าความกว้างของผ้าเบรก	m
C	ค่าดัชนีสปริง	
C	สัมประสิทธิ์การไหล	
C	แรงประเมนของโรตติงแบร์ริง	kN
$C_d$	ค่าตัวประกอบความล้า	
$C_t$	ค่าตัวประกอบความล้า	
D	เส้นผ่านศูนย์กลางนอกท่อ	inch
$D_1$	เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของสปริง	m
F	แรงที่กระทำ	N
$F_1$	ค่าแรงที่กระทำสูงสุดที่เบรก	N
G	ค่าโมดูลัสความเค้นของวัสดุ	$kN/mm^2$
K	ตัวประกอบของวาล์ว	
L	ความยาวของสปริง	m
$L_c$	ความยาวระหว่างศูนย์กลางของขอเกี่ยว	m
$L_0$	ระยะทางที่วัดได้เมื่อล้อหลังหมุนครบ จำนวนรอบที่กำหนดเมื่อรถแทรกเตอร์ วิ่งตัวเปล่า	m
$L_1$	ระยะทางที่วัดได้เมื่อล้อหลังหมุนครบ จำนวนรอบเท่ากับที่กำหนดเมื่อมีการ หยุดตก	m
N	แรงปฏิกิริยาที่พื้นที่ผิว	lb
N	ค่าความปลอดภัย	
P	แรงสมมูล	kN
P	กำลังการหยุดตก	W
P	ความกดตันใช้งาน	psi
$P_{max}$	ค่าแรงดันสูงสุดที่ผ้าเบรกทนได้	psi

## ลำดับสัญลักษณ์ (ต่อ)

		หน่วย
Q	อัตราการไหล	GPM
R	รัศมีของครัม	m
S	กำลังดึงวัสดุท่อ	psi
S	ระยะทางที่ทำให้รถหยุด	m
T	เวลา	s
V	ความเร็วของรถก่อนเบรก	m/s
W	น้ำหนักของ โหลดที่กระทำต่อพื้นที่ผิว	lb
d	เส้นผ่านศูนย์กลางกลางของเพลลา	m
$l_c$	ความยาวประสิทธิผล	m
t	ความหนาผนังท่อ	inch
BP	ค่าความดันสูงสุดที่ท่อทนได้	psi
FS	แฟกเตอร์ความปลอดภัย	
OD	เส้นผ่านศูนย์กลางกลางภายนอกของท่อ	m
TS	ความเค้นดึงสูงสุดที่ท่อทนได้	psi
WP	ค่าความดันในการทำงาน	psi
$\theta$	ให้มุมสัมผัสผ้าเบรก	
$\sigma_d$	ความเค้นดึงออกแบบ	$N/mm^2$
$\sigma_t$	ความเค้นดึง	$N/mm^2$
$\sigma_u$	ความต้านแรงดึงต่ำสุด	$N/mm^2$
$\sigma_{cd}$	ความเค้นอัดใช้งานของวัสดุ	$N/mm^2$
$\sigma_{td}$	ความเค้นออกแบบ	$N/mm^2$
$\tau$	แรงเฉือน	N
$\tau_d$	ความเค้นเฉือนออกแบบ	$N/mm^2$
$\mu$	ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	