สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญรูปภาพ	ช
สารบัญตาราง	ซ
รายการสัญลักษณ์	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1ปัญหาและที่มาของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตการวิจัย	1
1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5.ระยะเวลาการดำเนินการ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีเกี่ยวข้องกับงานโครงการ	**4**
2.1.ทฤษฎี	4
2.2.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย	**12**
3.1 การทดลอง	12
3.2 ขั้นตอนการทดลอง	13
3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์	16

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่4 การแสดงผลและการวิเคราะห์ผล **19**
4.1 การวิเคราะห์ผลการทดลอง 19
4.2 การวิเคราะห์ผลระเบียบวิธีทางไฟไนต์เอเลเมนต์ 21
4.3 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ทางระเบียบวิธีไฟไนต์เอเลเมนต์
และการทดลอง 26

บทที่5 สรุปและข้อเสนอแนะ **27**
5.1 สรุปผลการวิจัย 27
5.2 ข้อเสนอแนะ 27

บรรณานุกรม

ภาคผนวก
ภาคผนวก ก 32
ภาคผนวก ข 45
ภาคผนวก ค 49

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 แบบจำลองของ Kecman 6
รูปที่ 2.2 แสดงกลไกการพับลงเนื่องจากแรงกดในแนวแกน 6
รูปที่ 2.3 แสดงกลไกการพับตัวของหน้าตัดของท่อภายใต้การดัด 7
รูปที่ 2.4 แสดงความสัมพันธ์ทางเรขาคณิต 8
รูปที่ 2.5 แสดงการยุบตัวของท่อเหล็กโดยอาศัยการหมุนดัดชิ้นทดลอง 10
รูปที่ 2.6 แสดงรอยยุบตัวของชิ้นงานทดลอง 10
รูปที่ 2.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์กับมุมการทดลองของ 11
M.Elchalakani, X.L. Zhao, R.H.Grzebieta
รูปที่ 3.1 เครื่องทดสอบ Universal Testing Machine 12
รูปที่ 3.2 ตัวอย่างของโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัย (โปรแกรม Abaqus version 6.5.1) 14
รูปที่ 3.3 ชิ้นงานขนาดต่างๆ ที่จะนำมาทดลอง 15
รูปที่ 3.4 การนำชิ้นงานที่จะทดสอบมาติดตั้งบนเครื่องทดสอบ 16
รูปที่ 3.5 ตัวอย่างของโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัย (โปรแกรม Abaqus version 6.5.1) 17
รูปที่ 4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์กับมุม ของท่อ UB4 20
รูปที่ 4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์กับมุม ของท่อ UB6 21
รูปที่ 4.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์กับมุม ของท่อ UB1 22
รูปที่ 4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์กับมุม ของท่อ UB3 23
รูปที่ 4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์กับมุม ของท่อ UB4 24
รูปที่ 4.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์กับมุม ของท่อ UB5 25
รูปที่ 4.9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์กับมุม ของท่อ UB6 26
รูปที่ 4.10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์กับมุม ของท่อ UB3 27
รูปที่ 4.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์กับมุม ของท่อ UB4 28

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางและความหนาของท่อที่ใช้วิจัย 14
ตารางที่ 3.2 แสดงคุณสมบัติของเหล็กเหนียวที่ใช้ในการทดลอง 18
ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบค่าการดูดซับพลังงาน (kN.m) 28

รายการสัญลักษณ์

M_θ	= โมเมนต์ดัดอย่างถาวรต่อหนึ่งหน่วยความยาว	(KN.m)
θ	= อัตราการหมุนสัมพัทธ์ ของเส้นการพับ	-
t	= ความหนาของท่อ	(mm)
P_{ave}	= ภาระเฉลี่ย ที่กระทำกับชิ้นงาน	(KN)
σ_o	= ความเค้นจุดครากของวัสดุ	(KN/m^2)
D	= เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ	(mm)
K	= ความโค้งในแนวตามยาวของท่อ	(mm)
R	= รัศมีเฉลี่ยของท่อ	(mm)
M_p	=โมเมนต์เนื่องจากการดัดแบบพลาสติกของหน้าตัดของท่อ	(KN.m)