การศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของชิ้นส่วนไม้ยูคาลิปตัสที่ปลูกในภาคตะวันออกของประเทศไทย

นายสำรวย สร้อยตัน
นายเอกชัย พันธ์ทอง

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

โครงงานทางวิศวกรรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา
ปีการศึกษา 2553

The study of mechanical properties of Eucalyptus wood member grown in the east of Thailand

Mr.Sumrouy Soiton

Mr.Eakachai Phanthong

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

An Engineering Project Submitted in Partial Fulfillment of Requirements For the degree

of Bachelor of Engineering

Department of Civil Engineering

Burapha University

2010

หัวข้อโครงงาน การศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของชิ้นส่วนไม้ยูคาลิปตัสที่ปลูกในภาคตะวันออกของประเทศไทย

จัดทำโดย นายสำรวย สร้อยตัน รหัสนิสิต 47551165
นายเอกชัย พันธ์ทอง รหัสนิสิต 49552531

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา 2553
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประวัติ ตั้งศิริวัฒนากุล

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติโครงงานทางวิศวกรรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

.....หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อานนท์ วงษ์แก้ว)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประวัติ ตั้งศิริวัฒนากุล)

คณะกรรมการสอบโครงการ

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประวัติ ตั้งศิริวัฒนากุล)

.....กรรมการ
(อาจารย์เอนก ชมวงษ์)

.....กรรมการ
(ดร.พัทรพงษ์ อาสนจินดา)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทคัดย่อ

ไม้เป็นวัสดุก่อสร้างที่มีความสำคัญและมีการใช้ไม้ในการก่อสร้างอาคารบ้านเรือนมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ปัจจุบันไม้กลายเป็นวัสดุที่หายากและมีราคาสูงเนื่องมาจากมีการตัดไม้ทำลายป่ากันมาก ดั้งนั้นจึงมีผู้ริเริ่มใช้ไม้ยูคาลิปตัสในงานก่อสร้างทดแทนไม้ชนิดอื่น โครงงานนี้เน้นการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของไม้ยูคาลิปตัสที่ปลูกในภาคตะวันออกของประเทศไทย การทดสอบประกอบด้วยการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของไม้คือ การทดสอบกำลังอัดของไม้ในแนวขนานกับเสี้ยนและในแนวตั้งฉากเสี้ยน การทดสอบกำลังเฉือนของไม้ การทดสอบกำลังดัด การทดสอบกำลังดึงของไม้ในแนวตั้งฉากกับเสี้ยน การทดสอบกำลังฉีกขาดของไม้ และการทดสอบการถอดของตะปูที่ใช้ยึดรอยต่อของไม้ ไม้ที่ใช้ในการทดสอบเน้นไม้ยูคาลิปตัสที่มีอายุระหว่าง 10-25 ปี และหาซื้อได้ในจังหวัดชลบุรี

คำสำคัญ : ไม้ยูคาลิปตัส , คุณสมบัติเชิงกลของไม้ , กำลังอัดในแนวตั้งฉากกับเสี้ยน ,
กำลังอัดในแนวขนานกับเสี้ยน , กำลังดัดของไม้ , กำลังเฉือนของไม้ ,
กำลังดึงในแนวตั้งฉากกับเสี้ยน , การถอนของตะปู

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Abstract

Wood is important construction material and have been used since the ancient till nowsday . Now wood is rare material and expensive , since there were many forest destructions . Henu , there are some engineering have started to use Eucalyptus wood in construction for replacing other wood . This project consists of testing of the mechanical properties of Eucalyptus wood planted in the Eastern part of Thailand . The tests are compressive strength parallel to grains and normal to grains , tearing strength test flexural strength test , tensile strength normal to grains and tearing strength test , withdrawal test of nails used for wood connections . The Eucalyptus wood using in the age around 10-25 years and can be bought in Chon Buri Province

Keywords : Eucalyptus wood , mechanical properties of wood , compressive strength normal to grains , compressive strength parallel to grains , flexural strength of wood , shear strength of wood , tensile strength normal to grains , nail withdrawn

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กิตติกรรมประกาศ

การทำโครงงานในครั้งนี้จะสามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีได้ ซึ่งได้รับคำปรึกษาจากท่านอาจารย์ ประวัติ ตั้งศิริวัฒนากุล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ และการแก้ปัญหาต่างๆ ตลอดระยะเวลาที่ทำโครงงานนี้ จึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้ความอนุเคราะห์วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือในการทดสอบในครั้งนี้

สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำขอขอบคุณท่านอาจารย์และเจ้าหน้าที่ รวมถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือแก่ทางคณะผู้จัดทำโครงงานทางวิศวกรรมโยธาด้วยดีเสมอมา ประโยชน์อันใดที่เกิดจากโครงงานนี้ล้วนเป็นผลมาจากความกรุณาของทุกท่าน คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างดี จึงใคร่ขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ด้วยความเคารพอย่างสูง

นายสำรวย สร้อยตัน

นายเอกชัย พันธ์ทอง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
ปกหน้า	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 บทนำ	1
1.2 ลักษณะทั่วไปของไม้ยูคาลิปตัส (Eucalyptus)	2
1.3 การจำแนกประเภทของไม้	4
1.4 คุณสมบัติและประโยชน์ของไม้แต่ละชนิด	4
1.5 โครงสร้างของเนื้อไม้	9
1.6 ส่วนประกอบของหน้าตัดไม้	10
1.7 ลายไม้และตำหนิของไม้	12
1.8 น้ำยารักษาเนื้อไม้	15
1.9 เป้าหมายและวัตถุประสงค์	17
1.10 ขอบเขตการศึกษาของโครงการ	17
1.11 แผนการดำเนินการ	17
1.12 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	17
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
2.1 ไม้ที่ใช้ในงานโครงสร้างอาคาร	18
2.2 ทับเชิงชายหรือทับปั้นลมหรือเรียกว่าปิดกันนก	21
2.3 ประเภทของไม้และกลสมบัติของไม้	22
2.4 กลสมบัติของไม้ ที่ต้องนำมาพิจารณามีดังนี้	22
2.5 มาตรฐานไม้ก่อสร้าง	27
2.6 ทฤษฎีของการทดลอง	49
2.7 การทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ ปริมาณความชื้น และการดูดซึมของไม้	49
2.8 การทดสอบของไม้ในแนวตั้งฉากและขนานเสี้ยน	51
2.9 การทดสอบแรงดึงและการฉีกแตกของไม้	53

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ (ต่อ)

เนื้อหา	หน้า
2.10 การทดสอบการรับแรงเฉือนของไม้แบบขนานเสี้ยน	55
2.11 อุปกรณ์การยึดไม้ (Timber Fasteners)	56
2.12 แรงถอนของตะปูควงและตะปูเกลียว	57
2.13 ความต้านทานด้านข้างของตะปู ตะปูควง และตะปูเกลียว	59
2.14 สลักเกลียว (Bolts)	61
2.15 แหวนยึดไม้แบบแหวนผ่า	61
2.16 สลักไม่มีเกลียวหรือลิ่มเหล็ก	62
บทที่ 3 การทดลอง	66
3.1 เตรียมการทดสอบ	66
3.2 การทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ ปริมาณความชื้น และการดูดซึมของไม้	66
3.3 การทดสอบแรงอัดของไม้ในแนวตั้งฉากและขนานเสี้ยน	70
3.4 การทดสอบแรงดึงและการฉีกแตกของไม้	74
3.5 การทดสอบการรับแรงเฉือนและแรงดัดของไม้	78
3.6 การทดสอบการถอนของตะปู ตะปูควง ตะปูเกลียว	80
3.7 การทดสอบสลักเกลียว และวงแหวนต้านแรงเฉียน	85
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง	91
4.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของไม้	91
4.2 ผลการทดสอบกลสมบัติของไม้	93
4.3 การพังของชิ้นไม้ทดสอบ	104
4.4 วิเคราะห์ผลการทดสอบ	110
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา	103
ภาคผนวก	114
บรรณานุกรม	126
ประวัติผู้จัดทำโครงงาน	128

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง

เนื้อหา	หน้า
2.1 แสดงชนิดของไม้และกลสมบัติตามมาตรฐาน วสท. 1002-16	24
2.2 แสดงชนิดของไม้และกลสมบัติ (ต่อ)	25
2.3 แสดงค่าหน่วยแรงที่ยอมให้	26
2.4 แสดงขนาดของตาไม้ที่ยอมให้	28
2.5 แสดงขนาดรอยแตกของไม้ที่ยอมให้	29
2.6 การแบ่งกลุ่มชนิดของไม้สำหรับการหาค่าน้ำหนักที่ยอมให้ สำหรับตะปูเกลียวปลายปล่อย ตะปู ตะปูอ้วน ตะปูควง ลิ่มเหล็ก	29
2.7 ขนาดของตะปูและตะปูอ้วนแบบลวดกลม	30
2.8 ขนาดของตะปูและตะปูอ้วนแบบแกนเป็นหนามแข็ง	31
2.9 กำลังรับยึดถอนแรงตะปูและตะปูอ้วนที่ยอมให้ในแนวตั้งฉากกับแนวเสี้ยน [8] สภาวะรับน้ำหนักปกติ d = น้ำหนักเพนนี	32
2.10 ตะปูและตะปูอ้วน – กำลังรับแรงยึดขวางในแนวเสี้ยนด้านข้าง	33
2.11 ตะปูควง – กำลังแรงยึดถอนที่ยอมให้ของตะปูควง	34
2.12 ตะปูควง – กำลังรับแรงยึดขวางในแนวเสี้ยนด้านข้าง	35
2.13 ตะปูเกลียวปลายปล่อย – แรงยึดถอนที่ยอมให้สำหรับสภาวะรับน้ำหนักปกติ	36
2.14 ตะปูเกลียวปลายปล่อย – แรงยึดขวางที่ยอมให้สำหรับสภาวะรับน้ำหนักปกติ ใช้ไม้เป็นวัสดุประกับด้านข้าง	37
2.15 ตะปูเกลียวปลายปล่อย – แรงยึดขวางที่ยอมให้สำหรับสภาวะรับน้ำหนักปกติ ใช้ไม้เป็นวัสดุประกับด้านข้าง	38
2.16 ตะปูเกลียวปลายปล่อย – แรงยึดขวางที่ยอมให้สำหรับสภาวะรับน้ำหนักปกติ ใช้แผ่นโลหะหนา 1.27 cm เป็นวัสดุประกับด้านข้าง	39
2.17 ตะปูเกลียวปลายปล่อย – แรงยึดขวางที่ยอมให้สำหรับสภาวะรับน้ำหนักปกติ ใช้แผ่นโลหะหนา 1.27 cm เป็นวัสดุประกับด้านข้าง	40
2.18 กำลังรับน้ำหนักที่ยอมให้เป็นกิโลกรัมของสลักเกลียวมีระนาบรับแรงเฉือนคู่	41
2.19 กำลังรับน้ำหนักที่ยอมให้เป็นกิโลกรัมของสลักเกลียวมีระนาบรับแรงเฉือนคู่	42
2.20 ค่ากลสมบัติของไม้ชนิดต่าง ๆ	43
2.21 ค่ากลสมบัติของไม้ชนิดต่าง ๆ (ต่อ)	44
2.22 กำลังรับน้ำหนักของแหวนยึดแบบเรียบ 1 ตัวพร้อมสลักเกลียวมีระนาบรับแรงเฉือน 1 แห่ง (กำลังรับน้ำหนักที่กำหนดไว้ใช้สำหรับการบรรทุกน้ำหนักในสภาวะปกติ)	45

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง (ต่อ)

เนื้อหา หน้า

2.23 กำลังรับน้ำหนักของแหวนยึดแบบเรียบ 1 ตัว พร้อมสลักเกลียวมีระนายรับแรงเฉือน 1 แห่ง (กำลังรับน้ำหนักของแหวนยึดกำหนดที่ไว้ใช้สำหรับการบรรทุกน้ำหนักในสภาวะปกติ) 46

2.24 กำลังรับน้ำหนักของแหวนยึดแบบเรียบ 1 ตัว พร้อมสลักเกลียวมีระนายรับแรงเฉือน 1 แห่ง(ต่อ) (กำลังรับน้ำหนักของแหวนยึดกำหนดที่ไว้ใช้สำหรับการบรรทุกน้ำหนักในสภาวะปกติ) 47

2.25 กำลังรับน้ำหนักของแหวนยึดแบบเรียบ 1 ตัว พร้อมสลักเกลียวมีระนายรับแรงเฉือน 1 แห่ง(ต่อ) (กำลังรับน้ำหนักของแหวนยึดกำหนดที่ไว้ใช้สำหรับการบรรทุกน้ำหนักในสภาวะปกติ) 48

3.1 ตารางการทดสอบการถอนของตะปู ตะปูควง ตะปูเกลียว 82

3.2 ตารางการทดสอบรอยต่อสลักเกลียวกับไม้ และแบบวงแหวน 85

4.1 ตารางแสดงความถ่วงจำเพาะของไม้ 91

4.2 แสดงปริมาณความชื้น และการดูดซึมน้ำของไม้ 92

4.3 แสดงข้อมูลการทดสอบแรงอัดแบบตั้งฉากเสี้ยน 93

4.4 แสดงข้อมูลการทดสอบแรงอัดแบบขนานเสี้ยน 94

4.5 แสดงข้อมูลการทดสอบแรงดึง 95

4.6 แสดงข้อมูลการทดสอบการฉีก 96

4.7 แสดงข้อมูลการทดสอบแรงเฉือน 97

4.8 แสดงข้อมูลการทดสอบแรงดัด 98

4.9 แสดงข้อมูลการทดสอบรอยต่อสลักเกลียวกับไม้ 99

4.10 แสดงข้อมูลการทดสอบรอยต่อวงแหวนกับไม้ 100

4.11 แสดงข้อมูลการถอนของตะปูกับไม้ 101

4.12 แสดงข้อมูลการถอนของตะปูเกลียวกับไม้ 102

4.13 แสดงข้อมูลการถอนของตะปูควงกับไม้ 103

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญรูป

เนื้อหา	หน้า
1.1 ลำดับภาพการเจริญเติบโตของต้นไม้	3
1.2 ลักษณะของต้นอยู่คาลิปตัส	3
1.3 ส่วนประกอบของหน้าตัดไม้	11
1.4 ภาพบ้านที่ทำจากไม้ทั้งหลัง	14
2.1 อุปกรณ์ต่างๆ ในการต่อไม้	65
2.2 อุปกรณ์ต่างๆ ในการต่อไม้ ต้านทานแรงเฉือน	65
3.1 ตัวอย่างไม้ทดสอบความถ่วงจำเพาะ	67
3.2 ชุดเครื่องมือสำหรับทดสอบ	67
3.3 เครื่องชั่งน้ำหนัก	68
3.4 เตาอบ	68
3.5 ตัวอย่างไม้ของการทดสอบแรงอัดของไม้ในแนวตั้งฉากกับเสี้ยน	70
3.6 ตัวอย่างไม้ของการทดสอบแรงอัดของไม้ในแนวขนานกับเสี้ยน	71
3.7 เครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (Universal testing machine, UTM) ขนาด 30 ตัน	71
3.8 เครื่องวัดการเสียรูป (Dial gauge)	72
3.9 ทดสอบแรงอัดตั้งฉากกับเสี้ยน	73
3.10 ทดสอบแรงอัดขนานกับเสี้ยน	74
3.11 ตัวอย่างไม้ของการทดสอบกำลังดึงของไม้	75
3.12 ตัวอย่างไม้ของการทดสอบกำลังฉีกแตกของไม้	75
3.13 เครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (Universal testing machine, UTM) ขนาด 30 ตัน	76
3.14 แสดงการทดสอบแรงดึง	77
3.15 แสดงการทดสอบการฉีกแตกของไม้	77
3.16 ตัวอย่างไม้ของการทดสอบกำลังเฉือนของไม้	78
3.17 เครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (Universal testing machine, UTM) ขนาด 30 ตัน	79
3.18 แสดงการเฉือนของไม้	80
3.19 ตัวอย่างไม้ขนาด 2"x2"x6"	81
3.20 แสดงลักษณะของตะปู	81
3.21 แสดงลักษณะของตะปูเกลียว	81
3.22 แสดงลักษณะของตะปูควง	82
3.23 แสดงการรับแรงถอนดั้งฉากเสี้ยนของตะปู, ตะปูควง, ตะปูเกลียว	83
3.24 ตัวอย่างไม้ทดสอบรอยต่อสลักเกลียวกับไม้	84

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญรูป (ต่อ)

เนื้อหา	หน้า
3.25 ตัวอย่างสลักเกลียว	85
3.26 เครื่องทดสอบ Universal Testing Machine (UTM)	86
3.27 Vernier Caliper	86
3.28 เครื่องมือวัดการยุบตัวของรอยต่อไม้ (Dial Gauge)	87
3.29 เครื่องชั่งน้ำหนัก	87
3.30 อุปกรณ์การยึดไม้ด้วยสลักเกลียว	88
3.31 อุปกรณ์ในการถอนตะปู (Nail withdrawal apparatus)	88
3.32 การทดสอบกำลังถอนของตะปูและตะปูควง	89
3.33 แสดงการรับแรงต้านด้านข้างแบบวงแหวนผ่า	89
4.1 การวิบัติของการรับแรงอัดของไม้ในแนวตั้งฉากเสี้ยน	104
4.2 การวิบัติของการรับแรงอัดของไม้ในแนวขนานเสี้ยน	104
4.3 การวิบัติของการรับกำลังดึงในแนวตั้งฉากเสี้ยน	105
4.4 การวิบัติของการรับกำลังฉีกแตกของไม้	105
4.5 การวิบัติของการรับกำลังเฉือนของไม้แบบขนานเสี้ยน	106
4.6 การวิบัติของการรับแรงดัดของไม้	106
4.7 การวิบัติของการรับแรงของรอยต่อสลักเกลียวกับไม้	107
4.8 การวิบัติของการรับแรงของรอยต่อวงแหวนกับไม้	107
4.9 การถอนของตะปูกับไม้	108
4.10 การถอนของตะปูเกลียวกับไม้	108
4.11 การถอนของตะปูควงกับไม้	109

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำ

เดิมทีนั้นไม้ยูคาลิปตัส (Eucalyptus) ปลูกเพื่อทางด้านอุสาหกรรม ซึ่งเอกชนเป็นผู้ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเพื่อเป็นวัตถุดิบส่งให้กับโรงงานทำกระดาษ AAA ซึ่งตั้งอยู่ในนิคมอุสาหกรรม 304 ในเขตจังหวัดปราจีนบุรี แต่ในปัจจุบันนี้ได้มีการปลูกไม้ยูคากันอย่างมากในเขตจังหวัดฉะเชิงเทรา, ปราจีนบุรี,สระแก้ว,ชลบุรี,ระยอง ประกอบกับในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกได้มีการสนับสนุนกลุ่มอุสาหกรรม จึงเกิดมีการจ้างงานและโครงการก่อสร้างเพิ่มมากขึ้นตามด้วย ผู้รับเหมาก่อสร้างจึงได้นำไม้ยูคามาทำเป็นเสาเข็มรั้วและไม้ค้ำยันในการก่อสร้างต่างๆ

ไม้ยูคาลิปตัสเป็นไม้โตเร็วชนิดหนึ่งที่ได้รับการสนับสนุนให้ปลูก เนื่องจากเป็นไม้ ปลูกง่ายทนต่อสภาพแวดล้อมแห้งแล้ง เติบโตเร็ว และสามารถขึ้นได้ในพื้นที่ดินที่เสื่อมโทรม มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ จึงมีการศึกษาตรวจสอบคุณสมบัติทางกลและทางกายสมบัติของไม้อยู่คาลิปตัสในภาคตะวันออก เพื่อหากำลังและความแข็งแรงในคุณสมบัติทางวิศวกรรมของไม้ยูคาลิปตัส ที่มีขายในภาคตะวันออก ได้มีการนำไม้ยูคามาใช้ประโยชน์ในด้านก่อสร้าง เช่น นำมาทำเสาเข็ม ทำนั่งร้าน และค้ำยันเป็นต้น ปัจจุบันได้มีการแปรรูปไม้ยูคาเป็นไม้แผ่นเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านงานก่อสร้าง

ในการศึกษานี้โครงการนี้เพื่อทดสอบหาความสามารถของไม้ในการต่อยึดไม้ ให้มีความมั่นคงแข็งแรงและเหมาะสมที่จะนำไม้ที่แปรูปแล้วมาใช้ทำเป็นโครงสร้างที่อยู่อาศัย ในการทดสอบได้แบ่งออกเป็นแบบต่างๆ เพื่อหาความแข็งแรงของการต่อยึดไม้ด้วยตะปูและสลักเกลียว เพื่อเป็นข้อมูลในการนำมาใช้ในงานโครงสร้างและงานก่อสร้างต่อไป

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.2 ลักษณะทั่วไปของไม้ยูคาลิปตัส (Eucalyptus)

ยูคาลิปตัส เป็นไม้ต่างประเทศ มีมากกว่า 700 ชนิด มีถิ่นอยู่ในทวีปออสเตรเลียประเทศไทยได้เริ่มทดลองนำยูคาลิปตัสมาปลูกประมาณปี พ.ศ. 2493 และได้มีการทดลองปลูกกันจริงๆเมื่อประมาณปี พ.ศ. 2507 ยูคาลิปตัสสามารถเจริญเติบโตได้ในทุกสภาพของดินแทบทุกประเภท ตั้งแต่พื้นที่ริมน้ำ ที่ราบน้ำท่วมถึงบางระยะในรอบปี แม้แต่ดินที่เป็นทรายและมีความแห้งแล้งติดต่อกันเป็นเวลานาน พื้นที่ดินเลวที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 650 มิลลิเมตรต่อปี รวมทั้งพืนที่ที่มีดินเค็ม ดินเปรี้ยว แต่ยูคาลิปตัสจะไม่สามารถทนต่อดินที่มีสภาพเป็นหินปูนสูง

ลำต้น เป็นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ มีความสูง 24-26 เมตร และอาจสูงถึง 50 เมตร ความโตเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-2 เมตร

ใบ เป็นคู่ตรงข้ามเรียงสลับกัน ลักษณะเป็นรูปหอก มีขนาด 2.5-12X0.3-0.8 นิ้ว ก้านใบยาว ใบสีเขียวอ่อนทั้งสองด้าน เส้นใบมองเห็นได้ชัด

เปลือก มีลักษณะเรียบเป็นมัน มีสีเทาสลับสีขาวและน้ำตาลแดงเป็นบางแห่ง เปลือกนอกจะแตกอ่อนร่อนเป็นแผ่นหลุดออกจากผิวของลำต้น เมื่อแห้งจะลอกออกได้ง่าย เปลือกหนาประมาณ 1/2 เซนติเมตร

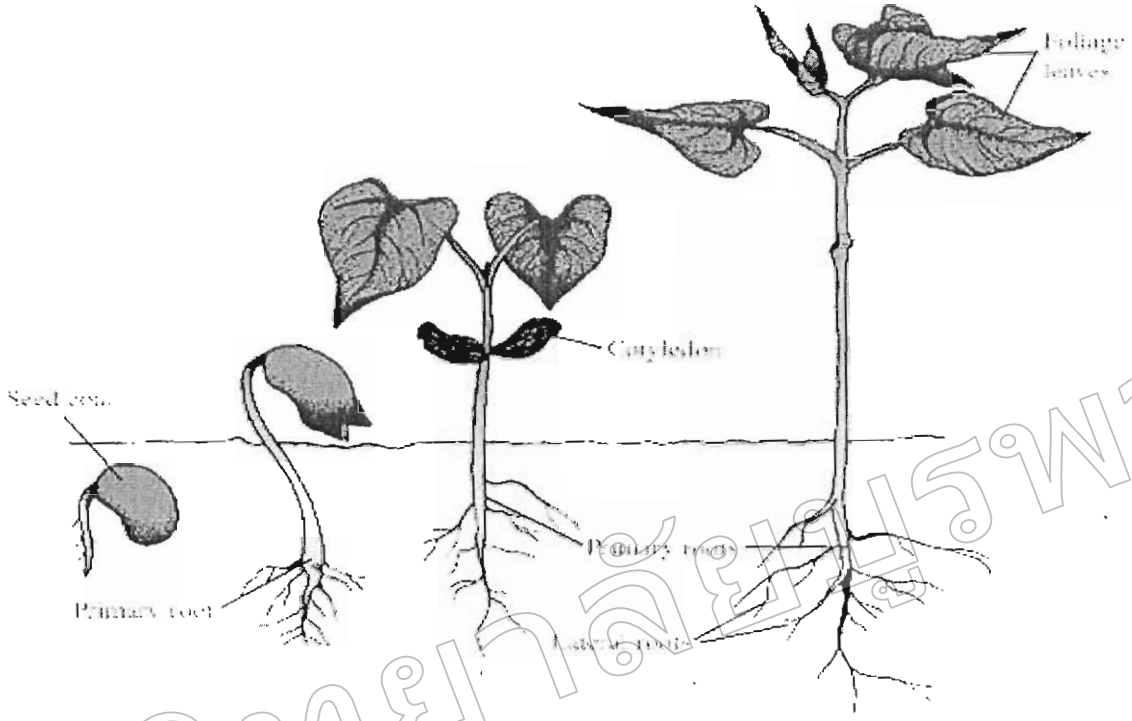
เมล็ด ขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตร สีเหลือง เมล็ด 1 กิโลกรัมมีเมล็ดประมาณ 1-200,000 เมล็ด

ช่อดอก เกิดที่ข้อต่อระหว่างกิ่งกับใบ มีก้านดอกเรียวยาว และมีก้านย่อยแยกไปอีก ออกดอกเกือบตลอดปี ออกดอกปีละ 7-8 เดือน

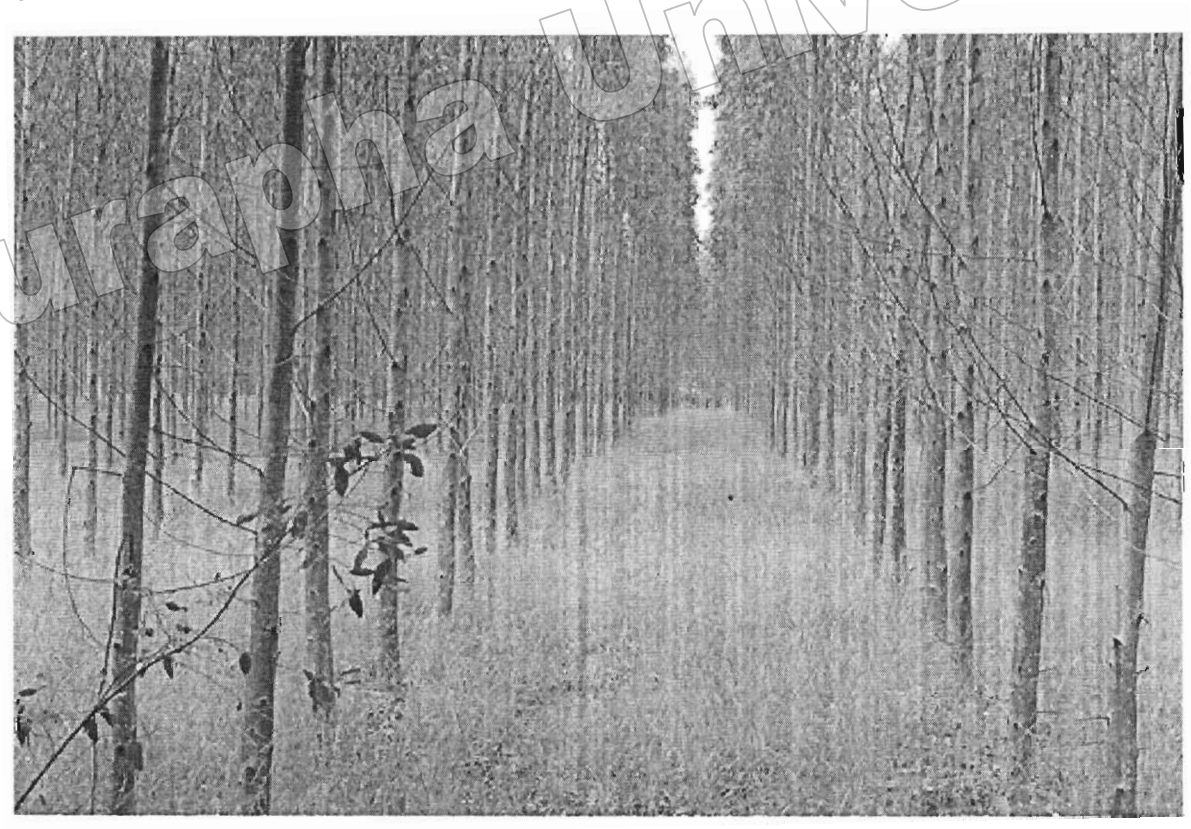
ผล มีลักษณะเป็นครึ่งวงกลม ผิวนอกแข็ง เมื่อยังอ่อนจะมีสีเขียวและจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่อแก่ เมื่อผลแก่ปลายผลจะแยกออก ทำให่เมล็ดที่อยู่ภายในหล่นออกมา

ลักษณะเนื้อไม้ มีแก่นสีน้ำตาล กระพี้น้ำตาลอ่อน กระพี้และแก่นสีแตกต่างเหก็นได้ชัด เนื้อไม้แดกง่ายหลังจากตัดฟัน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



รูปที่ 1.1 ลำดับภาพการเจริญเติบโตของต้นไม้



รูปที่ 1.2 ลักษณะของต้นอยู่คาลิปตัส

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ไม้เป็นผลิตภัณฑ์อันยิ่งใหญ่จากธรรมชาติ เป็นวัตถุดิบที่มีค่ายิ่ง จัดว่าเป็นวัสดุที่มีความสำคัญในการก่อสร้าง เพราะมีน้ำหนักน้อย ตัดกลึงหรือเปลี่ยนรูปได้ง่าย มีความสวยงาม ตลอดจนสามารถปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้นได้ ข้อเสียของไม้ก็คือมีความแข็งแรงต่ำและมีคุณภาพในแต่ละทิศทางไม่เท่ากัน (anisotropic) เช่น ความแข็งในทางปลาย (ขนานกับแนวเสี้ยน) จะต่างกับความแข็งที่รัศมี (radial) หรือด้านสัมผัส (tangential) เป็นต้น นอกจากนั้นในไม้ชนิดเดียวกันก็อาจจะมีความแตกต่างกันมากในด้านคุณสมบัติเชิงกล ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณภาพของไม้แต่ละท่อน ลักษณะการเลื่อยและอายุของไม้ เป็นต้น

1.3 การจำแนกประเภทของไม้

ตามหนังสือของกรมป่าไม้ที่ กส.0702/6679 ลงวันที่ 3 พฤษภาคม 2517 [12] แบ่งไม้ออกเป็น 3 ประเภท โดยถือเอาค่าความแข็งแรงในการดัดของไม้และความทนทานตามธรรมชาติของไม้นั้น ๆ เป็นเกณฑ์ตามตารางข้างล่างนี้

ประเภทไม้	ความแข็งแรง (กก./ตร.ซม.)	ความทนทาน (ปี)
ไม้เนื้อแข็ง	>1000	>10
ไม้เนื้อแข็งปานกลาง	600-1000	2-10
ไม้เนื้ออ่อน	<600	<2

1.4 คุณสมบัติและประโยชน์ของไม้แต่ละชนิด

ในที่นี้จะกล่าวถึงคุณสมบัติและประโยชน์ของไม้เนื้อแข็ง ไม้เนื้อแข็งปานกลาง และไม้เนื้ออ่อน ที่ควรทราบตามลำดับ ดังนี้

ไม้เนื้อแข็ง

มีหลายชนิด เช่น ไม้เต็ง ไม้รัง ไม้แดง ซึ่งมีคุณสมบัติและประโยชน์ที่ควรทราบดังต่อไปนี้ ไม้เต็ง เป็นต้นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ขึ้นเป็นหมู่ตามป่าแดดทั่วไปยกเว้นภาคใต้ ลักษณะเนื้อไม้เป็นสีน้ำตาลอ่อน เมื่อแรกตัดทิ้งไว้นานจะเป็นสีน้ำตาลแก่แกมแดง เสี้ยนสับสน เนื้อหยาบ แต่สม่ำเสมอ แข็งเหนียวแข็งแรงและทนทานมาก เมื่อแห้งแล้วเลื่อยไสกบตกแต่งได้ยาก น้ำหนักโตยเฉลี่ยประมาณ 1,040 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำหมอน รางรถไฟ เครื่องมือกสิกรรม โครงสร้างอาคาร เช่น ตง คาน วง กบ ประตูหน้าต่าง โครงหลังคา เสา เป็นต้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ไม้รัง

เป็นต้นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ขึ้นเป็นหมู่ตามในป่าแดดทั่วไป ลักษณะเนื้อไม้มีสีน้ำตาลอมเหลือง เสี้ยนสับสัน เนื้อหยาบแต่สม่ำเสมอ แข็ง หนัก แข็งแรง และทนทานมาก เลื่อยไสกบตกแต่งค่อนข้างยาก เมื่อแห้งจะมีลักษณะคุณสมบัติคล้ายไม้เต็ง ในบางครั้งจึงเรียกว่าไม้เต็งรัง น้ำหนักโตยเฉลี่ยประมาณ800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำเสาและโครงสร้างอาคาร ทำหมอนรางรถไฟ ทำเครื่องมือกสิกรรม เป็นต้น

ไม้แดง

เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ ขึ้นทั่วไปในป่าเบญจพรรณแล้งและชื้น ลักษณะของเนื้อไม้มีสีแดงเรื่อ ๆ หรือ สีน้ำตาลอมแดง เสี้ยนเป็นลูกคลื่นหรือสับสน เนื้อละเอียดพอประมาณ แข็ง เหนียวแข็งแรงและทนทาน เลื่อยไสกบแต่งได้เรียบร้อย ขัดชักเงาได้ดี น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 960 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ไม้นี้นิยมในการก่อสร้างในส่วนที่ไม่ใช่โครงสร้าง เช่น พื้น วงกบประตูหน้าต่าง ทำเกวียน ทำเรือ หมอนรางรถไฟ เครื่องเรือน เครื่องมือกสิกรรม ด้ามเครื่องมือ คันชั่ง ไม้แดงนี้ปลวกหรือเพรียงจะไม่ค่อยรบกวน และเป็นไม้ที่ต้านทานไฟในตัวด้วย ไม้แดง เป็นไม้ที่มีความแข็งมาก ทำให้เวลาเกิดความชื้นหรือร้อน จะขยายตัวจนกำแพงแตกได้ กรณีเป็นพื้นหรือหากไปตีชิด ทำฝ้าเพดานชายคาด้านนอกบ้าน ก็จะดันจนเครื่องหลังคามีปัญหาได้

ไม้ตะเคียนทอง

เป็นต้นไม้ใหญ่และสูงมาก ขึ้นเป็นหมู่ตามป่าดิบชื้นทั่วไป ลักษณะเนื้อไม้มีสีเหลืองหม่นสีน้ำตาลอมเหลือง มักมีเส้นสีขาวหรือเทาขาวผ่านเสมอ สีที่ผ่านนี้เป็นท่อน้ำมันหรือยาง เสี้ยนมักสับสน เนื้อละเอียดปานกลาง แข็ง เหนียว ทนทาน ทนปลวกได้ดี เมื่อนำไปเลื่อยไสกบตกแต่งและชักเงาได้ดีมาก น้ำหนักโดยเฉลี่ย 750 กิโลกรมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ในการก่อสร้างอาคาร ไม้หมอนรางรถไฟ ไม้ชนิดนี้นิยมใช้ทำเรือมาก และยังใช้การได้ดีทุกอย่างที่ต้องการความแข็งแรง เหนียวและทนทาน

ไม้ตะแบก

เป็นต้นไม้สูงใหญ่ตอนโคนมีลักษณะเป็นพู ขึ้นในป่าเบญจพรรณชื้นและแล้งทั่วไป ลักษณะเนื้อไม้สีเทาจนถึงสีน้ำตาลอมเทา เสี้ยนตรงหรือเกือบตรง เนื้อละเอียดปานกลาง เป็นมัน แข็ง เหนียวแข็งแรงทานทานดี ถ้าใช้ในร่มไม่ตากแดดตากฝนใช้ทำเสาบ้าน ทำเรือ แพ เกวียน เครื่องกสิกรรม ไม้ตะแบกชนิดลายใช้ทำเครื่องเรือนได้สวยงามมาก ใช้ทำด้ามมีด กรอบรูป ด้ามปืน เป็นต้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ไม้สัก

เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ ขึ้นเป็นหมู่ในป่าเบญจพรรณทางภาคเหนือและบางส่วนของภาคกลาง และตะวันตกลักษะเนื้อไม้สีเหลืองทองนานเข้าจะกลายเป็นสีน้ำตาลหรือน้ำตาลแก่ มีกลิ่นเหมือนหนังฟอกเก่าๆ และมีน้ำมันในตัว มักมีเส้นสีแก่แทรกเสี้ยนตรงเนื้อหยาบและไม่สม่ำเสมอ แข็งพอประมาณ แข็งแรงทนทานที่สุด ปลวกมอดไม่ทำอันตราย นำไปเลื่อยไสกบตกแต่งง่าย แกะสลักได้ดี ชักเงาได้ง่ายและดีมาก เป็นไม้ที่ผึ่งให้แห้งได้ง่ายและอยู่ตัวดี น้ำหนักโดยประมาณ 640 กิโลกรมต่อลูกบาศก์เมตร ไม้สักเป็นไม้ที่นิยมมากในการทำเครื่องเรือน ทำบานประตู หน้าต่าง ทำเรือ แกะสลักต่าง ๆ ปริมาณที่ทำออกจำหน่ายยังมีมากพอสมควร ไม้สักเป็นไม้ที่เป็นสินค้าขาออกและเป็นที่นิยมของชาวต่างประเทศมาก ไม้สักที่ใหญ่ที่สุดในโลกปัจจุบันนี้ขึ้น อยู่ที่บ้านปางเกลือ ตำบลน้ำไคร้ อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ มีความสูง 51 เมตร วัดรอบต้นได้ 10.58 เมตร ใช้คนกางแขนโอบรอบต้นไม้ไม่น้อยกว่า 8 คน กรมป่าไม้ได้ประมาณอายุต้นสักนี้ไว้ไม่น้อยกว่า 1,500 ปี

ไม้ชัก

เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ ขึ้นตามป่าดิบและป่าเบญจพรรณ ขึ้นทั่วประเทศเว้นแต่ทางภาคเหนือ ลักษณะเนื้อไม้น้ำตาลอ่อนถึงแก่ เสี้ยนตรงพอประมาณ เนื้อหยาบและสับสน แข็งพอประมาณเหนียวทนทาน นำไปเลื่อยไสกบตบแต่งได้ยาก บางครั้งเรียกว่า เต็งดง น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 961 กิโลกรมต่อลูกบากศก์เมตร ใช้ทำหมอนรองรถไฟ ใช้ก่อสร้าง เช่น ทำโครงสร้าง ตง ดาน โครงหลังคา พื้น เป็นต้น

