

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่	หน้า
1.1 กรอบระเบียบวิธีวิจัย	5
2.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง (1) เส้นผ่านศูนย์กลาง (2) ความหนา และ (3) ความยาวปล้อง กับตำแหน่งของปล้อง (Culm number: n) จากโคนถึงปลายของลำไม้ไผ่ <i>Phyllostachys edulis</i> Riv.	10
2.2 ลักษณะการวิบัติกับอัตราส่วนความชะลูด.....	17
2.3 กราฟแสดงค่าความเค้นอัดตามทฤษฎีต่างๆ.....	18
2.4 การทดสอบเสาไม้ 1 ลำ	20
2.5 การทดสอบเสาไม้ 4 ลำ	20
2.6 การวิบัติแบบ Local Crushing และ Splitting.....	23
2.7 ลักษณะการวิบัติของคานไม้.....	25
2.8 การคำนวณโมเมนต์ Moment of Inertia และ Moment of Resistance ของลำไม้.....	26
2.9 วิธีการเชื่อมต่อของคานไม้.....	27
2.10 อาคาร Ecological Children Activity and Education Center	29
2.11 วิธีการรวบลำไม้อาคาร Ecological Children Activity and Education Center	29
2.12 โรงเรียนปัญญาเด่น	30
2.13 วิธีการรวบลำไม้โรงเรียนปัญญาเด่น	30
2.14 อาคารนิทรรศการไม้ไผ่	31
2.15 วิธีการรวบลำไม้อาคารนิทรรศการไม้ไผ่.....	31
2.16 อาคารหอศิลป์ไม้ไผ่.....	32
2.17 วิธีการรวบลำไม้อาคารหอศิลป์ไม้ไผ่	32
2.18 อาคาร Bamboo Wing	33
2.19 วิธีการรวบลำไม้อาคาร Bamboo Wing	33
2.20 อาคาร Zeri Pavilion	34
2.21 วิธีการรวบลำไม้อาคาร Zeri Pavilion.....	34
2.22 อาคาร Big Tree Farms Chocolate Factory.....	35

2.23	วิธีการรวบไล่ไฟอาคาร Big Tree Farms Chocolate Factory	35
2.24	อาคาร The Timarai Bamboo Beach Resort	36
2.25	วิธีการรวบไล่ไฟอาคาร The Timarai Bamboo Beach Resort	36
2.26	อาคาร PANACA Theme Park	37
2.27	วิธีการรวบไล่ไฟอาคาร PANACA Theme Park	37
2.28	รูปแบบการวิบัติของเสาที่มีความชะลุดต่างกัน.....	39
3.1	จำนวนไม้ที่ใช้ในการรวบทดสอบตัวอย่าง	47
3.2	วิธีการรวบไล่ไฟโดยใช้การเข้าลิ้ม (1) แล้วมัดด้วยเชือกในลอน (2)	48
3.3	วิธีการรวบไล่ไฟโดยใช้นอตเกลียว	48
3.4	ระยะห่างจากของการรวบไล่	49
3.5	ขึ้นตัวอย่างทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ	52
3.6	ขนาดและมิติต่างๆ ของตัวอย่างการทดสอบแรงดึง	52
3.7	ขึ้นตัวอย่างทดสอบแรงดึง	53
3.8	ขึ้นตัวอย่างทดสอบแรงอัดและแรงเฉือน	53
3.9	วิธีการเข้าลิ้มไม้ 2 ลำ.....	55
3.10	การเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/2L (60 เซนติเมตร) ด้วยลิ้ม (เสา 2 ลำ).....	55
3.11	การมัดเชือกในลอนของการเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/2L (เสา 2 ลำ)	55
3.12	การเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/3L (40 เซนติเมตร) ด้วยลิ้ม (เสา 2 ลำ).....	56
3.13	การมัดเชือกในลอนของการเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/3L (เสา 2 ลำ)	56
3.14	การเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/2L (135 เซนติเมตร) ด้วยลิ้ม (คาน 2 ลำ).....	56
3.15	การมัดเชือกในลอนของการเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/2L (คาน 2 ลำ).....	57
3.16	การเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/3L (90 เซนติเมตร) ด้วยลิ้ม (คาน 2 ลำ).....	57
3.17	การมัดเชือกในลอนของการเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/3L (คาน 2 ลำ).....	57
3.18	วิธีการเข้าลิ้มไม้ 3 ลำ.....	57
3.19	การเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/2L (60 เซนติเมตร) ด้วยลิ้ม (เสา 3 ลำ).....	58
3.20	การมัดเชือกในลอนของการเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/2L (เสา 3 ลำ)	58
3.21	การเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/3L (40 เซนติเมตร) ด้วยลิ้ม (เสา 3 ลำ).....	58
3.22	การมัดเชือกในลอนของการเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/3L (เสา 3 ลำ)	59
3.23	การเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/2L (135 เซนติเมตร) ด้วยลิ้ม (คาน 3 ลำ).....	59

3.24	การมัดเชือกในลอนของการเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/2L (คาน 3 ลำ).....	59
3.25	การเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/3L (90 เซนติเมตร) ด้วยลิ้ม (คาน 3 ลำ).....	60
3.26	การมัดเชือกในลอนของการเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/3L (คาน 3 ลำ).....	60
3.27	วิธีการเข้าลิ้มไม้ 4 ลำ.....	60
3.28	การเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/2L (60 เซนติเมตร) ด้วยลิ้ม (เสา 4 ลำ).....	61
3.29	การมัดเชือกในลอนของการเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/2L (เสา 4 ลำ)	61
3.30	การเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/3L (40 เซนติเมตร) ด้วยลิ้ม (เสา 4 ลำ).....	61
3.31	การมัดเชือกในลอนของการเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/3L (เสา 4 ลำ)	61
3.32	การเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/2L (135 เซนติเมตร) ด้วยลิ้ม (คาน 4 ลำ).....	62
3.33	การมัดเชือกในลอนของการเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/2L (คาน 4 ลำ).....	62
3.34	การเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/3L (90 เซนติเมตร) ด้วยลิ้ม (คาน 4 ลำ).....	62
3.35	การมัดเชือกในลอนของการเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/3L (คาน 4 ลำ).....	62
3.36	วิธีการเชื่อมต่อไม้ 2 ลำ ด้วยนอตเกลียว.....	63
3.37	การเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/2L (60 เซนติเมตร) ด้วยนอตเกลียว (เสา 2 ลำ)	63
3.38	การเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/3L (40 เซนติเมตร) ด้วยนอตเกลียว (เสา 2 ลำ)	64
3.39	การเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/2L (135 เซนติเมตร) ด้วยนอตเกลียว (คาน 2 ลำ)....	64
3.40	การเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/3L (90 เซนติเมตร) ด้วยนอตเกลียว (คาน 2 ลำ).....	64
3.41	วิธีการเชื่อมต่อไม้ 3 ลำ ด้วยนอตเกลียว.....	65
3.42	การเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/2L (60 เซนติเมตร) ด้วยนอตเกลียว (เสา 3 ลำ)	65
3.43	การเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/3L (40 เซนติเมตร) ด้วยนอตเกลียว (เสา 3 ลำ)	65
3.44	การเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/2L (135 เซนติเมตร) ด้วยนอตเกลียว (คาน 3 ลำ)....	66
3.45	การเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/3L (90 เซนติเมตร) ด้วยนอตเกลียว (คาน 3 ลำ).....	66
3.46	วิธีการเชื่อมต่อไม้ 4 ลำ ด้วยนอตเกลียว.....	66
3.47	การเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/2L (60 เซนติเมตร) ด้วยนอตเกลียว (เสา 4 ลำ)	67
3.48	การเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/3L (40 เซนติเมตร) ด้วยนอตเกลียว (เสา 4 ลำ)	67
3.49	การเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/2L (135 เซนติเมตร) ด้วยนอตเกลียว (คาน 4 ลำ)....	68
3.50	การเว้นระยะเชื่อมต่อ 1/3L (90 เซนติเมตร) ด้วยนอตเกลียว (คาน 4 ลำ).....	68
3.51	ขึ้นตัวอย่างแบบที่ 1 (ทดสอบไม้ 1 ลำ) สำหรับการทดสอบรับแรงอัด.....	71
3.52	ขึ้นตัวอย่างแบบที่ 1 (ทดสอบไม้ 1 ลำ) สำหรับการทดสอบรับแรงดัด.....	71