ไม้เคี่ยม

เป็นต้นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูงตรง ขึ้นชุกชุมในป่าดิบชื้นทางภาคใต้ บางแห่งใหญ่ วัดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ถึง 3 เมตร ลักษณะเนื้อไม้สีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลอ่อน ทิ้งไว้นานเป็นสีน้ำตาลแก่หรือเกือบดำ เสี้ยนค่อนข้างสั้นเนื้อละเอียดแข็ง เหนียว หนัก แข็งแรงมาก ใช้ในน้ำได้ทนทานดี นำไปเลื่อยไสกบตกแต่งได้ค่อนข้างง่าย น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 800 – 990 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำหมอนรางรถไฟ โครงสร้างที่ต้องการความแข็งแรงมาก เช่น สะพาน แพ พื้น ใช้ในที่แจ้งทนแดดทนฝนดีมาก

ไม้มะค่าแต้

เป็นต้นไม้ขนาดกลางถึงขนาดสูงใหญ่ ขึ้นประปรายในป่าแดงและป่าเบญจพรรณ ลักษณะทั่วไปเนื้อไม้สีน้ำตาลอ่อนถึงสีน้ำตาลแก่ เลื่อยทิ้งไว้นานสีจะเข้มขึ้น มีเส้นเสี้ยนผ่านมีสีแก่กว่าสีพื้น เสี้ยนสับสน เนื้อค่อนข้างหยาบแต่สม่ำเสมอเป็นมันเลื่อม แข็งและทนทานมาก ทนมอดปลวกได้ดี เลื่อยไสตกแต่งได้ยาก ถ้าตอกตะปูลงในแก่นไม้จะดอกได้ยากและตะปักจะคองดเพราะ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ความแข็งแรงของไม้ น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 1,090 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ในการก่อสร้างต่าง ๆ ทำให้หมอนรางรถไฟ ทำเครื่องเกวียน เครื่องไถนา เครื่องเรียน เป็นต้น

ไม้ประดู่

เป็นไม้ต้นสูงใหญ่ ขึ้นในเบญจพรรณชื้นและแล้งทั่วไปเว้นแต่ทางภาคใต้ มีชุกชุมทางภาคเหนือและภาคอีสาน ลักษณะเนื้อไม้สีแดงอมเหลืองถึงสีแดงอย่างสีอิฐแก่ สีเส้นเสี้ยนแก่กว่าสีพื้น บางทีมีลวดลาย สวยงามมากเสี้ยนสับสนเป็นริ้ว เนื้อละเอียดปานกลาง แข็งและทนทาน ไสกบตกแต่งได้ดีและชักเงาได้ดี น้ำหนักโดยเฉลี่ย 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ในการก่อสร้าง ทำเกวียน เครื่องเรือนที่สวยงามทำจากปุ่มประดู่ ทำด้ามเครื่องมือและสิ่งอื่น ๆ ที่ต้องการความแข็งแรงทนทาน ในประเทศจีนและญี่ปุ่นนิยมใช้ทำเครื่องเรือนกันมาก ไม้ประดู่ ส่วนใหญ่คือประดู่แดง หรือประดู่เหลือง ความแข็งใกล้เคียงกับไม้แดง แต่ยืดหดน้อยกว่า

ไม้เนื้อแข็งปานกลาง

มีหลายชนิดเช่น ไม้ยาง ไม้กระบาก หรือไม้กะบาก ไม้กระท้อน และอื่น ๆ ซึ่งมีคุณสมบัติและประโยชน์ที่ควรทราบดังต่อไปนี้

ไม้ยาง

เป็นต้นไม้สูงใหญ่สูงชะลูด ไม่มีกิ่งที่ลำต้น มักขึ้นเป็นหมู่ในป่าดิบชื้น และที่ต่ำชุ่มชื้นตามบริเวณใกล้เคียงแม่น้ำลำธารในป่าดิบและป่าอื่น ๆ ทั่วไป ต้นบางชนิดสามารถเผาเอาน้ำมันยางได้ (แต่เป็นคนละชนิดกับต้นยางพารา) ลักษณะเนื้อไม้สีแดงเรื่อหรือสีน้ำตาลหม่น เสี้ยนมักตรง เนื้อหยาบ แข็งปานกลางใช้ในร่ม ทนทานดี เลื่อยไสกบ ตกแต่งได้ดี น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 650 – 720 กิโลเมตรต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ในงานก่อสร้างทั่วไป เช่น ใช้เป็นไม้ฝา ไม้คร่าว ฝ้าเพดาน คร่าว ฝา เป็นต้น

ไม้กระบากหรือไม้กะบาก

เป็นต้นไม้สูงใหญ่ ขึ้นประปรายในป่าดิบชื้นและป่าเบญจพรรณชื้นทั่วประเทศ ทางพฤกษศาสตร์จะมีอยู่หลายชนิด แต่ในส่วนเนื้อไม้และการใช้มีลักษณะคล้ายคลึงมาก ใช้ร่วมกันได้ดี ลักษณะเนื้อไม้โดยรวมมีสีตั้งแต่นวลเหลืองถึงน้ำตาลอ่อนแกมแดงเรื่อย ๆ เสี้ยนตรงเนื้อหยาบแต่สม่ำเสมอ แข็งเหนียว เด้งพอประมาณ เลื่อยไสกบตกแต่งได้ไม่ยาก แต่มีข้อเสียคือเนื้อเป็นทรายทำให้กัดเครื่องมือ ผึ่งแห้งง่ายและไม่ค่อยเสื่อมเสีย น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 600 กิโลเมตรต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำแบบหล่อคอนกรีตได้ดีเพราะถูกน้ำแล้วไม่บิดงอหรือโค้ง ทำเครื่องเรือนราคาถูก ทำกล่องใส่ของเก้าอี้ เป็นต้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ไม้ซุมแพรก

เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ ขึ้นประปรายตามป่าดิบชื้นทางภาคตะวันออกและแถบภาคกลาง เนื้อไม้เมื่อเลื่อย/ ตัดใหม่ ๆ จะเป็นสีแดงเข้ม เมื่อทิ้งไว้ถูกอากาศจะเป็นสีน้ำตาลอมแดง เป็นมันเลื่อมเสี้ยนมักตรงและสม่ำเสมอเป็นริ้วห่าง ๆ เหนียวแข็ง ใช้ในร่มทนทานดี เลื่อยไสกบตกแต่งได้ง่าย ชักเงาได้ดี น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 640 กิโลเมตรต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ก่อสร้าง เช่น ทำพื้น/ฝา เป็นต้น

ไม้นนทรี

เป็นต้นไม้ขนาดกลาง ขึ้นในป่าดิบชื้นและป่าโปร่งชื้น ลักษณะไม้สีชมพูอ่อนถึงน้ำตาลแกมชมพูเป็นมันเลื่อม เสี้ยนตรงหรือเป็นลูกคลื่นหรือสับสนบ้างเล็กน้อย เนื้อหยาบปานกลาง เลื่อยผ่าไสตกแต่งได้ง่าย น้ำหนักโดยเฉลี่ยาประมาณ 575 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำไม้พื้น เพดาน และฝา ทำเครื่องเรือน หีบใส่ของต่าง ๆ เป็นต้น

ไม้มะม่วงป่า

เป็นต้นไม้ใหญ่ ขึ้นห่าง ๆ กันในป่าดิบชื้นและป่าเบญจพรรณ หรือตามที่ชุ่มชื้นทั่วไป ลักษณะเนื้อไม้ไม่มีแก่นมากนัก สีน้ำตาลไหม้ เสี้ยนค่อนข้างตรง เนื้อเป็นมันเล็กน้อย แข็งเหนียวใช้ในร่มทนทานดี เลื่อยไสกบง่าย น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำเครื่องเรือน หีบใส่ของ ไม้บรรทัด ปอกออกมาเป็นแผ่นบาง ๆ ใช้ทำไม้อัด เป็นต้น

ไม้กระท้อน

เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ ขึ้นตามป่าดิบชื้นทั่วประเทศ ลักษณะเนื้อไม้สีแดงเรื่อ ๆ ปนเทา เสี้ยนไม้ตรงเนื้อค่อนข้างหยาบ แข็งแรงปานกลาง ใช้ในร่มทนทานพอสมควร เลื่อยไสกบตกแต่งได้ง่าย ขัดและชักเงาได้ ผึ่งให้แห้งได้ง่าย แต่หดตัวมาก ใช้ทำพื้น เพดาน เครื่องเรือน เป็นต้น

ไม้เนื้ออ่อน

มีหลายชนิดเช่นไม้สยาขาว ไม้ก้านเหลือง ไม้มะยมป่า ไม้ด้นมะพร้าว ซึ่งคุณสมบัติและประโยชน์ที่ควรทราบต่อไปนี้

ไม้สยาขาว

เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ ขึ้นตามไหล่เขาและบนเขาในป่าดิบทางภาคใต้บางจังหวัด เช่น ยะลา นราธิวาส ลักษณะเนื้อไม้สีชมพูอ่อนแกมขาวถึงน้ำตาลอ่อนแกมแดง มีริ้วสีแก่กว่าสีพื้น เป็นมันเลื่อม เสี้ยนสับสน เนื้อหยาบ อ่อนค่อนข้างเหนียว ทนทานในร่ม เลื่อยไสผ่าได้ง่าย น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 480 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำเครื่องเรือนและส่วนของอาคารที่อยู่ในร่ม เปลือกใช้ทำไม้อัดได้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ไม้ก้านเหลือง

เป็นต้นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ขึ้นตามริมแม่น้ำลำธารหรือในที่ชุ่มชื้นทั่วไป ลักษณะเนื้อไม้สีเหลืองเข้มถึงสีเหลืองปนแสด เสี้ยนตรงละเอียดพอประมาณและอ่อน เลื่อยไสกบได้ง่าย ชักเงาได้ดี น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 540 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำพื้น ฝา เครื่องเรือน หีบใส่ของ เป็นต้น

ไม้มะยมป่า

เป็นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ขึ้นประปรายในป่าดิบชื้นหรือป่าเบญจพรรณชื้นทั่วไป ลักษณะเนื้อไม้ ไม่มีแก่นสี ถ้าถูกอากาศนาน ๆ สีจะนวลขึ้น เสี้ยนตรง เนื้อหยาบ แต่สม่ำเสมอและอ่อน ไสกบได้ง่าย น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำก้านไม้จิ้มไฟ หีบใส่ของ ปัจจุบันใช้ทำเครื่องเรือนต่าง ๆ

ไม้ต้นมะพร้าว

เนื้อมีความหนาแน่น ใช้เป็นโครงสร้างได้ ความหนาแน่นตรงริมมีมากกว่าตรงกลางต้น ตอนกลาง ๆ มีความหนาแน่น 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แต่ตอนริมมีความหนาแน่นถึง 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

1.5 โครงสร้างของเนื้อไม้

การเจริญเติบโตของต้นไม้ต้องอาศัยส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ ราก ซึ่งทำหน้าที่ยึดกับพื้นดินให้ต้นไม้ไม่ล้มและดูดสารอาหารส่งผ่านลำต้นไปสู่ใบ ลำต้น ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของต้น ลำเลียงสารอาหารไปยังใบทุกส่วน และสุดท้ายคือ ใบ ทำหน้าที่รับแสงอาทิตย์เพื่อนำมาปรุงอาหารเสร็จแล้วส่งกลับไปยังเยื่อเจริญซึ่งอยู่ในลำต้นทำให้ลำต้นมีการเจริญเติบโต

โครงสร้างของต้นไม้ประกอบด้วยเซลล์ (cell) หรือเส้นใย (fiber) ในลักษณะต่าง ๆ เกาะยึดกันจนเป็นรูปลำต้นขึ้นมา ถ้าเราแบ่งเซลล์ออกตามลักษณะการเรียงตัว จะสามารถแบ่งได้ 2 ชนิด คือ เซลล์ที่เรียงตัวยาวไปตามลำต้น เรียกว่า เซลล์ไม้ (wood cell) ส่วนเซลล์ที่เรียงตัวไปตามแนวขวางของลำต้น เรียกว่า เซลล์รังสี (ray cell) นอกจากนี้เซลล์ต่าง ๆ ยังสามารถแบ่งหน้าที่ออกได้อีก 3 ชนิด คือ

เซลล์ลำเลียง (conducting tissue) เป็นเซลล์ที่ทำหน้าที่ลำเลียงธาตุอาหารต่าง ๆ โดยทั่วไปจะเป็นเซลล์ขนาดใหญ่ที่มีผนังบาง

เซลล์ค้ำจุน (supporting tissue) เป็นเซลล์ที่ทำหน้าที่ให้ความแข็งแรงแก่ลำต้น โดยทั่วไปจะเป็นเซลล์ขนาดเล็ก แต่ผนังเซลล์หนา

เซลล์สะสม (storage tissue) เป็นเซลล์ที่ทำหน้าที่สะสมอาหารไว้ในลำต้น โดยทั่วไปจะเป็นเซลล์ที่มีรูปร่างเหลี่ยมแบน แต่ผนังเซลล์บาง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ลักษณะการเรียงตัวของเซลล์อาจจะเรียงตัวตามยาวขนานกับลำต้นหรือขวางกับลำต้นก็ได้ขึ้นอยู่กับไม้แต่ละชนิด ตัวเซลล์นั้นจะประกอบด้วยผนังเซลล์ (cell well) และเยื่อชีวิต (protoplasm) อยู่ภายในเซลล์ เมื่อเซลล์เจริญเต็มที่ก็จะตาย และเยื่อชีวิตก็จะกลายเป็นเนื้อไม้ สำหรับผนังเซลล์นั้นมีส่วนประกอบของสารเซลลูโลส (cellulose) ประมาณ 60% ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ที่ผนังเซลล์ และลิกนิน (lignin) ประมาณ 30% ซึ่งอยู่ระหว่างเซลล์ต่อเซลล์ ทำหน้าที่เชื่อมประสานเซลล์ต่อเซลล์ ทำหน้าที่เชื่อมประสานเซลล์ให้ติดกันเป็นเนื้อไม้ นอกนั้นเป็นส่วนประกอบจากสารอื่น ๆ การเจริญเติบโตของต้นไม้เกิดจากการเพิ่มเซลล์ทางสูงของลำต้นมากกว่าทางด้านข้าง การเจริญเติบโตของต้นไม้ในแต่ละรอบปีทำให้เกิดเส้นวงปีที่มีสีเข้ม แต่ถ้าปีใดแล้งมากก็มีสีจางลง

1.6 ส่วนประกอบของหน้าตัดไม้

หน้าตัดตามขวางของต้นไม้ ประกอบด้วย

ไส้ไม้ หรือ ใจไม้ (Pith) เป็นส่วนที่อยู่ตรงกลางลำต้นของต้นไม้ เป็นจุดที่เริ่มการเจริญเติบโตของต้นไม้ทำให้เกิดลำต้น กิ่งก้านและใบ เมื่อต้นไม้มีอายุมากแล้วไส้ไม้ก็จะกลายเป็นโพรง ในแง่กลสมบัติของไม้ถือว่ารับกำลังได้ต่ำ และถือว่าเป็นไม้ที่มีตำหนิ จะไม่นำมาใช้ในงานก่อสร้าง

ไม้แก่น (Heartwood)

เป็นส่วนที่อยู่ถัดออกมาจากไส้ไม้ แก่นไม้คือเซลล์ต่าง ๆ ของต้นไม้ที่ไม่ทำงานแล้ว และจะแข็งเป็นโครงสร้างให้กับลำต้น ส่วนของไม้แก่นนี้จะมีเนื้อสีเข้มเนื่องจากยังมีสารอาหารต่าง ๆ ตกค้างอยู่ ไม้แก่นเป็นไม้ที่นำมาใช้รับกำลังได้ดีในงานก่อสร้างต่าง ๆ

กระพี้ (Sapwood)

เป็นส่วนที่อยู่ถัดออกมาจากไม้แก่น อยู่ระหว่างเปลือกชั้นในกับไม้แก่น เนื้อกระพี้จะมีสีจางกว่าไม้แก่น กระพี้เป็นเซลล์ที่ทำหน้าที่ลำเลียงธาตุอาหารต่าง ๆ ไปสู่ใบและเป็นที่เก็บสะสมอาหารจำพวกแป้งและน้ำตาล เมื่อต้นไม้เจริญเติบโตเนื้อไม้ที่งอกขึ้นมาใหม่ก็ทำหน้าที่แทนกระพี้เดิม และกระพี้เดิมก็จะกลายเป็นไม้แก่น

เยื่อเจริญ (Cambium)

เป็นเซลล์บาง ๆ ที่มีชีวิตอยู่ระหว่างกระพี้กับเปลือกชั้นใน การเจริญเติบโตของเนื้อไม้และเปลือกไม้เกิดจากการแบ่งเซลล์ของเยื่อเจริญ โดยเซลล์เยื่อเจริญที่แบ่งอยู่ด้านในก็กลายเป็นเนื้อไม้ ส่วนเซลล์ที่แบ่งตัวด้านนอกก็จะกลายเป็นเปลือกชั้นในที่ค่อย ๆ ขยายตัวตามความเติบโตของลำต้นและไปดันเปลือกชั้นนอกให้แตกเป็นร่องลอยต่าง ๆ ตามที่เราเห็นกันทั่วไป

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เปลือกชั้นใน (Inner bark)

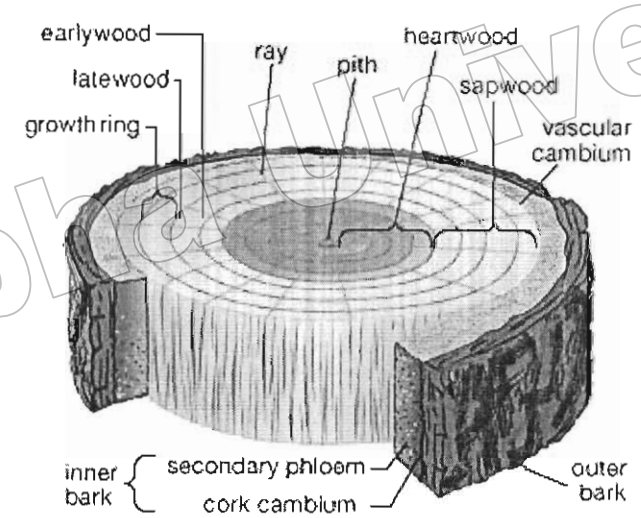
เป็นเซลล์ที่ยังมีชีวิตทำหน้าที่ลำเลียงอาหารที่ผ่านการสังเคราะห์แล้วจากใบไปเลี้ยงลำต้นส่วนต่าง ๆ ให้เจริญเติบโต

เปลือกชั้นนอก (Outer bark)

เป็นส่วนที่อยู่นอกสุดของลำต้น เป็นเซลล์ที่ตายแล้วและแห้งแข็งทำหน้าที่ห่อหุ้มลำต้นไว้เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายต่อลำต้น เช่น การเสียดสี การกัดแทะ อุณหภูมิ

เส้นวงรอบปี (Annual growth ring)

เส้นวงรอบนี้เป็นเส้นที่บ่งบอกถึงแนวต่อของไม้ที่เจริญเติบโตขึ้นมาในแต่ละรอบปีหรือแต่ละฤดู ในท้องถิ่นที่มีความอุดมสมบูรณ์มากระยะห่างของเส้นวงนี้รอบนี้ก็จะห่างมาก สีของเส้นจะจาง แต่ถ้าท้องถิ่นใดแห้งแล้งไม่อุดมสมบูรณ์ เส้นวงรอบก็จะถี่บ่งบอกถึงการเติบโตที่ช้า สีของเส้นจะเข้ม โดยทั่วไปประมาณกันว่าเส้นวงรอบหนึ่งเส้นจะเท่ากับอายุของต้นไม้หนึ่งปี ยกเว้นต้นไม้บางชนิด เช่น ไม้สัก ในหนึ่งปีอาจมีถึงสองวง หรือต้นไม้ที่เกิดใบร่วงหมดทำให้การเจริญเติบโตไม่ครบวงรอบ



รูปที่ 1.3 ส่วนประกอบของหน้าตัดไม้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.7 ลายไม้และตำหนิของไม้

ลายไม้

การนำไม้มาใช้งานเริ่มจากการตัดโค่นต้นไม้และเราเรียกว่า ซุง เมื่อนำซุงมาแปรรูปโดยการผ่าหรือเลื่อย จะได้ไม้แปรรูปที่มีลาย (ในทางวิศวกรรมก่อสร้างเราเรียกว่า เสี้ยนไม้) ต่าง ๆ กันตามลักษณะของการผ่าตามรูปข้างล่างนี้

ตำหนิของไม้

ไม้ที่ผ่านการแปรรูปมาแล้ว ก่อนที่จะนำไปใช้ในงานก่อสร้าง ต้องตรวจสอบความสมบูรณ์ของชิ้นไม้ ไม่ให้มีตำหนิมากเกินมาตรฐานที่กำหนดเพราะจะส่งผลต่อการรับกำลังของไม้เอง ตำหนิของไม้อาจเกิดจาก 2 สาเหตุหลัก ๆ ดังนี้

สาเหตุที่หนึ่ง เกิดจากด้านชีววิทยา เช่น

เชื้อรา

เชื้อราเป็นพืชชั้นต่ำมีลักษณะเป็นรากฝอยลุกลามไปเรื่อย ๆ เจาะกินเซลลูโลสในเนื้อไม้เป็นอาหารทำให้เนื้อไม้ผุ เชื้อราเจริญเติบโตได้ต้องอาศัยความชื้น อุณหภูมิและอากาศที่เหมาะสม เราจะเห็นได้ว่าไม้ที่อยู่ใกล้ ๆ พื้นดินหรือกึ่งเปียกกึ่งแห้งจะช่วยให้เชื้อราเจริญเติบโตได้ดี

แบคทีเรีย

เป็นพวกที่เกาะกินอาหารอยู่บนผิวไม้ ไม่เป็นตัวที่เป็นสาเหตุให้ไม้ผุโดยตรง แต่ถ้าผิวไม้ถูกเกิดจนผิวกร่อนลึกลงไปก็ทำให้ไม้เกิดความเสียหายได้

ปลวก

ปลวกหรือแมลงเม่าที่เรารู้จักกันดี ปลวกมีอยู่สองชนิดคือปลวกที่ชอบอยู่ใต้ดินค่อย ๆ ทำรังไต่ขึ้นมาตามผนังบ้าน กับปลวกที่มีปีกซึ่งมาทำรังใต้หลังคาบ้าน ปลวกเป็นแมลงที่กัดกินทำลายไม้ทั้งท่อนได้อย่างรวดเร็ว

มอด

เป็นแมลงปีกแข็งตัวเล็ก ๆ ชอบกินเฉพาะแป้งที่มีในเนื้อไม้ แต่ไม่กินเนื้อไม้เหมือนกับปลวก ความรุนแรงของการทำลายไม้จึงน้อยกว่า เรามักจะพบเศษขุยคล้ายผงแป้งร่วงหล่นเป็นกองเล็ก ๆ ใกล้ๆ กับชิ้นไม้นั้น ก็จะพบว่ามีรูเล็ก ๆ เท่ารูเข็มเต็มไปหมดซึ่งก็คือรูที่มอดเจาะเข้าไปกินแป้งแล้วถ่ายออกมา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เพรียง

เพรียงเป็นสัตว์ที่อาศัยอยู่ตามแถบชายฝั่งทะเล อาศัยไม้ที่ปักอยู่ในทะเล เช่น สะพานเรือ ท่าเทียบเรือ เสาบ้านชายทะเล ฯลฯ เป็นที่อยู่อาศัยโดยกัดเจาะไม้ให้เป็นรูเพื่อฝังตัวอยู่ข้างใน ไม้ท่อนใดที่มีเพรียงเกาะอยู่มากก็อาจถูกเจาะจนหักพังไปได้

สาเหตุที่สอง เกิดจากด้านฟิสิกส์ เช่น

ตาไม้ (Knots)

ตาไม้คือส่วนที่กิ่งไม้ยื่นออกมาจากลำต้น ตาไม้ทำให้ความต่อเนื่องของเสี้ยนต้องสดุดลง ขนาดของตาไม้มีผลเสียต่อการรับกำลัง ตาไม้ที่อยู่ในเสาและรับแรงอัดอาจมีผลเสียน้อย แต่ถ้าตาไม้อยู่ในคานจะเป็นผลต่อการต้านทานแรงดัด

รอยปริ (Checks)

หมายถึงรอยแตกของไม้ตามแนวเสี้ยนหรือแนวรัศมีขวางกับเส้นวงปี รอยแตกนี้เกิดจากการหดตัวของไม้ที่ความชื้นไม่เท่ากัน จะพบรอยแตกนี้มากที่บริเวณปลายไม้ จะไม่ค่อยมีผลต่อการรับกำลังอัด แต่มีผลเสียต่อกำลังต้านทานแรงเฉือนและแรงดึงตั้งฉากเสี้ยน

รอยร้าว (Shakes)

หมายถึงรอยแตกของไม้ตามแนวยาวระหว่างเส้นวงปี รอยแตกนี้เกิดขึ้นในขณะที่วงปีกำลังจะงอกขึ้นมาใหม่แล้วเกิดมีลมแรงพัดให้ต้นไม้โยกไปมา ทำให้วงปีเก่ากับวงปีใหม่เกาะติดกันได้ไม่สนิท

การป้องกันและการรักษาเนื้อไม้

การผุของไม้เกิดจากการกระทำของฟังไจ (Fungi) ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มุ่งทำลายใยไม้ โดยทำการกัดกินเยื่อไม้ (Tissue) เป็นอาหาร ทำให้ไม้ผุพังเนื่องจากเนื้อไม้ขาดใยไม้คอยยึดเหนี่ยว การผุของไม้เกิดจากปัจจัยเสริม 4 ประการ คือ

1) มีอาหารที่ฟังไจชอบ
2) มีอุณหภูมิที่พอเหมาะกับฟังไจ
3) มีปริมาณอากาศที่เคลื่อนไหวน้อย
4) มีสภาพความชื้นที่พอเหมาะ

ทั้ง 4 ประการนี้ถ้าขาดปัจจัยใดไป การทำลายของฟังไจก็จะไม่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถพิสูจน์ได้จากการที่เคยมีการขุดค้นทางโบราณคดี พบท่อนซุงในสมัยโบราณที่ใช้ทำเป็นฐานกำแพงเมืองจมอยู่ใต้ดิน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

นับร้อยปี ยังอยู่ในสภาพสมบูรณ์ไม่มีการผุเปื่อย เป็นเพราะซุงจมอยู่ใต้ดินและมีน้ำท่วมขังอยู่ตลอด ปราศจากอากาศ

การป้องกันรักษาเนื้อไม้ที่ดีที่สุดก็คือ การให้อาหารของฟังไจเป็นพิษ โดยการอาบหรืออัดหรือทาน้ำยาที่เป็นพิษเข้าไปในเนื้อไม้ สามารถแบ่งได้ 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ

วิธีที่หนึ่ง การอาบน้ำยา เป็นวิธีการอาบน้ำยาให้กับไม้ทั้งที่เป็นซุงหรือผ่านการแปรรูปมาแล้วก็ได้ โดยนำไม้ที่ต้องการอาบน้ำยาลงไปแช่ในถังอัดน้ำยา ซึ่งจะทำการอัดน้ำยาด้วยแรงอัดภายในถังทำให้น้ำยาสามารถซึมเข้าไปในเนื้อไม้ในอย่างทั่วถึง การอัดน้ำยายังสามารถแบ่งออกได้อีก 2 วิธี คือ

การอัดน้ำยาแบบเต็มเซลล์ (Full cell process) การอัดน้ำยาด้วยวิธีนี้เพื่อต้องการให้น้ำยาสามารถซึมเข้าไปในเซลล์เนื้อไม้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ กรรมวิธีเริ่มจากการทำไม้เข้าไปในถังแล้วทำการไล่อากาศและน้ำภายในเซลล์ไม้ออกให้หมดด้วยระบบสุญญากาศ จากนั้นจึงปล่อยน้ำยาเข้าถังด้วยแรงดันถึง 7 – 13 กก./ตร.ซม. ที่อุณหภูมิประมาณ 80 – 100 ^{0}C เพื่อให้น้ำยาอัดเข้าไปในเนื้อไม่ได้ทั่วทุกเซลล์ นานประมาณ 2 – 3 ชั่วโมง จากนั้นก็ลดแรงดันและปล่อยน้ำยาออกจากถัง ขณะเดียวกันก็ทำสุญญากาศอีกครั้งเพื่อให้เนื้อไม้แห้ง แต่ในภายหลังอาจมีน้ำยาไหลเยิ้มออกมาได้

การอัดน้ำยาแบบไม่เต็มเซลล์ (Empty cell process) เป็นการอัดน้ำยาเพียงเพื่อให้น้ำยาซึมเข้าไปในเซลล์และเกาะติดอยู่ตามผิวของผนังเซลล์เท่านั้น โดยภายในช่องเซลล์ไม้จะว่างเปล่าไม่มีน้ำยา กรรมวิธีเริ่มจากการนำไม้เข้าไปในถังแล้วให้อากาศอัดเข้าไปในถัง อากาศที่อัดเข้าไปจะเข้าไปอยู่ในเซลล์ต่าง ๆ ของเนื้อไม้ด้วยแรงอัดประมาณ 2 – 7 กก./ตร.ซม. จากนั้นปล่อยน้ำยาเข้าถังด้วยแรงอัดที่สูงกว่าครั้งแรกประมาณ 7 – 14 กก./ตร.ซม. ปล่อยให้น้ำยาซึมเข้าไปในเนื้อไม้จนเต็มจากนั้นค่อย ๆ ลดความดันภายในถังลงและปล่อยน้ำยาออกจากถัง ขณะเดียวกันเซลล์ไม้ที่ถูกอากาศอัดไว้ตอนแรกก็จะขยายตัวเลขับเอาน้ำยาออกมาจากช่องเซลล์ จากนั้นก็ทำสุญญากาศอีกประมาณ 30 – 45 นาที ก็จะทำให้เหลือน้ำยาเพียงที่ผิวของเซลล์ไม้ ทำให้ไม้แห้งและไม่มีน้ำยาไหลเยิ้มออกมาในภายหลัง วิธีนี้เป็นที่นิยมในปัจจุบัน

วิธีที่สอง การทาหรือการพ่น เป็นวิธีการที่ง่ายและค่าใช้จ่ายต่ำ โดยการเอาแปรงทาหรือเครื่องพ่นหรือยกชิ้นไม้จุ่มหรอแช่ลงในถาดน้ำยา การทาหรือพ่นควรทำอย่างน้อยสองครั้ง ซึ่งน้ำยาจะซึมเข้าเนื้อไม้ได้ไม่ลึกนัก และควรเป็นน้ำยาชนิดที่ดูดซึมได้เร็ว วิธีนี้อาจได้ผลไม่เต็มร้อย แต่ก็สามารถยับยั้งการเติบโตของจุลินทรีย์ได้หรือทำให้ฟังไจเข้าไปไม่ได้ การผึ่งไม้ให้แห้วก่อนการทาหรือพ่นจะช่วยให้น้ำยาซึมซับเซลล์ไม้ได้ดีขึ้น และต้องระวังการแตก ฉีก ร้าว ของไม้เพราะเป็นทางเข้าของฟังไจได้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.8 น้ำยารักษาเนื้อไม้

น้ำยาหรือสารเคมีที่นำมาใช้ในการป้องกันรักษาเนื้อไม้มีอยู่หลายชนิด ต้องเลือกใช้ให้เหมาะกับลักษณะงานนั้น ๆ

ครีโอโสต (Coal-tar creosote) เป็นน้ำมันซึ่งเป็นผลผลิตพลอยได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ ถ่านหิน มีสีดำหรือสีน้ำตาล มีคุณสมบัติในการรักษาเนื้อไม้เพราะเป็นสารที่มีพิษต่อเชื้อราและแมลงต่าง ๆ แทรกซึมเข้าเนื้อไม้ได้ง่าย หาได้ง่าย แต่มีกลิ่นเหม็น ไม่ละลายในน้ำ ทาสีทับไม่ได้ เหมาะสำหรับการทาเสาเข็ม โคนเสาใต้ถุนบ้าน หรือโครงหลังคาบนฝ้าเพดาน ผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่รู้จักดีคือยี่ห้อโซลิกนั่ม

ซิงค์คลอไรด์ (Zinc chloride) เป็นผงสีขาว หาได้ง่าย ราคาถูก ไม่มีกลิ่น ทาสีทับได้ เนื้อไม้ที่รับสารนี้เข้าไปช่วยทำให้ทนไฟได้ดีขึ้น ละลายในน้ำได้ ไม่เหมาะกับงานในที่โล่งแจ้ง ต้องเป็นไม้ที่แห้ง มีคุณสมบัติในการป้องกันพวกเห็ดราและแมลงเจาะไม้ต่าง ๆ ยกเว้นปลวก เหมาะสำหรับงานไม้ที่อยู่ในที่ร่ม ไม่สัมผัสกับพื้นดิน

น้ำมันปิโตเลียม (Petroleum) เป็นน้ำมันปิโตรเลียมดิบ หรืออาจใช้น้ำมันเครื่องเก่า ๆ ที่ผ่านการใช้งานแล้ว ที่เราเรียกว่าน้ำมันขี้โล้ นำมาผสมกับน้ำมันครีโอโสตในสัดส่วนต่อครึ่ง เพื่อทำให้ทาได้ง่ายขึ้น มีคุณสมบัติป้องกันแมลงเจาะไชและป้องกันการผุ ใช้ในการทาหมอนรองรางรถไฟ ทาไม้หรือเสาที่สัมผัสกับพื้นดิน ในสมัยเก่านิยมนำเอาน้ำมันขี้โล้มาทาแบบหล่อเพื่อป้องกันไม่ให้คอนกรีตเกาะติดกับไม้แบบ แต่ปัจจุบันนี้เลิกใช้ไปแล้วเพราะทำให้คอนกรีตสกปรก และทำให้การฉาบปูนไม่เกาะติดเนื้อคอนกรีต

โซเดียมฟลูโอไรด์ (Sodium fluoride) เป็นผลึกสีขาว ละลายน้ำได้ดี แต่ไม่ควรใช้ในที่ที่มีหินปูน เพราะจะทำให้เกิดปฏิกิริยาจับตัวเป็นตะกอน ไม่เหมาะกับงานที่อยู่ในที่โล่งแจ้ง มีคุณสมบัติในการรักษาเนื้อไม้เช่นเดียวกับซิงค์คลอไรด์

สารหนู (Arsenic) เป็นสารที่เป็นพิษต่อแมลงและราต่าง ๆ การทาสารหนูบนเนื้อไม้ต้องระวังเพราะจะมีแก๊สที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้คนที่อยู่ในบริเวณนั้น ๆ

นอกจากนี้ยังมีน้ำยาหรือสารเคมีอีกหลายชนิดขึ้นอยู่กับผู้ใช้ต้องเลือกให้เหมาะสม สำหรับผลิตภัณฑ์ที่รักษาเนื้อไม้ที่เป็นที่รู้จักกัน เช่น ซาโตลินของทีโอเอ และเซลล์ไดรท์ของบริษัทเซอร์วู้ด ใช้ป้องกันปลวก มอด เชื้อรา และแมลงต่าง ๆ ทิมเบอร์ชิลด์ของทีโอเอ ใช้ป้องกันเชื้อราและกันน้ำซึมเข้าเนื้อไม้ ฯลฯ และผลิตภัณฑ์ที่ป้องกันเฉพาะผิวไม้ เช่น สีน้ำมันต่าง ๆ น้ำมันวานิช ยูนิเทน แซดแลค แล็กเกอร์ เป็นต้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

รูปที่ 1.4 ภาพบ้านที่ทำจากไม้ทั้งหลัง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.9 เป้าหมายและวัตถุประสงค์

1.9.1 เพื่อศึกษาวิธีการรับกำลังในการต่อไม้ยูคาลิปตัส

1.9.2 เพื่อใช้เป็นข้อมูล ในการนำไม้ยูคาลิปตัสมาใช้เป็นองค์อาคาร และใช้งานก่อสร้าง

1.10 ขอบเขตการศึกษาของโครงการ

1.10.1 ทดสอบกำลังแรงดึงด้านทานการถอน ของไม้โดยมีการใช้ อุปกรณ์ช่วยยึดต่อไม้

1.10.2 ทดสอบกำลังแรงด้านทานด้านข้าง ของไม้โดยมีการใช้อุปกรณ์ช่วยยึดต่อไม้

1.11 แผนการดำเนินการ

1.11.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.11.2 กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของการทำโครงการ

1.11.3 ทำการทดสอบตัวอย่างการยึดต่อไม้ด้วยอุปกรณ์ต่างๆ

1.11.4 วิเคราะห์ผลการทดลอง

1.11.5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

1.11.6 จัดทำรายงานและนำเสนอโครงการ

1.12 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.12.1 การใช้ไม้ยูคาลิปตัสทดแทนไม้ประเภทอื่นที่หายากและมีราคาแพงเพราะไม้ยูคาลิปตัสมีราคาถูก เมื่อเทียบกับไม้ชนิดอื่น จะเป็นการลดต้นทุนในการก่อสร้างได้

1.12.2 ทราบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลของไม้ยูคาลิปตัส เพื่อการใช้ในงานก่อสร้าง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไม้ที่ใช้ในงานโครงสร้างอาคาร [2][7][12]

ไม้ที่แปรรูปแล้วและนำมาใช้ในงานก่อสร้าง ดังรูปข้างบนนั้น มีรายละเอียดดังนี้

ไม้กระดาน (Planks)

เป็นลักษณะของแผ่นไม้แบน ๆ ใช้สำหรับทำเป็นพื้นบ้าน หรือใช้เป็นฝาบ้าน เชิงชาย, ปั้นลม สำหรับไม้พื้นมักเป็นขนาด 1" x 4", 1" x 6", 1" x 8" ฯลฯ สำหรับฝาหรือเชิงชาย อาจเป็นขนาด ½ " x 6" , ¾ " x 8" ฯลฯ ชนิดไม้ที่นิยมนำมาใช้ เช่น ไม้แดง, ไม้เต็ง, ไม้ตะเคียนทอง, ไม้ยางขาว เป็นต้น

ไม้คานหรือตง (Beams or Joists)

เป็นไม้ที่ต้องทำหน้าที่แบกรับน้ำหนักจากพื้น จึงต้องเป็นไม้ประเภทเนื้อแข็งเท่านั้น ขนาดโดยทั่วไปของตง เช่น 1½ " x 5", 2" x 6"@0.50 ส่วนขนาดของคานทั่วไป เช่น 2" x 6", 2 -2" x 6", 2" x 8", 2" x 10" ชนิดไม้ที่นิยมนำมาใช้ เช่น ไม้แดง, ไม้เต็ง, ไม้รัง, ไม้ประดู่, ไม้มะค่าโมง เป็นต้น

ไม้เสา (Posts)

เป็นไม้ที่ต้องทำหน้าที่แบกรับน้ำหนักของอาคารทั้งหมด ชนิดของไม้ที่ใช้จึงต้องเป็นไม้เนื้อแข็งถึงแข็งมากเท่านั้น ขนาดของเสาไม้ต้องเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเท่านั้น เช่น 4" x 4", 6" x 6", 8" x 8" หรือ เสากลม ซึ่งมักจะใช้กับบ้านทรงไทยเดิม ชนิดไม้ที่นิยมนำมาใช้ เช่น ไม้แดง, ไม้เต็ง, ไม้รัง, ไม้ประดู่, ไม้มะค่าโมง เป็นต้น

ไม้วงกบประตูหรือหน้าต่าง (Doors or Windows frame)

ควรเป็นไม้ที่ความแข็งปานกลางและไม่หดตัวได้ง่ายหรืออาจต้องเป็นไม้ที่มีลายสวยงาม เช่น ไม้สัก, ไม้แดง, ไม้มะค่า, ไม้คะเคียนทอง ขนาดของไม้วงกบมาตรฐานทั่วไป เช่น 2" x 4"

ไม้เคร่า (stud)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

แบ่งเป็นไม้เคร่าสำหรับยึดผนังหรือฝา และเป็นไม้เคร่าสำหรับยึดฝ้าเพดาน ซึ่งต้องแบกรับน้ำหนักไม่มากนัก ชนิดของไม้ที่ใช้จึงเป็นไม้เนื้ออ่อนได้ เช่น ไม้ยาง ขนาดของไม้เคร่าทั่วไป เช่น 1 ½ " x 3" @ 0.40# , @ 0.60#

ระแนง (Laths)

เป็นไม้สี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็ก ๆ ขนาดหน้าตัดประมาณ 1"x1", 1 ½ " x 1 ½ ", 2" x 2" วางห่างกันถี่ ๆ ตามขนาดของกระเบื้องแต่ละชนิด ใช้รองรับกระเบื้องหลังคาขนาดเล็กในสมัยเก่า เช่น กระเบื้องหลังคาบ้านทรงไทย กระเบื้องหลังคาวัดหรือโบสถ์ และในปัจจุบันนี้ระแนงนำมาใช้รองรับกระเบื้องรุ่นใหม่เรียกว่า กระเบื้องโมเนีย และเป็นที่นิยมกันมากเพราะให้ความแข็งแรง สวยงาม แต่มีน้ำหนักมาก ระแนงในปัจจุบันจึงเปลี่ยนไปใช้เปนเหล็กกล่องขนาด 25x25x1.6 mm., 50 x 50 x 1.6 mm., ฯลฯ ระยะห่างประมาณ 32 – 34 ซม. เพื่อให้มีความแข็งแรงแบกรับน้ำหนักกระเบื้องได้ดี และไม่ยืดหดหรือคดโค้งบิดเบี้ยวเหมือนกับไม้ ทำให้ได้แนวกระเบื้องหลังคาที่มีแนวตรงและดูสวยงาม

แป (Purlin)

นิยมใช้ไม้ยางสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาดหน้าตัดทั่วไป คือ 1 ½ " x 3", 2" x 4" ใช้รองรับกระเบื้องแผ่นใหญ่ขึ้น แต่บางและมีน้ำหนักไม่มาก เช่น กระเบื้องลอนคู่ กระเบื้องลูกฟูก ระยะห่างของแปโดยทั่วไปประมาณ 1.00 เมตร สำหรับกระเบื้องที่ยาว 1.20 เมตร หรือระยะห่าง 1.30 เมตร สำหรับกระเบื้องที่ยาว 1.50 เมตร หรือระยะห่างอาจเป็น 1.50 – 2.00 เมตร ก็ได้ ถ้าเป็นกระเบื้องที่เป็นแผ่นโลหะบาง ๆ (Matal sheet) ซึ่งมีน้ำหนักเบามาก ปัจจุบันนี้นิยมใช้เป็นแปเหล็กตัวซีบาง หรือเหล็กกล่อง ขนาดทั่วไป เช่น C-75 x 40 x 15 x 2.3 มม. หรือ C – 100 x 50 x 20 x 3.2 มม. เป็นต้น

จันทัน (Rafter)

จันทันอาจแบ่งการเรียกเป็นจันทันพราง หรือจันทันเอก จันทันเอกนั้นจะเป็นตัวที่อยู่ ณ ตำแหน่งหัวเสา ส่วนจันทันพรางจะเป็นแต่ละตัวที่อยู่ระหว่างช่วงเสาถึงเสา หน้าที่ของจันทันจะเป็นตัวแบกรับน้ำหนักจากระแนงหรือแป โดยทั่วไปจันทันจะเป็นไม้เนื้อแข็งมีขนาดหน้าตัดประมาณ 1 ½ " x 5", 2" x 6" หรืออาจใช้เป็นเหล็กตัวซีหรือเหล็กกล่องขนาด C – 125 x 50 x 20 x 3.2 มม., C – 150 x 50 x 20 x 3.2 มม. วางห่างกันประมาณ 60 – 80 ซม. ถ้าใช้รองรับระแนง และวางห่างกันประมาณ 1.00 – 1.20 เมตร ถ้าใช้รองรับแป

ตะเข้สัน (Hip rafter) หรือ ตะเข้ราง (Valley rafter)

ตะเข้สันหรือตะเข้รางเปรียบเสมือนเป็นจันทันเอก ที่วางอยู่ที่มุมทั้งสี่มุมของหลังคาทรงปั้นหยา ตะเข้สันหรือตะเข้รางจะต้องมีขนาดหน้าตัดความสูงเท่ากับจันทันเพราะจันทันอยู่ทุกตัวจะวิ่งมาเกาะกับ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตะเข้สันหรือตะเข้รางโดยระดับหลังของจันทันและตะเข้ต้องเท่ากันเพื่อให้แปหรือระแนงสามารถวางได้ในระดับเดียวกันโดยรอบทั้งสี่ด้านของหลังคา และเนื่องจากตะเข้สันหรือตะเข้รางต้องแบกรับน้ำหนักจากจันทันหลายตัว แต่ไม่สามารถขยายหน้าตัดให้ใหญ่ขึ้นได้เพราะต้องรักษาระดับหลังของตะเข้กับจันทันให้เท่ากัน

จึงมักพบว่าตะเข้สันหรือตะเข้รางนั้นจะเป็นสองตัวคู่เพื่อการแบกรับน้ำหนักที่ดี เช่น 2 – 1 ½ " x 5" , 2 – 2" x 6" หรืออาจใช้เป็นเหล็กตัวซีหรือเหล็กกล่องขนาด 2C – 125 x 50 x 20 x 3.2 มม., 2C – 150 x 50 x 20 x 3.2 มม. เป็นต้น หรือ อาจใช้วิธีเสริมค้ำยันใต้ตะเข้สัน/ราง เพิ่มเติมเพื่อให้เกิดความแข็งแรงและช่วยลดการแอ่นตัว

อกไก่ (Ridge)

อกไก่ ก็เปรียบเสมือนคานที่อยู่บริเวณส่วนกลางของหลังคาทรงจั่วหรือทรงปั้นหยา ทำหน้าที่แบกรับน้ำหนักจากจันทันทุกตัวทั้งสองด้าน ทำให้ต้องแบกรับน้ำหนักมากเป็นพิเศษ ขนาดของอกไก่โดยทั่วไปเป็นไม้เนื้อแข็ง เช่น 2 – 2" x 6", 2" x 8" หรืออาจใช้เป็นเหล็กตัวซีหรือเหล็กกล่อง เช่น C – 150 x 50 x 20 x 3.2 มม., 2C – 150 x 50 x 20 3.2 มม. เป็นต้น

ตั้ง (King post)

โดยปกติอกไก่จะวางอยู่บนเสาของอาคาร แต่ถ้าตำแหน่งของอกไก่วางไม่ตรงกับเสาของอาคารก็ต้องมีเสาเสริมขึ้นมารองรับเรียกว่า "ตั้ง" ทำหน้าที่รองรับอกไก่ทดแทนเสาจริงของอาคาร ขนาดของตั้งโดยทั่วไปเป็นไม้เนื้อแข็งสี่เหลี่ยมจัตุรัส เช่น 4" x 4" , 6" x 6" หรืออาจใช้เป็นเหล็กซีหรือเหล็กกล่อง เช่น 2C – 100 x 50 x 20 x 3.2 มม., 2C – 125 x 50 x 20 x 3.2 มม. วางประกอบเข้าหากันเป็นรูปเสา

ขื่อ (Tie Beam) หรือเรียกว่า สะพานรับตั้ง

กรณีที่ อกไก่ไม่ได้วางอยู่ในตำแหน่งที่มีเสามารองรับจึงต้องอาศัยตั้งเข้ามาแบกรับแทนและถ่ายน้ำหนักต่อไปยังคานที่เข้ามาแบกรับตั้งอีกทีหนึ่ง คานที่แบกรับตั้งนี้เราเรียกว่า ขื่อ ซึ่งขื่อนี้ก็จะทำหน้าที่ถ่ายน้ำหนักลงสู่เสาอาคารต่อไป ขนาดของขื่อโดยทั่วไปเป็นไม้เนื้อแข็ง เช่น 2 – 2" x 6", 2 – 2" x 8" หรืออาจใช้เป็นเหล็กตัวซีหรือเหล็กกล่อง เช่น 2C – 125 x 50 x 20 x 3.2 มม., 2C – 150 x 50 x 20 x 3.2 มม. เป็นต้น

อะเส (Stud Beam)

อะเส ก็คือ คานชั้นบนสุดของอาคาร ทำหน้าที่เปรียบเสมือนคานรัดรอบตัวอาคารและเป็นคานแบกรับน้ำหนักจากจันทันแต่ละตัวด้วย ขนาดของอะเสโดยทั่วไปเป็นไม้เนื้อแข็ง เช่น 2" x 6", 2" x 8"

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

หรืออาจใช้เป็นเหล็กตัวซีหรือเหล็กกล่อง เช่น C – 125 x 50 x 20 x 3.2 มม., C – 150 x 50 x 20 x 3.2 มม. เป็นต้น

เชิงชาย, ทับเชิงชายหรือทับปั้นลมหรือปิดกันนก, ปั้นลม (Eaves)

ไม้เชิงชาย

เป็นไม้ที่ใช้ปิดปลายชายคาของจันทันทุกตัวเพื่อให้แนวของชายคาและดูตรง สวยงามและป้องกันการผุเปื่อยของไม้ที่ปลายจันทันอันเนื่องมาจากถูกแดดหรือฝน

2.2 ทับเชิงชายหรือทับปั้นลมหรือเรียกว่าปิดกันนก [2][7][12]

เป็นไม้ที่ตีทับลงไปบนไม้เชิงชายหรือปั้นลมอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งจะมีการเลื่อยไม้ให้มีส่วนโค้งไปมาให้สอดคล้องกับลอนของกระเบื้องหลังคาแต่ละชนิด เพื่อป้องกันไม่ให้นกหนูหรือแมลงใด ๆ เข้าไปทำรังใต้หลังคาได้

ปั้นลม

เป็นไม้ที่ตีทับลงไปบนด้านข้างของจันทันตัวนอกสุดของหลังคาที่เป็นทรงจั่ว เพื่อป้องกันไม่ให้จันทันถูกทำลายจากฝนหรือแดด โดยทั่วไปขนาดของเชิงชายและปั้นลม คือ ¾ “ x 6”, ¼ “ x 8” และขนาดของทับเชิงชายหรือทับปั้นลมหรือปิดกันนก คือ 3/8” x 4”, ½” x 6” เป็นต้น

ขนาดของไม้ที่ไสแต่งแล้ว

ขนาดของไม้แต่ละขนาดนั้นเป็นขนาดที่ใช้เรียกขานกัน แต่ในสภาพจริง ๆ นั้น ไม่ต้องผ่านการไสแต่งผิวให้เรียบพอประมาณ ขนาดที่ได้จริงจึงเล็กกว่าขนาดที่ปรากฏตามตัวเลขเสมอ มาตรฐาน วสท. 1002-16 กำหนดไว้ให้ดังนี้

ไม้ที่มีขนาดความกว้างหรือความหนาไม่เกิน 15 ซม. ยอมให้ไสเล็กลงได้ 0.95 ซม.

ไม้ที่มีขนาดความกว้างหรือความหนาเกิน 15 ซม. ขึ้นไป ยอมให้ไสเล็กลงได้ 1.27 ซม.

การคำนวณออกแบบหาขนาดของไม้โครงสร้างที่ต้องการนั้น ต้องใช้ขนาดที่ไสแต่งเรียบร้อยแล้วเท่านั้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.3 ประเภทของไม้และกลสมบัติของไม้ [2][7][12]

ไม้ที่เรานำมาใช้มีหลายชนิดและหลายประเภท การรับกำลังก็แตกต่างกันออกไป ฉะนั้นการเลือกใช้ไม่ให้ถูกต้องตามลักษณะของงานก่อสร้างนั้น ก็จะก่อให้เกิดความปลอดภัยและเหมาะสมกับประเภทของงานนั้น ๆ ในที่นี้ขอนำมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท. 1002-16) ที่ได้แบ่งชนิดไม้ไว้ 5 ประเภท คือ ไม้เนื้ออ่อนมาก ไม้เนื้ออ่อน ไม้เนื้อปานกลาง ไม้เนื้อแข็งและไม้เนื้อแข็งมาก และกลสมบัติต่าง ๆ ของไม้ที่จำเป็นต่อการคำนวณออกแบบงานโครงสร้าง(เป็นค่าหน่วยแรงที่อยู่ในสภาวะรับน้ำหนักปกติและสภาวะใช้ งานที่แห้งตลอดเวลา)

2.4 กลสมบัติของไม้ ที่ต้องนำมาพิจารณามีดังนี้ [2][7][12]

น้ำหนักไม้ (Weight)

ไม้ที่เหมาะสำหรับนำมาใช้ในงานวิศวกรรมก่อสร้างควรผ่านการผึ่งหรืออบแล้ว ให้เหลือความชื้นประมาณ 12 – 15% โดยน้ำหนัก เพื่อลดปัญหาการบิดตัว หดตัวและแตกปริในภายหลัง

ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)

เป็นกลสมบัติที่มีค่าแตกต่างกันไปตามชนิดของไม้ โดยทั่วไปไม้ที่มีน้ำหนักและความถ่วงจำเพาะสูงมักจะเป็นไม้ที่ให้กำลังสูงกว่าไม้ที่ความถ่วงจำเพาะต่ำ

หน่วยแรงดัด (Bending Stress)

เป็นกลสมบัติที่ใช้กับการออกแบบโครงสร้างประเภทคาน เพื่อให้สามารถกำหนดหน้าตัดที่เหมาะสมที่จะนำมารองรับน้ำหนักบรรทุก

โมดูลัสแตกหัก (Modulus of Rupture)

เป็นการวัดหน่วยแรงดัดเมื่อถูกแรงดัดประลัยกระทำจนถึงขั้นแตกหัก ค่าประลัยที่ได้จะนำไปสู่การพิจารณากำหนดค่าหน่วยแรงดัดที่ยอมให้

โมดูลัสยืดหยุ่น (Modulcs of Elasticity)

เป็นกลสมบัติที่ต้านทานต่อการโก่งตัวของคานในแนวดิ่ง โดยทั่วไปไม้ที่ความชื้นมากจะโก่งตัวมากกว่าไม้ที่ผึ่งแห้งดีแล้วเมื่อรับน้ำหนักบรรทุกเท่ากัน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

หน่วยแรงอัดขนานเสี้ยน (Compressive Stress Parallel to Grain)

เป็นกลสมบัติที่ใช้กับการออกแบบโครงสร้างที่ต้องรับแรงอัด เช่น เสา การรับแรงของเสาเปรียบเสมือนมีเสากลวงเล็ก ๆ ของเซลล์ไม้หลาย ๆ เซลล์ช่วยกันยันซึ่งกันและกัน ทำให้รับกำลังได้ดี

หน่วยแรงอัดตั้งฉากเสี้ยน (Compressive Stress Perpendicular to Grain)

เป็นกลสมบัติที่ใช้กับการออกแบบโครงสร้างคานที่ต้องรับแรงอัดเป็นจุด เพื่อตรวจสอบการยุบตัวของเสี้ยนไม้ในขอบเขตยืดหยุ่นเท่านั้น เช่น ตงกระทำเป็นจุดบนคาน หรือคานกระทำต่อจุดรองรับเป็นต้น

หน่วยแรงดึงขนานเสี้ยน (Tesile Stress Parallel to Grain)

เป็นกลสมบัติที่ให้ค่าสูงสุดของไม้ในการออกแบบโครงสร้างไม้ ให้ใช้ค่าหน่วยแรงดึงขนานเสี้ยนเหมือนกับหน่วยแรงดัดที่ยอมให้ เช่น ชิ้นส่วนในโครงถัก ที่ต้องรับแรงดึง

หน่วยแรงดึงตั้งฉากเสี้ยน (Tensile Stress Perpendicular to Grain)

เป็นกลสมบัติที่ไม่ค่อยได้ใช้ในงานออกแบบโครงสร้าง

หน่วยแรงเฉือนขนานเสี้ยน (Shearing Stress along Grain)

เป็นกลสมบัติที่ใช้ด้านทานการแยกออกจากกันของครึ่งบนกับครึ่งล่างของคานไม้และมีค่ามากที่สุดที่กึ่งกลางความลึกที่ปลายคานหรือคานที่มีการบากปลายคาน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2.1 แสดงชนิดของไม้และกลสมบัติตามมาตรฐาน วสท. 1002-16 [13]

ชื่อไม้/ประเภท	ความถ่วงจำเพาะ	น้ำหนัก กก./ม.^{3}	หน่วยแรงดัดหรือหน่วยแรงดึงขนานเสี้ยน กก./ซม.^{2}	โมดูลัสความยืดหยุ่น กก./ซม.^{2}	หน่วยแรงอัดกก./ซม.^{2}		หน่วยแรงเฉือนประลัยขนานเสี้ยน กก./ซม.^{2}
					ขนานเสี้ยน	ขวางเสี้ยน	
1. ประเภทไม้เนื้ออ่อนมาก							
กะท้อน	0.57	580	485	74,927	194	77	66
จำปาป่า	0.51	500	553	76,102	279	71	157
จิกนม	0.65	630	463	64,644	210	87	163
เฝิง	0.53	531	581	89,542	332	55	126
ยมหอม	0.53	530	605	83,864	230	58	95
ยางขาว	0.70	690	612	89,929	312	65	161
2. ประเภทไม้เนื้ออ่อน							
กราด	0.87	870	656	92,563	296	105	149
กระเจา	0.71	700	648	88,956	246	104	142
กระบาก	0.71	740	770	105,017	217	62	80
ตะปูนขาว	-	590	649	89,438	365	99	148
ทำมัง	0.56	550	662	95,374	-	42	164
พญาไม้	0.67	570	645	87,152	310	63	101
พะยอม	0.82	730	717	94,099	340	97	135
ยางแดง	-	760	739	113,651	367	65	166
สัก	0.62	630	641	81,573	327	80	134
อินทนิล	0.65	640	697	92,720	340	77	157
3. ประเภทไม้เนื้อปานกลาง							
กว้าว	0.69	690	806	97,770	378	120	136
ตะเคียนทอง	0.77	760	816	104,940	354	116	123
ตะเคียนหนู	0.86	860	841	94,503	288	170	76
ตะแบก	0.72	720	808	112,556	374	105	175
นนทรี	0.82	810	813	107,931	346	113	68
พลวง	0.94	940	939	129,800	357	231	208
มะค่าแต้	0.99	940	939	125,800	357	231	208
ยูง	0.75	720	806	120,586	364	68	174
รกฟ้า	1.14	1,130	854	111,315	334	155	192
เหียง	0.90	900	816	102,754	358	119	211

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2.2 แสดงชนิดของไม้และกลสมบัติ (ต่อ) [8]

ชื่อไม้/ประเภท	ความถ่วงจำเพาะ	น้ำหนัก กก./ม.^{3}	หน่วยแรงดัดหรือหน่วยแรงดึงขนานเสี้ยน กก./ซม.^{2}	โมดูลัสความยืดหยุ่น กก./ซม.^{2}	หน่วยแรงอัดกก./ซม.^{2}		หน่วยแรงเฉือนประลัยขนานเสี้ยน กก./ซม.^{2}
					ขนานเสี้ยน	ขวางเสี้ยน	
4. ประเภทไม้เนื้อแข็ง							
กันเกรา	0.93	920	999	154,865	388	125	80
แดง	1.05	1,050	1,193	153,129	538	219	120
ตะคร้อไข่	1.11	1,080	1,189	148,141	442	232	135
ตะคร้อหวาน	1.11	1,110	960	138,533	350	230	163
ตะปูนดำ	-	880	1,038	114,880	494	154	199
เต็ง	1.07	1,070	924	115,464	443	184	146
ประดู่	0.82	840	1,163	128,448	495	201	164
มะเกลือเลือด	1.02	1,020	1,131	137,613	425	235	144
มะค่าโมง	0.85	850	996	101,721	463	121	167
ยมหิน	0.86	870	1,088	131,629	350	174	139
รัง	1.15	1,060	1,108	153,607	496	182	176
เลียงมัน	0.98	990	1,155	161,506	463	172	202
ลักขี้ควาย	0.88	880	1,063	131,968	467	184	146
เสลา	0.72	720	966	113,791	450	118	131
หลุมพอ	-	850	1,070	137,543	569	103	140
แอ๊ก	0.78	870	1,060	136,953	388	136	151
เคี่ยม	0.91	960	1,489	148,900	576	157	190
5. ประเภทไม้เนื้อแข็งมาก							
กะพี้เขาควาย	1.09	1,090	1,357	145,380	500	217	174
เขลิง	1.10	1,100	1,206	197,795	725	267	235
ซาก	1.09	1,120	1,463	189,947	551	306	125
ตีนนก	0.99	990	1,283	181,021	482	225	208
บุนนาค	1.12	1,120	1,519	230,689	519	211	129

สำหรับค่าหน่วยแรงที่ยอมให้ตามมาตรฐานของ วสท. 1002-16 [13] และกฎกระทรวงฯ ฉบับที่ 6-2527 กำหนดให้ไว้ดังนี้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าหน่วยแรงที่ยอมให้ [8]

ประเภทของไม้	หน่วยแรงดัดหรือแรงดึงขนานเส้น (กก./ตร.ซม.)	โมดูลัส ความยืดหยุ่น (กก./ตร.ซม.)	หน่วยแรงอัด (กก./ตร.ซม.)		หน่วยแรงเฉือน
			ขนานเสี้ยน	ตั้งฉากเสี้ยน	
ไม้เนื้ออ่อนมาก	60	78,900	45	12	6
ไม้เนื้ออ่อน	80	94,100	60	16	8
ไม้เนื้อแข็งปานกลาง	100	112,300	75	22	10
ไม้เนื้อแข็ง	120	136,300	90	30	12
ไม้เนื้อแข็งมาก	150	189,000	110	40	15

ค่าหน่วยแรงที่ยอมให้กับสภาวะใช้งาน

สภาวะการใช้งานที่แห้งตลอด

ให้ใช้ค่าหน่วยแรงที่ยอมให้ ตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 10.2 กับไม้แปรรูปที่ใช้งานในสภาวะน้ำหนักบรรทุกปกติ และในสภาวะที่แห้งอยู่ตลอดเวลา เช่น โครงสร้างในที่ร่มทั่วไป

สภาวะใช้งานในที่เปียก

ให้ลดค่าหน่วยแรงที่ยอมให้ ตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 10.2 สำหรับไม้แปรรูปที่ใช้งานในสภาวะที่มีความชื้นในเนื้อไม้เท่ากันหรือมากกว่าความชื้นอิ่มตัวของเสี้ยน เช่น ติดตั้งในน้ำ

โดย ลดค่าหน่วยแรงอัดขนานเสี้ยนที่ยอมให้ลงร้อยละ 10

ลดค่าหน่วยแรงอัดตั้งฉากกับแนวเสี้ยนที่ยอมให้ลงร้อยละ 33

ลดค่าโมดูลัสแห่งความยืดหยุ่นลง 1/11

สภาวะใช้งานสำหรับไม้ที่อาบน้ำยาเพื่อรักษาเนื้อไม้

ให้ใช้ค่าหน่วยแรงที่ยอมให้ ตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 10.2 กับไม้แปรรูปประเภทที่มีความทนทานที่ได้รับการอาบน้ำยาโดยใช้วิธีใช้แรงดัน ตามกรรมวิธีการทำและวิธีป้องกันรักษาเนื้อไม้ที่ถูกต้อง และใช้ไม้นั้นในสภาวะที่แห้งเท่านั้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สภาวะใช้งานสำหรับไม้ที่อาบน้ำยาเพื่อป้องกันไฟ

ให้ลดค่าหน่วยแรงที่ยอมให้ ตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 10.2 ลงร้อยละ 10 สำหรับไม้แปรรูปที่ได้รับการอาบน้ำยาเคมีโดยแรงดันเพื่อป้องกันไฟ

2.5 มาตรฐานไม้ก่อสร้าง

ไม้แปรรูปที่นำมาใช้ในการก่อสร้างเราเรียกว่า Timber ไม้ที่ใช้ในงานก่อสร้างต้องเป็นไม้ที่ดี ปราศจากตัวมอด มีหน้าเรียบ เลื่อยได้เหลี่ยมฉาก เมื่อไสแล้วต้องไม่เล็กกว่าเกณฑ์ที่กำหนดของไม้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของกระทรวงอุตสาหกรรม หรือ มอก.424-2525 หมายถึง ไม้แปรรูปสำหรับงานก่อสร้างทั่วไป

และไม้ก่อสร้างตามมาตรฐานของ วสท.1002-16 [13] แบ่งออกได้ 4 ประเภท คือ ไม้ก่อสร้างชั้น 1 ไม้ก่อสร้างชั้น 2 ไม้ก่อสร้างชั้น 3 และไม้ด้อยคุณภาพ

ในการเทียบชั้นมาตรฐานนั้น ให้ยึดมาตรฐานไม้ก่อสร้างชั้น 2 เป็นเกณฑ์

ไม้ก่อสร้างชั้น 1 มาตรฐานกำหนดให้มีตำหนิได้เพียงครึ่งหนึ่งของไม้ก่อสร้างชั้น 2 แต่ไม่ยอมให้มีตาหลุด ตาผุ และมุมของเสี้ยนขวางต้องไม่ชันกว่า 1 ใน 20 กับขอบไม้ทางยาว

ไม้ก่อสร้างชั้น 3 มาตรฐานกำหนดยอมให้มีตำหนิได้ถึงหนึ่งเท่าครึ่งของไม้ก่อสร้างชั้น 2 และมุมของเสี้ยนขวางยอมให้ชันได้ถึง 1 ใน 12 กับขอบไม้ทางยาว

ไม้ด้อยคุณภาพ เป็นไม้ที่มีคุณภาพต่ำกว่าไม้ก่อสร้างชั้น 3 ไม่สมควรนำมาใช้ในงานโครงสร้าง แต่อาจนำมาใช้เป็นไม้แบบหรือค้ำยันงานเล็กน้อยได้

มาตรฐานไม้ก่อสร้างชั้น 2 ยอมให้มีตำหนิได้ไม่เกิน ดังนี้

ตาไม้

ขนาดของตาไม่ให้ถือค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางที่กว้างที่สุดและแคบที่สุด และผลบวกของเส้นผ่าศูนย์กลางของตาทั้งหมดที่อยู่ในช่วง ¼ ของความยาวคาน จะต้องไม่เกินขนาดความกว้างของไม้ที่มีตานั้น และขนาดสูงสุดของตาจะยอมได้ไม่เกินค่าที่กำหนดในตารางข้างล่างนี้

รอยแตกรอยร้าว

ความกว้างของรอยแตกรอยร้าว วัดที่ปลายไม้ตามแนวติ่งยอมให้ได้ไม่เกินค่าที่กำหนดในตารางข้างล่างนี้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เสี้ยนขวาง

มุมของเสี้ยนขวางจะต้องไม่ชันกว่า 1 ใน 15 กับแนวขอบไม้ทางยาว

กระพี้

ยอมให้มีได้สำหรับไม้ที่ใช้ในงานก่อสร้างชั่วคราว แต่ถ้าเป็นไม้ที่ใช้ในงานก่อสร้างที่ถาวรจะยอมให้มีกระพี้บนหน้าไม้ทั้ง 4 หน้าได้ไม่เกิน 15% หรือต้องผ่านการอาบน้ำยากันผุก่อนนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 แสดงขนาดของตาไม้ที่ยอมให้ [8]

ขนาดไม้ (ซ.ม.)	ขนาดสูงสุดของตาไม้ (ซม.)	
	บนหน้าแคบ และ ¼ จากแต่ละขอบของหน้ากว้าง	บนครึ่งกลางของหน้ากว้าง
7.50	1.90	1.90
10	2.50	2.50
15	3.75	3.75
20	4.40	5.00
25	5.00	6.25
30	5.30	7.50
35	5.60	8.10
40	6.25	8.75

หมายเหตุ : ตาหลุด ตาผุ รูมอดที่ไม่มีตัว ยอมให้มีได้ในขนาดเดียวกันกับตาดีซึ่งยึดแน่นกับเนื้อไม้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2.5 แสดงขนาดรอยแตกของไม้ที่ยอมให้ [8]

ขนาดไม้ (ซ.ม.)	ความกว้างสูงสุดของรอยแตกหรือรอยร้าว (ซม.)	
	ไม้เปียก	ไม้แห้ง
8.70	4.80	6.25
10	6.25	6.75
15	9.50	12.50
20	11.25	16.40
25	15.60	20.25
30	18.75	25.40
35	21.90	28.90
40	25.40	32.75

ตารางที่ 2.6 การแบ่งกลุ่มชนิดของไม้สำหรับการหาค่าน้ำหนักที่ยอมให้ [8]
สำหรับตะปูเกลียวปลายปล่อย ตะปู ตะปูอ้วน ตะปูควง ลิ่มเหล็ก

กลุ่ม	ความถ่วงจำเพาะ (G)	ชนิดของไม้
1	0.9	กระพี้เขาควาย กันเกรา เขลิ่ง ซาก แดง ตะคร้อไข่ ตะคร้อหนาม ตีนนก เด็ง บุนนาค พลวง มะเกลือเลือด มะค่าแต้ รกฟ้า รัง เลียงมัน เหียง ฯลฯ
2	0.8	กราด ตะเคียนหนู นนทรี ประดู่ พะยอม มะค่าโมง ยมหิน สักขี้ควาย ฯลฯ
3	0.7	กระเจา กระบาก ตะเคียนทอง ตะแบก ตาเสือ ยางขาว ฯลฯ
4	0.6	กว้าว จิกนม พญาไม้ สัก อินทนิน ฯลฯ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2.7 ขนาดของตะปูและตะปูอ้วนแบบลวดกลม [8]

ตะปู				
น้ำหนักเพนนี	ความยาว		เส้นผ่านศูนย์กลาง	
	in	cm	in	cm
6d	2	5.08	0.113	0.287
8d	2½	6.35	0.131	0.333
10d	3	7.62	0.148	0.376
12d	3¼	8.25	0.148	0.376
16d	3½	8.89	0.162	0.411
20d	4	10.16	0.192	0.488
30d	4½	11.43	0.207	0.526
40d	5	12.70	0.225	0.572
50d	5½	13.97	0.244	0.620
60d	6	15.24	0.263	0.668
ตะปูอ้วน				
น้ำหนักเพนนี	ความยาว		เส้นผ่านศูนย์กลาง	
	in	cm	in	cm
10d	3	7.60	0.192	0.488
12d	3¼	8.25	0.192	0.488
16d	3½	8.90	0.207	0.526
20d	4	10.20	0.225	0.571
30d	4½	11.40	0.244	0.620
40d	5	12.70	0.263	0.668
50d	5½	14.00	0.283	0.719
60d	6	15.30	0.283	0.719
5/16	7	17.80	0.312	0.792

หมายเหตุ
- คิด 2.54 cm = 1 in
- น้ำหนักเพนนี มีค่าเป็นปอนด์ต่อตะปู 1,000 ตัว

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2.8 ขนาดของตะปูและตะปูอ้วนแบบแกนเป็นหนามแข็ง [8]

น้ำหนักเพนนี	ความยาว		เส้นผ่านศูนย์กลาง	
	in	cm	in	cm
6d	2	5.10	0.120	0.305
8d	2½	6.35	0.120	0.305
10d	3	7.60	0.135	0.343
12d	3¼	8.25	0.135	0.343
16d	3½	8.90	0.148	0.376
20d	4	10.20	0.177	0.450
30d	4½	11.40	0.177	0.450
40d	5	12.70	0.177	0.450
50d	5½	14.00	0.177	0.450
60d	6	15.30	0.177	0.450
70d	7	17.80	0.207	0.526
80d	8	20.30	0.207	0.526
90d	9	22.90	0.207	0.526

หมายเหตุ • คิด 2.54 cm = 1 in

• น้ำหนักเพนนี มีค่าเป็นปอนด์ต่อตะปู 1,000 ตัว

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2.9 กำลังรับยึดถอนแรงตะปูและตะปูอ้วนที่ยอมให้ในแนวตั้งฉากกับแนวเสี้ยน [8]

สภาวะรับน้ำหนักปกติ d = น้ำหนักเพนนี

ความถ่วงจำเพาะ (G) ของไม้	ค่ากำลังรับยึดถอนที่ยอมให้, เป็นกิโลกรัมต่อเซนติเมตรที่ตะปูหรือตะปูอ้วนฝังในอาคาร									
	ขนาดของตะปู									
	d = 6	8	10	12	16	20	30	40	50	60
0.50	4.8	5.6	6.3	6.3	6.9	8.2	8.8	9.6	10.4	11.2
0.55	6.1	7.1	8.0	8.0	8.8	10.4	11.2	12.2	13.2	14.2
0.60	7.6	8.8	10.0	10.0	10.9	12.9	13.9	15.2	16.4	17.7
0.65	9.3	10.8	12.2	12.2	13.3	15.6	17.0	18.5	20.1	21.6
0.70	11.2	13.0	14.6	14.6	16.0	19.0	20.5	22.3	24.1	26.0
0.75	13.3	15.4	17.4	17.4	19.0	22.6	24.3	26.5	28.7	30.9
0.80	15.6	18.1	20.4	20.4	22.3	26.5	29.6	31.1	33.7	36.3
0.85	18.2	21.1	23.8	23.8	26.0	30.9	33.3	36.2	39.2	42.3
0.90	21.0	24.3	27.4	27.4	30.0	35.6	38.4	41.8	45.3	49.8
0.95	24.0	27.8	31.4	31.4	34.3	40.8	44.0	47.8	51.88	55.8
1.00	27.3	31.6	35.7	35.7	39.0	46.4	50.0	54.3	58.9	68.5
	ขนาดของตะปู									
	d= 10	12	16	20	30	40	50	60	0.792	0.952
0.50	8.2	5.5	8.8	9.6	10.4	11.2	12.1	12.1	13.3	16.0
0.55	10.4	7.0	11.2	12.2	13.2	14.2	15.3	15.3	16.9	20.3
0.60	12.9	8.7	13.9	15.2	16.4	17.7	19.1	19.1	21.0	25.2
0.65	15.6	10.6	17.0	18.5	20.1	21.6	23.3	23.3	25.6	30.8
0.70	19.0	12.8	20.5	22.3	24.1	26.0	28.0	28.0	30.8	37.1
0.75	22.6	15.2	24.3	26.5	28.7	30.9	33.3	33.3	36.3	44.1
0.80	26.5	17.8	29.6	31.1	33.7	36.3	39.1	39.1	43.0	51.7
0.85	30.9	20.8	33.3	36.2	39.2	42.3	45.5	45.5	50.1	60.2
0.90	35.6	23.9	38.4	41.8	45.3	49.8	52.5	52.5	57.8	69.5
0.95	40.8	27.4	44.0	47.8	51.88	55.8	60.1	60.1	66.2	79.6
1.00	46.4	31.2	50.0	54.3	58.9	68.5	68.3	68.3	75.2	90.4

หมายเหตุ สูตรที่ใช้ : $P = 95\ G^{2.5}\ D$

เมื่อ D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของตะปูและตะปูอ้วน, cm

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2.10 ตะปูและตะปูอ้วน – กำลังรับแรงยึดขวางในแนวเสี้ยนด้านข้าง [8]

สภาวะรับน้ำหนักปกติ กำลังรับแรงยึดขวาง (แรงเฉือน) เป็นกิโลกรัม สำหรับตะปูและตะปูอ้วนซึ่งฝังลึกลงไปในองค์อาคาร ซึ่งเป็นตัวยึดจุดนั้น มีดังนี้

- ไม่น้อยกว่า 10 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสำหรับไม้กลุ่ม 1
- 11 เท่าสำหรับไม้กลุ่ม 2
- 13 เท่าสำหรับไม้กลุ่ม 3
- 14 เท่าสำหรับไม้กลุ่ม 4

กลุ่มไม้ (ดูตารางที่ ก. 1)	ขนาดของตะปู									
	d = 6	8	10	12	16	20	30	40	50	60
กลุ่ม 1	45.6	56.8	68.1	68.1	77.8	100.9	112.8	128.2	144.4	161.6
กลุ่ม 2	39.3	49.0	58.7	58.7	67.1	87.0	97.1	110.4	124.4	139.2
กลุ่ม 3	35.5	44.0	52.7	52.7	60.2	78.1	87.2	99.2	111.7	125.0
กลุ่ม 4	18.6	23.2	27.8	27.8	31.8	41.3	46.1	52.4	59.0	66.1
	ขนาดของตะปูอ้วน									
	d = 10	12	16	20	30	40	50	60	0.792	0.952
กลุ่ม 1	100.9	100.9	112.8	127.6	144.4	161.6	180.6	180.6	208.7	270.0
กลุ่ม 2	87.0	87.0	97.1	109.9	124.4	139.2	155.5	155.5	179.8	236.9
กลุ่ม 3	78.1	78.1	87.2	98.7	111.7	125.0	139.7	139.7	161.4	212.7
กลุ่ม 4	41.3	41.3	46.1	52.1	59.0	66.1	73.8	73.8	85.3	112.4

หมายเหตุ สูตรที่ใช้ : $P = K_1 D^{3/2}$

เมื่อ K_1 = 296, 255, 229, 121 สำหรับไม้กลุ่ม 1, 2, 3, 4 ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2.11 ตะปูควง – กำลังแรงยึดถอนที่ยอมให้ของตะปูควง [8]