3.53	การทดสอบกำลังรับแรงดัดตามมาตรฐาน ISO 22157-1.....	73
3.54	ทดสอบขึ้นตัวอย่างแบบที่ 2 - 4 (ทดสอบไฟ 2-4 ลำ) สำหรับการทดสอบรับแรงอัด	74
3.55	ทดสอบขึ้นตัวอย่างแบบที่ 2 - 4 (ทดสอบไฟ 2-4 ลำ) สำหรับการทดสอบรับแรงดัด	75
3.56	เวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier Caliper)	77
3.57	เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล (Digital Scale)	77
3.58	คู่มือควบคุมคุณภาพ.....	77
3.59	เครื่อง UTM (Universal Testing Machine)	78
3.60	เครื่องแปลงข้อมูล (Data Logger)	78
3.61	เครื่องโหลดเซลล์ (Load Cell)	78
3.62	เครื่องวัดการโก่งตัว (Dial Gauge).....	79
3.63	เครื่องมือทดสอบตามมาตรฐาน ISO-22157-1	79
3.64	โปรแกรม SAP 2000 Educational Version	81
4.1	ลักษณะการวิบัติจากการโก่งงอ (buckling).....	83
4.2	ลักษณะการวิบัติจากเนื้อวัสดุ.....	83
4.3	ลักษณะการวิบัติของวัสดุจากแรงดัด	97
4.4	รูปทรงการจำลองโครงสร้างอาคาร.....	113
4.5	น้ำหนักบรรทุกทุกของเสา	116
4.6	การจำลองโครงสร้างเพื่อหาค่าโมเมนต์ดัดสูงสุดโดยการใช้โปรแกรม.....	117
4.7	ค่าโมเมนต์ดัดสูงสุดของคานชั้น 1.....	117
4.8	ค่าโมเมนต์ดัดสูงสุดของคานชั้น 2.....	118
4.9	ค่าโมเมนต์ดัดสูงสุดของคานหลังคา.....	118
4.10	ผลการออกแบบโครงสร้างอาคารจากการคำนวณ.....	122
4.11	ขนาดของเสาและคานของผลการออกแบบจำลองโครงสร้างอาคาร.....	123
5.1	ความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดสูงสุดและแบบต่างๆ ของการรบลำไฟ.....	124
5.2	ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเค้นอัดสูงสุดและแบบต่างๆ ของการรบลำไฟ	125
5.3	การรบลำไฟที่มีระยะห่างของการเชื่อมต่อ 1/3 ของความยาวคาน บริเวณ จุดที่ถายน้ำหนักลงตรงจุดเชื่อมต่อของลำไฟ	126
5.4	ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัดสูงสุดและแบบต่างๆ ของการรบลำไฟ.....	126
5.5	ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเค้นดัดสูงสุดและแบบต่างๆ ของการรบลำไฟ	127

5.6	แบบผังคานชั้น 1 และ 2 อาคารสาธารณะขนาดเล็กโดยการนำวิธีการรวบลำไฟ	130
5.7	แบบผังคานชั้นหลังคา อาคารสาธารณะขนาดเล็กโดยการนำวิธีการรวบลำไฟ	131
5.8	แบบพื้นชั้น 1 อาคารสาธารณะขนาดเล็กโดยการนำวิธีการรวบลำไฟมา ประยุกต์ในการออกแบบโครงสร้าง	131
5.9	แบบพื้นชั้น 2 อาคารสาธารณะขนาดเล็กโดยการนำวิธีการรวบลำไฟมา ประยุกต์ในการออกแบบโครงสร้าง	132
5.10	แบบชั้นหลังคาอาคารสาธารณะขนาดเล็กโดยการนำวิธีการรวบลำไฟมา ประยุกต์ในการออกแบบโครงสร้าง	132
5.11	รูปด้านอาคารสาธารณะขนาดเล็กโดยการนำวิธีการรวบลำไฟมา ประยุกต์ในการออกแบบโครงสร้าง	133
5.12	รูปทัศนียภาพอาคารสาธารณะขนาดเล็กโดยการนำวิธีการรวบลำไฟมา ประยุกต์ในการออกแบบโครงสร้าง	133
5.13	วิธีการเชื่อมต่อลำไฟ	134