สภาวะรับน้ำหนักปกติ เจาะในแนวตั้งฉากกับแนวเสี้ยน โดยที่

g คือเกจของตะปูควง

D คือเส้นผ่านศูนย์กลางของตะปูควง, cm

ความถ่วงจำเพาะ (G) ของไม้	กำลังยึดถอนที่ยอมให้เป็นกิโลกรัมต่อระยะฝังของตะปูควง ส่วนที่เป็นเกลียว 1 cm ซึ่งฝังในองค์อาคารที่ยึดจุดนั้น										
	ขนาดของตะปู										
	g = 6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	24
	D=0.350	0.383	0.416	0.449	0.482	0.548	0.614	0.680	0.747	0.812	0.944
0.50	17.5	19.2	20.8	22.5	24.1	27.4	30.7	34.0	37.4	40.6	47.2
0.55	21.2	23.2	25.2	27.2	29.2	33.2	37.1	41.1	45.2	49.1	57.1
0.60	25.2	27.6	30.0	32.3	34.7	39.5	44.2	49.0	53.8	58.5	68.0
0.65	29.6	32.4	35.2	37.9	40.7	46.3	51.9	57.5	63.1	68.6	79.8
0.70	34.3	37.5	40.8	44.0	47.2	53.7	60.2	66.6	73.2	79.6	92.5
0.75	39.4	43.1	46.8	50.5	54.2	61.7	69.1	76.5	84.0	91.4	106.2
0.80	44.8	49.0	53.2	57.5	61.7	70.1	78.6	87.0	95.6	103.9	120.8
0.85	50.6	55.3	60.1	64.9	69.6	79.2	88.7	98.3	107.9	117.3	136.4
0.90	56.7	62.0	67.4	72.7	78.1	88.8	99.5	110.2	121.0	131.5	152.9
0.95	63.2	69.1	75.1	81.0	87.0	98.9	110.8	122.7	134.8	146.6	170.4
1.00	70.0	76.6	83.2	89.8	96.4	109.6	122.8	136.0	149.4	162.4	188.8

หมายเหตุ ประมาณสองในสามความยาวของตะปูควงมาตรฐาน จะเป็นส่วนที่เป็นเกลียว

สูตรที่ใช้ : $P = 200\ G^2D$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2.12 ตะปูควง – กำลังรับแรงยึดขวางในแนวเสี้ยนด้านข้าง [8]

สภาวะรับน้ำหนักปกติ กำลังรับแรงยึดขวง (แรงเฉือน) เป็นกิโลกรัม สำหรับตะปูควงซึ่งฝังในองค์อาคารที่เป็นตัวยึดจุดนั้นประมาณ 7 เท่า เส้นผ่านศูนย์กลางของแกนตะปูควงในกรณีที่ระยะฝังน้อยเท่านั้นให้ลดค่ากำลังรับแรงลงเป็นสัดส่วน ระยะฝังไม่ควรน้อยกว่า 4 เท่าเส้นผ่านศูนย์กลางของแกนตะปูควง												
ความถ่วงจำเพาะ (G) ของไม้	ขนาดของตะปูควง											
	g	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	24
	D=0.351		0.384	0.416	0.450	0.483	0.548	0.614	0.681	0.747	0.813	0.945
	7D=2.457		2.688	2.916	3.147	3.378	3.840	4.303	4.765	5.227	5.690	6.614
	4D=1.404		1.536	1.664	1.800	1.932	2.192	2.456	2.724	2.998	3.252	3.780
	D^2=0.123		0.147	0.173	0.202	0.233	0.300	0.377	0.646	0.558	0.661	0.893
กลุ่ม 1	41.5		49.5	58.3	68.1	78.5	101.1	127.0	156.4	188.0	222.8	300.9
กลุ่ม 2	34.2		40.9	48.1	56.2	64.8	83.4	104.8	129.0	155.1	183.8	248.3
กลุ่ม 3	28.0		33.5	39.4	46.1	53.1	68.4	86.0	105.8	127.2	150.7	203.6
กลุ่ม 4	21.8		26.0	30.6	35.8	41.2	53.1	66.7	82.1	98.8	117.0	158.1

หมายเหตุ D คือเส้นผ่านศูนย์กลางของตะปูควง, cm

สูตรที่ใช้ $P = K_2 D^2$

เมื่อ K_2= 337, 278, 228, 117 สำหรับไม้กลุ่ม 1, 2, 3, 4 ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2.13 ตะปูเกลียวปลายปล่อย – แรงยึดถอนที่ยอมให้สำหรับสภาวะรับน้ำหนักปกติ [8]

แรงยึดถอนที่ยอมให้เป็นกิโลกรัมต่อความลึกของการฝัง

D คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแกนตะปู, cm

ตัวของส่วนเกลียวในองค์อาคารเอก เป็น, cm

G คือ ความถ่วงจำเพาะของไม้ขึ้นอยู่กับน้ำหนักและปริมาณที่อบแห้งในเตาอบ

ความถ่วง	ขนาดเป็นเซนติเมตร (D)											
จำเพาะของไม้	0.63	0.79	0.95	1.11	1.27	1.43	1.58	1.90	2.22	2.54	2.85	3.17
0.51	41.5	48.9	56.0	62.9	69.6	76.0	82.3	94.5	106.0	117.1	128.0	138.2
0.53	44.0	51.8	59.5	66.9	73.8	80.6	87.4	100.2	112.4	124.2	135.5	146.8
0.59	51.6	61.0	70.0	78.5	86.6	94.6	102.5	117.5	131.9	145.6	159.6	172.1
0.62	55.6	65.6	75.3	84.6	93.5	101.9	110.5	126.5	142.2	157.0	171.5	185.7
0.64	58.2	68.8	78.9	88.6	98.0	107.0	115.8	133.8	138.0	164.9	180.1	193.0
0.66	61.1	72.2	82.6	92.7	102.6	111.9	120.2	138.1	156.0	172.3	187.5	204.1
0.67	62.3	73.6	84.5	95.0	104.8	114.8	123.9	142.2	159.6	176.5	192.5	208.2
0.68	63.8	75.4	86.5	97.1	107.5	117.1	127.0	145.3	163.3	180.7	197.3	213.7
0.71	68.2	80.8	92.4	103.9	114.7	125.0	135.5	155.5	174.5	193.2	213.9	228.3
0.80	81.5	96.3	110.3	123.8	137.1	149.5	164.0	185.1	208.3	230.2	251.9	272.5

หมายเหตุ ขนาดความยาวของตะปูเกลียวปลายปล่อย มีลักษณะดังนี้ [8]

	cm (in)	cm (in)	cm (in)	cm (in)
ความยาว	7.60 (3)	10.20 (4)	12.70 (5)	15.24 (6)
ความยาวก้าน	2.54 (1)	3.80 ($1^{1/2}$)	5.08 (2)	6.35 (21/2)
ความยาวเกลียว	5.08 (2)	6.35 ($2^{1/2}$)	7.62 (3)	8.89 (31/2)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่2.14ตะปูเกลียวปลายปล่อย–แรงยึดขวางที่ยอมให้สำหรับสภาวะรับน้ำหนักปกติใช้ไม้เป็นวัสดุประกับด้านข้าง[8]

ความหนาของไม้ประกับข้าง (cm)	ความยาวของตะปูปลายปล่อย (cm)	เส้นผ่านศูนย์กลางตรงแกน (cm)	กลุ่ม 1 แรงยึดขวางทั้งหมดสำหรับตะปูมีระนาบรับแรงเฉือนเดี่ยว (kg)		กลุ่ม 2 แรงยึดขวางทั้งหมดสำหรับตะปูมีระนาบรับแรงเฉือนเดี่ยว (kg)		กลุ่ม 3 แรงยึดขวางทั้งหมดสำหรับตะปูมีระนาบรับแรงเฉือนเดี่ยว (kg)		กลุ่ม 4 แรงยึดขวางทั้งหมดสำหรับตะปูมีระนาบรับแรงเฉือนเดี่ยว (kg)	
			ขนานเนื้อเสี้ยน	ตั้งฉากเนื้อเสี้ยน	ขนานเนื้อเสี้ยน	ตั้งฉากเนื้อเสี้ยน	ขนานเนื้อเสี้ยน	ตั้งฉากเนื้อเสี้ยน	ขนานเนื้อเสี้ยน	ตั้งฉากเนื้อเสี้ยน
4.12	10.16	0.63	99.9	95.3	77.2	77.2	59.0	54.5	45.4	45.4
		0.79	131.7	109.0	95.3	77.2	68.1	59.0	54.5	50.0
		0.95	149.9	113.5	109.0	81.7	81.7	63.6	63.6	50.0
		1.11	158.0	118.0	122.6	86.3	90.8	63.6	72.7	50.0
		1.27	181.6	118.0	136.0	86.3	100.0	63.6	77.2	50.0
		1.58	204.4	122.6	153.5	95.3	113.5	68.1	86.3	54.5
	12.70	0.63	104.4	99.9	86.3	81.7	77.2	77.2	68.1	68.1
		0.79	154.4	131.1	109.0	109.0	104.5	86.3	81.7	72.7
		0.95	204.7	154.4	153.5	122.6	118.1	90.8	95.3	72.7
		1.11	245.2	172.5	181.6	127.1	131.7	95.3	104.5	77.2
		1.27	268.0	172.5	204.4	131.7	145.2	95.3	113.5	77.2
		1.58	308.8	186.2	245.2	145.2	168.0	99.9	131.7	81.7
	15.23	0.63	118.0	113.5	99.9	95.3	90.8	90.8	81.7	72.7
		0.79	172.5	149.9	145.2	122.6	136.2	113.5	118.1	100.0
		0.95	222.4	172.5	186.2	145.2	153.5	127.1	131.7	100.0
		1.11	276.6	195.4	236.0	153.5	186.2	131.7	145.2	104.5
		1.27	336.1	218.0	276.6	177.1	199.9	131.7	159.0	104.5
		1.58	426.8	254.1	322.5	195.5	222.5	136.2	181.6	109.0
	17.80	0.63	127.2	122.6	109.0	104.5	95.3	95.3	86.3	81.7
		0.79	186.2	159.0	159.0	136.2	145.2	122.6	127.3	109.0
		0.95	245.2	186.2	204.4	154.4	190.9	145.2	168.0	127.3
		1.11	304.2	213.5	254.4	177.1	236.0	168.0	190.9	136.2

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2.15 ตะปูเกลียวปลายปล่อย–แรงยึดขวางที่ยอมให้สำหรับสภาวะรับน้ำหนักปกติใช้ไม้เป็นวัสดุประกับด้านข้าง [8]

ความหนาของไม้ประกับข้าง (cm)	ความยาวของตะปูปลายปล่อย (cm)	เส้นผ่านศูนย์กลางตรงแกน (cm)	กลุ่ม 1 แรงยึดขวางทั้งหมดสำหรับตะปูมีระนาบรับแรงเฉือนเดี่ยว (kg)		กลุ่ม 2 แรงยึดขวางทั้งหมดสำหรับตะปูมีระนาบรับแรงเฉือนเดี่ยว (kg)		กลุ่ม 3 แรงยึดขวางทั้งหมดสำหรับตะปูมีระนาบรับแรงเฉือนเดี่ยว (kg)		กลุ่ม 4 แรงยึดขวางทั้งหมดสำหรับตะปูมีระนาบรับแรงเฉือนเดี่ยว (kg)	
			ขนานเนื้อสัมผัส	ตั้งฉากเนื้อสัมผัส	ขนานเนื้อสัมผัส	ตั้งฉากเนื้อสัมผัส	ขนานเนื้อสัมผัส	ตั้งฉากเนื้อสัมผัส	ขนานเนื้อสัมผัส	ตั้งฉากเนื้อสัมผัส
6.67	15.23	0.95	222.4	122.6	168.0	127.1	122.6	95.3	100.0	77.2
		1.11	268.0	190.8	195.2	136.2	145.2	104.5	118.1	81.7
		1.27	299.9	195.4	218.0	140.8	153.5	105.5	131.7	86.3
		1.58	331.1	199.9	254.2	154.4	181.6	109.0	145.2	86.3
		1.90	377.0	204.4	286.0	158.9	204.4	113.5	153.5	90.8
		2.22	413	213.5	331.8	172.5	222.3	118.0	177.1	90.8
		2.54	459	231.8	363.0	181.6	249.8	127.1	199.9	100.0
	17.80	0.95	222.4	172.6	186.2	140.8	118.0	127.1	131.7	100.0
		1.11	299.9	213.5	249.8	177.1	190.9	136.2	154.4	109.0
		1.27	377.0	245.1	295.0	190.9	208.8	136.2	168.0	109.0
		1.58	440.2	263.5	340.4	204.4	236.0	140.7	190.9	113.5
		1.90	490.4	272.2	390.6	213.5	268.0	145.7	213.5	118.0
		2.22	563.0	290.8	440.2	227.0	304.2	159.0	245.2	127.1
		2.54	631.0	318	490.1	245.1	340.4	172.5	272.2	136.2
	20.30	0.95	249.9	190.9	208.9	153.5	190.9	145.2	168.0	127.1
		1.11	327.0	231.8	277.0	195.5	249.9	177.1	199.9	140.7
		1.27	408.8	268.0	349.9	227.0	276.6	181.6	222.5	145.2
		1.58	567.6	340.6	940.6	263.5	308.8	186.2	249.9	149.9
		1.90	640.8	354.4	504.0	277.0	345.4	190.9	276.6	154.4
		2.22	713.0	372.2	554.0	286.3	386.0	199.9	308.8	159.0
		2.54	908.0	454.0	627.0	313	436.0	218.0	349.9	177.1
	22.85	0.95	272.5	204.4	227.0	172.5	208.8	159.0	186.2	140.7
		1.11	359.0	254.0	304.2	213.5	276.6	195.3	245.2	172.5
		1.27	449.8	290.8	377.0	245.1	349.9	227.0	276.6	177.1
		1.58	604.6	363.0	508.5	304.2	386.0	231.5	313.5	186.2
		1.90	768.0	428.0	613.6	336.0	431.6	236.0	345.0	190.9
		2.22	877.0	459.0	672.4	349.9	476.7	245.2	391.5	199.9
		2.54	976.0	486.0	758.0	378.5	526.5	263.8	427.0	213.5

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2.16 ตะปูเกลียวปลายปล่อย – แรงยึดขวางที่ยอมให้สำหรับสภาวะรับน้ำหนักปกติใช้แผ่นโลหะหนา 1.27 cm เป็นวัสดุประกับด้านข้าง [8]

ความยาวของตะปูปลายปล่อย (cm)	เส้นผ่านศูนย์กลางตรงแกน (cm)	กลุ่ม 1 แรงยึดขวางทั้งหมดสำหรับตะปูมีระนาบรับแรงเฉือนเดี่ยว (kg)		กลุ่ม 2 แรงยึดขวางทั้งหมดสำหรับตะปูมีระนาบรับแรงเฉือนเดี่ยว (kg)		กลุ่ม 3 แรงยึดขวางทั้งหมดสำหรับตะปูมีระนาบรับแรงเฉือนเดี่ยว (kg)		กลุ่ม 4 แรงยึดขวางทั้งหมดสำหรับตะปูมีระนาบรับแรงเฉือนเดี่ยว (kg)	
		ขนานแนว	ตั้งฉากแนว	ขนานแนว	ตั้งฉากแนว	ขนานแนว	ตั้งฉากแนว	ขนานแนว	ตั้งฉากแนว
7.61	0.63	109	84.0	95.4	72.6	70.4	54.5	56.7	45.4
	0.79	151.2	109.0	120.5	81.7	86.3	59.1	70.4	47.7
	0.95	109.8	115.8	145.3	111.4	104.5	63.6	81.8	50.0
	1.11	220.1	125.0	168	95.3	120.5	68.1	95.4	54.5
	1.27	249.8	129.5	188.5	97.6	134.0	70.4	109	56.7
	1.58	293	140.9	222.4	106.8	159.0	72.2	127.2	61.3
10.16	0.63*	124.9	95.4	106.9	84.0	95.4	74.9	86.3	65.8
	0.79	186.2	127.1	161.3	109.0	131.7	90.8	106.8	72.6
	0.95	258.9	156.7	218.0	131.7	156.6	95.4	125	74.9
	1.11	340.8	193	261	145.2	183.9	104.5	145.3	81.7
	1.27	377	195.3	284	147.5	204.2	106.8	163.5	84.0
	1.38	443	211	336	161.3	240.8	115.8	193	93.3
12.70	0.79	197.5	134	170.3	115.8	152.0	104.5	136.3	93.3
	0.95	299.2	170.4	243	147.5	213.8	134	170.3	104.5
	1.11	371.5	211.0	322	184.0	243	158.9	195.3	111.2
	1.27	475	245.0	386	199.8	277	143	222.4	115.8
	1.58	604	288.1	457	218.6	327	163	263.5	127.2
	1.90	717	315.8	541	238.2	388	170.3	313.2	138.5
15.23	0.79*	202	138.5	181.6	122.5	156.6	106.9	138.5	93.3
	0.95	286	174.9	247.8	149.9	222.4	136.3	195.3	118.1
	1.11	386	218.0	333.9	188.5	299.6	170.3	247.8	140.8
	1.27	500	259	429	222.4	349.8	181.6	279.2	145.3
	1.58	745	359	567	272.4	408.5	195.3	327	163
	1.90	895	393	672	295	481	208.9	386	168
17.80	0.95*	293	177.1	252	154.4	227	138.5	199.9	122.6
	1.11	393	222.4	340.5	193.0	304	172.5	268	152.1
	1.27	504	263.5	440.5	229	393	204.2	338.2	173.9
	1.58	772	372.5	663	318	463	222.4	408.8	195.3

* ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่ขึ้นไม่เพิ่มค่ารับแรงนั้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2.17 ตะปูเกลียวปลายปล่อย – แรงยึดขวางที่ยอมให้สำหรับสภาวะรับน้ำหนักปกติใช้แผ่นโลหะหนา 1.27 cm เป็นวัสดุประกับด้านข้าง [8]

ความยาวของตะปูปลายปล่อย (cm)	เส้นผ่านศูนย์กลางตรงแกน (cm)	กลุ่ม 1 แรงยึดขวางทั้งหมดสำหรับตะปูมีรับแรงเฉือนเดี่ยว (kg)		กลุ่ม 2 แรงยึดขวางทั้งหมดสำหรับตะปูมีรับแรงเฉือนเดี่ยว (kg)		กลุ่ม 3 แรงยึดขวางทั้งหมดสำหรับตะปูมีรับแรงเฉือนเดี่ยว (kg)		กลุ่ม 4 แรงยึดขวางทั้งหมดสำหรับตะปูมีรับแรงเฉือนเดี่ยว (kg)	
		ขนานแนว	ตั้งฉากแนว	ขนานแนว	ตั้งฉากแนว	ขนานแนว	ตั้งฉากแนว	ขนานแนว	ตั้งฉากแนว
20.30	1.11*	397.5	227	345	195.2	309	173.9	272.6	154.4
	1.27	517.6	268	447	232	399	206.5	352	181.6
	1.58	795	381.5	681	327	602	288.3	486	254.6
	1.90	1,124	495	968	425	704	309	567	252
	2.22	1,489	620	1,270	514	885	367.9	708	324.5
22.85	1.27*	522	272.5	449	234	402	208.9	354.2	187.8
	1.58	804	386.0	686	329	617	295.0	545	261
	1.90	1,144	504	935	431	808	356.4	652	286
	2.22	1,541	631	1,308	545	935	388.2	753	313
25.40	1.58*	817	392.6	700	336	627	299.8	554	265.9
	1.90	1,154	508	995	438	895	393	738	324.8
	2.22	1,553	645	1,343	558	1,062	441	859	356.4
	2.54	2,009	804	1,674	624	1,208	484	972	388.2
27.95	1.90*	1,172	513	1,008	440	908	399.7	802	354.2
	2.22	1,567	649.8	1,358	563	1,181	490.7	953	393
	2.54	2,042	817	1,762	704	1,349	540.5	1,076	431
30.45	2.22	1,576	654	1,362	568	1,221	508	1,054	438
	2.54	2,058	822	1,771	708	1,495	595	1,194	476.5
	2.86	2,570	1,027	2,224	890	1,620	649	1,304	522.0
33.00	2.22*	1,590	664	1,385	573	1,230	513	1,085	449.9
	2.54	2,067	826	1,785	713	1,597	640	1,345	525
	2.86	2,589	1,036	2,235	895	1,780	713	1,417	567
35.55	2.54	2,078	831	1,793	713	1,503	640	1,417	563.6
	2.86	2,607	1,044	2,248	900	1,990	795	1,589	635.3
	3.18	3,190	1,272	2,758	1,099	2,192	876	1,776	708
38.10	2.54	2,080	831	1,799	717	1,612	645	1,421	567
	2.86	2,620	1,050	2,262	904	2,026	813	1,735	695
	3.18	3,215	1,285	2,778	1,114	2,384	953	1,900	758
40.60	2.54*	2,089	836	1,798	763	1,612	645	1,421	567
	2.86*	2,636	1,054	2,270	908	2,030	813	1,793	717

* ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่ขึ้นไม่เพิ่มค่ารับแรงนั้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2.18 กำลังรับน้ำหนักที่ยอมให้เป็นกิโลกรัมของสลักเกลียวมีระนาบรับแรงเฉือนคู่ [8]

				(1) ไม้เนื้ออ่อนมากและไม้เนื้ออ่อน		(2) ไม้เนื้อแข็งปานกลาง		(3) ไม้เนื้อแข็งและไม้เนื้อแข็งมาก	
ความยาวสลักส่วนที่อยู่องค์	เส้นผ่านศูนย์กลางของสลัก	l/d	พื้นที่ตัดของสลักเกลียว	น้ำหนักขนานแนวเสี้ยน	น้ำหนักตั้งฉากแนวเสี้ยน	น้ำหนักขนานแนวเสี้ยน	น้ำหนักตั้งฉากแนวเสี้ยน	น้ำหนักขนานแนวเสี้ยน	น้ำหนักตั้งฉากแนวเสี้ยน
(cm)	(cm)		(cm^2)						
	1.27	3.3	5.25	259	121	380	170	451	214
	1.58	2.6	6.22	317	139	478	188	576	241
4.12.....	1.90	2.2	7.85	380	152	572	210	692	263
	2.22	1.9	9.20	446	165	670	232	810	299
	2.54	1.6	10.50	510	183	768	254	925	326
	1.27	4.0	6.45	312	148	460	206	526	264
	1.58	3.2	8.06	398	170	590	232	696	299
5.08.....	1.90	2.7	9.68	473	188	705	259	854	330
	2.22	2.3	11.30	554	206	825	286	995	366
	2.54	2.0	12.90	630	223	942	312	1,140	397
	1.27	5.3	9.46	380	197	527	272	572	348
	1.58	4.2	10.60	510	219	745	308	845	393
6.67.....	1.90	3.5	12.70	620	246	920	340	1,085	438
	2.22	3.0	14.80	725	268	1,080	375	1,295	482
	2.54	2.6	16.92	825	294	1,240	411	1,490	522
	1.27	6.0	9.67	402	223	536	308	576	398
	1.58	4.8	12.10	567	250	800	348	885	447
7.62.....	1.90	4.0	14.50	705	281	1,035	389	1,190	500
	2.22	3.4	16.94	825	308	1,230	429	1,450	550
	2.54	3.0	19.35	942	334	1,415	469	1,690	600
	1.27	7.3	11.70	402	268	536	370	576	456
	1.58	5.8	14.60	625	304	835	424	897	540
9.21.....	1.90	4.8	17.50	826	340	1,160	469	1,280	602
	2.22	4.1	20.44	990	375	1,450	518	1,645	665
	2.54	3.6	23.40	1,140	406	1,690	567	1,980	725
	1.27	8.0	12.90	402	299	535	398	576	464
	1.58	6.4	16.10	635	335	835	469	898	595
10.16.....	1.90	5.3	19.35	875	375	1,200	518	1,290	665
	2.22	4.6	22.60	1,070	411	1,530	572	1,710	732
	2.54	4.0	25.80	1,250	451	1,840	625	2,100	800

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2.19 กำลังรับน้ำหนักที่ยอมให้เป็นกิโลกรัมของสลักเกลียวมีระนาบรับแรงเฉือนคู่ [8]

				(1) ไม้เนื้ออ่อนมากและไม้เนื้ออ่อน		(2) ไม้เนื้อแข็งปานกลาง		(3) ไม้เนื้อแข็งและไม้เนื้อแข็งมาก	
ความยาวสลักส่วนที่อยู่องค์	เส้นผ่านศูนย์กลางของสลัก	l/d	พื้นที่ตัดสลักเกลียว	น้ำหนักขนานแนวเสี้ยน	น้ำหนักตั้งฉากแนวเสี้ยน	น้ำหนักขนานแนวเสี้ยน	น้ำหนักตั้งฉากแนวเสี้ยน	น้ำหนักขนานแนวเสี้ยน	น้ำหนักตั้งฉากแนวเสี้ยน
(cm)	(cm)		(cm^2)						
	1.27	9.0	14.50	402	317	536	402	575	456
	1.58	7.2	18.15	635	380	835	523	898	643
11.43.....	1.90	6.0	21.80	910	420	1,205	585	1,290	750
	2.22	5.1	25.40	1,170	464	1,610	643	1,750	821
	2.54	4.5	29.00	1,380	505	1,990	700	2,222	898
	2.85	4.0	32.70	1,580	550	2,330	764	2,670	977
	1.58	8.8	21.80	635	442	835	567	897	647
	1.90	7.3	26.61	910	513	1,208	710	1,290	865
13.97.....	2.22	6.3	31.20	1,240	567	1,640	785	1,760	1,005
	2.54	5.5	35.50	1,570	616	2,080	856	2,280	1,100
	2.85	4.9	39.90	1,865	675	2,600	934	2,870	1,200
	1.58	10.4	26.20	635	442	835	550	896	620
	1.90	8.7	31.40	910	590	1,210	760	1,290	865
16.51.....	2.22	7.4	36.75	1,240	670	1,640	925	1,760	1,120
	2.54	6.5	42.00	1,620	728	2,146	1,015	2,290	1,290
	2.85	5.8	47.25	2,020	795	2,700	1,100	2,900	1,415
	1.58	12.0	30.25	635	433	835	535	898	580
	1.90	10.0	36.30	910	594	1,208	741	1,290	840
19.05.....	2.22	8.6	42.40	1,240	750	1,640	974	1,760	1,118
	2.54	7.5	48.40	1,620	845	2,150	1,158	2,300	1,400
	2.85	6.7	54.50	2,065	915	2,730	1,272	2,900	1,610
	1.90	12.7	46.00	910	567	1,205	700	1,290	755
	2.22	10.9	53.60	1,240	750	1,640	930	1,760	1,052
24.13.....	2.54	9.5	61.40	1,618	960	2,150	1,200	2,300	1,360
	2.85	8.4	69.00	2,064	1,144	2,730	1,497	2,900	1,710
	3.17	7.6	76.60	2,550	1,250	3,360	1,706	3,590	2,050
	2.54	11.5	74.30	1,620	934	2,150	1,150	2,290	1,272
29.21.....	2.85	10.2	83.50	2,065	1,170	2,720	1,465	2,900	1,655
	3.17	9.2	92.70	2,550	1,408	3,360	1,760	3,590	2,000

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2.20 ค่ากลสมบัติของไม้ชนิดต่าง ๆ [8]

ชื่อ	ความถ่วงจำเพาะ	น้ำหนัก (kg/cm^3)	หน่วยแรงดัดหรือหน่วยแรงดึงขนานเสี้ยน (kg/cm^2)	มอดุลัสแห่งความยืดหยุ่น (kg/cm^2)	หน่วยแรงอัด (kg/cm^2)		หน่วยแรงเฉือนประลัยขนานเสี้ยน (kg/cm^2)
					ขนานเสี้ยน	ขวางเสี้ยน	
กระท้อน	0.57	580	485	74,927	1942	77	66
จำปาป่า	0.51	500	553	76,102	279	71	157
จิกนม	0.65	630	463	64,644	210	87	163
เฝิง	0.53	531	581	89,542	332	55	126
ยมหอม	0.53	530	605	83,864	230	58	95
ยางขาว	0.70	690	612	89,929	312	65	161
สองสลึง	0.44	450	467	73,481	105	60	70
กราด	0.87	870	656	92,563	296	105	149
กระเจา	0.71	700	648	88,956	246	104	142
กระบาก	0.74	740	770	105,017	217	62	80
ตะปูนขาว	-	590	649	89,438	365	99	148
ทำมัง	0.56	550	662	95,374	-	42	164
พญาไม้	0.67	570	645	87,152	310	63	101
พะยอม	0.82	730	717	94,099	340	97	135
ยางแดง	-	760	739	113,651	367	65	166
สัก	0.62	630	641	81573	327	80	134
อินทนิล	0.65	640	697	92,720	340	77	157
กว้าว	0.69	690	806	97,770	378	120	136
ตะเคียนทอง	0.77	760	816	104,940	354	116	123
ตะเคียนหนู	0.86	860	841	94,503	288	170	76
ตะแบก	0.72	720	808	112,556	374	105	175
ตาเสือ	0.74	750	867	124,100	500	102	82
นนทรี	0.82	810	813	107,931	346	113	68
พลวง	0.94	940	939	129,683	351	99	134
มะค่าแต้	0.99	990	954	125,800	357	231	208
ยูง	0.75	720	806	120,586	364	68	174
รกฟ้า	1.14	1,130	854	111,315	334	155	192

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2.21 ค่ากลสมบัติของไม้ชนิดต่าง ๆ (ต่อ)[8]

ชื่อ	ความถ่วงจำเพาะ	น้ำหนัก (kg/cm^3)	หน่วยแรงดัดหรือหน่วยแรงดึงขนานเสี้ยน (kg/cm^2)	มอดุลัสแห่งความยืดหยุ่น (kg/cm^2)	หน่วยแรงอัด (kg/cm^2)		หน่วยแรงเฉือนประลัยขนานเสี้ยน (kg/cm^2)
					ขนานเสี้ยน	ขวางเสี้ยน	
เหียง	0.90	900	816	102,754	358	119	211
กันเกรา	0.93	920	999	154,865	388	125	80
แดง	1.05	1,050	1,193	153,129	538	219	120
ตะคร้อไข่	1.11	1,080	1,189	148,141	442	232	135
ตะคร้อหนาม	1.11	1,110	960	138,533	350	230	163
ตะบูนคำ	-	880	1,038	114,880	494	154	199
เต็ง	1.07	1,070	924	115,464	443	184	146
ประดู่	0.82	840	1,163	128,448	495	201	164
มะเกลือเลือด	1.02	1,020	1,131	137,613	425	235	144
มะค่าโมง	0.85	850	996	101,721	463	121	167
ยมหิน	0.86	870	1,088	131,629	350	174	139
รัง	1.15	1060	1,108	153,607	496	182	176
เลียงมัน	0.98	990	1,155	161,506	463	172	202
สักขี้ควาย	0.88	880	1,063	131,968	467	184	146
เสลา	0.72	720	966	113,791	450	118	131
หลุมพอ	-	850	1,070	137,543	569	103	140
แอ๊ก	0.78	870	1,060	136,953	388	136	151
เคี่ยม	0.91	960	1,489	148,900	576	157	190
กระพี้เขา	1.09	1,090	1,357	145,380	500	217	174
เขลิ่ง	1.10	1,100	1,206	197,795	725	267	235
ซาก	1.09	1,120	1,463	189,947	551	306	125
ตีนนก	0.99	990	1,283	181,021	482	225	208
บุนนาค	1.12	1,120	1,519	230,689	519	211	129

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2.22 กำลังรับน้ำหนักของแหวนยึดแบบเรียบ 1 ตัวพร้อมสลักเกลียวมีระนาบรับแรงเฉือน 1 แห่ง (กำลังรับน้ำหนักที่กำหนดไว้ใช้สำหรับการบรรทุกน้ำหนักในสภาวะปกติ) [8]

เส้นผ่านศูนย์กลางแหวนยึดแบบเรียบ (cm)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสลักเกลียว (cm)	จำนวนผิวสัมผัสของอาคารกับแหวนยึดในแกนร่วมสลักเกลียวเดียวกัน	ความหนาจริงของไม้ (cm)	น้ำหนักขนานเสี้ยน					น้ำหนักตั้งฉากแนวเสี้ยน					
				ระยะขอบ (cm)	กำลังรับน้ำหนักที่ยอมให้ต่อแหวนยึดและสลักเกลียวหนึ่งหน่วย (kg)				ระยะขอบ (cm)		กำลังรับน้ำหนักที่ยอมให้ต่อแหวนยึดและสลักเกลียวหนึ่งหน่วย (kg)			
					กลุ่ม ก.	กลุ่ม ข.	กลุ่ม ค.	กลุ่ม ง.	ขอบด้านไม่รับแรง	ขอบด้านรับแรง	กลุ่ม ก.	กลุ่ม ข.	กลุ่ม ค.	กลุ่ม ง.
6.25	1.27	1	น้อยสุด 2.54.....	น้อยสุด 5.00	1,175	1,010	850	732	น้อยสุด 5.00	น้อยสุด 5.00	705	603	505	433
										7.00 และหนากว่า	850	724	603	518
			4.12 และหนากว่า....	น้อยสุด 5.00	1,410	1,220	1,020	875	น้อยสุด 5.00	น้อยสุด 5.00	850	724	603	518
										7.00 และหนากว่า	1,020	866	724	620
		2	น้อยสุด 4.12.....	น้อยสุด 5.00	1,175	1,010	850	732	น้อยสุด 5.00	น้อยสุด 5.00	705	603	505	433
										7.00 และหนากว่า	850	724	603	518
			5.08 และหนากว่า....	น้อยสุด 5.00	1,410	1,220	1,020	875	น้อยสุด 5.00	น้อยสุด 5.00	850	724	603	518
										7.00 และหนากว่า	1,020	866	724	620
10.16	1.90	1	น้อยสุด 2.54.....	น้อยสุด 7.00	1,825	1,568	1,302	1,125	น้อยสุด 7.00	น้อยสุด 7.00	1,060	906	760	656
										9.50 และหนากว่า	1,270	1,090	910	785
			4.12 และหนากว่า....	น้อยสุด 7.00	2,740	2,350	1,955	1,690	น้อยสุด 7.00	น้อยสุด 7.00	1,590	1,360	1,135	977
										9.50 และหนากว่า	1,905	1,633	1,360	1,174
		2	น้อยสุด 4.12.....	น้อยสุด 7.00	1,925	1,650	1,370	1,188	น้อยสุด 7.00	น้อยสุด 7.00	1,110	955	795	688
										9.50 และหนากว่า	1,340	1,150	955	825
			5.08.....	น้อยสุด 7.00	2,210	1,899	1,580	1,360	น้อยสุด 7.00	น้อยสุด 7.00	1,280	1,100	915	790
										9.50 และหนากว่า	1,535	1,320	1,100	946
			6.67.....	น้อยสุด 7.00	2,690	2,300	1,925	1,660	น้อยสุด 7.00	น้อยสุด 7.00	1,560	1,340	1,110	960
										9.50 และหนากว่า	1,870	1,610	1,340	1,150
			7.62 และหนากว่า.....	น้อยสุด 7.00	2,740	2,350	1,955	1,690	น้อยสุด 7.00	น้อยสุด 7.00	1,590	1,360	1,130	978

ตารางที่ 2.23 กำลังรับน้ำหนักของแหวนยึดแบบเรียบ 1 ตัว พร้อมสลักเกลียวมีระนาบรับแรงเฉือน 1 แห่ง [8]

(กำลังรับน้ำหนักของแหวนยึดกำหนดที่ไว้ใช้สำหรับการบรรทุกน้ำหนักในสภาวะปกติ)

เส้นผ่านศูนย์กลางแหวนยึดแบบเรียบ (cm)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสลักเกลียว (cm)	จำนวนผิวสัมผัสของอาคารกับแหวนยึดในแกนร่วมสลักเกลียวเดียวกัน	ความหนาจริงของไม้ (cm)	น้ำหนักขนานเสี้ยน					น้ำหนักตั้งฉากแนวเสี้ยน					
				ระยะขอบ (cm)	กำลังรับน้ำหนักที่ยอมให้ต่อแหวนยึดและสลักเกลียวหนึ่งหน่วย (kg)				ระยะขอบ (cm)		กำลังรับน้ำหนักที่ยอมให้ต่อแหวนยึดและสลักเกลียวหนึ่งหน่วย (kg)			
					กลุ่ม ก.	กลุ่ม ข.	กลุ่ม ค.	กลุ่ม ง.	ขอบด้านไม่รับแรง	ขอบด้านรับแรง	กลุ่ม ก.	กลุ่ม ข.	กลุ่ม ค.	กลุ่ม ง.
5.08	1.27	1	น้อยสุด 2.54.....	น้อยสุด 3.5	540	490	442	384	น้อยสุด 3.5	น้อยสุด 3.5.....	362	326	295	254
										5 หรือมากกว่า.....	415	375	340	290
			4.12 และหนากว่า....	น้อยสุด 3.5	595	540	486	425		น้อยสุด 3.5.....	398	362	326	281
										5.5 หรือมากกว่า...	455	415	375	322
		2	น้อยสุด 4.12.....	น้อยสุด 3.5	540	490	442	384	น้อยสุด 3.5	น้อยสุด 3.5.....	362	326	295	254
										5.5 หรือมากกว่า.....	415	375	340	290
			5.08 และหนากว่า....	น้อยสุด 3.5	595	540	486	425		น้อยสุด 3.5.....	398	362	326	281
										5.5 หรือมากกว่า...	455	415	375	322
6.67	1.58	1	น้อยสุด 2.54.....	น้อยสุด 5.00	812	736	665	575	น้อยสุด 5.00	น้อยสุด 5.0.....	541	490	442	384
										6.25 หรือมากกว่า....	620	563	510	442
			4.12 และหนากว่า....	น้อยสุด 5.00	1,010	905	825	720		น้อยสุด 5.00	674	612	554	478
										6.25 หรือมากกว่า	772	700	638	550
		2	น้อยสุด 4.12.....	น้อยสุด 5.00	812	736	665	575	น้อยสุด 5.00	น้อยสุด 5.0.....	540	490	442	384
										6.25 หรือมากกว่า	620	563	510	442
			5.08.....	น้อยสุด 5.00	898	817	732	635		น้อยสุด 5.0.....	598	545	486	424
										6.25 หรือมากกว่า	688	625	559	486
			6.67 และหนากว่า.....	น้อยสุด 5.00	1,010	905	825	720		น้อยสุด 5.0.....	675	610	554	478

ตารางที่ 2.24 (ต่อ) กำลังรับน้ำหนักของแหวนยึดแบบเรียบ 1 ตัว พร้อมสลักเกลียวมีระนาบรับแรงเฉือน 1 แห่ง [8]

(กำลังรับน้ำหนักของแหวนยึดกำหนดที่ไว้ใช้สำหรับการบรรทุกน้ำหนักในสภาวะปกติ)

เส้นผ่านศูนย์กลางแหวนยึดแบบเรียบ (cm)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสลักเกลียว (cm)	จำนวนผิวสัมผัสของอาคารกับแหวนยึดในแกนร่วมสลักเกลียวเดียวกัน	ความหนาจริงของ (cm)	น้ำหนักขนานเสี้ยน					น้ำหนักตั้งฉากแนวเสี้ยน					
				ระยะขอบ (cm)	กำลังรับน้ำหนักที่ยอมให้ต่อแหวนยึดและสลักเกลียวหนึ่งหน่วย (kg)				ระยะขอบ (cm)		กำลังรับน้ำหนักที่ยอมให้ต่อแหวนยึดและสลักเกลียวหนึ่งหน่วย (kg)			
					กลุ่ม ก.	กลุ่ม ข.	กลุ่ม ค.	กลุ่ม ง.	ขอบด้านไม่รับแรง	ขอบด้านรับแรง	กลุ่ม ก.	กลุ่ม ข.	กลุ่ม ค.	กลุ่ม ง.
8.69	1.90	1	น้อยสุด 2.54.....	น้อยสุด 6.0	1,050	960	860	745	น้อยสุด 6.0	น้อยสุด 6.00.....	700	638	575	500
										8.25 หรือมากกว่า...	310	763	692	598
			4.12 และหนากว่า....	น้อยสุด 6.0	1,420	1,290	1,165	1,000		น้อยสุด 6.00.....	945	862	776	675
										8.25 หรือมากกว่า	1,135	1,035	934	808
		2	น้อยสุด 4.12.....	น้อยสุด 6.0	1,050	960	860	745	น้อยสุด 6.0	น้อยสุด 6.00.....	700	638	575	500
										8.25 หรือมากกว่า...	840	768	692	598
			5.08 และหนากว่า....	น้อยสุด 6.0	1,155	1,050	940	816		น้อยสุด 6.00.....	768	700	630	545
										8.25 หรือมากกว่า...	920	840	755	652
			6.67.....	น้อยสุด 6.0	1,320	1,200	1,080	936		น้อยสุด 6.00.....	880	800	720	625
										8.25 หรือมากกว่า...	1060	960	860	750
			7.62 และหนากว่า.....	น้อยสุด 6.0	1,420	1,290	1,165	1,000			945	862	776	674
											1,135	1,035	934	808

ตารางที่ 2.25 (ต่อ) กำลังรับน้ำหนักของแหวนยึดแบบเรียบ 1 ตัว พร้อมสลักเกลียวมีระนาบรับแรงเฉือน 1 แห่ง [8]
(กำลังรับน้ำหนักของแหวนยึดกำหนดที่ไว้ใช้สำหรับการบรรทุกน้ำหนักในสภาวะปกติ)

เส้นผ่านศูนย์กลางแหวนยึดแบบเรียบ (cm)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสลักเกลียว (cm)	จำนวนผิวสัมผัสของอาคารกับแหวนยึดในแกนร่วมสลักเกลียวเดียวกัน	ความหนาจริงของไม้ (cm)	น้ำหนักขนานเสี้ยน					น้ำหนักตั้งฉากแนวเสี้ยน					
				ระยะขอบ (cm)	กำลังรับน้ำหนักที่ยอมให้ต่อแหวนยึดและสลักเกลียวหนึ่งหน่วย (kg)				ระยะขอบ (cm)		กำลังรับน้ำหนักที่ยอมให้ต่อแหวนยึดและสลักเกลียวหนึ่งหน่วย (kg)			
					กลุ่ม ก.	กลุ่ม ข.	กลุ่ม ค.	กลุ่ม ง.	ขอบด้านไม่รับแรง	ขอบด้านรับแรง	กลุ่ม ก.	กลุ่ม ข.	กลุ่ม ค.	กลุ่ม ง.
10.16	1.90	1	น้อยสุด 2.54.....	น้อยสุด 7.0	1,270	1,158	1,040	900	น้อยสุด 7.0	น้อยสุด 7.0.....	650	768	692	568
										9.50หรือมากกว่า	1,020	920	830	719
			4.12 และหนากว่า....	น้อยสุด 7.0	1,650	1,510	1,350	1,170			1,100	1,000	900	730
											1,320	1;200	1,080	936
		2	น้อยสุด 4.12.....	น้อยสุด 7.0	1,270	1,158	1,040	900	น้อยสุด 7.0		850	768	692	598
											1,020	920	830	719
			5.08.....	น้อยสุด 7.0	1,650	1,245	1,125	974			915	830	750	647
											1,100	1,000	902	777
			6.67.....	น้อยสุด 7.0	1,550	1,405	1,260	1,100			1,030	936	845	782
											1,240	1,125	1,010	880
			7.62 และหนากว่า.....	น้อยสุด 7.0	1,650	1,500	1,350	1,170			1,100	1,000	900	780
											1,320	1,200	1,080	936

2.6 ทฤษฎีของการทดลอง

รอยต่อในโครงสร้างไม้มีจุดอ่อนที่จะต้องพิจารณาให้ละเอียดรอบคอบเพราะถ้ารอยต่อไม่มั่นคงแข็งแรงแล้วจะทำให้เกิดอันตรายต่อโครงสร้างนั้นๆ ถึงแม้จะออกแบบให้รับแรงอัด แรงดัดและแรงเฉือนได้ก็ตาม รอยต่อที่รับแรงอัดจะมีปัญหาน้อยกว่ารอยต่อที่รับแรงดึง เพราะรอยต่อที่รับแรงดึงจำเป็นต้องลบพื้นที่ส่วนที่เจาะรูออกไป สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อไม้มีหลายชนิดและหลายรูปแบบ ซึ่งปัจจุบันบางชนิดก็ยังได้รับความนิยมใช้กันอยู่ บางชนิดได้เลิกใช้ไปแล้ว

2.7 การทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ ปริมาณความชื้น และการดูดซึมของไม้

ความถ่วงจำเพาะของไม้ หมายถึงน้ำหนักของไม้หารด้วยน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากัน หรือกล่าวได้ว่าค่าความถ่วงจำเพาะคือค่าที่เทียบกับน้ำ ซึ่งจะบอกให้รู้ว่าวัตถุนั้นหนักหรือเบากว่าน้ำเป็นกี่เท่า

มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ

ASTM Standard : D2395-93 (Reapproved 1997) , Test Methods for Specific Gravity of Wood and Wood – Baes Materials

ขนาดของตัวอย่างไม้ที่ใช้ในการทดลอง 25 x 25 x 25 mm

ทฤษฎีการคำนวณ

การหาค่าความถ่วงจำเพาะและปริมาณความชื้น

ความชื้นที่มีในไม้ คิดจากเปอร์เซ็นต์ของน้ำ เทียบจำน้ำหนักไม้อบแห้งด้วยเตาอบ

$$\text{Moisture Content} = \frac{(Natural\ \ Weight - \ \ Dry\ \ Weight)}{Dry\ \ Weight} \times 100$$

Moisture Content = ปริมาตรความชื้นของไม้

Natural Weight = น้ำหนักของไม้ในสภาพธรรมชาติ (gm)

Dry Weight = น้ำหนักของไม้ในสภาพแห้ง (gm)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การดูดซึมของไม้

$$\text{Absorption} = \frac{(Wet\ \ Weight - \ Dry\ \ Weight)}{Dry\ \ Weight} \times 100$$

Absorption = การดูดซึมน้ำของไม้ (%)

Wet Weight = น้ำหนักของไม้ในสภาพเปียก (gm)

Dry Weight = น้ำหนักของไม้ในสภาพแห้ง (gm)

γ_W = หน่วยน้ำหนักของน้ำมีค่าเท่ากับ 1 gm / mm^3

ปริมาตรของชิ้นงาน

2.7.1 Volume of Specific = Width x Length x Height (mm^3)

ความถ่วงจำเพาะสภาพธรรมชาติ

$$\text{2.7.2 Natural Specific Gravity} = \frac{Natural\ \ Weight}{Volume\ \ of\ \ specimen \times\ \ \gamma_w}$$

ความถ่วงจำเพาะแห้งธรรมชาติ

$$\text{2.7.3 Dry Specific Gravity} = \frac{Dry\ \ Weight}{Volume\ \ of\ \ Specimen \times\ \ \gamma_w}$$

ความถ่วงจำเพาะสภาพเปียก

$$\text{2.7.4 Wet Specific Gravity} = \frac{Wet\ \ Weight}{Volume\ \ of\ \ Specimen \times\ \ \gamma_w}$$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

หาค่าน้ำที่อยู่ในตัวไม้

2.7.5 Water in the Specific = Natural Weight – Dry Weight (gm)

ปริมาณความชื้นของไม้

2.6.6 Moisture Content (%) = $\frac{Water\ \ in\ \ the\ \ Specimen}{Dry\ \ Weight} \times 100$ (%)

การดูดซับน้ำ (กรัม)

2.7.7 Absorbed Water = Wet Weight – Dry Weight (gm)

การดูดซึมน้ำของไม้

2.7.8 Absorption (%) = $\frac{Absorbed\ \ Water}{Dry\ \ Weight} \times 100$ (%)

2.8 การทดสอบของไม้ในแนวตั้งฉากและขนานเสี้ยน

ไม้ประกอบด้วยเซลล์ใยแบบท่อกลวง ซึ่งเรียงซ้อนกันอยู่ ความแข็งแรงของไม้ในแนวต่างๆ จึงไม่เท่ากัน ไม้จะทนแรงอัดในแนวขนานกับเสี้ยน (Compression of wood parallel to the grain) ได้ดีกว่าในแนวตั้งฉากกับเสี้ยน (Compression of wood perpendiculas to the grain) เมื่อแรงอัดขนานกับเสี้ยน ความแข็งแรงของไม้จะขึ้นอยู่กับแรงที่ทำให้เส้นใยแตกหัก และแรงอัดตั้งฉากกับเสี้ยน ความแข็งแรงของไม้จะขึ้นอยู่กับแรงที่ทำให้เส้นใยแบนราบลง

ในการทดสอบไม้จะพบว่าหน่วยแรงอัดประลัย (Maximum crushing stress) ของไม้ที่ถูกอัดขนานกับเสี้ยน จะมีขนาดพอๆ กับหน่วยแรงดัดที่พิกัดเส้นตรง (Bending stress at proportional) ของไม้นั้นมีความชื้นเท่ากัน ดังนั้นเพื่อประหยัดไม้ที่ทำการทดลอง บางครั้งอาจหาความเค้นอัดของไม้โดยการอัดไม้สั้น ๆ แทนการดัดไม้ยาวๆ นอกจากนี้ไม้ที่มีพิกัดหยืดหยุ่น (Elastic limit) ที่ค่อนข้างต่ำและมีจุดคราก (Yield point) ที่ไม่แน่นอน จะสามารถทนการเสียรูปได้มากพอควรก่อนที่จะวิบัติ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ความต้านทานของไม้ต่อแรงอัดในแนวตั้งฉากกับเสี้ยน ยังขึ้นอยู่กับทิศทางของแรงที่ทำมุมกับวงปี (Annual growth rings) อีกด้วย ถ้าแรงอัดนั้นทำมุมตั้งฉากกับวงปี ความต้านทานที่พิกัดเส้นตรงจะมีค่าสูงสุด และจะมีค่าต่ำสุดเมื่อแรงอัดทำมุม 45 องศากับวงปี

ไม้ในแนวตั้งฉาก

มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ

ASTM D 143 - 52 Standard Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber

ขนาด 50 x 50 x 150 mm

ไม้แนวขนานเสี้ยน

มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ

ASTM D 143 - 52 Standard Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber

ขนาด 50 x 50 x 200 mm

การคำนวณ

ไม้ในแนวตั้งฉาก และ ไม้แนวขนานเสี้ยน

2.8.1 ปริมาณความชื้น (Moisture content) ของไม้

$$\text{Moisture content} = \frac{(Natural\ \ Weight - \ Dry\ \ Weight)}{Dry\ \ Weight} \times 100$$

2.8.2 หน่วยแรง (Stress)

$$\text{Stress}\ , \sigma = \frac{F}{A} \quad \text{N/mm}^2 \text{ หรือ MPa}$$

เมื่อให้ σ = หน่วยแรง , N/mm^2

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

F = แทนแรงกระทำตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัด , N

A = พื้นที่หน้าตัด , mm^2

2.8.3 ความเครียด (Strain)

$$\text{Strain} , \varepsilon = \frac{Deformation}{Thickness \quad of \quad specimen \quad before test}$$

Deformation = ค่าที่เปลี่ยนแปลงไปหรือผลต่างที่หายไป

2.8.4 โมดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of elasticity)

Modulus of elasticity = ความชันของ Stress – Strain curve ในช่วงยืดหยุ่น (Elasticity)

ในช่วงที่กราฟเป็นเส้นตรง

$$\text{Modulus of elasticity} , E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon} \quad N/mm^2$$

เมื่อให้ $\Delta\sigma$ = แทนผลต่างของค่าหน่วยแรงที่ความเครียดที่แตกต่างกัน

$\Delta\varepsilon$ = แทนผลต่างของความเครียดที่จุดพิจารณาบนกราฟ 2 จุด

2.9 การทดสอบแรงดึงและการฉีกแตกของไม้

กำลังดึงของไม้ (tensile strength of wood) หมายถึงความต้านทานต่อการถูกดึงให้แยกออกหรือขาดจากกัน ไม้มีกำลังดึงสูงสุดตามแนวเสี้ยน และต่ำสุดตามแนวตั้งฉากกับเสี้ยน กำลังดึงสูงสุดตามแนวเสี้ยน(tensile strength parallel to grain)จะมีค่ามากกว่ากำลังกดอัด และกำลังเฉือนของไม้หลายเท่า ซึ่งการวิบัติของไม้จะเกิดเนื่องจากสาเหตุอื่นมากกว่าที่จะวิบัติด้วยกำลังดึงตามเสี้ยน ตลอดจะเป็นการยากในการทดสอบหาแรงดึงตามเสี้ยน ดังนั้นจึงทำการทดลองหาแรงดึงตั้งฉากกับเสี้ยนแทน

กำลังฉีกแตกของไม้ (Cleavage ability of wood) หมายถึงความต้านทานต่อความพยายามฉีกไม้ให้แตกออกจากกัน ตามแนวเสี้ยน กำลังฉีกแตกนี้มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรม และการก่อสร้าง เช่น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การให้ตะปูตอกทำลังไม้ การทำถัง ซึ่งต้องอาศัยไม้ที่มีกำลังฉีกแตกสูงพอสมควร (กำลังฉีกแตกของไม้จะวัดเป็นหน่วยแรงสูงสุดที่ใช้ดึงฉีกไม้ให้ขาดต่อหนึ่งหน่วยความกว้างของไม้ตามแนวตั้งฉากกับเสี้ยน)

กำลังดึงของไม้ และกำลังฉีกแตกของไม้

มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ

ASTM D 143 Standard Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber

การคำนวณ

2.9.1 กำลังดึงสูงสุดของไม้ (หาจากแรงดึงสูงสุดหารด้วยพื้นที่ที่ด้านทานแรงดึง)

$$\text{Tensile strength of wood} = \frac{Max.Load}{Area} \quad N/mm^2$$

Max = แทนแรงดึงสูงสุด , N

A = แทนพื้นที่หน้าตัดของไม้ , mm^2

2.9.2 กำลังฉีกแตกของไม้ (หาจากแรงดึงสูงสุดหารด้วยความกว้างในแนวตั้งฉากเสี้ยน)

$$\text{Cleavage strength of wood} = \frac{Max.Load}{Area} \quad N/mm^2$$

Max = แทนแรงดึงสูงสุด , N

L = ความกว้างด้านที่เซาะร่อง , mm^2

2.9.3 ปริมาณความชื้น (Moisture content) ของไม้

$$\text{Moisture content} = \frac{(Natural\ \ Weight - \ \ Dry\ \ Weight)}{Dry\ \ Weight} \times 100$$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.10 การทดสอบการรับแรงเฉือนของไม้แบบขนานเสี้ยน

ความต้านทานในการรับแรงเฉือนของไม้คือความสามารถของไม้ในการต้านทานแรงเค้นที่ทำให้ส่วนของหน้าตัดไม้ที่อยู่ในระนาบเดียวกับแนวแรงเลื่อนออกจากกัน

การรับแรงเฉือนของไม้

มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ

ASTM D 143 – 94 Standard Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber

การคำนวณ

ปริมาณความชื้น (Moisture content) ของไม้

2.10.1 Moisture content $= \frac{(Natural\ \ Weight - \ \ Dry\ \ Weight)}{Dry\ \ Weight} \times 100$

พื้นที่รับแรงเฉือน

2.10. 2 Shear Area = b x d (mm^2)

กำลังเฉือนสูงสุด

2.10.3 Ultimate shearing Stress = $\frac{P_{max}}{Shear\ \ Area}$ N/mm^2

Max = กำลังเฉือนสูงสุด

Shear Area = พื้นที่ที่ถูกแรงเฉือน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.11 อุปกรณ์การยึดไม้ (Timber Fasteners)

[2] อุปกรณ์การยึดไม้มีหลายชนิด ได้แก่ ตะปูและตะปูอ้วน (Nails and spikes) ตะปูควง (wood screws) ตะปูเกลียวปลายปล่อย (lag screws) สลักไม่มีเกลียวหรือลิ่มเหล็ก (drift bolts) สลักเกลียว (turn bolts) และแหวนยึดแบบแหวนผ่า (split rings) [2]

อุปกรณ์ที่ใช้ยึดไม้ต้านทานแรงถอน (Holding power) ได้คือ ตะปู, ตะปูควง และตะปูเกลียว

อุปกรณ์ที่ต้านทานแรงต้านข้าง (Lateral resistance) ได้แก่ตะปู, ตะปูควง, ตะปูเกลียว, สลักเกลียวและแหวนยึดไม้แบบต่างๆ

2.11.1 การทดสอบแรงถอนของตะปูและตะปูอ้วน

ตะปูปลายแหลมให้ค่าแรงถอนสูงกว่าตะปูปลายตัด เพราะตะปูปลายตัดทำลายเสี้ยนไม้ ตะปูปลายแหลมเหมาะสมกับไม้ที่ไม่ค่อยแตกง่าย ส่วนไม้แตกง่ายใช้กับตะปูปลายตัด

มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบแรงดึง

ASTM D 1761 Standard Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber[5]

2.11.2 การทดสอบแรงถอนตั้งฉากเสี้ยนใช้ตะปู

ขนาด 2 1/2 นิ้ว หรือ เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.333 ซม.
ไม้ตัวอย่างขนาด 1 1/2 x 3 x 6 นิ้ว ผิวหน้าชิ้นงานที่ไสแล้ว

สูตรแรงถอนที่ใช้คำนวณสำหรับตะปูที่ตอกตั้งฉากเสี้ยนไม้ในสภาพแห้ง

$$P = 95G^{2.5}d$$

เมื่อ P = คือแรงถอนที่ปลอดภัย Kg/1 cm. ของระยะฝัง (penetration)
G = คือค่าความถ่วงจำเพาะของไม้
D = คือเส้นผ่านศูนย์กลางของตะปู cm

หมายเหตุ สูตรนี้ใช้ส่วนปลอดภัยเท่ากับ 6 จากแรงถอนประลัย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.11.3 การทดสอบแรงถอนขนานเสี้ยนใช้ตะปู ขนาด 2 1/2 นิ้ว หรือเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.333 ซม. ตัวอย่างไม้ขนาด 1 1/2 x 3 x 6 นิ้ว ผิวหน้าชิ้นงานที่ไสแล้ว ถ้าตอกขนานเสี้ยนค่าจะต้องลดลง 33 เปอร์เซ็นต์

2.12 แรงถอนของตะปูควงและตะปูเกลียว

2.12.1 การทดสอบแรงถอนตั้งฉากเสี้ยนใช้ตะปูควง ขนาด 3/16 นิ้ว หรือเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. ตัวอย่างไม้ขนาด 1 1/2 x 3 x 6 นิ้ว ผิวหน้าชิ้นงานที่ไสแล้ว ใช้สูตรถอนดังนี้

$$\text{ตะปูควง } P = 200G^{2}d$$

2.12.2 การทดสอบแรงถอนตั้งฉากเสี้ยนใช้ตะปูเกลียว ขนาด 3/16 นิ้ว หรือเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. ตัวอย่างไม้ขนาด 1 1/2 x 3 x 6 นิ้วผิวหน้าชิ้นงานที่ไสแล้วใช้สูตรถอนดังนี้

$$\text{ตะปูเกลียว } P = 160\, d^{0.75}\, G^{1.5}$$

2.12.3 การทดสอบแรงถอนขนานเสี้ยนใช้ตะปูเกลียว ขนาด 3/16 นิ้ว หรือเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. ตัวอย่างไม้ขนาด 1 1/2 x 3 x 6 นิ้วผิวหน้าชิ้นงานที่ไสแล้วใช้สูตรถอนดังนี้

$$\text{ตะปูเกลียว } P = 0.75\,(\,160\, d^{0.75} G^{1.5}\,)$$

เมื่อ P คือแรงถอนที่ปลอดภัย Kg/ cm ของระยะฝัง

G = คือค่าความถ่วงจำเพาะของไม้

d = คือเส้นผ่านศูนย์กลางของตะปูควงและตะปูเกลียว cm

L = ความยาวตะปู

หมายเหตุ สำหรับตะปูควงและตะปูเกลียวเมื่อตอกขนานเสี้ยนจะต้องลดแรงถอนลง 25 เปอร์เซ็นต์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ข้อกำหนดสำหรับแรงยึดถอน

1. สูตรการคำนวณข้างต้นใช้กับจุดต่อไม้ในสภาวะปกติแห้งหมายถึงอยู่ในที่ร่มและไม่เปียกชื้น
2. ระยะเกลียวของตะปูควงและตะปูเกลียวต้องยาวไม่น้อยกว่า (2/3) L
3. ระยะฝังของตะปูควงและตะปูเกลียวให้คิดเฉพาะส่วนที่เป็นเกลียวที่ฝังอยู่ในองค์อาคารเอกเท่านั้น
4. ระยะฝังของตะปูเกลียว ส่วนเกลียวต้องฝังลึกไม่น้อยกว่า 7D สำหรับไม้กลุ่ม 1,8D สำหรับไม้กลุ่ม 2 ,10D สำหรับไม้กลุ่ม 3
5. ถ้าไม้มีสภาพเปียกชื้นตลอดเวลาในแนวตั้งฉากเสี้ยน
   - ให้ลดค่า P ลงเหลือเพียง 0.25 P สำหรับตะปู

   ถ้าไม้มีสภาพเปียกชื้นตลอดเวลาในแนวตั้งฉากเสี้ยนและแนวขนานปลายเสี้ยน
   - ให้ลดค่า P ลงเหลือเพียง 0.67 P สำหรับตะปูควง,ตะปูเกลียว

   ถ้าไม้ยึดตรึงในกลางแจ้งตลอดเวลา ในแนวตั้งฉากเสี้ยนและแนวขนานปลายเสี้ยน
   - ให้ลดค่า P ลงเหลือเพียง 0.75 P สำหรับตะปูควง,ตะปูเกลียว
6. ถ้าเป็นการตอกตะปูในแนวขนานปลายเสี้ยน
   - ต้องลดค่า P ลงเหลือเพียง 0.75 P สำหรับตะปูเกลียว
   - ส่วนตะปู และตะปูควง โดยปกติไม่ใช้ออกแบบการยึดถอนในแนวขนานปลายเสี้ยนไม้
7. ตะปูควงและตะปูเกลียว อาจใช้การเจาะรูนำได้และใช้ไขควงหรือประแจขัน ห้ามใช้การตอกด้วยค้อน
   - ตะปูควงรูเจาะนำต้องมีขนานประมาณ 0.9D สำหรับไม้กลุ่ม 1

     0.7D สำหรับไม้กลุ่ม 2,3 และ4

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

- ตะปูเกลียวรูเจาะนำส่วนแกนให้มีขนานเท่ากับแกนตะปูและมีความลึกเท่ากับก้านแกน

ส่วนรูเจาะส่วนเกลียวต้องมีขนาด 0.65D – 0.85D สำหรับไม้กลุ่ม 1

0.60D – 0.75D สำหรับไม้กลุ่ม 2

0.40D – 0.70D สำหรับไม้กลุ่ม 3 และ4

โดยความยาวรูเจาะส่วนเกลียวให้มีความยาวเท่ากับความยาวของเกลียว

การจัดระยะห่างของตะปู ตะปูควง และตะปูเกลียว

เพื่อให้การยึดจุดต่อไม้ด้วยอุปกรณ์ยึดทั้งสามชนิดดังกล่าว เกิดการยึดเหนี่ยวที่ดี ระยะห่างพอเหมาะและไม่ทำให้ขอบไม้หรือรูเจาะถึงรูเจาะปริแตกก่อนปกติ จึงกำหนดระยะห่างของการเจาะยึดดังนี้

ระยะจากขอบไม้	5D
ระยะระหว่างแถวของจุดยึด	10D
ระยะห่างจากปลายไม้	20D
ระยะระหว่างศูนย์กลางถึงศูนย์กลางของจุดยึดในแถวเดียวกัน	20D

2.13 ความต้านทานด้านข้างของตะปู ตะปูควง และตะปูเกลียว

มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบแรงดึง

ASTM D 1761 Standard Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber[5]

2.13.1 การทดสอบแรงต้านด้านข้างในแนวขนานเสี้ยนใช้ตะปู ขนาด 2 1/2 นิ้ว หรือเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.333 ซม. ตัวอย่างไม้ขนาด 11/2 x 3 x 6 นิ้ว ผิวหน้าชิ้นงานที่ไสแล้ว (เมื่อตอกตั้งฉากเสี้ยน)

สูตรคำนวณ ตะปู $P = K_1 d^{1.5}$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.13.2 การทดสอบแรงต้านด้านข้างในแนวตั้งฉากเสี้ยนใช้ตะปู ขนาด 2 1/2 นิ้ว หรือ เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.333 ซม. ตัวอย่างไม้ขนาต 11/2 x 3 x 6 นิ้ว ผิวหน้าชิ้นงานที่ไสแล้ว (เมื่อตอกขนานเสี้ยน)

สูตรคำนวณ ตะปู $P = 0.67(K_1 d^{1.5})$

2.13.3 การทดสอบแรงต้านด้านข้างในแนวขนานเสี้ยนใช้ตะปูควง ขนาด 2 1/2 นิ้ว หรือ เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.333 มม. ตัวอย่างไม้ขนาด 11/2 x 3 x 6 นิ้ว ผิวหน้าชิ้นงานที่ไสแล้ว (เมื่อตอกตั้งฉากเสี้ยน)

สูตรคำนวณ ตะปูควง $P = K_2 d^2$

2.13.4 การทดสอบแรงต้านต้านข้างในแนวตั้งฉากเสี้ยนใช้ตะปูควง ขนาด 2 1/2 นิ้ว หรือ เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.333 ซม. ตัวอย่างไม้ขนาด 11/2 x 3 x 6 นิ้ว ผิวหน้าชิ้นงานที่ไสแล้ว (เมื่อตอกขนานเสี้ยน)

สูตรคำนวณ ตะปูควง $P = 0.67(K_2 d^2)$

2.13.5 การทดสอบแรงต้านด้านข้างในแนวขนานเสี้ยนใช้ตะปูเกลียว ขนาด 2 1/2 นิ้ว หรือ เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.333 ซม. ตัวอย่างไม้ขนาด 11/2 x 3 x 6 นิ้ว ผิวหน้าชิ้นงานที่ไสแล้ว (เมื่อตอกตั้งฉากเสี้ยน)

สูตรคำนวณ ตะปูเกลียว $P = K_3 d^2$

2.13.6 การทดสอบแรงต้านด้านข้างในแนวตั้งฉากเสี้ยนใช้ตะปูควง ขนาด 2 1/2 นิ้ว หรือ เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.333 ซม. ตัวอย่างไม้ขนาด 11/2 x 3 x 6 นิ้ว ผิวหน้าชิ้นงานที่ไสแล้ว (เมื่อตอกขนานเสี้ยน)

สูตรคำนวณ ตะปูเกลียว $P = K_4 (K_3 d^2)$

เมื่อ P คือความต้านทานด้านข้างที่ปลอดภัย Kg/1 ตัว

K1 = 296,255,229,121 (ไม้กลุ่ม 1,2,3,4 ตามลำดับ)

K2 = 337,278,228,177 (ไม้กลุ่ม 1,2,3,4 ตามลำดับ)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

K3 = 186,161,144,127 (ไม้กลุ่ม 1,2,3,4 ตามลำดับ)

Ka = ตัวคูณลดค่าขึ้นอยู่กับขนาดของตะปูเกลียว

D = คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง cm

L = คือความยาวตะปูทั้งสามชนิด cm

2.14 สลักเกลียว (Bolts)

สลักเกลียวเป็นอุปกรณ์ยึดไม้เพื่อต้านทานแรงด้านข้าง อาจมีแผ่นเหล็กประกับช่วยหรือต่อระหว่างไม้ด้วยกัน กรณีใช้แผ่นเหล็กประกับแรงต้านด้านข้างของอุปกรณ์ยึดไม้จะเพิ่มขึ้น 25 เปอร์เซ็นต์ ตามมาตรฐาน วสท.1002-16 ได้กำหนดค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนสองระนาบของสลักเกลียวที่ยอมให้

การจัดวางตำแหน่งของสลักเกลียว

1. ระยะระหว่างศูนย์กลางถึงศูนย์กลางสลักเกลียว = 4d
2. ระยะจากปลายไม้สำหรับรับแรงดึง (ไม้เนื้ออ่อน) = 7d
3. ระยะจากปลายไม้สำหรับรับแรงดึง (ไม้เนื้อแข็ง) = 5d
4. ระยะจากปลายไม้สำหรับรับแรงอัด = 4d
5. ระยะจากขอบไม้เมื่อแรงขนานเสี้ยน = 1.5d
6. ระยะจากขอบไม้เมื่อแรงตั้งฉากเสี้ยน = 4d

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.15 แหวนยึดไม้แบบแหวนผ่า

แหวนยึดไม้แบบวงแหวนผ่าเป็นอุปกรณ์ยึดไม้เพื่อต้านทานแรงด้านข้างให้กำลังสูงกว่าอุปกรณ์ยึดไม้อื่นๆ ใช้ยึดไม้สองชนิดเข้าด้วยกันโดยใช้เครื่องเมื่อเจาะเป็นร่องวงกลมเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางวงแหวนให้ความลึกเท่ากับครึ่งหนึ่งของวงแหวน แล้วใช้สลักเกลียวขันยึดให้แน่น[1]

สูตรของฮันกินสัน(Hankinson's Formula) [3]

การคำนวณหน่วยแรงอัดของไม้และค่าแรงต้านทานต้านข้างในทิศทางขนานเสี้ยน P และตั้งฉากกับเสี้ยน Q ถ้าแรงด้านข้างทำมุมกับเสี้ยนไม้ความต้านทานแรงในแนวเอียงจะคำนวณได้จากสูตรของฮันกินสันซึ่งใช้กับสลักเกลียวและแหวนยึดคือ

$$N = \frac{PQ}{P \sin^2 0 + Q \cos^2 0}$$

เมื่อ P = คือความสามารถในการรับแรงขนานเสี้ยนของสลักเกลียวหรือแหวนยึด Kg/ตัว

Q = คือความสามารถในการรับแรงตั้งฉากเสี้ยนของสลักเกลียวหรือแหวนยึด Kg/ตัว

N = คือความสามารถในการรับแรงตั้งฉากกับผิวเอียงของสลักเกลียวหรือแหวนยึด Kg/ตัว

O = คือมุมระหว่างแนวแรง P กระทำกับแนวเสี้ยนไม้ในแนวนอน, องศา

หมายเหตุ กรณีใช้เหล็กประกับค่า P จะเพิ่มขึ้น 25 เปอร์เซ็นต์

2.16 สลักไม่มีเกลียวหรือลิ่มเหล็ก

สลักไม่มีเกลียวหรือลิ่มเหล็กเป็นอุปกรณ์ที่ดัดแปลงมาจากเหล็กเสริมคอนกรีต โดยการทำปลายให้แหลมแล้วตอกลงไปในเนื้อไม้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 6 มม ,9 มม]12 มม, 15 มม, 19 มม และ 25 มม เป็นต้น ใช้สูตรคำนวณแรงถอนที่ตั้งฉากเสี้ยนกับไม้แห้งมีค่าปลอดภัยเท่ากับ 5 สูตรที่ใช้คือ [1]

$$P = 85G^2 d$$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เมื่อ P คือแรงถอนที่ปลอดภัย Kg/1 cm ของระยะฝัง

G คือค่าความถ่วงจำเพาะของไม้อบแห้ง

d คือเส้นผ่านศูนย์กลางของสลักไม่มีเกลียว cm

ข้อกำหนดสำหรับแรงเฉือนด้านข้าง

1. สูตรการคำนวณข้างต้นใช้กับจุดต่อไม้ในสภาวะปกติแห้งหมายถึงอยู่ในที่ร่มและไม่เปียกชื้น
2. ระยะฝังของตะปูต้องไม่น้อยกว่า 10D สำหรับไม้กลุ่ม 1 , 11D สำหรับไม้กลุ่ม 2
   13D สำหรับไม้กลุ่ม 3, 14D
   สำหรับไม้กลุ่ม และไม่ว่ากรณีใดระยะฝังต้องไม่น้อยกว่า 1/3 ของค่าระยะที่กำหนด
3. ตะปูที่ตอกฝังตัวลึกตลอดองค์อาคาร 3 ชิ้นซึ่งต้องต้านทานแรงเฉือนสองระนาบให้เพิ่มกำลังต้านทานแรงเฉือนได้อีก 30 % และถ้าความหนาของไม้ประกับข้างแต่ละข้างหนาไม่น้อยกว่า 1/ 3 ของความหนาองค์อาคารตัวกลางให้เพิ่มกำลังต้านทานแรงเฉือนได้อีก 67 % และให้เพิ่มกำลังเป็นสัดส่วนเมื่อความหนาของไม้ประกับข้าง แต่ละข้างหนาอยู่ในค่าระหว่างที่กำหนด
4. ระยะเกลียวของตะปูควงและตะปูเกลียวต้องยาวไม่น้อยกว่า 2/3L
5. ระยะฝังของตะปูควงและตะปูเกลียวให้คิดเฉพาะส่วนที่เป็นเกลียวที่ฝังอยู่ในองค์อาคารเอกเท่านั้น ให้ฝังลึกประมาณ 7D กรณีระยะฝังน้อยกว่าที่กำหนดให้ลดค่ากำลังรับแรงลงเป็นสัดส่วนและระยะฝังไม่ควรน้อยกว่า 4D
6. ตะปูควงและตะปูเกลียวอาจใช้การเจาะรูนำได้และใช้ไขควงหรือประแจขัน ห้ามใช้การตอกด้วยค้อน

   - ตะปูควง

   สำหรับไม้กลุ่ม 1 รูเจาะนำให้มีขนาดเท่ากับแกนตะปู และตรงส่วนเกลียวให้มี ขนานเท่ากับรากเกลียวส่วนปลาย

   สำหรับไม้กลุ่ม 2,3 และ 4 รูเจาะนำส่วนแกนให้มีขนาดประมาณ 7/8D และตรงส่วนเกลียวให้มี ขนาดเท่ากับ 7/8D ของรากเกลียวส่วนปลาย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

- ตะปูเกลียวรูเจาะนำส่วนแกนให้มีขนาดเท่ากับแกนตะปูและและมีความลึกเท่ากับก้าน แกน

ส่วนรูเจาะส่วนเกลียวต้องมีขนาด 0.65D – 0.85D สำหรับไม้กลุ่ม 1

0.60D – 0.75D สำหรับไม้กลุ่ม 2

0.40D – 0.70D สำหรับไม้กลุ่ม 3 และ4

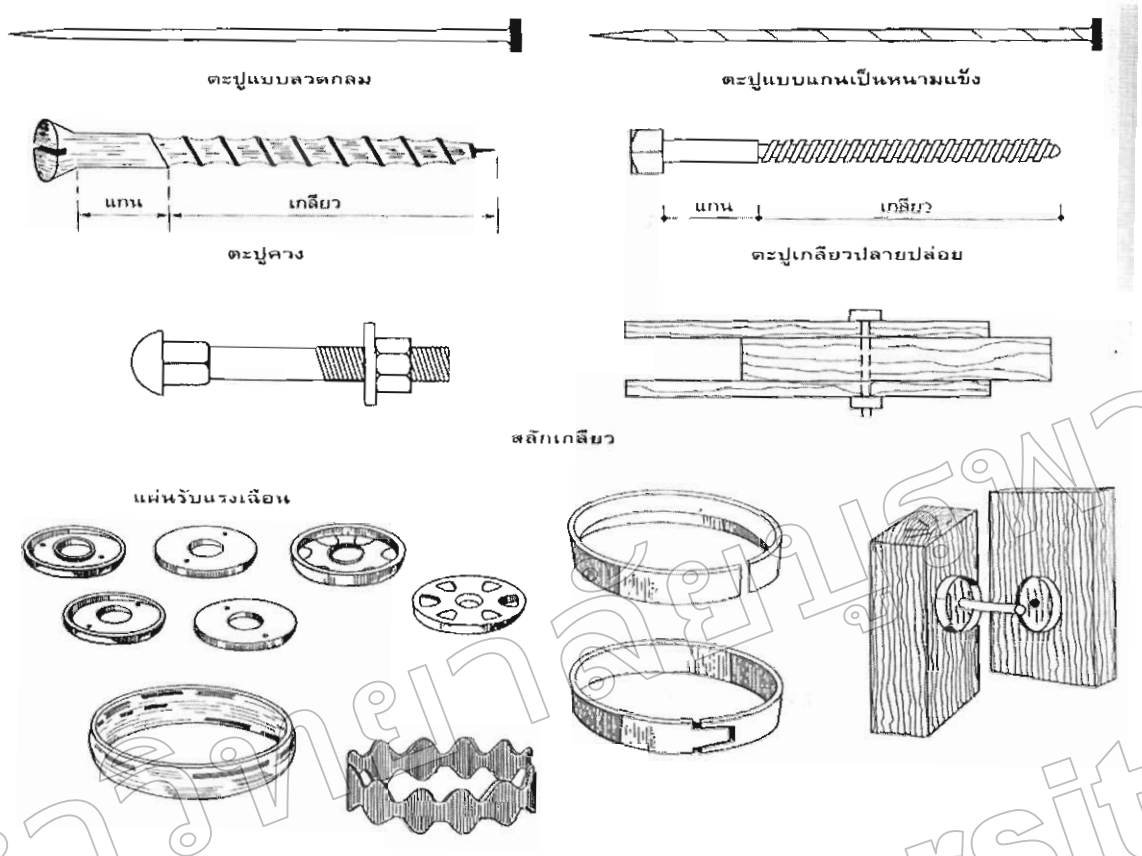
โดยความยาวรูเจาะส่วนเกลียวให้มีความยาวเท่ากับความยาวของเกลียว

8. ถ้าไม้มีสภาพเปียกชื้นตลอดเวลาให้ลดค่า P ลงเหลือเพียง 0.67P

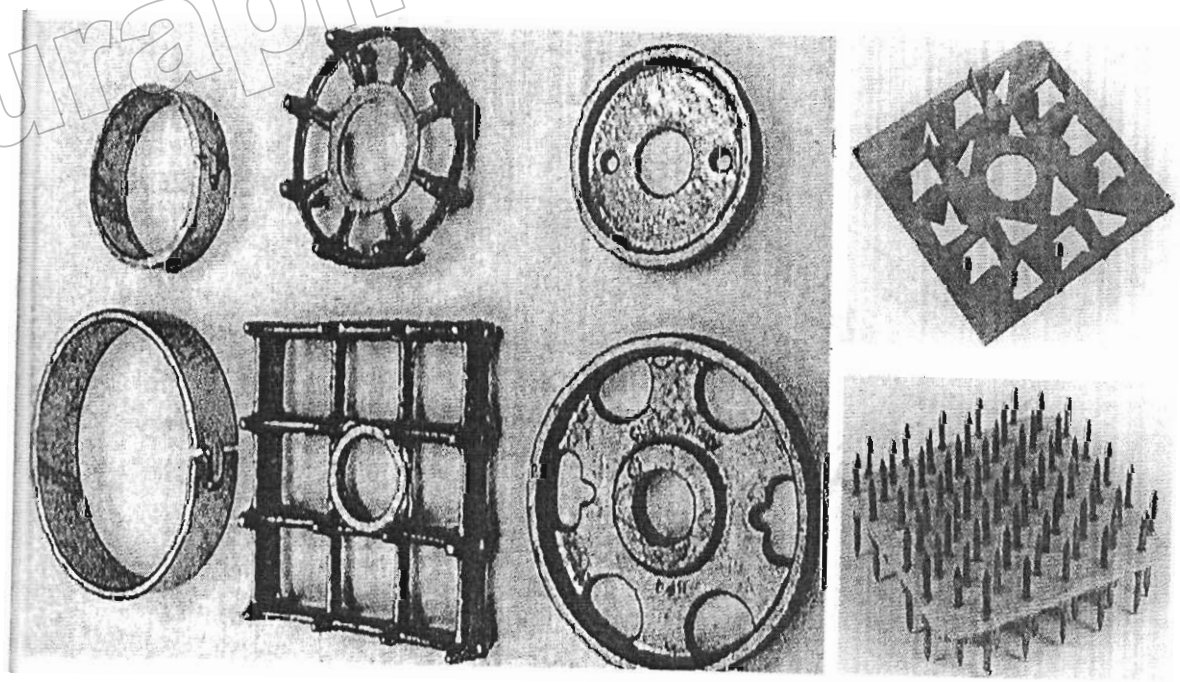
ถ้าไม้ยึดตรึงกลางแช้งตลอดเวลาให้ลดค่า P ลงเหลือเพียง 0.75P

9. กรณีใช้แผ่นเหล็กประกับข้างที่หนาไม่เกิน 1.25 ซม.ให้เพิ่มค่า P ได้อีก 25% แต่ถ้าแผ่นเหล็กประกับข้างหนาเกิน 1.25 ซม. ต้องลดกำลังส่วนของระยะลึกของการฝังตัวของเกลียวที่ลดลง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



รูป 2.1 อุปกรณ์ต่างๆ ในการต่อไม้ [3]



รูป 2.2 อุปกรณ์ต่างๆ ในการต่อไม้ ต้านทานแรงเฉียน [3]

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 3

การทดลอง

3.1 เตรียมการทดสอบ

แหล่งไม้ตัวอย่างที่นำมาทดสอบ

ไม้ยูคาลิปตัสที่นำมาทดสอบ ได้สุ่มตัวอย่างมาจากพื้นที่ที่ปลูกในภาคตะวันออกจากท้องตลาด ซึ่งมาจากแหล่งปลูกที่จังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี สระแก้ว ฯลฯ และพื้นที่ภาคตะวันออก

3.2 การทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ ปริมาณความชื้น และการดูดซึมของไม้

(Specific Gravity Moisture Content and Absorption Test of Wood)

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของไม้

1 . ความถ่วงจำเพาะของไม้ที่เปลี่ยนแปลงตามสภาพต่างๆ
- ความถ่วงจำเพาะในสภาพธรรมชาติ
- ความถ่วงจำเพาะในสภาพแห้ง
- ความถ่วงจำเพาะในสภาพเปียก

2. ปริมาณความชื้น (moisture content)

3. การดูดซึม (absorption)

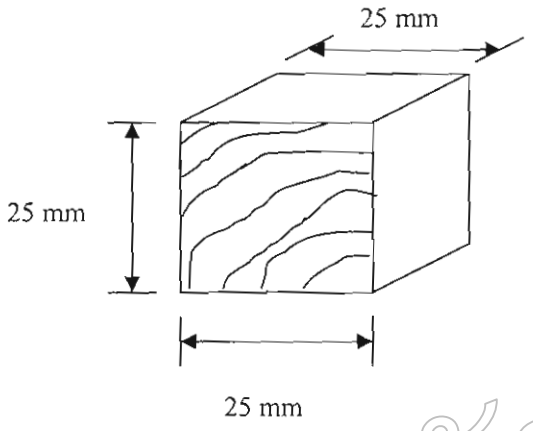
มาตรฐานการทดสอบ

มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ

ASTM Standard : D2395-93 (Reapproved 1997) , Test Methods for Specific Gravity of Wood and Wood – Baes Materials

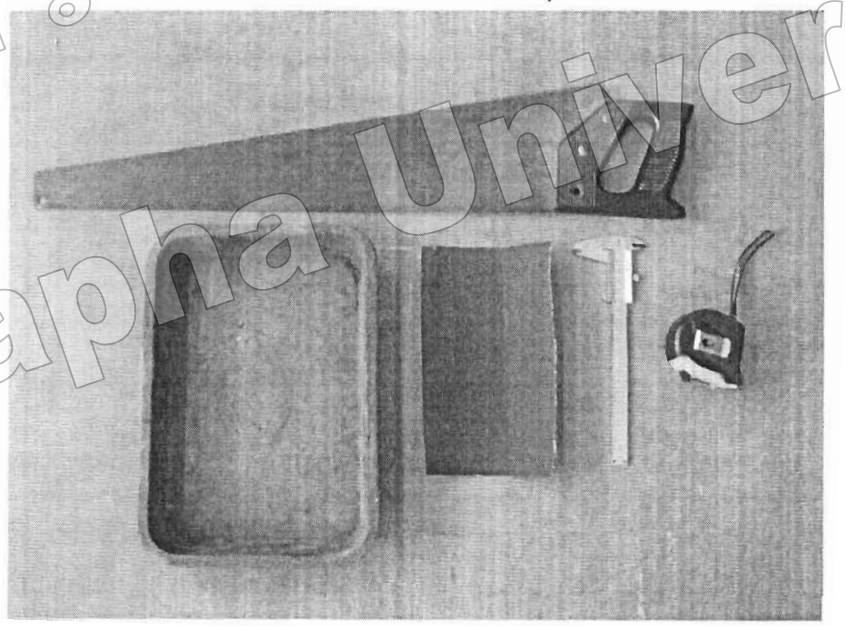
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ขนาดของตัวอย่างไม้ 25 x 25 x 25 mm



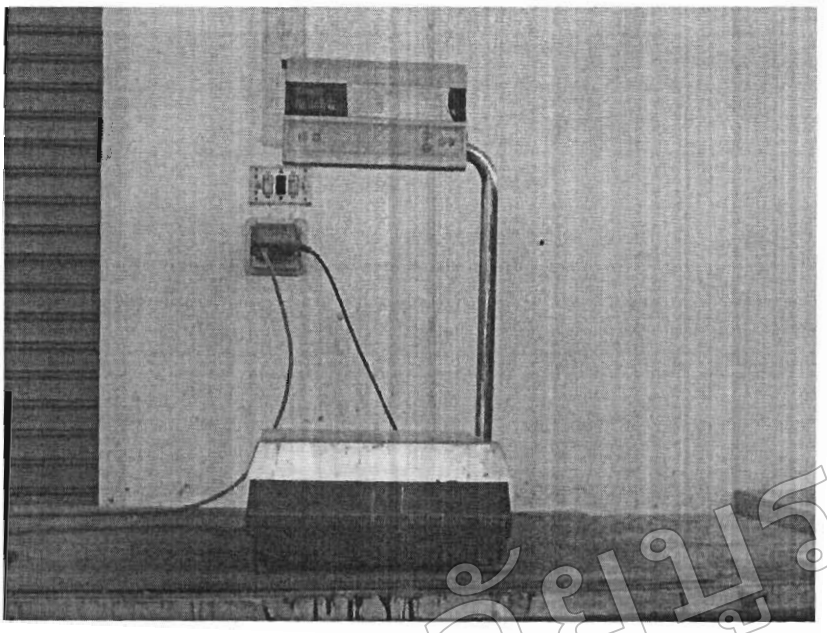
รูปที่ 3.1 ตัวอย่างไม้ทดสอบความถ่วงจำเพาะ

เครื่องมือและอุปกรณ์ (Equipment)ที่ใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 3.2 ชุดเครื่องมือสำหรับทดสอบ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



รูปที่ 3.3 เครื่องชั่งน้ำหนัก

รูปที่ 3.4 เตาอบ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. เลื่อย
2. เวอร์เนียร์คาลิเปอร์
3. กะละมังใส่น้ำ
4. เตาอบไฟฟ้า
5. กระดาษทราย
6. เครื่องชั่งน้ำหนัก

วิธีการทดลอง

1. ตัดชิ้นตัวอย่างไม้ที่ใช้ทดสอบด้วยเลื่อย 25x25x25 mm และพยายามให้แต่ละด้านได้ฉากกัน ตกแต่งผิวให้เรียบด้วยกระดาษทราย
2. ทำเครื่องหมายแต่ละชิ้นตัวอย่างไว้
3. วัดขนาดของด้านทั้งสามด้วยเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ให้ละเอียดถึง 0.05 mm
4. ชั่งน้ำหนักแต่ละชิ้นตัวอย่างให้ละเอียดถึง 0.01 mm
5. นำชิ้นตัวอย่างทั้งหมดเข้าเตาอบ
6. หลังจากครบ 24 ชม. นำออกจากเตาอบแล้วชั่งน้ำหนัก
7. นำชิ้นตัวอย่างแช่ในน้ำ โดยชิ้นตัวอย่างทั้งหมดต้องจมอยู่ใต้น้ำจริง
8. หลังครบ 24 ชม. นำชิ้นตัวอย่างขึ้นจากน้ำ เช็ดผิวให้แห้งด้วยผ้าแล้วชั่งน้ำหนัก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.3 การทดสอบแรงอัดของไม้ในแนวตั้งฉากและขนานเสี้ยน

(Compression test of wood in perpendicular and parallel to grain)

วัตถุประสงค์ (Objectives)

เพื่อทำการศึกษาพฤติกรรมของไม้ภายใต้แรงอัดทั้งในแนวตั้งฉากกับเสี้ยน (perpendicular to the grain) และในแนวขนานเสี้ยน (parallel to the grain) ดังนี้

1. ความแข็งแรงยืดหยุ่น (Elastic strength)
   ขอบเขตพิกัดเส้นตรง (Proportional limit)
   จุดคราก (Yield point)
2. โมดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of elasticity)

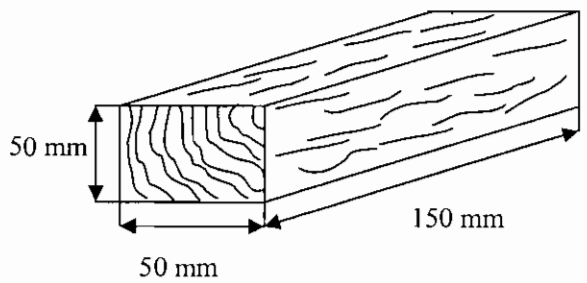
มาตรฐานการทดสอบ

มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ

ASTM D 143 – 52 Standard Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber

ตัวอย่างไม้ยูคาลิตัสที่ใช้ทดสอบ

ไม้แนวตั้งฉาก 50 x 50 x 150 mm

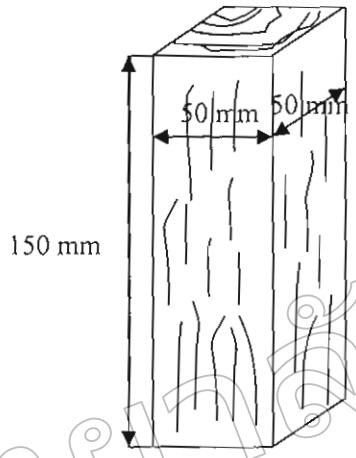


รูปที่ 3.5 ตัวอย่างไม้ของการทดสอบแรงอัดของไม้ในแนวตั้งฉากกับเสี้ยน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

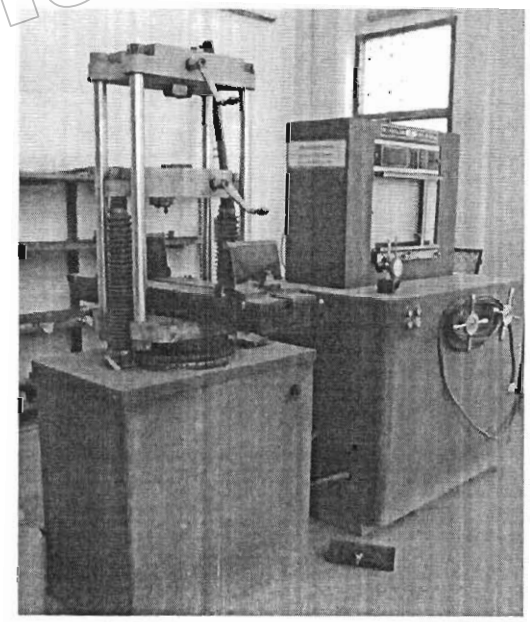
ตัวอย่างไม้ยูคาลิตัสที่ใช้ทดสอบ

ไม้แนวขนานเสี้ยน 50 x 50 x 150 mm



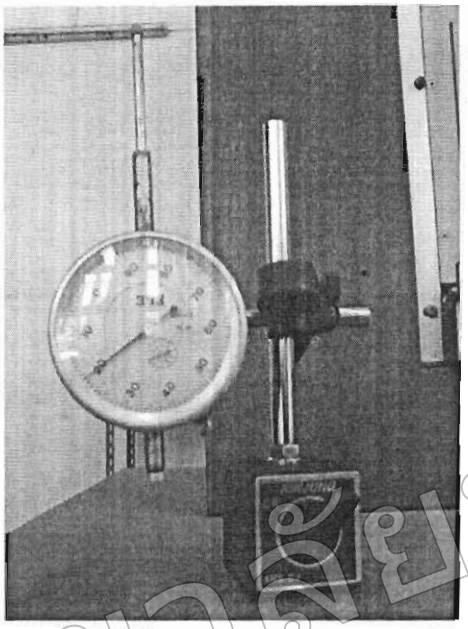
รูปที่ 3.6 ตัวอย่างไม้ของการทดสอบแรงอัดของไม้ในแนวขนานกับเสี้ยน

เครื่องมือและอุปกรณ์ (Equipment)ที่ใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 3.7 เครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (Universal testing machine, UTM) ขนาด 30 ตัน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



รูปที่ 3.8 เครื่องวัดการเสียรูป (Dial gauge)

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. เครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (Universal testing machine, UTM) ขนาด 30 ตัน
2. เครื่องวัดการเสียรูป (Dial gauge)
3. เวอร์เนียร์ (Vernier)
4. เครื่องชั่ง
5. แผ่นเหล็ก (Steel plate)
6. เตาอบไฟฟ้า
7. กระดาษทราย

วิธีการทดลอง (Testing procedure)

ตอนที่ 1 แรงอัดตั้งฉากกับเสี้ยน (Compression of wood in perpendicular to the grain)

1.วัดขนาดของไม้ละเอียดถึง 0.1 เซนติเมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. วางไม้บนแผ่นฐานของเครื่องทดสอบแรงอัด แล้ววางแผ่นเหล็ก (Steel plate) กดทาบบนไม้ และปรับเครื่องทดสอบแรงอัดให้แตะบนแผ่นเหล็กพอดี พร้อมทั้งติดตั้งเครื่องวัดการเสียรูป (Dial gauge 1 ช่องเท่ากับ 0.01 mm)

3. เดินเครื่องให้หน้ากดของเครื่องมาสัมผัสกับผิวหน้าของไม้ แล้วปรับหน้าปัดของ Dial gauge ให้เข็มชี้ที่ศูนย์ ซึ่งให้เป็นค่าเริ่มต้น

4. เพิ่มแรงอัดให้สม่ำเสมอในอัตราความเร็ว 0.3 มิลลิเมตร/นาที อ่านและบันทึกค่าการเสียรูปของไม้ทุกๆช่วง 200 กิโลกรัม จนกระทั่งอ่านค่าการเสียรูปไปได้ถึง 2.5 มิลลิเมตร

5. นำเนื้อไม้ที่ทดสอบ นำไปชั่งและอบหาปริมาณความชื้นในเนื้อไม้

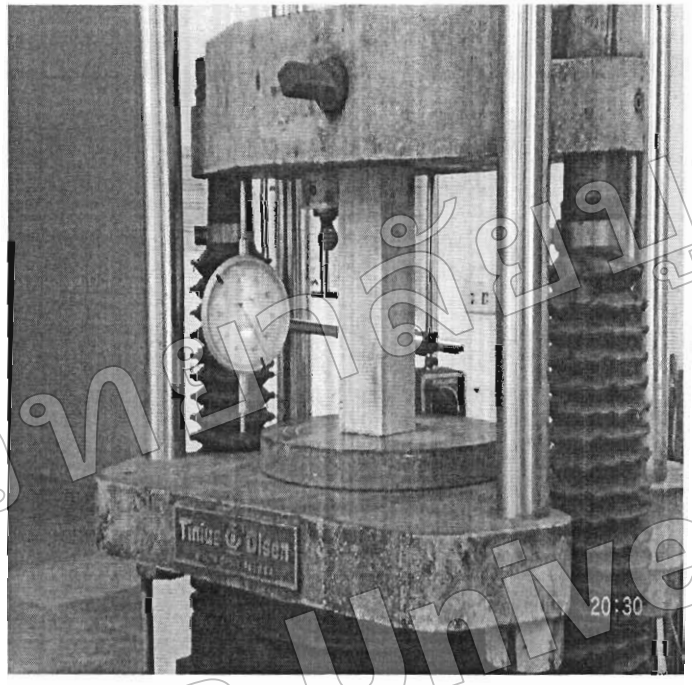
รูปที่ 3.9 ทดสอบแรงอัดตั้งฉากกับเสี้ยน

ตอนที่ 2 แรงอัดขนานกับเสี้ยน (Compression of wood parallel to the grain)

1. หน้าตัดของไม้จะต้องได้ฉากกับชิ้นตัวอย่าง
2. วัดขนาดของไม้ละเอียดถึง 0.1 เซนติเมตร
3. จัดไม้ให้อยู่กลางฐานของเครื่องทดสอบแรงอัด
4. เดินเครื่องให้หน้ากดของเครื่องมาสัมผัสกับผิวหน้าของไม้ แล้วปรับหน้าปัดของ Dial gauge ให้เข็มชี้ที่ศูนย์ ซึ่งให้เป็นค่าเริ่มต้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

5. เพิ่มแรงอัดให้สม่ำเสมอในอัตราความเร็ว 0.6 มิลลิเมตร/นาที อ่านและบันทึกค่าการเสียรูปของไม้ทุกๆ ช่วง 200 กิโลกรัม จนกระทั่งไม้แตกหักลง
6. วาดรูปไม้แสดงการวิบัติของไม้ โดยให้มีสัดส่วนคล้ายของจริง และแสดงลายของไม้ด้วย
7. นำเนื้อไม้ที่ทดสอบ นำไปชั่งและอบหาปริมาณความชื้นในเนื้อไม้



รูปที่ 3.10 ทดสอบแรงอัดขนานกับเสี้ยน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.4 การทดสอบแรงดึงและการฉีกแตกของไม้ (Tension and cleavage test of wood)

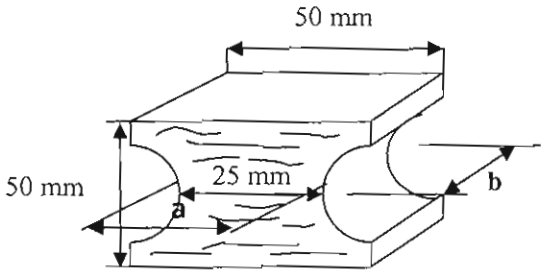
วัตถุประสงค์ (Objectives)

เพื่อศึกษากำลังดึงในแนวตั้งฉากกับเสี้ยน (Tensile strength of wood perpendicular to the grain) และกำลังฉีกแตกของไม้ (Cleavage ability of wood)

การทดสอบกำลังดึงของไม้

มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ

ASTM D 143 Standard Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber

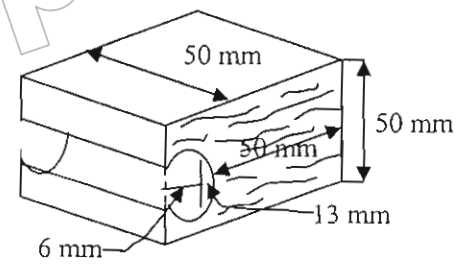


รูปที่ 3.11 ตัวอย่างไม้ของการทดสอบกำลังดึงของไม้

การทดสอบกำลังฉีกแตกของไม้

มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ

ASTM D 143 Standard Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber



รูปที่ 3.12 ตัวอย่างไม้ของการทดสอบกำลังฉีกแตกของไม้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เครื่องมือและอุปกรณ์ (Equipment)

รูปที่ 3.13 เครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (Universal testing machine, UTM) ขนาด 30 ตัน

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. ชุดอุปกรณ์ทดสอบแรงดึงโดยตรง (Apparatus of direct tension test)
2. ตลับเมตร
3. เครื่องชั่ง
4. เตาอบไฟฟ้า
5. กระดาษทราย

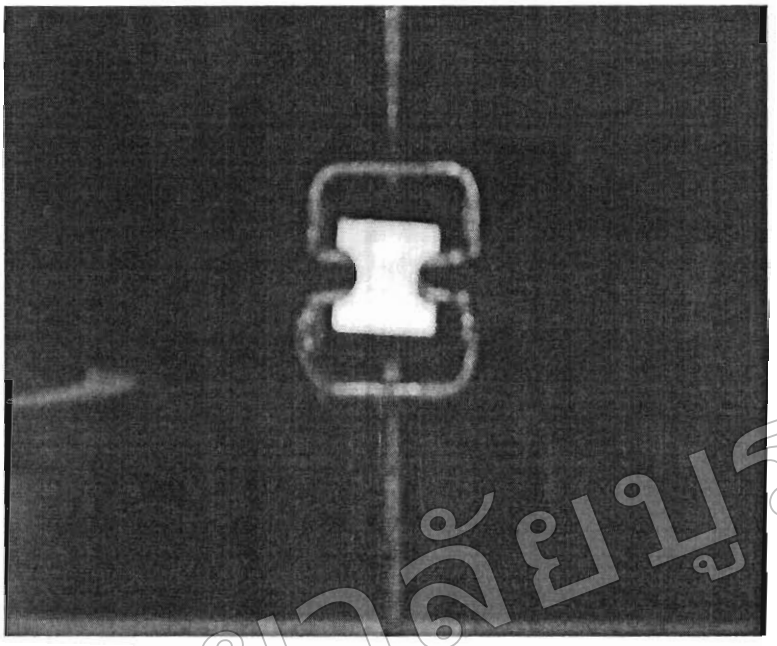
วิธีการทดลอง (Testing procedure)

1.วัดขนาดของตัวอย่างไม้สำหรับการทดสอบกำลังดึง (มีการเซาะร่องสองด้าน) และตัวอย่างไม้สำหรับการทดสอบกำลังฉีกขาดของไม้ (เซาะร่องด้านเดียว) ให้ละเอียดถึงมิลลิเมตร

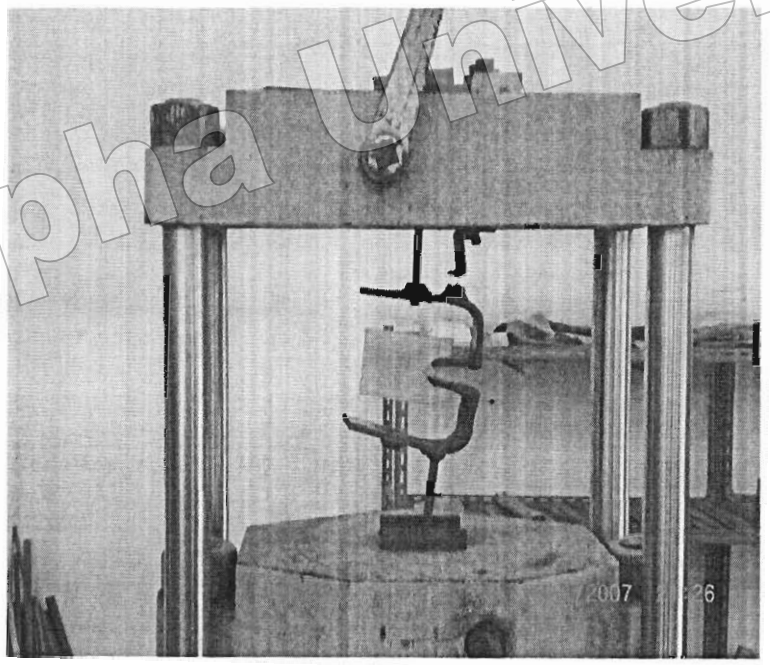
2. ใส่ตัวอย่างไม้ทดสอบเข้าในชุดอุปกรณ์ทดสอบ แล้วเพิ่มแรงดึงอย่างช้าๆ ในอัตราประมาณ 2.5 มิลลิเมตรต่อนาที จนกระทั่งไม้วิบัติ และบันทึกแรงดึงสูงสุด

3. นำส่วนของไม้ส่วนหนึ่งไปชั่งน้ำหนัก และเข้าตู้อบเพื่อให้แห้ง เพื่อหาปริมาณความชื้นในไม้ต่อไป

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



รูปที่ 3.14 แสดงการทดสอบแรงดึง



รูปที่ 3.15 แสดงการทดสอบการฉีกแตกของไม้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.5 การทดสอบการรับแรงเฉือนของไม้ (Shear strength test of Wood)

วัตถุประสงค์ (Objectives)

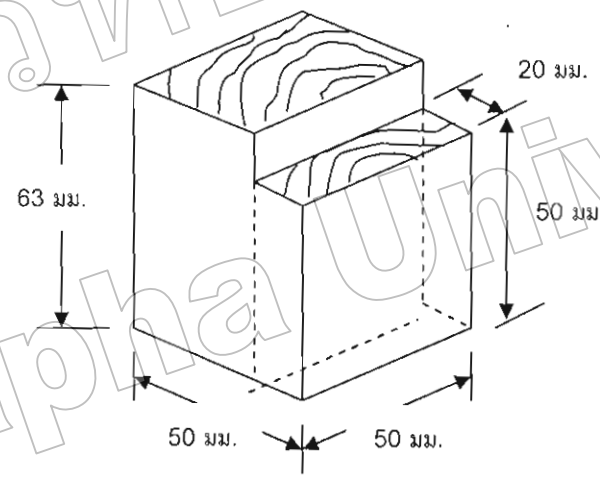
เพื่อศึกษากำลังฉือน (Shear strength) ของไม้ในแนวขนานกับเสี้ยน

การทดสอบแรงเฉือนของไม้

มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ

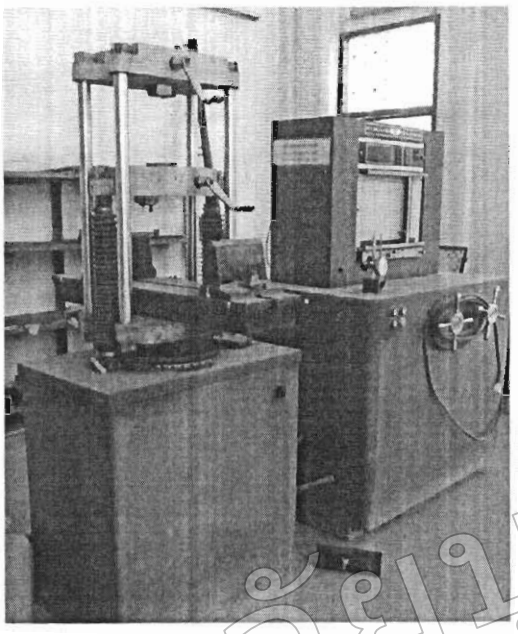
ASTM D 143 - 94 Standard Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber

ขนาดตามมาตรฐาน



รูปที่ 3.16 ตัวอย่างไม้ของการทดสอบกำลังเฉือนของไม้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



รูปที่ 3.17 เครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (Universal testing machine, UTM) ขนาด 30 ตัน

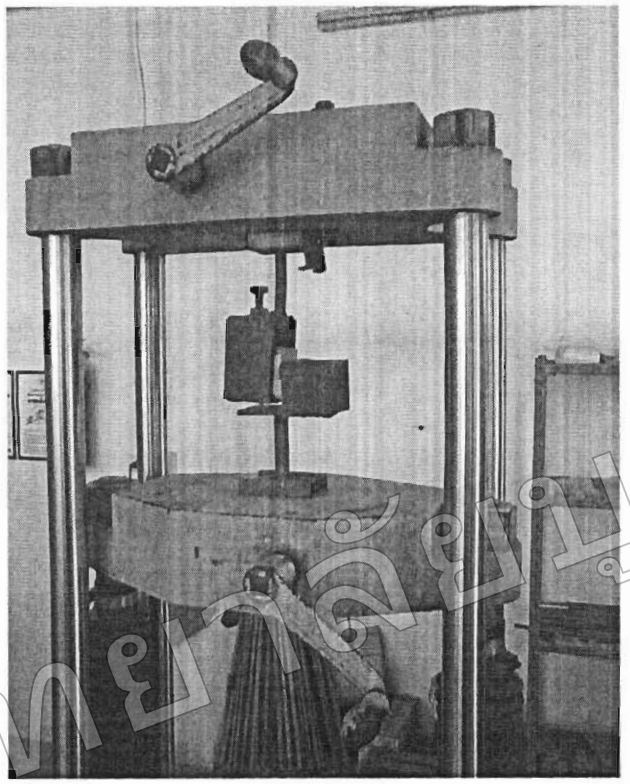
เครื่องมือและอุปกรณ์ (Equipment)ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (Universal testing machine, UTM) ขนาด 30 ตัน
2. เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ที่มีความคาดเคลื่อนไม่เกิน ± 0.05 mm
3. เลื่อย
4. เครื่องชั่ง
5. กระดาษทราย
6. เตาอบไฟฟ้า

วิธีการทดสอบ

1. เตรียมไม้ที่ไสเรียบให้ได้ขนาดตามมาตรฐาน ASTM ที่กำหนด
2. ตกแต่งผิวให้เรียบด้วยกระดาษทราย
3. นำไม้ไปชั่งแล้วจดบันทึกน้ำหนักไม้
4. นำไม้ประกอบเข้ากับเครื่องมือทดสอบแรงเฉือน แล้งค่อยๆเพิ่มแรงไปเลื่อยๆจนกว่าไม้เกิดการเฉือนขาด
5. บันทึกค่าแรงเฉือนสูงสุดที่ไม้รับได้ จดบันทึกค่าแรงกระทำสูงสุดและลักษณะการวิบัติของไม้
6. นำไม้ออกจากเครื่องทดสอบ เข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 105 – 110 องศา เป็นเวลา 24 ชม.
7. นำออกจากเตาอบจดบันทึกค่าไม้แห้ง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



รูปที่ 3.18 แสดงการเฉือนของไม้

3.6 การทดสอบการถอนของตะปู ตะปูควง ตะปูเกลียว

การจัดเตรียมตัวอย่างการทดสอบ

ตัวอย่างไม้ที่ใช้ในการทดสอบนี้ จะใช้ไม้ยูคาอายุตั้ง 3 – 5 ปี ซึ่งจะกำหนดขนาดต่างๆ ตามมาตรฐาน ไม้ตัวอย่างในการทดสอบโดยใช้ขนาด 2 “x 3” x 6” โดยการใสไม้ให้เรียบ พร้อมทั้งจัดทำตัวอย่าง ตัวอย่างละ 20 ท่อน [4]

วิธีการทดสอบ

3.6.1 ต้านทานการถอนในแนวตั้งฉากกับเสี้ยนไม้ [2]

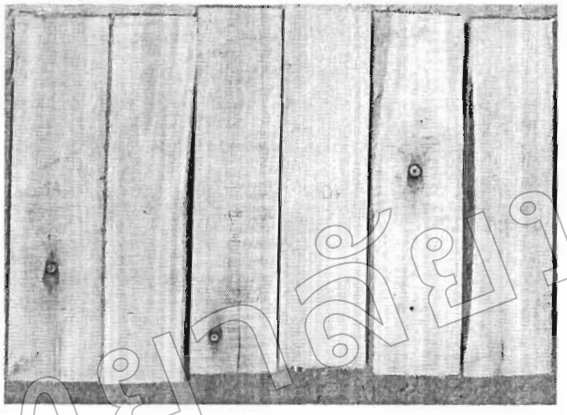
- ทำการทดสอบแรงต้านต่อการยึดถอนตะปูในแนวตั้งฉากกับเสี้ยนไม้
- ทำการทดสอบแรงต้านต่อการยึดถอนตะปูควงในแนวตั้งฉากกับเสี้ยนไม้
- ทำการทดสอบแรงต้านต่อการยึดถอนตะปูเกลียวในแนวตั้งฉากกับเสี้ยนไม้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

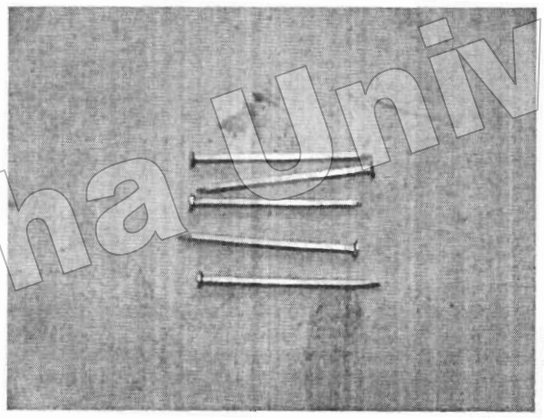
3.6.2 ต้านทานการถอนในแนวขนานกับเสี้ยนไม้

- ทำการทดสอบแรงต้านต่อการยึดถอนตะปูในแนวขนานกับเสี้ยนไม้
- ทำการทดสอบแรงต้านต่อการยึดถอนตะปูควงในแนวขนานกับเสี้ยนไม้
- ทำการทดสอบแรงต้านต่อการยึดถอนตะปูเกลียวในแนวขนานกับเสี้ยนไม้

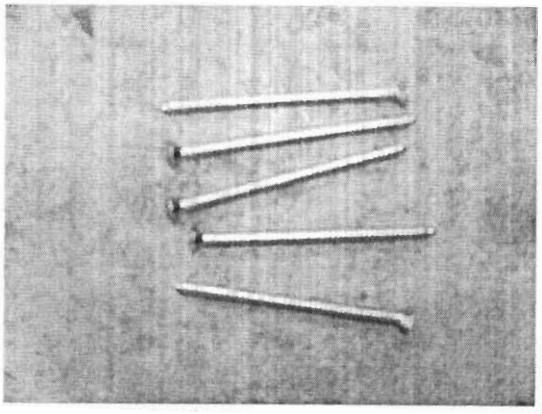
ตัวอย่างทดสอบ (Specimens)



รูปที่ 3.19 ตัวอย่างไม้ขนาด 2"x2"x6"

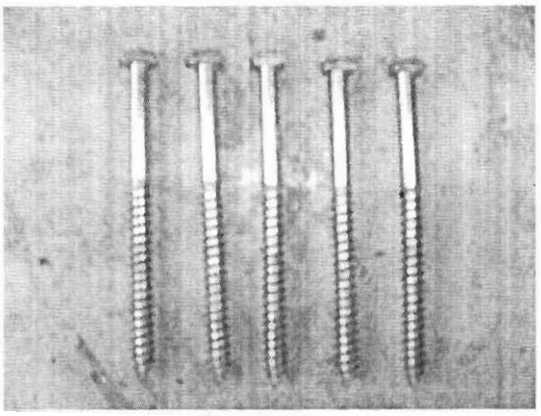


รูปที่ 3.20 แสดงลักษณะของตะปู



รูปที่ 3.21 แสดงลักษณะของตะปูเกลียว

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



รูปที่ 3.22 แสดงลักษณะของตะปูควง

วิธีการทดลอง (Testing Procedure)

1. วัดขนาดจริงของไม้ให้ละเอียดถึง 0.2 มิลลิเมตร ชั่งน้ำหนักละเอียดเป็นกรัม วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของตะปูละเอียดถึง 0.1 มิลลิเมตร

2. ตอกตะปูลงไปในไม้ให้ตั้งฉากและมีระยะจม 3 เซนติเมตร ที่ผิวด้านสัมผัส(Tangential surface) ผิวด้านรัศมี(Radial surface) และผิวด้านปลาย (End surface) โดยที่แนวตะปูด้านสัมผัสกับด้านรัศมีต้องไม่อยู่ในแนวเดียวกัน

3. เมื่อตอกตะปูเสร็จต้องรีบทำการทดสอบการถอนตะปูออกทันที

4. แรงถอนที่กระทำให้กระทำอย่างต่อเนื่องด้วยอัตราการเคลื่อนที่ 2 มม.ต่อนาที บันทึกค่าแรงกระทำสูงสุด

5. ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบหาความชื้นได้จากการตัดตัวอย่างออกมาจากไม้ ขนาดประมาณ 2x2x3 ซม. เพื่อใช้ทดสอบหาความชื้นและความถ่วงจำเพาะ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การทดสอบการถอนของตะปู ตะปูควง ตะปูเกลียว

รูปที่ 3.23 แสดงการรับแรงถอนตั้งฉากเสี้ยนของตะปู, ตะปูควง, ตะปูเกลียว

- ต้านทานแรงต้านทานทางด้านข้างในแนวขนานเสี้ยนไม้
  - ทำการทดสอบแรงต้านต่อการเฉือนตะปูในแนวขนานกับเสี้ยนไม้
  - ทำการทดสอบแรงต้านต่อการเฉือนตะปูควงในแนวขนานกับเสี้ยนไม้
  - ทำการทดสอบแรงต้านต่อการเฉือนตะปูเกลียวในแนวขนานกับเสี้ยนไม้
  - ทำการทดสอบแรงต้านต่อการเฉือนสลักเกลียวในแนวขนานกับเสี้ยนไม้
  - ทำการทดสอบแรงต้านต่อการเฉือนแบบวงแหวนผ่าในแนวขนานกับเสี้ยนไม้

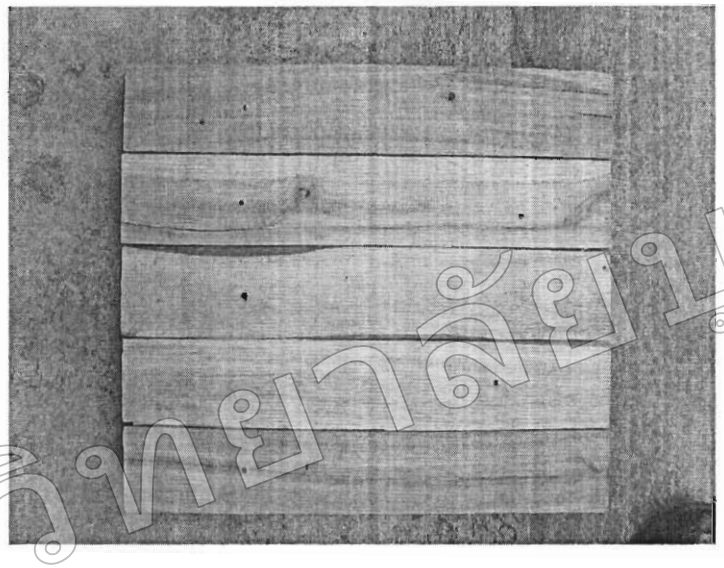
- ต้านทานแรงต้านทานทางด้านข้างในแนวตั้งฉากกับเสี้ยนไม้
  - ทำการทดสอบแรงต้านต่อการเฉือนตะปูในแนวตั้งฉากกับเสี้ยนไม้
  - ทำการทดสอบแรงต้านต่อการเฉือนตะปูควงในแนวตั้งฉากกับเสี้ยนไม้
  - ทำการทดสอบแรงต้านต่อการเฉือนตะปูเกลียวในแนวตั้งฉากกับเสี้ยนไม้
  - ทำการทดสอบแรงต้านต่อการเฉือนสลักเกลียวในแนวตั้งฉากกับเสี้ยนไม้
  - ทำการทดสอบแรงต้านต่อการเฉือนแบบวงแหวนผ่าในแนวตั้งฉากกับเสี้ยไม้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.7 การทดสอบรอยต่อสลักเกลียวกับไม้ และแบบวงแหวน

ตัวอย่างทดสอบ (Specimens)

ตัวอย่างไม้ขนาด 1 ½ "x 3" x 40 cm รอยต่อสลักเกลียวกับไม้



รูปที่ 3.24 ตัวอย่างไม้ทดสอบรอยต่อสลักเกลียวกับไม้

รูปที่ 3.25 ตัวอย่างสลักเกลียว

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

วิธีการทดลอง (Testing Procedure)

1. ทำการวัดความหนาและความกว้างของตัวอย่างไม้ละเอียดถึง 0.1 mm

2. วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสลักเกลียว และเส้นผ่านศูนย์กลางของรูเจาะใส่สลักเกลียว (ปกติต้องใหญ่กว่าเส้นผ่านศูนย์กลางสลักเกลียว 1/8 นิ้ว) แผ่นเหล็ก (Bearing plate) หรือแหวนรอง (washer) อาจถูกใช้เพื่อหนุนเสริมให้ขันสลักเกลียวแน่นได้

3. รอยต่อสลักเกลียวกับไม้จะถูกทดสอบแรงอัดในแนวขนานกับเสี้ยนของไม้ โดยให้ใช้หัวกดมีที่รองรับเป็นเบ้าทรงกลมในการกด ติดตั้งเกทกับชุดอุปกรณ์ทดสอบรอยต่อสลักเกลียวกับไม้ทั้งสองด้านเพื่อวัดระยะการลูดของรอยต่อ (Slip of the joint)

4. ใส่แรง 100 กิโลกรัม และตั้งค่าเกทเป็นศูนย์ทำเครื่องหมายระยะ 15 มม. ที่ด้านข้างของแผ่นเหล็กประกับ

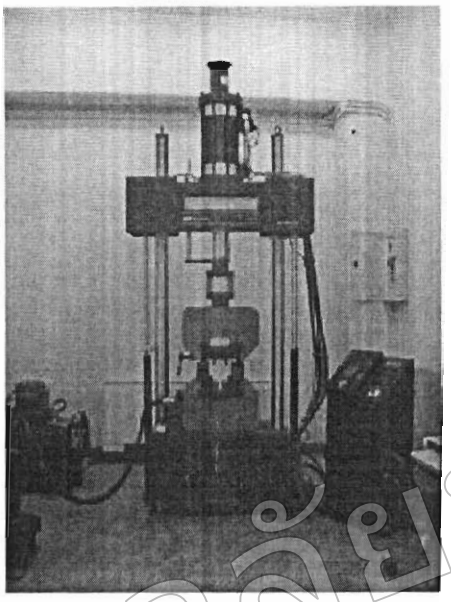
5. ใส่แรงกดอย่างต่อเนื่องในอัตราการเคลื่อนที่ของหัวกด 0.9 มม.ต่อนาที

6. อ่านค่าแรงและค่าการลูดทุกๆ ค่าแรงกดที่เพิ่มขึ้น 100 กิโลกรัม จนกระทั่งเกิดการคลายแรก (First relaxation) ของไม้บันทึกค่าแรงที่ตำแหน่งดังกล่าว

7. ทำการกดต่อไปจนกระทั่งเกิดการลูดถึง 12 มม บันทึกค่าแรงกดสูงสุดไว้ทำการวาดรูปและระบุประเภทของการวิบัติ

8. พล็อตกราฟความสำพันธ์ระหว่างแรงกดที่กระทำกับการลูด โดยแกนตั้งแสดงค่าแรงกด แกนนอนแสดงค่าการลูด คำนวณหาค่าแรงและหน่วยแรงกดที่พิกัดสัดส่วนโดยตรงด้วย(Bearing stress at proportional limit)

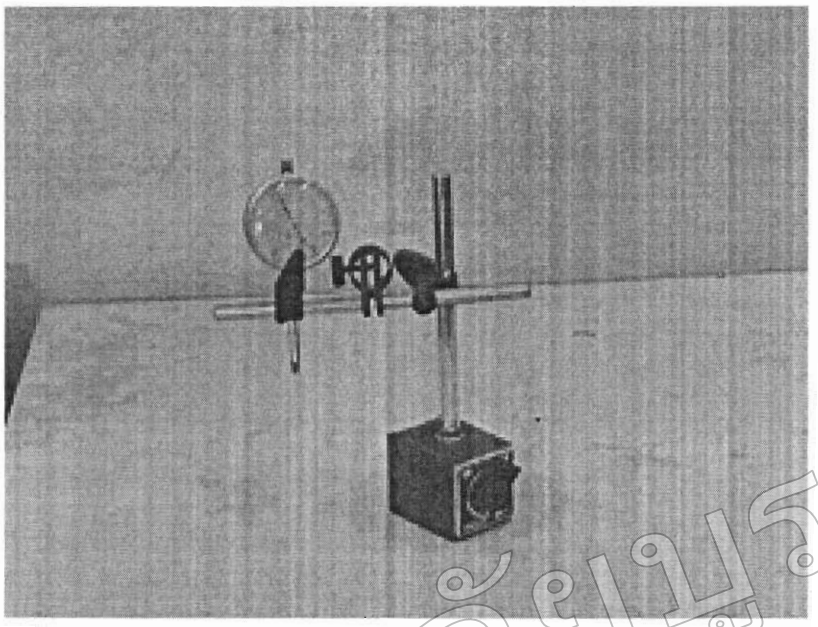
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



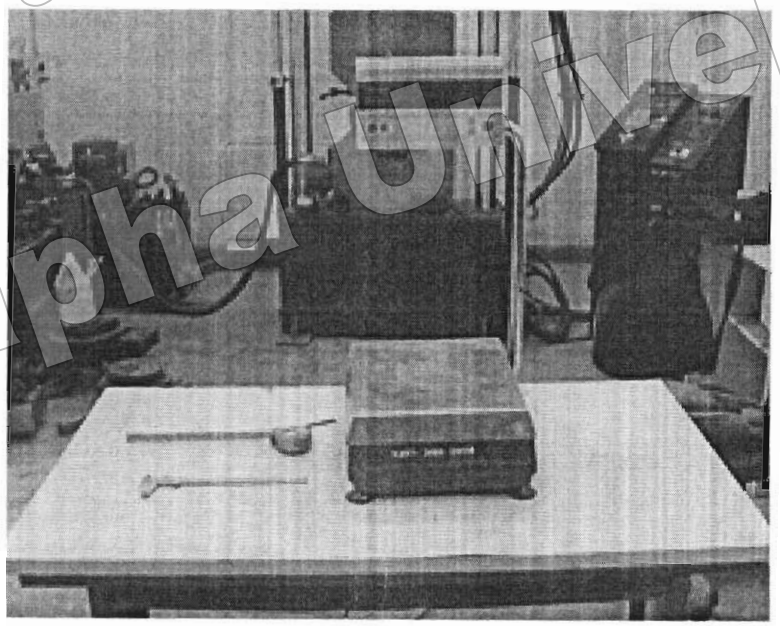
รูปที่ 3.26 เครื่องทดสอบ Universal Testing Machine (UTM)

รูปที่3.27 Vernier Caliper ที่มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.05 มม.และมีความละเอียดในการวัดถึง 0.1มม.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

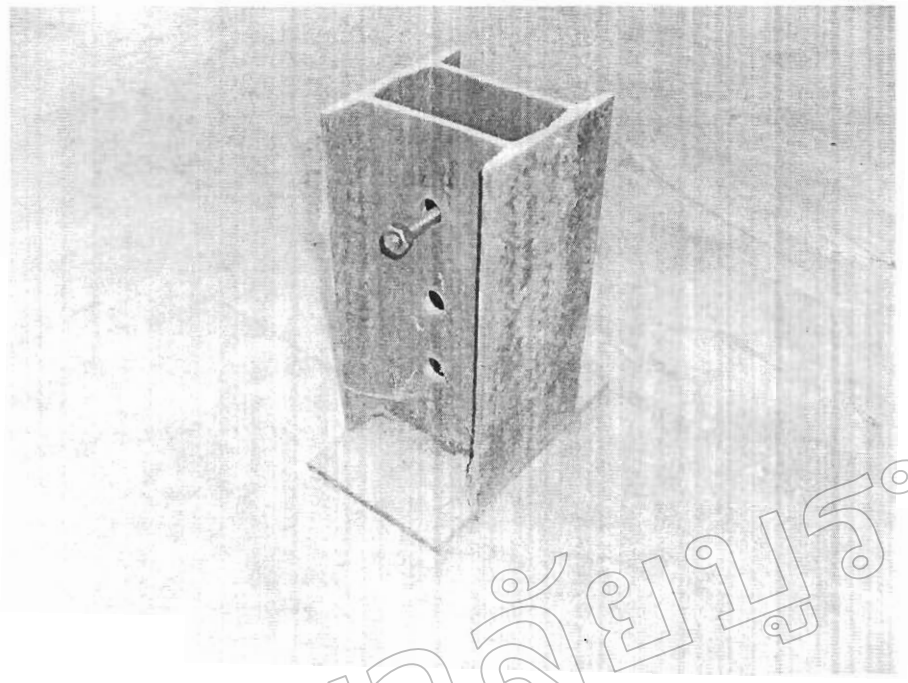


รูปที่ 3.28 เครื่องมือวัดการยุบตัวของรอยต่อไม้ (Dial Gauge)



รูปที่ 3.29 เครื่องชั่งน้ำหนัก

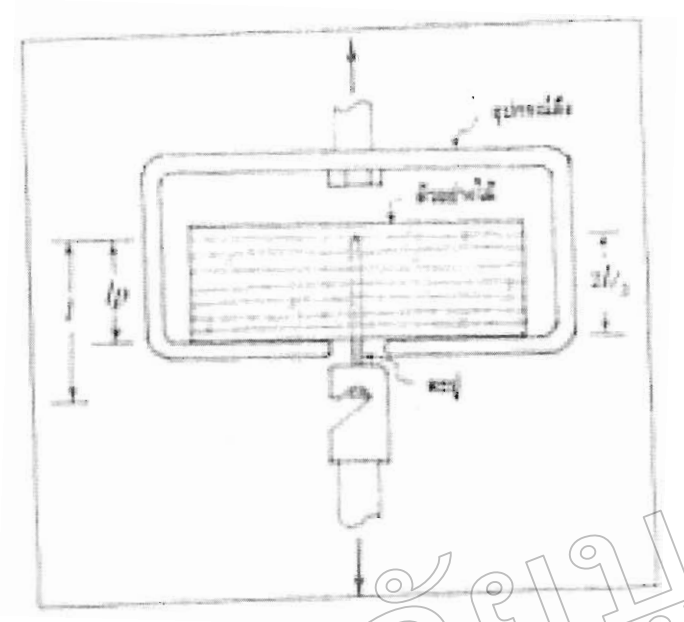
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



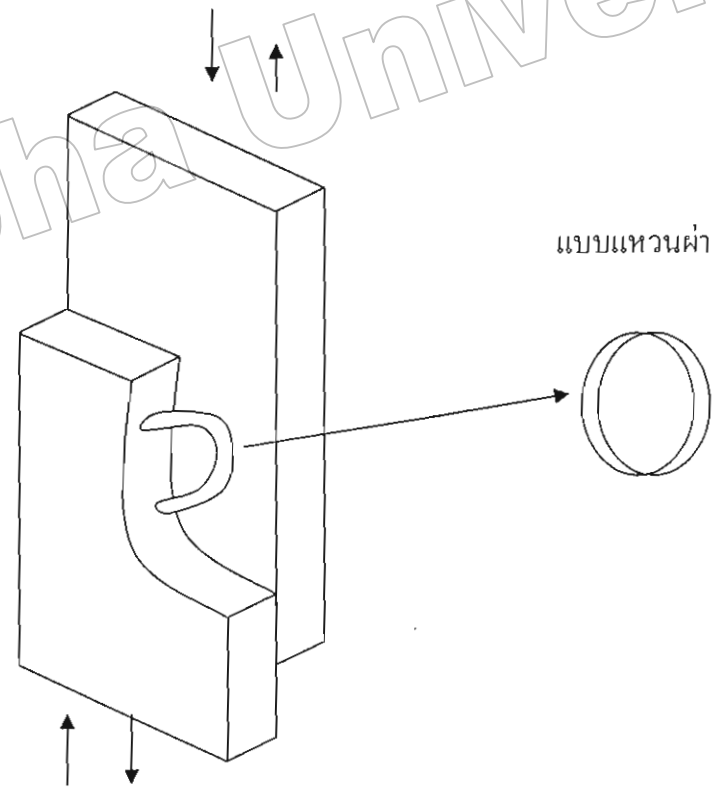
รูปที่ 3.30 อุปกรณ์การยึดไม้ด้วยสลักเกลียว

รูปที่ 3.31 อุปกรณ์ในการถอนตะปู (Nail withdrawal apparatus)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



รูปที่ 3.32 การทดสอบกำลังถอนของตะปูและตะปูควง



รูปที่ 3.33 แสดงการรับแรงต้านด้านข้างแบบวงแหวนผ่า

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากการรวบรวมข้อมูลทางด้านทฤษฎีต่างๆ เพื่อนำมาทำการทดลองแรงดึงแรงถอนของตะปู ,สลักเกลียวรวมทั้งแหวนผ่า เกี่ยวกับไม้ยูคา เมื่อได้ทำการทดลองแล้ว สามารถที่นำมาวิเคราะห์ ดูว่าไม้ยูคาที่ส่วนใหญ่ปลูกเพื่อทางด้านอุสาหกรรมกระดาษจะสามารถทำเป็นไม้โครงสร้างได้หรือไม่ แต่บางส่วนก็ได้นำไปใช้ในด้านการก่อสร้างบางแล้วคือ นำไปทำเป็นเสาเข็ม ค้ำยัน,นั่งร้านต่างๆ (ชั่วคราว) รวมถึงในการทำเฟอร์นิเจอร์ แต่จากการทดลองที่จะทำต่อไปนี้ เป็นการทดลอง ไม้แปรรูปแล้ว หมายถึงไม้ยูคาที่จะนำไปใช้งานในด้านโครงสร้าง เช่น ไม้แปร จันทัน โครงถักต่างๆ ของงานโครงสร้างไม้ เพื่อจะหาแรงยึดถอนลอยต่อต่างๆ ดูว่าจะมีความมั่นคงแข็งแรงเพียงใดและสมกับที่จะนำไม้แปรรูปแล้วนี้นำไปใช้กับงานโครงสร้างถาวรได้หรือไม่ หรือจะเหมาะเพียงแค่เป็นไม้ ทำเสาเข็มและนั่งร้านชั่วคราวเท่านั้น

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

บทที่ 4

ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

4.1 ผลการทดสอบ

4.1.1 คุณสมบัติทั่วไป

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงความถ่วงจำเพาะของไม้

Specimen No.	Natural Specific Gravity	Dry Specific Gravity	Wet Specific Gravity
1	1.088	0.691	0.352
2	0.973	0.614	0.334
3	1.075	0.698	0.347
4	1.050	0.653	0.314
5	1.018	0.634	0.305
6	1.037	0.659	0.342
7	0.998	0.634	0.339
8	1.094	0.678	0.328
9	1.043	0.646	0.310
10	1.056	0.678	0.358
11	1.101	0.659	0.299
12	1.075	0.646	0.289
13	1.011	0.634	0.319
14	1.088	0.653	0.305
15	0.992	0.646	0.350
16	1.069	0.666	0.305
17	1.056	0.659	0.312
18	1.062	0.659	0.314
19	1.094	0.672	0.309
20	1.082	0.646	0.294
Average	1.053	0.656	0.321

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณความชื้น และการดูดซึมน้ำของไม้

Specimen No.	Moisture Content (%)	Absorption (%)
1	57.407	87.037
2	58.333	103.125
3	54.128	72.477
4	60.784	87.255
5	60.606	86.869
6	57.282	90.291
7	57.576	96.970
8	61.321	89.623
9	61.386	88.119
10	55.660	87.736
11	66.990	94.175
12	66.337	90.099
13	59.596	91.919
14	66.667	99.020
15	53.465	85.149
16	60.577	77.885
17	60.194	82.524
18	61.165	86.408
19	62.857	84.762
20	67.327	96.040
Average	60.483	88.874

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.2 กลสมบัติของไม้

4.2.1 การรับแรงอัดของไม้ในแนวตั้งฉากเสี้ยน

ตารางที่ 4.3 แสดงข้อมูลการทดสอบแรงอัดแบบตั้งฉากเสี้ยน

Specimen No.	Area (mm2)	Modulus of elasticity (N/mm2)	Stress (N/mm2)	Moisture Content (%)
1	7500	571.869	9.893	37.986
2	7500	609.634	10.547	37.950
3	7500	541.811	9.373	37.722
4	7500	582.659	10.080	38.058
5	7500	581.888	10.067	37.944
6	7500	589.595	10.200	37.856
7	7500	597.303	10.333	37.925
8	7500	597.303	10.333	37.902
9	7500	605.780	10.480	38.098
10	7500	605.010	10.467	38.364
11	7500	610.405	10.560	38.079
12	7500	588.054	10.173	38.008
13	7500	602.697	10.427	38.130
14	7500	551.060	9.533	38.110
15	7500	554.143	9.587	37.875
16	7500	558.767	9.667	37.454
17	7500	605.010	10.467	38.419
18	7500	608.092	10.520	38.522
19	7500	608.863	10.533	37.949
20	7500	604.239	10.453	37.980
Average	7500	588.709	10.185	38.016

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.2.2 การรับแรงอัดของไม้ในแนวขนานเสี้ยน

ตารางที่ 4.4 แสดงข้อมูลการทดสอบแรงอัดแบบขนานเสี้ยน

Specimen No.	Area (mm2)	Modulus of elasticity (N/mm2)	Stress (N/mm2)	Moisture Content (%)
1	2500	2069.364	35.800	39.986
2	2500	2138.728	37.000	38.158
3	2500	2055.491	35.560	36.198
4	2500	2046.243	35.400	37.668
5	2500	2268.208	39.240	37.645
6	2500	2085.549	36.080	38.147
7	2500	2242.775	38.800	37.949
8	2500	2277.457	39.400	37.685
9	2500	2208.092	38.200	38.066
10	2500	2078.613	35.960	38.123
11	2500	2164.162	37.440	38.217
12	2500	2138.728	37.000	38.238
13	2500	2076.301	35.920	37.642
14	2500	2284.393	39.520	38.593
15	2500	1946.821	33.680	37.537
16	2500	1877.457	32.480	37.502
17	2500	1972.254	34.120	38.519
18	2500	2039.306	35.280	37.879
19	2500	1845.087	31.920	38.238
20	2500	1875.145	32.440	38.028
Average	2500	2084.509	36.062	38.001

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.2.3 กำลังดึงในแนวตั้งฉากเสี้ยน

ตารางที่ 4.5 แสดงข้อมูลการทดสอบแรงดึง

Specimen No.	Area (mm2)	Maximum load (N)	Tensile strength (N/mm2)	Moisture Content (%)
1	1000	2030.0	2.030	46.755
2	1000	1870.0	1.870	42.563
3	1000	1850.0	1.850	45.084
4	1000	2040.0	2.040	52.869
5	1000	1940.0	1.940	27.565
6	1000	1760.0	1.760	25.529
7	1000	2610.0	2.610	55.052
8	1000	2370.0	2.370	35.129
9	1000	1970.0	1.970	53.716
10	1000	3010.0	3.010	41.396
11	1000	1990.0	1.990	36.374
12	1000	1890.0	1.890	59.264
13	1000	2200.0	2.200	43.358
14	1000	1850.0	1.850	49.089
15	1000	1800.0	1.800	37.546
16	1000	2500.0	2.500	39.324
17	1000	2550.0	2.550	56.122
18	1000	2150.0	2.150	63.937
19	1000	2940.0	2.940	45.563
20	1000	2890.0	2.890	36.029
Average	1000	2210.5	2.211	44.613

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.2.4 กำลังฉีกแตกของไม้

ตารางที่ 4.6 แสดงข้อมูลการทดสอบการฉีก

Specimen No.	Wood width (mm)	Maximum load (N)	Cleavage strength (N/mm^2)	Moisture Content (%)
1	50	760.00	15.200	45.095
2	50	790.00	15.800	44.713
3	50	790.00	15.800	49.784
4	50	820.00	16.400	48.444
5	50	800.00	16.000	42.582
6	50	600.00	12.000	50.326
7	50	700.00	14.000	46.965
8	50	720.00	14.400	47.793
9	50	680.00	13.600	46.662
10	50	660.00	13.200	42.080
11	50	680.00	13.600	44.947
12	50	750.00	15.000	45.417
13	50	780.00	15.600	52.850
14	50	780.00	15.600	51.615
15	50	770.00	15.400	51.506
16	50	680.00	13.600	43.797
17	50	820.00	16.400	50.811
18	50	780.00	15.600	48.483
19	50	790.00	15.800	49.110
20	50	740.00	14.800	48.930
Average	50	744.50	14.890	47.596

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.2.5 กำลังเฉือนของไม้แบบขนานเสี้ยน

ตารางที่ 4.7 แสดงข้อมูลการทดสอบแรงเฉือน

Specimen No.	Area (mm^2)	Maximum load (kN)	Shear strength (N/mm^2)	Moisture Content (%)
1	1000	5970.0	5.970	20.503
2	1000	6420.0	6.420	20.020
3	1000	4450.0	4.450	21.713
4	1000	5890.0	5.890	28.472
5	1000	5680.0	5.680	25.134
6	1000	5380.0	5.380	21.743
7	1000	6040.0	6.040	25.908
8	1000	4290.0	4.290	20.420
9	1000	4010.0	4.010	26.162
10	1000	5540.0	5.540	31.011
11	1000	5540.0	5.540	31.638
12	1000	4980.0	4.980	36.442
13	1000	4860.0	4.860	20.591
14	1000	4520.0	4.520	20.344
15	1000	6080.0	6.080	38.634
16	1000	6050.0	6.050	39.324
17	1000	5870.0	5.870	30.612
18	1000	5670.0	5.670	19.811
19	1000	6200.0	6.200	29.265
20	1000	6020.0	6.020	27.664
Average	1000	5473.0	5.473	26.771

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.2.6 การทดสอบหาแรงดัดของไม้

ตารางที่ 4.8 แสดงข้อมูลการทดสอบแรงดัด

Specimen No.	Area (mm^2)	Maximum load (N)	Stress (N/mm^2)	Moisture Content (%)
1	1000	77700.00	77.700	39.703
2	1000	79200.00	79.200	38.220
3	1000	75500.00	75.500	36.268
4	1000	75600.00	75.600	38.165
5	1000	79900.00	79.900	38.172
6	1000	76800.00	76.800	38.006
7	1000	78800.00	78.800	37.956
8	1000	80100.00	80.100	37.657
9	1000	78800.00	78.800	38.153
10	1000	79800.00	79.800	38.039
11	1000	83200.00	83.200	38.261
12	1000	75300.00	75.300	38.765
13	1000	78200.00	78.200	37.703
14	1000	77500.00	77.500	38.715
15	1000	77900.00	77.900	37.555
16	1000	78500.00	78.500	38.553
17	1000	78500.00	78.500	38.735
18	1000	78900.00	78.900	37.996
19	1000	79500.00	79.500	38.238
20	1000	78700.00	78.700	38.009
Average	1000	78420.00	78.420	38.143

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.2.7 การทดสอบรอยต่อสลักเกลียวกับไม้

ตารางที่ 4.9 แสดงข้อมูลการทดสอบรอยต่อสลักเกลียวกับไม้

Specimen No.	Area (mm^2)	Maximum load (N)	Stress (N/mm^2)	Moisture Content (%)
1	2888	5900.0	2.043	39.712
2	2888	5420.0	1.877	42.985
3	2888	5450.0	1.887	36.484
4	2888	5590.0	1.936	36.275
5	2888	5660.0	1.960	41.025
6	2888	5580.0	1.932	38.025
7	2888	6010.0	2.081	44.685
8	2888	5920.0	2.050	39.313
9	2888	5990.0	2.074	33.282
10	2888	5350.0	1.852	40.679
11	2888	5930.0	2.053	38.025
12	2888	5950.0	2.060	38.020
13	2888	5980.0	2.071	38.020
14	2888	5990.0	2.074	40.463
15	2888	6020.0	2.084	36.470
16	2888	5850.0	2.026	25.920
17	2888	5850.0	2.026	31.810
18	2888	5980.0	2.071	37.842
19	2888	5980.0	2.071	38.933
20	2888	5930.0	2.053	46.567
Average	2888.0	5816.5	2.014	38.227

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.2.8 การทดสอบรอยต่อวงแหวนกับไม้

ตารางที่ 4.10 แสดงข้อมูลการทดสอบรอยต่อวงแหวนกับไม้

Specimen No.	Area (mm^2)	Maximum load (N)	Shear strength (N/mm^2)	Moisture Content (%)
1	5625	5900.0	9.867	32.497
2	5625	5420.0	10.030	39.463
3	5625	5450.0	9.881	43.239
4	5625	5590.0	9.934	44.031
5	5625	5660.0	10.055	41.021
6	5625	5580.0	11.659	38.020
7	5625	6010.0	11.735	44.695
8	5625	5920.0	10.119	39.806
9	5625	5990.0	10.096	48.055
10	5625	5350.0	11.298	34.915
11	5625	5930.0	10.245	38.189
12	5625	5950.0	11.902	40.632
13	5625	5980.0	12.085	38.194
14	5625	5990.0	10.452	40.463
15	5625	6020.0	12.412	33.613
16	5625	5850.0	12.240	32.940
17	5625	5850.0	10.409	31.480
18	5625	5980.0	12.370	38.884
19	5625	5980.0	10.665	41.507
20	5625	5930.0	10.645	43.172
Average	5625.0	5816.5	10.905	39.241

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.2.9 การทดสอบการถอนของตะปูกับไม้

ตารางที่ 4.11 แสดงข้อมูลการถอนของตะปูกับไม้

Specimen No.	Diameter (cm)	ตะปูฝังลึก (cm)	Max Tensile (KN)	Moisture Content (%)
1	0.333	3.00	0.185	36.421
2	0.333	3.00	0.190	36.412
3	0.333	3.00	0.192	36.464
4	0.333	3.00	0.185	36.709
5	0.333	3.00	0.191	36.830
6	0.333	3.00	0.182	34.743
7	0.333	3.00	0.194	36.895
8	0.333	3.00	0.192	36.279
9	0.333	3.00	0.189	38.155
10	0.333	3.00	0.188	36.004
11	0.333	3.00	0.184	34.868
12	0.333	3.00	0.181	38.374
13	0.333	3.00	0.181	36.919
14	0.333	3.00	0.165	36.863
15	0.333	3.00	0.185	38.530
16	0.333	3.00	0.187	37.516
17	0.333	3.00	0.182	37.118
18	0.333	3.00	0.188	36.448
19	0.333	3.00	0.189	37.174
20	0.333	3.00	0.191	37.082
Average	0.333	3.00	0.186	36.790

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.2.10 การทดสอบการถอนของตะปูเกลียวกับไม้

ตารางที่ 4.12 แสดงข้อมูลการถอนของตะปูเกลียวกับไม้

Specimen No.	Diameter (cm)	ตะปูเกลียวฝังลึก (cm)	Max Tensile (KN)	Moisture Content (%)
1	0.333	3.00	0.245	36.421
2	0.333	3.00	0.245	36.414
3	0.333	3.00	0.247	36.413
4	0.333	3.00	0.246	36.761
5	0.333	3.00	0.241	37.022
6	0.333	3.00	0.249	34.988
7	0.333	3.00	0.243	36.785
8	0.333	3.00	0.244	36.551
9	0.333	3.00	0.247	38.232
10	0.333	3.00	0.244	36.023
11	0.333	3.00	0.250	34.915
12	0.333	3.00	0.246	38.214
13	0.333	3.00	0.246	36.909
14	0.333	3.00	0.247	36.839
15	0.333	3.00	0.245	38.496
16	0.333	3.00	0.245	37.516
17	0.333	3.00	0.245	37.118
18	0.333	3.00	0.246	36.286
19	0.333	3.00	0.243	36.834
20	0.333	3.00	0.248	36.608
Average	0.333	3.00	0.246	36.767

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.2.11 การทดสอบการถอนของตะปูควงกับไม้

ดารางที่ 4.13 แสดงข้อมูลการถอนของตะปูควงกับไม้

Specimen No.	Diameter (cm)	ตะปูควงฝังลึก (cm)	Max Tensile (KN)	Moisture Content (%)
1	0.333	3.00	0.345	36.865
2	0.333	3.00	0.343	36.421
3	0.333	3.00	0.345	36.420
4	0.333	3.00	0.345	36.421
5	0.333	3.00	0.352	36.135
6	0.333	3.00	0.346	35.808
7	0.333	3.00	0.342	36.142
8	0.333	3.00	0.342	36.146
9	0.333	3.00	0.348	36.630
10	0.333	3.00	0.347	36.369
11	0.333	3.00	0.346	34.957
12	0.333	3.00	0.346	38.265
13	0.333	3.00	0.345	36.734
14	0.333	3.00	0.341	36.139
15	0.333	3.00	0.346	36.613
16	0.333	3.00	0.345	37.166
17	0.333	3.00	0.345	37.118
18	0.333	3.00	0.346	36.155
19	0.333	3.00	0.348	36.767
20	0.333	3.00	0.343	36.608
Average	0.333	3.00	0.345	36.494

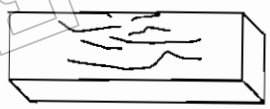
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.3 การพังของชิ้นไม้ทดสอบ

ลักษณะการพังของชิ้นไม้ทดสอบสามารถบอกพฤติกรรมบางอย่างของไม้ยูคาลิปตัสได้ และสามารถนำมาเป็นเหตุผลในการวิเคราะห์ผลการทดสอบต่างๆ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

4.3.1 การรับแรงอัดของไม้ในแนวตั้งฉากเสี้ยน

เนื่องจากการทดสอบไม่ได้อัดจนถึงจุดวิบัติของไม้ เพียงแต่ได้หาหน่วยแรงอัดของไม้ที่ทำให้ไม้ยุบตัวไป 2.6 มิลลิเมตร เนื่องจากการยุบตัวของเนื้อไม้สูงมากและจะเป็นการบีบเซลไม้ชิ้นทดสอบจะฉีกในแนวระนาบขนานกับเซลไม้ทำให้น้ำไหลออกมาจากเนื้อเยื่อไม้ จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้นการรับแรงอัดของไม้ในแนวตั้งฉากเสี้ยนลักษณะการพังจึงไม่ปรากฏให้เห็นเด่นชัด



รูปที่ 4.1 การวิบัติของการรับแรงอัดของไม้ในแนวตั้งฉากเสี้ยน

4.3.2 การรับแรงอัดของไม้ในแนวขนานเสี้ยน

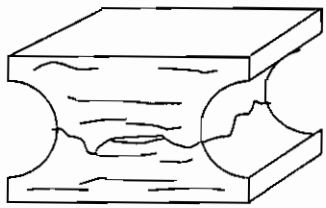
ชิ้นทดสอบส่วนใหญ่พังแบบการบดอัด(Crushing) มีเพียงไม่กี่ชิ้นที่พังแบบการผ่า (Splitting) และการเฉือน (Shearing) เกิดขึ้นจากเนื้อไม้ข้างในไม่ดี มีตำหนิ เช่น ตาไม้

รูปที่ 4.2 การวิบัติของการรับแรงอัดของไม้ในแนวขนานเสี้ยน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.3.3 กำลังดึงในแนวตั้งฉากเสี้ยน

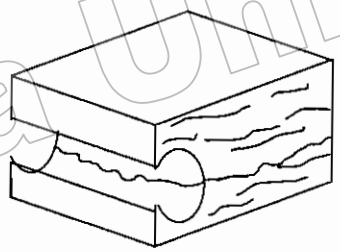
ลักษณะการพังของไม้ปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจน เมื่อไม้ถูกแรงดึงเนื้อเยื่อไม้และเส้นใยบางส่วนจะเริ่มแยกออกจากกันจนกระทั่งไม้ไม่สามารถรับแรงได้ และขาดออกจากกัน



รูปที่ 4.3 การวิบัติของการรับกำลังดึงในแนวตั้งฉากเสี้ยน

4.3.4 กำลังฉีกแตกของไม้

ลักษณะการพังชิ้นทดสอบเมื่อได้รับแรงจนถึงจุดๆหนึ่งไม้จะเริ่มมีรอยฉีกขาต ซึ่งยังรับแรงต่อไปได้จนกระทั่งรอยฉีกนั้นเพิ่มความยาวขึ้นจนทำให้ไม้ชิ้นตัวอย่างทดสอบขาดกระเด็นออกจากกัน

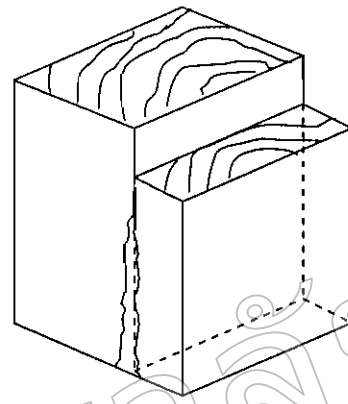


รูปที่ 4.4 การวิบัติของการรับกำลังฉีกแตกของไม้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.3.5 กำลังเฉือนของไม้แบบขนานเสี้ยน

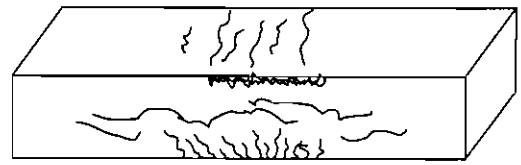
ลักษณะการพังของชิ้นทดสอบจะเป็นการพังแบบเฉือนขาดออกจากกันทันทีทันใด เมื่อมีกำลังเฉือนถึงจุดวิบัติของไม้ เสี้ยนไม้ก็จะหลุดออกจากเนื้อเยื่อไม้ทันที ซึ่งรอยฉีกขาดมีลักษณะไปตามเสียนของไม้



รูปที่ 4.5 การวิบัติของการรับกำลังเฉือนของไม้แบบขนานเสี้ยน

4.3.6 การทดสอบหาแรงตัดของไม้

ลักษณะการพังของชิ้นทดสอบเมื่อไม้ได้รับแรงที่จุดกึ่งกลางไม้จะเริ่มโก่งตัว และเมื่อให้แรงถึงจุดวิบัติของไม้ เนื้อเยื่อไม้และเส้นใยบางส่วนเริ่มแยกออกจากกัน ไม้ยังคงรับแรงได้แต่น้อยกว่าก่อนที่ไม้จะวิบัติโดยผิวด้านบนของไม้จะเกิดการอัดตัวและผิวด้านล่างของไม้จะเกิดการฉีกขาดเนื่องจากแรงดึง

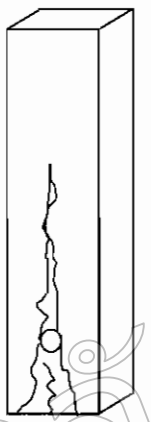


รูปที่ 4.6 การวิบัติของการรับแรงดัดของไม้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.3.7 การทดสอบรอยต่อสลักเกลียวกับไม้

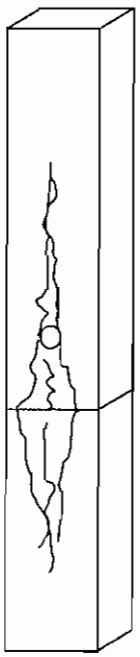
ลักษณะการพังของชิ้นตัวอย่างทดสอบเมื่อไม้ได้รับแรงอัดถึงจุดวิบัติ ไม้ก็จะคอยๆฉีกขาดและแยกออกตรงรอยต่อสลักเกลียวทันที



รูปที่ 4.7 การวิบัติของการรับแรงของรอยต่อสลักเกลียวกับไม้

4.3.8 การทดสอบรอยต่อวงแหวนกับไม้

ลักษณะการพังของชิ้นตัวอย่างทดสอบเมื่อไม้ได้รับแรงอัดถึงจุดวิบัติ ไม้ก็จะคอยๆฉีกขาดและแยกออกตรงรอยต่อสลักเกลียวทันที แต่จะใช้แรงมากกว่ารอยต่อสลักเกลียวกับไม้

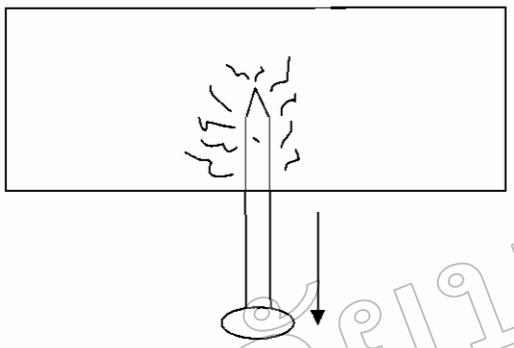


รูปที่ 4.8 การวิบัติของการรับแรงของรอยต่อวงแหวนกับไม้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.3.9 การทดสอบการถอนของตะปูกับไม้

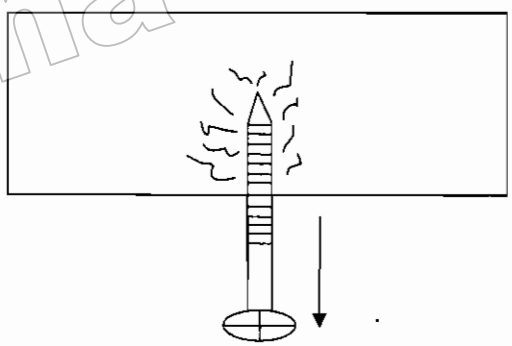
ลักษณะการถอนของตะปูออกจากชิ้นตัวอย่างทดสอบเมื่อไม้ได้รับแรงดึงถึงจุดๆหนึ่ง ตะปูก็จะคอยๆถอนออกจากเนื้อไม้ ซึ่งชิ้นไม้ตัวอย่างทดสอบค้อนข้างมีปริมาณความชื้นที่สูง เนื่องจากเป็นไม้สด



รูปที่ 4.9 การถอนของตะปูกับไม้

4.3.10 การทดสอบการถอนของตะปูเกลียวกับไม้

ลักษณะการถอนของตะปูเกลียวออกจากชิ้นตัวอย่างทดสอบเมื่อไม้ได้รับแรงดึงถึงจุดๆหนึ่ง ตะปูก็จะคอยๆถอนออกจากเนื้อไม้ แต่ตะปูเกลียวจะมีการยึดรั้งกับเนื้อไม้ได้ค้อนข้างดีกว่าตะปู ซึ่งชิ้นไม้ตัวอย่างทดสอบค้อนข้างมีปริมาณความชื้นที่สูง เนื่องจากเป็นไม้สด

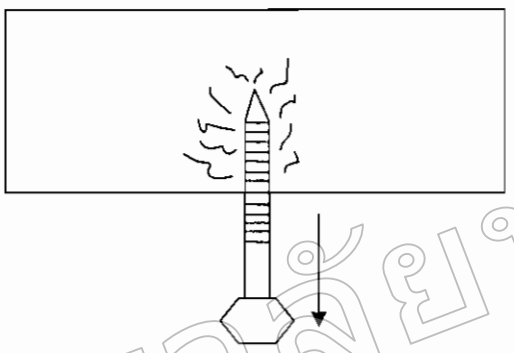


รูปที่ 4.10 การถอนของตะปูเกลียวกับไม้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.3.11 การทดสอบการถอนของตะปูควงกับไม้

ลักษณะการถอนของตะปูควงออกจากชิ้นตัวอย่างทดสอบเมื่อไม้ได้รับแรงดึงถึงจุดๆหนึ่ง ตะปูก็จะคอยๆถอนออกจากเนื้อไม้ แต่ตะปูควงจะมีการยึดรั้งกับเนื้อไม้ได้ค้อนข้างดีกว่าตะปูเกลียว เพราะมีขนาดเกลียวที่หยาบกว่าตะปูเกลียว ซึ่งชิ้นไม้ตัวอย่างทดสอบค้อนข้างมีปริมาณความชื้นที่สูง เนื่องจากเป็นไม้สด



รูปที่ 4.10 การถอนของตะปูควงกับไม้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.4 วิเคราะห์ผลการทดสอบ

จากผลการทดสอบกายสมบัติและกลสมบัติ ของไม้ยูคาลิปตัส ค่าความผิดพลาดและข้อเสนอแนะต่างๆพอจะสรุปเป็นหัวข้อได้ดังนี้

4.4.1 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

4.4.1.1 ความถ่วงจำเพาะปริมาณความชื้นและกรดูดซึมน้ำของไม้

ผลการทดสอบความถ่วงจำเพาะมีค่าเฉลี่ย 1.053 ซึ่งทำให้เราทราบว่าไม้ยูคาลิปตัส มีความถ่วงจำเพาะใกล้เคียงกับน้ำและจัดเป็นไม้ที่อยู่ในประเภทไม้เนื้ออ่อนค่าการดูดซับน้ำเฉลี่ย 88.874% และปริมาตรความชื้นเฉลี่ย 60.483% ซึ่งเป็นค่าที่มากและมีความสอดคล้องกับค่าความถ่วงจำเพาะเพาะค่าการดูดซับน้ำที่มากจะเป็นไม้เนื้ออ่อน แต่การดูดซับน้ำที่มากความแข็งแรงก็จะน้อยต่างกับไม้เนื้อแข็งดูดซับน้ำได้น้อยแต่มีความแข็งแรงมาก

4.4.2 การทดสอบคุณสมบัติทางกล

4.4.2.1 การทดสอบแรงอัดของไม้ในแนวตั้งฉากเสี้ยน

การทดสอบนี้จะหยุดทดสอบเมื่อไม้ยุบตัวเกิน 2.6 มิลลิเมตรในการทดสอบไม้ยูคาลิปตัสมีหน่วยแรงอัดเฉลี่ยในแนวตั้งฉากเสี้ยน 10.185 MPa จากการสังเกตการณ์ทดลองไม้ที่ให้กำลังสูงมีปริมาณความชื้นอยู่ที่ 37-38 %

4.4.2.2 การทดสอบแรงอัดของไม้ในแนวขนานกับเสี้ยน

หน่วยแรงอัดเฉลี่ยในแนวขนานเสี้ยนของไม้ยูคาลิปตัสมีค่าเฉลี่ย 36.062 MPa จากการสังเกตการณ์ทดลองไม้ที่ให้กำลังสูงมีปริมาณความชื้นอยู่ที่ 37-38 %

4.4.2.3 การทดสอบแรงดึงในแนวตั้งฉากกับเสี้ยนไม้

หน่วยแรงดึงที่ทำให้ไม้ยูคาลิปตัสเกิดการวิบัติมีค่าเฉลี่ย 2.211 MPa จากการสังเกตการณ์ทดลองไม้ที่ให้กำลังสูงมีปริมาณความชื้นอยู่ที่ 40-45 %

\

4.4.2.4 การทดสอบการฉีกแตกของไม้

ค่าการฉีกแตกที่ทำให้ไม้ยูคาลิปตัสเกิดการวิบัติมีค่าเฉลี่ย 14.890 N/mm จากการสังเกตการณ์ทดลองไม้ที่ให้กำลังสูงมีปริมาณความชื้นอยู่ที่ 48-49 %

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.4.2.5 การทดสอบหาการรับแรงเฉือนของไม้

หน่วยแรงเฉือนที่ทำให้ไม้ยูคาลิปตัสเกิดการวิบัติมีค่าเฉลี่ย 5.473 MPa จากการสังเกตการณ์ทดลองไม้ที่ให้กำลังสูงมีปริมาณความชื้นอยู่ที่ 38-39 %

4.4.2.7 การทดสอบหาแรงดัดของไม้

หน่วยแรงดัดที่ทำให้ไม้ยูคาลิปตัสเกิดการวิบัติมีค่าเฉลี่ย 78.420 MPa จากการสังเกตการณ์ทดลองไม้ที่ให้กำลังสูงมีปริมาณความชื้นอยู่ที่ 37-38 %

4.4.2.8 การทดสอบรอยต่อสลักเกลียวกับไม้

หน่วยแรงอัดที่ทำให้ไม้ยูคาลิปตัสเกิดการวิบัติมีค่าเฉลี่ย 2.014 MPa จากการสังเกตการณ์ทดลองไม้ที่ให้กำลังสูงมีปริมาณความชื้นอยู่ที่ 36-37 %

4.4.2.9 การทดสอบรอยต่อวงแหวนกับไม้

หน่วยแรงอัดที่ทำให้ไม้ยูคาลิปตัสเกิดการวิบัติมีค่าเฉลี่ย 10.905 MPa จากการสังเกตการณ์ทดลองไม้ที่ให้กำลังสูงมีปริมาณความชื้นอยู่ที่ 36-37 %

4.4.2.10 การทดสอบการถอนของตะปูกับไม้

หน่วยแรงดึงที่ทำให้ตะปูถอนออกจากตัวอย่างไม้ยูคาลิปตัสมีค่าเฉลี่ย 0.186 MPa จากการสังเกตการณ์ทดลองไม้ที่ให้กำลังสูงมีปริมาณความชื้นอยู่ที่ 36-37 %

4.4.2.11 การทดสอบการถอนของตะปูเกลียวกับไม้

หน่วยแรงดึงที่ทำให้ตะปูถอนออกจากตัวอย่างไม้ยูคาลิปตัสมีค่าเฉลี่ย 0.246 MPa จากการสังเกตการณ์ทดลองไม้ที่ให้กำลังสูงมีปริมาณความชื้นอยู่ที่ 36-37 %

4.4.2.12 การทดสอบการถอนของตะปูควงกับไม้

หน่วยแรงดึงที่ทำให้ตะปูถอนออกจากตัวอย่างไม้ยูคาลิปตัสมีค่าเฉลี่ย 0.345 MPa จากการสังเกตการณ์ทดลองไม้ที่ให้กำลังสูงมีปริมาณความชื้นอยู่ที่ 36-37 %

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากผลการทดสอบที่ได้พบว่าไม้ที่ให้กำลังสูงมีปริมาณความชื้น 35-38 % ส่วนความแตกต่างที่การทดสอบบางชนิดมีค่าปริมาณความชื้นมากหรือน้อยนั้นอาจเกิดจากสภาพอากาศ ในระหว่างการทดสอบบางวันเกิดฝนตกหนัก ไม้จึงมีความชื้นในปริมาณที่มากประกอบกับไม้ยังสดอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน

ผลการทดลองที่ได้ยังพบว่าในการทดสอบทางด้านกลสมบัติไม้แต่ระชิ้นให้กำลังได้แตกต่างกันมากจากการวิเคราะห์ไม้ที่ให้กำลังมากเป็นส่วนของแก่นไม้ และไม้ที่ให้กำลังลองลงมาก็จะเป็นส่วนกระพี้ไม้

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

การคัดเลือกไม้มาใช้ในงานก่อสร้างนั้นโดยเฉพาะโครงสร้างที่มีความสำคัญเช่น คาน เสา จำเป็นต้องใช้วัสดุที่มีกำลังสูง ในการคัดเลือกไม้มาใช้ในงานก่อสร้างจึงจำเป็นต้องใช้แก่นไม้ จากผลการทดสอบได้พบว่าไม้ที่นำมาทดสอบมีทั้งส่วนที่เป็นแก่นและกระพี้ ในการคำนวณกำลังของไม้ยูคาลิปตัสที่ใช้ในงานก่อสร้างจะใช้ส่วนที่แข็งที่สุดคือแก่นมาใช้ในการคำนวณจากผลการทดสอบสามารถสรุปได้ดังนี้

1. จากตัวอย่างไม้ยูคาลิปตัสมีปริมาณความชื้นเฉลี่ย 60.483% ถือว่าเป็นค่าที่มาก ซึ่งปริมาณความชื้นในเนื้อจะมีผลต่อกลสมบัติของไม้ด้วย
2. ตำหนิของไม้จะทำให้ความสามารถในการรับกำลังของไม้ลดน้อย หรือค่ากลสมบัติน้อยลด เช่น ตาไม้ เชื่อรา ปาวก มอด เป็นต้น
3. การรับแรงอัดของไม้ในแนวตั้งฉากเสี้ยนและในแนวขนานเสี้ยน จะเห็นได้ว่าไม้ในแนวขนานเสี้ยนมีความสามารถในการรับกำลังอัดได้มากกว่าไม้ในแนวตั้งฉากเสี้ยนถึง 3 เท่า
4. การทดสอบแรงดึงในแนวตั้งฉากกับเสี้ยนไม้ มีค่าเฉลี่ย 2.211 MPa ถือว่าเป็นค่าที่น้อยมาก จึงไม่เหมาะที่จะนำมาเป็นชิ้นส่วนรับแรงดึงของโครงสร้าง
5. การทดสอบการฉีกแตกของไม้ พบว่าค่าการฉีกแตกเฉลี่ย 14.890 N/mm ถือว่าเป็นค่าที่ไม่มากนัก จึงไม่เหมาะที่จะนำมาเป็นชิ้นส่วนของโครงสร้างที่มีขนาดมากเกินไป
6. การรับแรงเฉือนของไม้ มีค่าเฉลี่ย 5.473 MPa ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่น้อยจึงไม่ควรที่จะนำมาเป็นชิ้นส่วนรับแรงเฉือนในโครงสร้าง หรือสามารถใช้ได้ในงานโครงสร้างขนาดเล็ก
7. การทดสอบหาแรงดัดของไม้ พบว่าค่าการต้านทานแรงดัดเฉลี่ย 78.420 MPa ถือว่าเป็นค่าที่สูงพอสมควร เหมาะที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้างขนาดเล็ก หรืองานโครงสร้างขนาดเล็ก
8. การทดสอบรอยต่อแบบวงแหวนและสลักเกลียว จะเห็นได้ว่ารอยต่อแบบวงแหวนจะสามารถรับกำลังได้มากกว่ารอยต่อแบบสลักเกลียวถึง 5 เท่า
9. การทดสอบการถอนของตะปู ตะปูเกลียว ตะปูควง จะเห็นได้ตะปูเกลียวจะมีความสามารถต้านทานแรงถอนได้มากกว่าตะปูแบบธรรมดา และตะปูควงจะมีความสามารถต้านทานแรงถอนได้มากกว่าตะปูเกลียว ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

คุณสมบัติสมบัติทางกายภาพ

No.	Natural Weigth (g)	Dry Weigth (g)	Wet Weigth (g)	Volume of Specific (cm3)	γ_w (g/cm3)	Moisture Content	Absorption
1	17.00	10.80	20.20	15.625	1.00	57.407	87.037
2	15.20	9.60	19.50	15.625	1.00	58.333	103.125
3	16.80	10.90	18.80	15.625	1.00	54.128	72.477
4	16.40	10.20	19.10	15.625	1.00	60.784	87.255
5	15.90	9.90	18.50	15.625	1.00	60.606	86.869
6	16.20	10.30	19.60	15.625	1.00	57.282	90.291
7	15.60	9.90	19.50	15.625	1.00	57.576	96.970
8	17.10	10.60	20.10	15.625	1.00	61.321	89.623
9	16.30	10.10	19.00	15.625	1.00	61.386	88.119
10	16.50	10.60	19.90	15.625	1.00	55.660	87.736
11	17.20	10.30	20.00	15.625	1.00	66.990	94.175
12	16.80	10.10	19.20	15.625	1.00	66.337	90.099
13	15.80	9.90	19.00	15.625	1.00	59.596	91.919
14	17.00	10.20	20.30	15.625	1.00	66.667	99.020
15	15.50	10.10	18.70	15.625	1.00	53.465	85.149
16	16.70	10.40	18.50	15.625	1.00	60.577	77.885
17	16.50	10.30	18.80	15.625	1.00	60.194	82.524
18	16.60	10.30	19.20	15.625	1.00	61.165	86.408
19	17.10	10.50	19.40	15.625	1.00	62.857	84.762
20	16.90	10.10	19.80	15.625	1.00	67.327	96.040
Average	16.455	10.255	19.355	15.625	1.000	60.483	88.874

Burapha University มหาวิทยาลัยบูรพา

คุณสมบัติสมบัติทางกายภาพ

No.	Natural Specific Graviti	Dry Specific Graviti	Wet Specific Graviti	Water in the Specifie (g)	Moisture Content (%)	Absorbed Weter (g)	Absorption (%)
1	1.088	0.691	0.352	6.200	57.407	9.400	87.037
2	0.973	0.614	0.334	5.600	58.333	9.900	103.125
3	1.075	0.698	0.347	5.900	54.128	7.900	72.477
4	1.050	0.653	0.314	6.200	60.784	8.900	87.255
5	1.018	0.634	0.305	6.000	60.606	8.600	86.869
6	1.037	0.659	0.342	5.900	57.282	9.300	90.291
7	0.998	0.634	0.339	5.700	57.576	9.600	96.970
8	1.094	0.678	0.328	6.500	61.321	9.500	89.623
9	1.043	0.646	0.310	6.200	61.386	8.900	88.119
10	1.056	0.678	0.358	5.900	55.660	9.300	87.736
11	1.101	0.659	0.299	6.900	66.990	9.700	94.175
12	1.075	0.646	0.289	6.700	66.337	9.100	90.099
13	1.011	0.634	0.319	5.900	59.596	9.100	91.919
14	1.088	0.653	0.305	6.800	66.667	10.100	99.020
15	0.992	0.646	0.350	5.400	53.465	8.600	85.149
16	1.069	0.666	0.305	6.300	60.577	8.100	77.885
17	1.056	0.659	0.312	6.200	60.194	8.500	82.524
18	1.062	0.659	0.314	6.300	61.165	8.900	86.408
19	1.094	0.672	0.309	6.600	62.857	8.900	84.762
20	1.082	0.646	0.294	6.800	67.327	9.700	96.040
Average	1.053	0.656	0.321	6.200	60.483	9 100	88.874

Burapha University มหาวิทยาลัยบูรพา

แรงอัดไม้ในแนวขนานเสี้ยน

Specimen No.	Natural Weigth (g)	Dry Weigth (g)	Max Load (N)	Area (mm^2)	Modulus of elasticity (N/mm^2)	Strain	Stress (N/mm^2)	Moisture Content (%)
1	3955.30	2825.50	89500.00	2500	2069.364	0.0173	35.800	39.986
2	3945.10	2855.50	92500.00	2500	2138.728	0.0173	37.000	38.158
3	3925.50	2882.20	88900.00	2500	2055.491	0.0173	35.560	36.198
4	3935.10	2858.40	88500.00	2500	2046.243	0.0173	35.400	37.668
5	3945.60	2866.50	98100.00	2500	2268.208	0.0173	39.240	37.645
6	3955.30	2863.10	90200.00	2500	2085.549	0.0173	36.080	38.147
7	3954.30	2866.50	97000.00	2500	2242.775	0.0173	38.800	37.949
8	3949.50	2868.50	98500.00	2500	2277.457	0.0173	39.400	37.685
9	3955.60	2865.00	95500.00	2500	2208.092	0.0173	38.200	38.066
10	3961.50	2868.10	89900.00	2500	2078.613	0.0173	35.960	38.123
11	3960.60	2865.50	93600.00	2500	2164.162	0.0173	37.440	38.217
12	3951.40	2858.40	92500.00	2500	2138.728	0.0173	37.000	38.238
13	3946.20	2867.00	89800.00	2500	2076.301	0.0173	35.920	37.642
14	3960.30	2857.50	98800.00	2500	2284.393	0.0173	39.520	38.593
15	3955.30	2875.80	84200.00	2500	1946.821	0.0173	33.680	37.537
16	3925.40	2854.80	81200.00	2500	1877.457	0.0173	32.480	37.502
17	3955.40	2855.50	85300.00	2500	1972.254	0.0173	34.120	38.519
18	3955.60	2868.90	88200.00	2500	2039.306	0.0173	35.280	37.879
19	3957.20	2862.60	79800.00	2500	1845.087	0.0173	31.920	38.238
20	3954.50	2865.00	81100.00	2500	1875.145	0.0173	32.440	38.028
Average	3950.235	2862.515	90155.000	2500.000	2084.509	0.0173	36.062	38.001

กำลังดึงในแนวตั้งฉากเสี้ยน

Specimen No	Natural Weigth (g)	Dry Weigth (g)	Area (mm^2)	Maximum load (N)	Tensile strength (N/mm^2)	Moisture Content (%)
1	122.10	83.20	1000	2030.0	2.030	46.755
2	117.90	82.70	1000	1870.0	1.870	42.563
3	103.30	71.20	1000	1850.0	1.850	45.084
4	125.20	81.90	1000	2040.0	2.040	52.869
5	103.20	80.90	1000	1940.0	1.940	27.565
6	100.80	80.30	1000	1760.0	1.760	25.529
7	119.70	77.20	1000	2610.0	2.610	55.052
8	110.40	81.70	1000	2370.0	2.370	35.129
9	117.90	76.70	1000	1970.0	1.970	53.716
10	117.50	83.10	1000	3010.0	3.010	41.396
11	116.60	85.50	1000	1990.0	1.990	36.374
12	129.80	81.50	1000	1890.0	1.890	59.264
13	114.40	79.80	1000	2200.0	2.200	43.358
14	114.50	76.80	1000	1850.0	1.850	49.089
15	112.10	81.50	1000	1800.0	1.800	37.546
16	115.50	82.90	1000	2500.0	2.500	39.324
17	122.40	78.40	1000	2550.0	2.550	56.122
18	124.10	75.70	1000	2150.0	2.150	63.937
19	109.90	75.50	1000	2940.0	2.940	45.563
20	111.00	81.60	1000	2890.0	2.890	36.029
Average	115.42	79.91	1000.00	2210.5	2.211	44.613

Burapha University บูรพามหาวิทยาลัย

กำลังฉีกแตกของไม้

Specimen No.	Natural Weigth (g)	Dry Weigth (g)	Wood width (mm)	Maximum load (N)	Cleavage strength (N/mm^2)	Moisture Content (%)
1	205.60	141.70	50	760.00	15.200	45.095
2	209.40	144.70	50	790.00	15.800	44.713
3	207.90	138.80	50	790.00	15.800	49.784
4	219.40	147.80	50	820.00	16.400	48.444
5	199.90	140.20	50	800.00	16.000	42.582
6	207.60	138.10	50	600.00	12.000	50.326
7	203.40	138.40	50	700.00	14.000	46.965
8	214.30	145.00	50	720.00	14.400	47.793
9	202.10	137.80	50	680.00	13.600	46.662
10	209.00	147.10	50	660.00	13.200	42.080
11	205.10	141.50	50	680.00	13.600	44.947
12	209.40	144.00	50	750.00	15.000	45.417
13	206.50	135.10	50	780.00	15.600	52.850
14	206.50	136.20	50	780.00	15.600	51.615
15	211.20	139.40	50	770.00	15.400	51.506
16	209.80	145.90	50	680.00	13.600	43.797
17	204.50	135.60	50	820.00	16.400	50.811
18	205.50	138.40	50	780.00	15.600	48.483
19	209.50	140.50	50	790.00	15.800	49.110
20	208.80	140.20	50	740.00	14.800	48.930
Average	207.77	140.82	50.00	744.50	14.890	47.596

Burapha University บูรพามหาวิทยาลัย

กำลังเฉือนของไม้แบบขนานเสี้ยน

Specimen No.	Natural Weigth (g)	Dry Weigth (g)	Area (mm^2)	Maximum load (N)	Shear strength (N/mm^2)	Moisture Content (%)
1	124.60	103.40	1000	5970.0	5.970	20.503
2	117.50	97.90	1000	6420.0	6.420	20.020
3	82.40	67.70	1000	4450.0	4.450	21.713
4	129.50	100.80	1000	5890.0	5.890	28.472
5	117.00	93.50	1000	5680.0	5.680	25.134
6	121.50	99.80	1000	5380.0	5.380	21.743
7	128.30	101.90	1000	6040.0	6.040	25.908
8	86.10	71.50	1000	4290.0	4.290	20.420
9	124.90	99.00	1000	4010.0	4.010	26.162
10	116.60	89.00	1000	5540.0	5.540	31.011
11	116.50	88.50	1000	5540.0	5.540	31.638
12	111.20	81.50	1000	4980.0	4.980	36.442
13	122.40	101.50	1000	4860.0	4.860	20.591
14	118.90	98.80	1000	4520.0	4.520	20.344
15	111.60	80.50	1000	6080.0	6.080	38.634
16	115.50	82.90	1000	6050.0	6.050	39.324
17	102.40	78.40	1000	5870.0	5.870	30.612
18	114.30	95.40	1000	5670.0	5.670	19.811
19	109.10	84.40	1000	6200.0	6.200	29.265
20	112.60	88.20	1000	6020.0	6.020	27.664
Average	114.15	90.23	1000.00	5473.0	5.473	26.771

ทดสอบแรงดัดของไม้

Specimen No.	Natural Weigth (g)	Dry Weigth (g)	Max Load (N)	Area (mm^2)	Stress (N/mm^2)	Moisture Content (%)
1	3954.30	2830.50	77700.00	1000	77.700	39.703
2	3945.50	2854.50	79200.00	1000	79.200	38.220
3	3935.70	2888.20	75500.00	1000	75.500	36.268
4	3935.50	2848.40	75600.00	1000	75.600	38.165
5	3945.50	2855.50	79900.00	1000	79.900	38.172
6	3955.40	2866.10	76800.00	1000	76.800	38.006
7	3954.50	2866.50	78800.00	1000	78.800	37.956
8	3948.70	2868.50	80100.00	1000	80.100	37.657
9	3958.50	2865.30	78800.00	1000	78.800	38.153
10	3959.50	2868.40	79800.00	1000	79.800	38.039
11	3960.50	2864.50	83200.00	1000	83.200	38.261
12	3962.30	2855.40	75300.00	1000	75.300	38.765
13	3945.20	2865.00	78200.00	1000	78.200	37.703
14	3960.30	2855.00	77500.00	1000	77.500	38.715
15	3955.80	2875.80	77900.00	1000	77.900	37.555
16	3955.40	2854.80	78500.00	1000	78.500	38.553
17	3958.80	2853.50	78500.00	1000	78.500	38.735
18	3957.60	2867.90	78900.00	1000	78.900	37.996
19	3957.20	2862.60	79500.00	1000	79.500	38.238
20	3954.50	2865.40	78700.00	1000	78.700	38.009
Average	3953.035	2861.590	78420.000	1000.0	78.420	38.143

Burapha University

การทดสอบรอยต่อสลักเกลียวกับไม้

Specimen No	Natural Weigth (g)	Dry Weigth (g)	Max Load (N)	Area (mm^2)	Stress (N/mm^2)	Moisture Content (%)
1	7908.00	5660.20	5900.0	2888	2.043	39.712
2	8150.30	5700.10	5420.0	2888	1.877	42.985
3	8940.00	6550.20	5450.0	2888	1.887	36.484
4	8340.00	6120.00	5590.0	2888	1.936	36.275
5	8320.50	5900.00	5660.0	2888	1.960	41.025
6	7950.50	5760.20	5580.0	2888	1.932	38.025
7	7900.50	5460.50	6010.0	2888	2.081	44.685
8	7900.00	5670.70	5920.0	2888	2.050	39.313
9	8010.80	6010.40	5990.0	2888	2.074	33.282
10	8300.60	5900.40	5350.0	2888	1.852	40.679
11	7950.80	5760.40	5930.0	2888	2.053	38.025
12	7950.50	5760.40	5950.0	2888	2.060	38.020
13	7950.50	5760.40	5980.0	2888	2.071	38.020
14	7950.50	5660.20	5990.0	2888	2.074	40.463
15	8120.50	5950.40	6020.0	2888	2.084	36.470
16	7530.50	5980.40	5850.0	2888	2.026	25.920
17	7910.30	6001.30	5850.0	2888	2.026	31.810
18	7940.00	5760.20	5980.0	2888	2.071	37.842
19	7850.40	5650.50	5980.0	2888	2.071	38.933
20	8150.00	5560.60	5930.0	2888	2.053	46.567
Average	8051.260	5828.875	5816.5	2888.0	2.014	38.227

Burapha University มหาวิทยาลัยบูรพา

การทดสอบรอยต่อวงแหวนกับไม้

Specimen No.	Natural Weigth (g)	Dry Weigth (g)	Max Load (N)	Area (mm^2)	Shear strength (N/mm^2)	Moisture Content (%)
1	7950.50	6000.50	55500.0	5625	9.867	32.497
2	7950.10	5700.50	56420.0	5625	10.030	39.463
3	7950.50	5550.50	55580.0	5625	9.881	43.239
4	7950.50	5520.00	55880.0	5625	9.934	44.031
5	8320.50	5900.20	56560.0	5625	10.055	41.021
6	7950.50	5760.40	65580.0	5625	11.659	38.020
7	7900.50	5460.10	66010.0	5625	11.735	44.695
8	7900.00	5650.70	56920.0	5625	10.119	39.806
9	8010.80	5410.70	56790.0	5625	10.096	48.055
10	7960.50	5900.40	63550.0	5625	11.298	34.915
11	7960.50	5760.60	57630.0	5625	10.245	38.189
12	7960.50	5660.50	66950.0	5625	11.902	40.632
13	7960.50	5760.40	67980.0	5625	12.085	38.194
14	7950.50	5660.20	58790.0	5625	10.452	40.463
15	7950.50	5950.40	69820.0	5625	12.412	33.613
16	7950.50	5980.50	68850.0	5625	12.240	32.940
17	7890.50	6001.30	58550.0	5625	10.409	31.480
18	8000.00	5760.20	69580.0	5625	12.370	38.884
19	8010.00	5660.50	59990.0	5625	10.665	41.507
20	7960.50	5560.10	59880.0	5625	10.645	43.172
Average	7971.920	5730.435	61340.5	5625.0	10.905	39.241

Burapha University

การทดสอบการถอนของตะปูกับไม้

Specimen No.	Natural Weigth (g)	Dry Weigth (g)	Diameter (cm)	ตะปูฝังลึก (cm)	Max Tensile (KN)	Moisture Content (%)
1	3895.50	2855.50	0.333	3.00	0.185	36.421
2	3895.10	2855.40	0.333	3.00	0.190	36.412
3	3895.50	2854.60	0.333	3.00	0.192	36.464
4	3905.10	2856.50	0.333	3.00	0.185	36.709
5	3915.40	2861.50	0.333	3.00	0.191	36.830
6	3855.80	2861.60	0.333	3.00	0.182	34.743
7	3914.10	2859.20	0.333	3.00	0.194	36.895
8	3899.50	2861.40	0.333	3.00	0.192	36.279
9	3955.10	2862.80	0.333	3.00	0.189	38.155
10	3885.50	2856.90	0.333	3.00	0.188	36.004
11	3860.60	2862.50	0.333	3.00	0.184	34.868
12	3951.40	2855.60	0.333	3.00	0.181	38.374
13	3916.70	2860.60	0.333	3.00	0.181	36.919
14	3910.30	2857.10	0.333	3.00	0.165	36.863
15	3955.30	2855.20	0.333	3.00	0.185	38.530
16	3925.40	2854.50	0.333	3.00	0.187	37.516
17	3915.40	2855.50	0.333	3.00	0.182	37.118
18	3895.60	2855.00	0.333	3.00	0.188	36.448
19	3917.00	2855.50	0.333	3.00	0.189	37.174
20	3914.50	2855.60	0.333	3.00	0.191	37.082
Average	3908.940	2857.625	0.333	3.000	0.186	36.790

Burapha University

การทดสอบการถอนของตะปูเกลียวกับไม้

Specimen No.	Natural Weigth (g)	Dry Weigth (g)	Diameter (cm)	ตะปูเกลียวฝังลึก (cm)	Max Tensile (N)	Moisture Content (%)
1	3895.50	2855.50	0.333	3.00	0.245	36.421
2	3895.30	2855.50	0.333	3.00	0.245	36.414
3	3895.40	2855.60	0.333	3.00	0.247	36.413
4	3905.20	2855.50	0.333	3.00	0.246	36.761
5	3915.40	2857.50	0.333	3.00	0.241	37.022
6	3855.80	2856.40	0.333	3.00	0.249	34.988
7	3914.10	2861.50	0.333	3.00	0.243	36.785
8	3899.50	2855.70	0.333	3.00	0.244	36.551
9	3955.10	2861.20	0.333	3.00	0.247	38.232
10	3885.50	2856.50	0.333	3.00	0.244	36.023
11	3860.60	2861.50	0.333	3.00	0.250	34.915
12	3951.40	2858.90	0.333	3.00	0.246	38.214
13	3916.70	2860.80	0.333	3.00	0.246	36.909
14	3910.30	2857.60	0.333	3.00	0.247	36.839
15	3955.30	2855.90	0.333	3.00	0.245	38.496
16	3925.40	2854.50	0.333	3.00	0.245	37.516
17	3915.40	2855.50	0.333	3.00	0.245	37.118
18	3895.60	2858.40	0.333	3.00	0.246	36.286
19	3917.00	2862.60	0.333	3.00	0.243	36.834
20	3914.50	2865.50	0.333	3.00	0.248	36.608
Average	3908.950	2858.105	0.333	3.000	0.246	36.767

Burapha University มหาวิทยาลัยบูรพา

การทดสอบการถอนของตะปูควงกับไม้

Specimen No.	Natural Weigth (g)	Dry Weigth (g)	Diameter (cm)	ตะปูควงฝังลึก (cm)	Max Tensile (N)	Moisture Content (%)
1	3894.50	2845.50	0.333	3.00	0.345	36.865
2	3895.50	2855.50	0.333	3.00	0.343	36.421
3	3895.20	2855.30	0.333	3.00	0.345	36.420
4	3895.50	2855.50	0.333	3.00	0.345	36.421
5	3895.50	2861.50	0.333	3.00	0.352	36.135
6	3885.60	2861.10	0.333	3.00	0.346	35.808
7	3895.30	2861.20	0.333	3.00	0.342	36.142
8	3896.10	2861.70	0.333	3.00	0.342	36.146
9	3910.50	2862.10	0.333	3.00	0.348	36.630
10	3895.10	2856.30	0.333	3.00	0.347	36.369
11	3861.80	2861.50	0.333	3.00	0.346	34.957
12	3951.60	2858.00	0.333	3.00	0.346	38.265
13	3911.40	2860.60	0.333	3.00	0.345	36.734
14	3890.30	2857.60	0.333	3.00	0.341	36.139
15	3900.30	2855.00	0.333	3.00	0.346	36.613
16	3915.40	2854.50	0.333	3.00	0.345	37.166
17	3915.40	2855.50	0.333	3.00	0.345	37.118
18	3891.30	2858.00	0.333	3.00	0.346	36.155
19	3914.40	2862.10	0.333	3.00	0.348	36.767
20	3914.50	2865.50	0.333	3.00	0.343	36.608
Average	3901.260	2858.200	0.333	3.000	0.345	36.494

Burapha University

บรรณานุกรม

[1] http // www.picito.com/file/Euca.doc

[2] มาตรฐานช่าง มยธ.(ท) 201-2541 กรมโยธาธิการกระทรวงมหาดไทย 2541

[3] รังสี นันทสาร การออกแบบโครงสร้างไม้ พิมพ์ครั้งที่ 6 กรุงเทพ:งานผลิดเอกสาร คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2528

[4] ตระกูล อร่ามรักษ์ การออกแบบโครงสร้างไม้ กรุงเทพ:วิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[5] สนั่น เจริญเผ่า แบบรายละเอียดวิศวกรรมโครงสร้าง พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพ 2523

[6] มนัส อนุศิริ ทฤษฎีและปฏิบัติการทดสอบวัสดุงานวิศวกรรมโยธา กรุงเทพ:ซีเอ็ดยูเคชั่น มหาชน 2549

[7] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ มาตรฐานสำหรับอาคารไม้ ว.ส.ท.

[8] รศ.กวี หวังนิเวศน์กุล พ.ศ.2552 การออกแบบโครงสร้างเหล็กและไม้เบื้องต้น พิมพ์ครั้งที่ 1 มิถุนายน 2552 พิมพ์ที่ บริษัทรุ่งแสงการพิมพ์ จำกัด (บทที่ 13)

[9] รศ.มนัส อนุศิริ พ.ศ.2548 การออกแบบโครงสร้างไม้และเหล็ก พิมพ์ครั้งที่ 15 พิมพ์ที่บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด มหาชน (บทที่ 6)

[10] เอกสารประกอบการสอน วิชา 520331 ปฏิบัติการทดสอบวัสดุ ทวีชัย สำราญวานิชาภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิมยาลัยบูรพา 2548 (การทดลองครั้งที่ 11 และ 12)

[11] สนั่น เจริญเผ่า.แบบรายละเอียดวิศวกรรมโครงสร้าง.พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพ.2523

[12] กรมป่าไม้ที่ กส. 0702/6679 ลงวันที่ 3 พฤษภาคม 2517

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

[13] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท. 1002-16)

[14] American Society for Testing Materials ASTM D 1761 Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber

[15] ASTM Standard : D2395-93 (Reapproved 1997) , Test Methods for Specific Gravity of Wood and Wood – Baes Materials

[16] ASTM D143-94 : Standard Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber

[17] ASTM D143-52 : Standard Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber

[18] ASTM D143-94 :Standard Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber

[19] ASTM Standard :D2395-93 (Reapproved 1997) Test Methods for Specific Gravity of Wood and Wood-Best Materials

[20] www.108wood.com

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ประวัติผู้จัดทำโครงงาน

นายสำรวย สร้อยตัน

ปัจจุบันศึกษา ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

การศึกษา ระดับ ปริญญาตรี จากสถาบันราชภัฏจันทรเกษม จบปีการศึกษา พ.ศ. 2538

ระดับ ปวส. จากโรงเรียนเทคโนโลยีเปรมฤทัย จบปีการศึกษา พ.ศ. 2530

ระดับ ปวช. จากโรงเรียนวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จบปีการศึกษา พ.ศ. 2528

ระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนชลบุรี "สุขบท" จบปีการศึกษา พ.ศ. 2525

ระดับ ประถมศึกษา จากโรงเรียนพงศ์สิริวิทยา จบปีการศึกษา พ.ศ. 2522

สถานที่ทำงาน การประปาส่วนภูมิภาคสาขาชลบุรี (ชั้นพิเศษ)

ตำแหน่ง หัวหน้างานบริการและควบคุมน้ำสูญเสีย 2

E-mail sumrouy.s@thaimail.com

ความสนใจ การศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของชิ้นส่วนไม้ยูคาลิปตัสที่ปลูกในภาคตะวันออกของประเทศไทย

นายเอกชัย พันธ์ทอง

ปัจจุบันศึกษา ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

การศึกษา ระดับ มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนนาจะหลวย อุบลราชธานี
จบปีการศึกษา พ.ศ. 2548

ระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนชุมชนบ้านโนนแดง อุบลราชธานี
จบปีการศึกษา พ.ศ. 2545

ระดับ ประถมศึกษา จากโรงเรียนชุมชนบ้านโนนแดง จบปีการศึกษา พ.ศ. 2542

สถานที่ทำงาน ห้างหุ้นส่วน จำกัด บางแสนมหานคร

ตำแหน่ง ช่างเขียนแบบ

E-mail caknondang@hotmail.com

ความสนใจ การศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของชิ้นส่วนไม้ยูคาลิปตัสที่ปลูกในภาคตะวันออกของประเทศไทย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University